

EVALUASI INHIBITOR SODIUM NITRIT DI DALAM LARUTAN BETON SINTETIS

Arini Nikitasari, Moch. Syaiful Anwar, Efendi Mabruri dan Sundjono

Pusat Penelitian Metalurgi dan Material (P2M)-LIPI

Kawasan Puspiptek Gd. 470, Serpong 15314

e-mail: arini_nikitasari@yahoo.com

Diterima: 9 Juni 2014

Diperbaiki: 21 Agustus 2014

Disetujui: 16 September 2014

ABSTRAK

EVALUASI INHIBITOR SODIUM NITRIT DI DALAM LARUTAN BETON SINTETIS. Masalah korosi sering terjadi dalam baja tulangan khususnya pada struktur bangunan dan jembatan beton yang diakibatkan oleh infiltrasi ion klorida dari lingkungan sekitarnya. Salah satu cara untuk menghambat terjadinya korosi pada baja tulangan beton adalah dengan penambahan inhibitor. Telah dilakukan penelitian pengaruh inhibitor sodium nitrit dengan variasi konsentrasi 0,1 M, 0,3 M dan 0,6 M untuk inhibisi korosi pada baja tulangan beton dalam larutan sintetis beton pada variasi pH 11, 9, dan 7 dengan larutan 3,5% NaCl. Pengukuran potensial korosi (E_{corr}) dan laju korosi baja tulangan dilakukan dengan metode polarisasi Tafel pada *scan rate* 1,5 mV/s berdasarkan standard ASTM G-5. Pengukuran potensial korosi (E_{corr}) dan laju korosi baja tulangan beton dilakukan dengan merendam sampel uji selama 30 hari dalam larutan uji. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa inhibitor sodium nitrit terbukti dapat menaikkan potensial korosi (E_{corr}) ke daerah pasif dan menurunkan laju korosi pada baja tulangan beton yang terkontaminasi klorida. Efisiensi inhibisi sodium nitrit yang paling optimal adalah konsentrasi 0,6 M pada semua variasi pH larutan uji.

Kata kunci: Inhibitor, Natrium nitrit, Tafel, Potensial korosi, Laju korosi

ABSTRACT

EVALUATION OF SODIUM NITRITE INHIBITOR IN SIMULATED SYNTHETIC CONCRETE. Corrosion problem occur in the reinforcing steel especially of building structure and concrete bridge because of chloride infiltration from surrounding. Inhibitor is one way to inhibit corrosion of reinforcing steel in concrete. The influence of sodium nitrite inhibitor with various concentration 0.1 M, 0.3 M and 0.6 M was investigated in the concrete pore solution pH 11, 9, and 7 with 3.5% NaCl solution. Corrosion potential and corrosion rate were measured by Tafel polarization method with 1.5 mV/s scan rate based on ASTM G-5 standard. Measurement of corrosion potential and corrosion rate have been carried out by immersing sample for 30 days in the test solution. The results showed that sodium nitrite inhibitor increased corrosion potential to passive region, and decreased corrosion rate of reinforcing steel in chloride contaminated concrete. The optimum inhibition efficiency of sodium nitrite was 0.6 M in all pH variation.

Keywords: Inhibitor, Sodium nitrite, Tafel, Corrosion potential, Corrosion rate

PENDAHULUAN

Korosi adalah degradasi atau penurunan mutu logam akibat reaksi elektrokimia suatu logam dengan lingkungannya [1,2]. Korosi dapat menyebabkan dampak yang sangat merugikan baik dari segi ekonomi maupun keamanan seperti tingginya biaya pemeliharaan dan runtuhnya bangunan atau jembatan. Korosi merupakan masalah yang terjadi pada semua struktur yang

menggunakan paduan logam. Beton merupakan salah satu material yang menggunakan logam baja untuk meningkatkan kekuatannya yang sering dikenal dengan beton bertulang (*reinforcement*).

Dalam kondisi normal, baja tulangan beton terlindungi terhadap serangan korosi lingkungannya dengan adanya selimut beton. Selimut beton yang

bersifat alkalin (pH = 12-13) dapat memberikan proteksi korosi pada permukaan baja tulangan dengan membentuk lapisan pasif yang terdiri dari senyawa-senyawa besi oksida ($\text{Fe}_3\text{O}_4 / \gamma \text{Fe}_2\text{O}_3$) atau hidroksida (FeOOH). Namun, apabila beton terekspos dalam lingkungan agresif yaitu lingkungan dengan konsentrasi ion klorida yang melebihi batas kritisnya, maka ion klorida akan masuk ke dalam beton dan merusak lapisan pasif sehingga dapat mengakibatkan terjadi korosi pada baja tulangan beton [3]. Batas kritis konsentrasi ion klorida yang dapat merusak lapisan pasif pada beton besarnya tidak konstan tetapi bergantung pada beberapa faktor seperti tipe kation dari garam klorida tetapi umumnya berada pada rentang 0,4% hingga 1% dari berat semen beton [4,5]. Ketika ion klorida masuk ke dalam permukaan beton dapat mengakibatkan korosi sumuran (*pitting corrosion*) pada permukaan baja tulangan beton. Korosi sumuran merupakan proses korosi lokal yang sangat berbahaya karena dapat menyebabkan lingkungan menjadi asam di dalam sumuran sehingga laju korosi meningkat secara drastis.

Pengendalian korosi pada baja tulangan dilakukan mulai dari tahap desain dengan menggunakan beton berkualitas tinggi. Upaya pengendalian korosi juga diperlukan bilamana beton tersebut akan diekspos dalam lingkungan yang korosif untuk memperpanjang umur layanan beton. Beberapa cara yang dapat digunakan sebagai upaya memperlambat laju korosi pada baja tulangan antara lain dengan pelapisan seng (*galvanisasi*) atau cat epoksi, proteksi katodik, dan penambahan inhibitor korosi ke dalam beton [3].

Penggunaan inhibitor korosi merupakan upaya untuk menghambat laju korosi yang lebih ekonomis dibandingkan cara-cara lainnya karena harga bahan kimia lebih murah daripada bahan lapis pelindung maupun aplikasi proteksi katodik serta tidak membutuhkan biaya pemeliharaan. Selain itu, inhibitor dapat diinjeksikan ke dalam beton jika kemampuan inhibisinya menurun dengan waktu. Akan tetapi, terdapat pula beberapa kelemahan dalam penggunaan inhibitor diantaranya tidak dapat diganti jika ditemukan inhibitor tidak bekerja secara efektif serta dapat merubah sifat-sifat fisik dari mekanik beton [3].

Inhibitor berbasis nitrit merupakan jenis inhibitor anodik yang efektif untuk menghambat proses korosi pada baja tulangan beton dan paling banyak tersedia di pasaran [6]. Jenis inhibitor yang dipilih pada penelitian ini adalah sodium nitrit karena telah banyak digunakan sebagai inhibitor korosi baja tulangan beton tetapi hingga saat ini belum ada laporan hasil penelitian yang komprehensif mengenai perilaku dan efisiensinya untuk mereduksi proses korosi baja tulangan beton yang terkontaminasi klorida pada berbagai variasi pH.

Penambahan sodium nitrit ke dalam beton dengan konsentrasi yang tepat akan menimbulkan efek inhibisi korosi yang optimal pada baja tulangan beton. Oleh

karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memberikan penjelasan mengenai pengaruh konsentrasi penambahan sodium nitrit terhadap proses korosi baja tulangan beton yang terkontaminasi klorida pada berbagai variasi pH. Proses korosi pada baja tulangan beton diamati melalui pengukuran potensial korosi (E_{corr}) dan laju korosi menggunakan metode Tafel. Perhitungan efisiensi inhibisi pada akhir pengujian juga dilakukan. Hasil dari semua pengujian dan analisa yang dilakukan akan dibahas menjadi suatu kesimpulan mengenai kemampuan sodium nitrit untuk mencegah terjadinya korosi atau menurunkan laju korosi baja tulangan beton yang terkontaminasi klorida.

TINJAUAN UMUM

Inhibitor Korosi

Inhibitor korosi adalah suatu zat kimia yang bila ditambahkan ke dalam suatu lingkungan dapat menurunkan laju korosi suatu logam [7].

Terdapat beberapa jenis inhibitor yaitu inhibitor anodik, katodik, dan campuran. Inhibitor anodik adalah inhibitor yang menurunkan laju reaksi anodik dengan cara meningkatkan polarisasi anoda melalui reaksi dengan ion-ion logam untuk menghasilkan lapisan pasif tipis berupa lapisan oksida yang kemudian menyelimuti permukaan logam. Inhibitor katodik adalah inhibitor yang berpengaruh terhadap reaksi di katoda dengan cara membentuk lapisan tipis hidrogen yang teradsorpsi pada permukaan katoda. Inhibitor campuran merupakan inhibitor yang menghambat reaksi di kedua daerah yaitu daerah anodik dengan menangkap ion-ion logam dan mereduksi laju pelarutan logam dan di daerah katodik dengan membatasi difusi O_2 ke permukaan logam [2].

Tafel Polarisasi

Tafel polarisasi merupakan metode elektrokimia untuk menentukan potensial korosi (E_{corr}) dan laju korosi. Metode Tafel menggunakan data yang diperoleh dari hasil polarisasi pada daerah anoda dan katoda yang kemudian diekstrapolasikan sehingga membentuk kurva seperti Gambar 1 [8].

Pada potensial korosi (E_{corr}) laju evolusi hidrogen di daerah katoda sama dengan laju pelarutan (disolusi) logam di daerah anoda. Titik perpotongan pada potensial korosi (E_{corr}) juga menunjukkan nilai densitas arus (I_{corr}). Untuk menentukan laju korosi dengan menggunakan kurva Tafel polarisasi harus dihitung terlebih dahulu konstanta Tafel di daerah anoda (β_a) dan katoda (β_c) dalam satuan V/dekade.

Setelah konstanta Tafel seperti pada Gambar 1 telah dihitung, maka laju korosi dapat diketahui menggunakan Persamaan (1) dan Persamaan (2)

$$i = i_{corr} \{ \exp[S_1(E - E_{corr})] - \exp[S_2(E - E_{corr})] \} \dots\dots\dots (1)$$

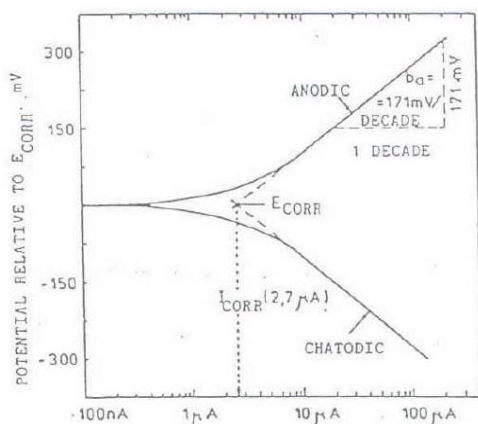
$$\text{Corrosion rate (mpy)} = \frac{0,129 I_{\text{corr}} EW}{dA} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana

- S1 = Slope anoda = 2,303/βa
- S2 = Slope katoda = 2,303/βc
- βa = Konstanta tafel anoda
- βc = Konstanta tafel katoda
- E_{corr} = Potensial korosi
- i_{corr} = Arus korosi
- E = Potensial pada waktu tertentu
- I = Arus listrik pada waktu tertentu
- I_{corr} = Intensitas arus korosi
- A = Luas area baja tulangan yang terekspos (1,23 cm²)
- EW = Berat ekuivalen baja beton (27,92)
- d = Densitas baja beton (7,85 g/cc) [9]

Kelebihan metode Tafel Polarisasi ini antara lain :

1. Keakuratan metode ini sama bahkan lebih baik daripada metode konvensional (metode pengukuran kehilangan berat)
2. Dapat digunakan untuk mengukur laju korosi yang sangat kecil dan dapat digunakan untuk mengontrol laju korosi pada suatu sistem.
3. Kurva Tafel dapat memberikan gambaran secara langsung mengenai arus korosi yang berhubungan dengan laju korosi
4. Dapat menentukan besarnya laju korosi dengan cepat sehingga dapat digunakan untuk penelitian mengenai inhibitor dan perbandingan paduan logam.



Gambar 1. Kurva Tafel Polarisasi [8].

METODE PERCOBAAN

Persiapan Larutan Uji

Larutan uji dalam percobaan ini merupakan campuran dari larutan beton sintetis dengan 3,5% volume NaCl. Larutan beton sintetis dibuat dengan komposisi sesuai Tabel 1. Larutan beton sintetis kemudian diukur pH awalnya menggunakan pH meter diperoleh nilai pH awal sebesar 13.

Tabel 1. Komposisi Kimia Larutan Beton Sintetis [10].

Unsur	Mol/liter
NaOH	0,1
KOH	0,3
Ca(OH) ₂	0,03
CaSO ₄ .H ₂ O	0,02

Larutan beton sintetis yang telah diketahui nilai pH awalnya selanjutnya ditambahkan larutan NaCl sebesar 3,5% volume larutan. Kemudian diatur pH-nya sesuai parameter percobaan yaitu 11, 9 dan 7 menggunakan larutan asam HCl.

Larutan uji kemudian ditambahkan inhibitor sodium nitrit (NaNO₂) dengan variasi konsentrasi yaitu 0 M (tanpa inhibitor), 0,1 M, 0,3 M dan 0,6 M.

Persiapan Benda Uji

Benda uji dalam penelitian ini adalah baja beton ulir diameter 13 mm dengan komposisi kimia seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Kimia Baja Tulangan Beton

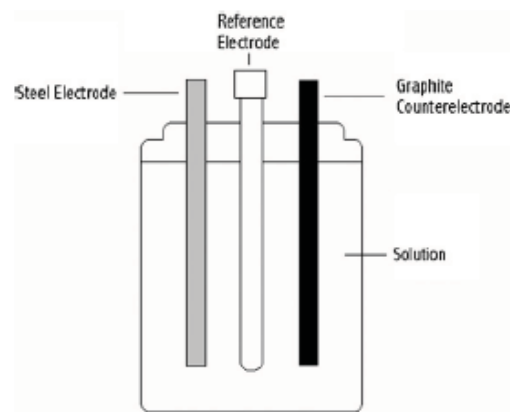
Komposisi Kimia (%)					
C	Si	Mn	P	S	Fe
0,37	0,23	0,54	0,03	0,04	Bal

Baja beton ulir yang digunakan dalam penelitian ini dipotong dengan ukuran 1 cm. Kemudian, disambung dengan kabel menggunakan solder listrik dan di-mounting menggunakan resin sehingga luas area yang terekspos sebesar 1,23 cm².

Baja beton yang telah di-mounting selanjutnya dipoles menggunakan abrasive paper dimulai dari ukuran 80 cw hingga 1000 cw. Benda uji kemudian direndam dalam larutan uji selama 30 hari.

Prosedur Pengukuran Potensial Korosi (E_{corr}) dan Laju Korosi

Pengukuran potensial korosi (E_{corr}) dan laju korosi pada penelitian ini berdasar standard ASTM G-5.



Gambar 2. Skema tiga elektoda [6].

Pengukuran dilakukan setiap hari selama 30 hari menggunakan alat *Gamry Instruments* Seri G750.

Teknik pengukuran potensial korosi (E_{corr}) dan laju korosi menggunakan metode polarisasi Tafel pada range potensial -200 mV sampai 200 mV dari *Open Circuit Potential (OCP)* dengan parameter *scan rate* 1,5 mV/s. Terdapat tiga jenis elektroda yang digunakan dalam pengukuran ini seperti skema pada Gambar 2, yaitu *counter electrode* menggunakan grafit, *reference electrode* menggunakan *Saturated Calomel Electrode (SCE)*, dan *working electrode* yang merupakan benda uji yaitu baja tulangan beton yang ter-mounting.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Potensial Korosi (E_{corr})

Pengukuran potensial korosi (E_{corr}) dilakukan untuk membuktikan bahwa inhibitor sodium nitrit yang merupakan tipe inhibitor anodik mampu menaikkan potensial korosi baja tulangan beton pada berbagai konsentrasi dan pH. Gambar 3 dan Gambar 4 menunjukkan grafik hasil pengukuran potensial korosi (E_{corr}) baja tulangan beton yang direndam dalam larutan uji selama 30 hari pada berbagai variasi pH dan konsentrasi inhibitor sodium nitrit (NaNO_2).

Berdasarkan Gambar 3 potensial korosi (E_{corr}) baja tulangan pada larutan uji dengan inhibitor sodium nitrit memiliki nilai yang lebih positif dibandingkan potensial korosi (E_{corr}) pada larutan tanpa inhibitor. Potensial korosi (E_{corr}) pada larutan uji dengan konsentrasi inhibitor sodium nitrit 0,6 M pada Gambar 3(a) berada pada rentang -0,3 V hingga -0,2 V. Potensial korosi (E_{corr}) pada larutan uji dengan konsentrasi sodium nitrit 0,3 M dan 0,1 M pada Gambar 3(b) dan Gambar 3(c) berada pada rentang -0,4 V hingga -0,3 V. Sedangkan potensial korosi (E_{corr}) pada larutan uji tanpa inhibitor pada Gambar 3(d) berada pada rentang nilai -0,7 M hingga -0,6 M. Hal ini membuktikan bahwa dengan adanya penambahan konsentrasi inhibitor sodium nitrit mengakibatkan potensial korosi (E_{corr}) semakin positif nilainya pada semua variasi pH larutan uji.

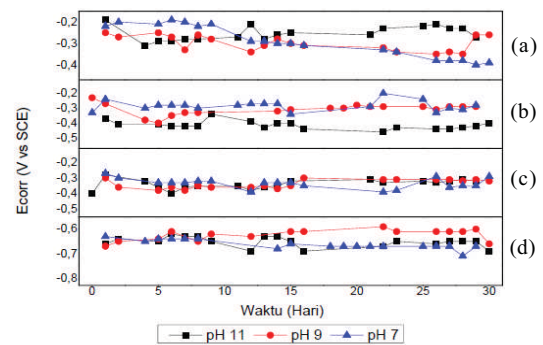
Berdasarkan hasil pengukuran potensial korosi (E_{corr}) pada Gambar 4, dapat diketahui bahwa pH tidak mempengaruhi nilai potensial korosi (E_{corr}) baja tulangan karena ketiga variasi pH pada penelitian ini memberikan hasil pengukuran potensial korosi (E_{corr}) yang tidak terlalu berbeda nilainya. Perbedaan nilai potensial korosi justru tampak pada masing-masing grafik pada Gambar 4(a) sampai dengan Gambar 4(c) yaitu pada larutan tanpa inhibitor dimana nilai potensial korosinya (E_{corr}) selalu paling negatif. Hal ini mengindikasikan bahwa sodium nitrit adalah jenis inhibitor anodik yang memiliki ciri inhibisi menaikkan potensial korosi (E_{corr}) [11].

Pengukuran potensial korosi (E_{corr}) dilakukan setiap hari selama 30 hari untuk mengetahui perubahan yang terjadi pada nilai potensial korosi (E_{corr}). Menurut

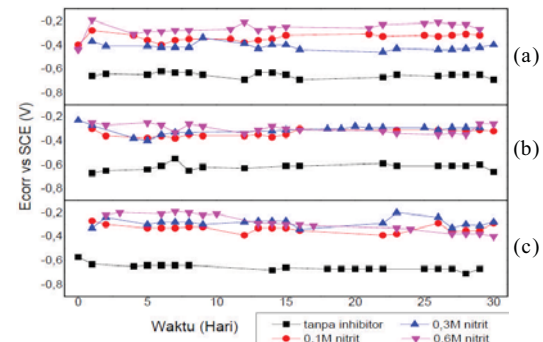
data hasil pengukuran selama 30 hari yang ditampilkan pada Gambar 3 dan Gambar 4 menunjukkan bahwa tidak terjadi kenaikan atau penurunan yang signifikan pada nilai potensial korosi (E_{corr}) baja tulangan atau dengan kata lain nilai hasil pengukuran potensial korosi (E_{corr}) baja tulangan pada berbagai variasi pH dan konsentrasi sodium nitrit cenderung stabil dalam jangka waktu 30 hari.

Laju Korosi

Pengukuran laju korosi dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan konsentrasi sodium nitrit yang optimal untuk menghambat proses korosi yang terjadi pada baja tulangan beton dalam berbagai variasi pH. Semakin kecil hasil pengukuran laju korosi mengindikasikan semakin optimal sodium nitrit menghambat proses korosi pada baja tulangan.



Gambar 3. Potensial Korosi (E_{corr}) vs Waktu pada berbagai variasi pH larutan uji dan : (a) 0,6 M NaNO_2 , (b) 0,3 M NaNO_2 , (c) 0,1 M NaNO_2 , (d) tanpa NaNO_2 .

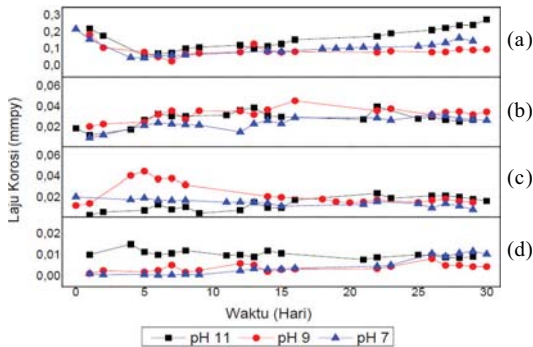


Gambar 4. Potensial Korosi (E_{corr}) vs Waktu pada berbagai variasi konsentrasi natrium nitrit dan: (a) pH 11, (b) pH 9, (c) pH 7.

Gambar 5 dan Gambar 6 merupakan grafik hasil pengukuran laju korosi baja tulangan dalam larutan uji pada berbagai variasi pH dan konsentrasi inhibitor.

Berdasarkan Gambar 5(b) sampai dengan Gambar 5(d) dapat diketahui bahwa semakin besar penambahan konsentrasi inhibitor sodium nitrit maka semakin kecil nilai laju korosinya.

Hasil pengukuran laju korosi baja tulangan pada larutan uji tanpa inhibitor pada Gambar 5(a) menunjukkan laju korosi pada rentang nilai 0 mmpy hingga 0,2 mmpy. Gambar 5(b) dan Gambar 5(c) menunjukkan nilai laju

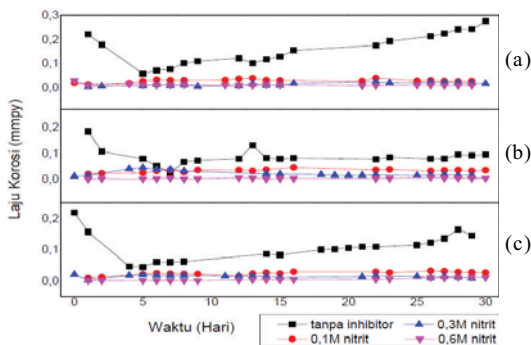


Gambar 5. Laju Korosi vs Waktu pada berbagai variasi pH larutan uji dan: (a) tanpa NaNO₂, (b) 0,1 M NaNO₂, (c) 0,3 M NaNO₂, (d) 0,6 M NaNO₂.

korosi pada larutan uji dengan konsentrasi sodium nitrit 0,3 M dan 0,1 M berada pada rentang 0,02 mmpy hingga 0,04 mmpy. Sedangkan hasil pengukuran dalam larutan sodium nitrit 0,6 M berada pada rentang nilai laju korosi paling rendah yaitu kurang dari 0,02 mmpy.

Gambar 6 menunjukkan hasil pengukuran laju korosi pada berbagai pH memiliki rentang nilai yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa pH tidak berpengaruh terhadap besar kecilnya nilai laju korosi tetapi nilai laju korosi sangat dipengaruhi oleh konsentrasi sodium nitrit.

Berdasarkan Gambar 5(a) dan Gambar 6, hasil pengukuran laju korosi pada larutan tanpa inhibitor mengalami kenaikan setelah sebelumnya terjadi penurunan pada hari ke-1 hingga hari ke-5 pada berbagai variasi pH larutan uji. Hal ini terjadi akibat adanya proses korosi yang berlangsung pada baja tulangan di mana pada awal pengukuran masih terdapat lapisan pasif yang melindungi baja tulangan dari korosi sehingga laju korosi cenderung turun. Selanjutnya ketika lapisan pasif rusak akibat adanya ion klorida yang masuk maka terjadi peningkatan nilai laju korosi.

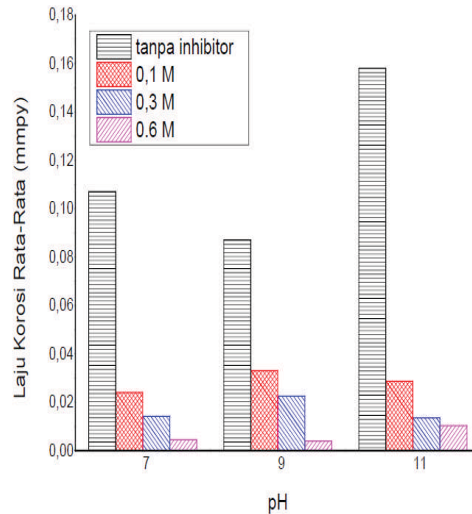


Gambar 6. Laju Korosi vs Waktu pada berbagai variasi konsentrasi natrium nitrit dan : (a) pH 11 (b) pH 9 (c) pH 7.

Laju korosi selama 30 hari dalam larutan dengan inhibitor sodium nitrit pada Gambar 5(b) sampai dengan Gambar 5(d) menunjukkan hasil nilai laju korosi yang cenderung stabil pada berbagai variasi pH. Kestabilan nilai laju korosi ini menunjukkan bahwa inhibitor sodium nitrit dapat mempertahankan kondisi pasif dari baja tulangan sehingga tidak terjadi kenaikan laju korosi selama pengukuran selama 30 hari.

Gambar 7 menampilkan nilai laju korosi rata-rata selama 30 hari dari baja tulangan dalam larutan uji pada berbagai variasi pH dan konsentrasi inhibitor sodium nitrit.

Menurut diagram yang ditampilkan dalam Gambar 7, dapat diketahui bahwa terjadi penurunan laju korosi dengan adanya penambahan konsentrasi sodium nitrit pada semua variasi pH larutan uji. Penurunan nilai laju korosi yang sangat signifikan tampak pada larutan uji pH 11.



Gambar 7. Laju korosi rata-rata selama 30 hari baja tulangan dalam larutan uji pada berbagai variasi pH dan konsentrasi natrium nitrit.

Efisiensi Inhibisi

Efisiensi inhibisi merupakan prosentase keefektifan suatu inhibitor untuk menghambat terjadinya korosi. Efisiensi inhibisi dapat dihitung menggunakan Persamaan (3).

$$\text{Efisiensi Inhibitor (\%)} = \frac{\text{Laju Korosi tanpa inhibitor} - \text{Laju Korosi dengan inhibitor}}{\text{Laju Korosi tanpa inhibitor}} \times 100 \dots (3)$$

Hasil perhitungan efisiensi inhibisi berdasarkan laju korosi rata-rata selama 30 hari pengukuran, ditampilkan pada Tabel 3. Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa pada semua variasi pH, efisiensi inhibisi sodium nitrit semakin tinggi seiring dengan bertambahnya konsentrasi inhibitor sodium nitrit.

Hal ini dapat terjadi karena semakin besar konsentrasi sodium nitrit yang ditambahkan semakin kecil pula laju korosinya akibat adanya lapisan pasif yang dibentuk oleh sodium nitrit sehingga efisiensi inhibisinya semakin tinggi.

Adapun mekanisme pembentukan lapisan pasif oleh sodium nitrit adalah sebagai berikut :



Lapisan pasif berupa Fe₂O₃ inilah yang melindungi baja dari korosi.

Tabel 3. Efisiensi inhibisi natrium nitrit pada berbagai variasi konsentrasi dan pH larutan uji.

Konsentrasi Natrium Nitrit	pH 11		pH 9		pH 7	
	Laju Korosi	Efisiensi Inhibitor	Laju Korosi	Efisiensi Inhibitor	Laju Korosi	Efisiensi Inhibitor
Tanpa inhibitor	0,158	-	0,087	-	0,107	-
0,1 M	0,029	82%	0,033	62%	0,024	78%
0,3 M	0,014	91%	0,023	74%	0,014	87%
0,6 M	0,010	94%	0,004	96%	0,004	96%

Dari hasil perhitungan efisiensi inhibisi tampak bahwa konsentrasi natrium nitrit sebesar 0,6 M adalah yang paling efektif untuk menghambat terjadinya proses korosi baja tulangan beton yang terkontaminasi klorida karena nilai efisiensinya yang mencapai lebih besar dari 90% untuk semua variasi pH.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran dan pembahasan maka dapat diambil kesimpulan bahwa natrium nitrit merupakan inhibitor jenis anodik terbukti dari potensial korosi (E_{corr}) baja tulangan beton yang nilainya semakin positif dengan adanya penambahan natrium nitrit.

Natrium nitrit mampu menghambat proses korosi baja tulangan beton yang terkontaminasi klorida diindikasikan dari penurunan laju korosi dengan adanya penambahan natrium nitrit.

Semakin besar konsentrasi natrium nitrit yang ditambahkan, maka semakin kecil laju korosi baja tulangan beton pada semua variasi pH.

Potensial korosi (E_{corr}) dan laju korosi tidak dipengaruhi oleh pH tetapi sangat dipengaruhi oleh konsentrasi inhibitor natrium nitrit yang ditambahkan.

Semakin tinggi konsentrasi natrium nitrit maka semakin tinggi pula efisiensi inhibisinya pada semua variasi pH.

Efisiensi inhibisi natrium nitrit yang paling optimal adalah pada konsentrasi 0,6 M untuk semua variasi pH.

Natrium nitrit merupakan inhibitor yang sangat efektif untuk menghambat terjadinya korosi pada baja tulangan beton yang terkontaminasi klorida dengan konsentrasi optimum sebesar 0,6 M pada berbagai variasi pH.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis dengan tulus mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian Metalurgi dan Material LIPI yang telah membiayai penelitian ini melalui mekanisme kegiatan Tematik 2014.

DAFTAR ACUAN

[1]. J. O. Okeniyi, O. A. Omotosho, O. O. Ajayi, C. A. Loto. "Effect of Potassium Chromate and Sodium

Nitrite on Concrete Steel-Rebar Degradation in Sulphate and Saline Media". *Construction and Building Materials*, vol 50, pp. 448-456, Oct. 2013.

[2]. F. L. Fei, J. Hu, J. Wei, Q. Yu, Z. Chen. "Corrosion Performance of Steel Reinforcement in Simulated Concrete Pore Solutions in the Presence of Imidiazoline Quaternary Ammonium Salt Corrosion Inhibitor". *Construction and Building Materials*, vol 70, pp. 43-53, Aug. 2014.

[3]. D. S. Fardhyanti dan I. Nurdin. "Kajian Inhibisi Natrium Fosfat dan Natrium Polifosfat pada Korosi Baja Tulangan Dalam Larutan Pori Beton Artifisial Terkontaminasi." *di Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses*, 2004, pp. 1411-4216.

[4]. L. Jiang, G. Huang, J. Xu, Y. Zhu, L. Mo. "Influence of Chloride Salt Type on Threshold Level of Reinforcement Corrosion in Simulated Concrete Pore Solutions". *Construction and Building Materials*, vol. 30, pp. 516-521, 2012.

[5]. A. Brenna, F. Bolzoni, S. Beretta, M. Ormellese. "Longterm Chloride Induced Corrosion Monitoring of Reinforced Concrete Coated with Commercial Polymer Modified Mortar and Polymeric Coating". *Construction and Building Materials*, vol 48, pp : 536-547, Aug. 2013.

[6]. P. Garces, P. Saura, E. Zornoza, C. Andrade. "Influence of pH on The Nitrite Corrosion Inhibition of Reinforcing Steel in Simulated Concrete Pore Solution". *Corrosion Science*, vol. 53, pp. 3991-4000, 2011.

[7]. A. A. Karim dan Z. A. Yusuf. "Analisa Pengaruh Penambahan Inhibitor Kalsium Karbonat dan Tapioka terhadap Tingkat Laju Korosi pada Pelat Baja Tangki Ballast Air Laut". *Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan (JR TK)*, vol. 10, No. 2, 2012.

[8]. B. Popov. "Basics of Corrosion Measurement". Internet : (<http://www.che.sc.edu/faculty/popov/dr b n p / E C H E 7 8 9 b / C o r r o s i o n % 2 0 M e a s u r e m e n t s . p d f>). [June. 4, 2014].

[9]. H. Song, V. Saraswathy. "Corrosion Monitoring of Reinforced Concrete Structures-A Review ". *International Journal Electrochemical Science*, vol. 2, pp. 1-28, 2007.

[10]. A. Poursae. "Corrosion of Steel Bars in Saturated $Ca(OH)_2$ and Concrete Pore Solution". *Concrete Research Letters*. vol. 1(3), pp. 90-93, 2010.

- [11]. M. Hayyan, S. A. Sameh, A. Hayyan, I. M. Al Nashef. "Utilizing of Sodium Nitrite as Inhibitor for Protection of Carbon Steel in Salt Solution". *International Journal Electrochemical Science*, vol 7, pp. 6941-6950, Aug. 2012.
- [12]. A. R. Hasan, A. K. Ismael, F. N. Hassan "Sodium Nitrite as Inhibitors for Protection of Rebar Against Corrosion". *Al Muthanna Journal for Engineering Sciences*, vol (2) no 1, pp. 82-96, Jun. 2013.