
KINERJA KALIUM METAVANADAT SEBAGAI INHIBITOR KOROSI BAJA KARBON RENDAH DALAM LINGKUNGAN KLORIDA DAN SULFIDA

Isdiriayani N., R. Asri Pratiwi, Aditya Farhan A., Fikri Anggara P., Rennie Sari

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung

Gd. Labtek X, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132

E-mail: isdi@che.itb.ac.id

Abstrak

Penambahan inhibitor merupakan salah satu metode pengendalian korosi. Kalium metavanadat (KVO_3) sering digunakan sebagai inhibitor korosi pada absorber CO_2 yang menggunakan larutan Benfield. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa KVO_3 mampu menginhibisi korosi baja karbon rendah dalam air laut yang mengandung bakteri pereduksi sulfat (SRB) dengan bertindak sebagai biosida. Klorida dan sulfida merupakan ion-ion korosif yang umum ditemui dalam fluida proses di industri. Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari kinerja KVO_3 sebagai inhibitor korosi baja karbon rendah dalam lingkungan akuatik yang terkontaminasi klorida, ataupun sulfida. Untuk mencapai tujuan tersebut dilakukan pengukuran laju korosi baja karbon rendah dengan jenis dan konsentrasi kontaminan bervariasi. Pengukuran laju korosi dilakukan dengan metode Tafel. Mekanisme inhibisi diprediksi dengan metode voltametri siklik. Sedangkan produk korosi diidentifikasi dengan menggunakan spektrometri difraksi sinar X (XRD). Dari penelitian ini, diperoleh hasil bahwa KVO_3 efektif sebagai inhibitor korosi baja karbon rendah pada lingkungan klorida berkonsentrasi antara 20 g/L hingga 30 g/L dengan efisiensi di atas 99%. Pada lingkungan sulfida, KVO_3 kurang efektif menginhibisi korosi baja karbon rendah. Sedangkan pada air laut sintetik yang mengandung sulfida, walaupun belum termasuk kategori inhibitor efektif, namun KVO_3 dapat menurunkan laju korosi baja karbon dengan efisiensi inhibisi yang meningkat seiring dengan kenaikan konsentrasi sulfida.

Kata kunci: kalium metavanadat, baja karbon rendah, inhibitor korosi

Abstract

Inhibitor addition is one of the common corrosion control methods. Potassium metavanadate (KVO_3) is the common corrosion inhibitor for Benfield solution in CO_2 absorber. Former research shows that KVO_3 is also able to inhibit the corrosion in seawater containing Sulphate Reducing Bacteria (SRB) due to its capacity as biocide. Chloride and Sulfide are common corrosive ions found in process fluids in industries. Therefore, this research is carried out to study the performance of KVO_3 as a corrosion inhibitor for low- carbon steel in chloride and sulfide contaminated environment. The objective of this research was achieved by measuring low-carbon steel corrosion rate in various concentrations of contaminants. The corrosion rate was measured by Tafel method. The corrosion inhibition mechanisms were studied using cyclic voltammetry method. Meanwhile the corrosion products were identified by X - ray diffraction spectrometry (XRD). This research results that KVO_3 is an effective corrosion inhibitor in chloride environment when the chloride concentration ranges between 20 g/L and 30 g/L. In this range of concentration, KVO_3 performs more than 99% efficiency. While in sulfide environment, KVO_3 is an ineffective corrosion inhibitor. On the other hand, the addition of KVO_3 reduces the corrosion rate of carbon steel in seawater containing sulfide, although its performance does not meet the effective inhibitor criteria. Higher concentration of sulfide results the higher inhibition efficiency of KVO_3 .

Keywords: Potassium metavanadate, low - carbon steel, corrosion inhibitor

1. Pendahuluan

Korosi adalah kerusakan material yang disebabkan reaksi antara material tersebut dengan lingkungannya. Korosi dapat menimbulkan kerusakan pada peralatan proses sehingga mengganggu jalannya proses. Dengan demikian korosi dianggap merugikan karena menyebabkan kehilangan produk yang berharga dan meningkatkan biaya perawatan serta perbaikan atau penggantian alat. Oleh sebab itu, korosi harus dicegah atau dikendalikan.

Salah satu cara untuk mengendalikan korosi pada baja karbon rendah adalah dengan menggunakan inhibitor korosi, yaitu zat yang bila ditambahkan dalam jumlah sedikit pada lingkungan korosif, mampu mengurangi laju reaksi korosi. Salah satu inhibitor yang sering digunakan adalah kalium metavanadat (KVO_3) yang biasa digunakan sebagai inhibitor korosi pada lingkungan karbonat-bikarbonat dalam absorber CO_2 .

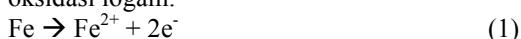
Lingkungan klorida umum dijumpai pada industri kimia sebagai lingkungan korosif, seperti air laut yang digunakan sebagai air pendingin. Korosivitas air laut tergantung pada keberadaan oksigen terlarut, salinitas, ion-ion minor, aktivitas biologis dan polutan. Salah satu polutan yang dianggap korosif adalah senyawa sulfida.

Hasil penelitian Hanifah dan Fang Ping (2006) menunjukkan bahwa KVO_3 mampu menurunkan laju korosi baja di dalam air laut yang mengandung bakteri pereduksi sulfat (SRB). Penelitian tersebut hanya menunjukkan kerja KVO_3 sebagai *biocide* namun belum menyatakan kerja KVO_3 sebagai inhibitor korosi. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mempelajari kinerja KVO_3 sebagai inhibitor korosi baja dalam lingkungan klorida dan air laut yang mengandung sulfida tetapi bukan metabolit bakteri.

Penelitian ini dilakukan dengan pengukuran laju korosi baja dalam lingkungan klorida dan sulfida menggunakan metode Tafel, serta prediksi mekanisme korosi menggunakan metode voltametri siklik. Analisis kimia produk korosi dilakukan dengan menggunakan spektrometri difraksi sinar X.

2. Fundamental

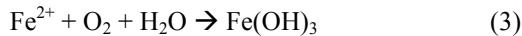
Secara elektrokimia, korosi baja karbon di lingkungan akuatik mengandung oksigen terlarut melibatkan reaksi-reaksi oksidasi logam:



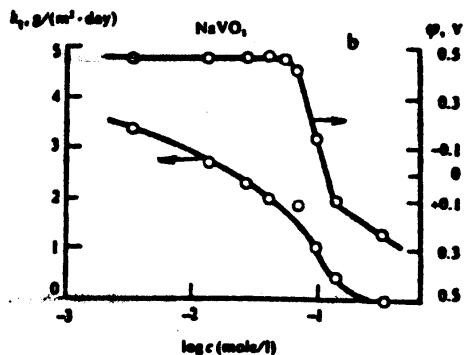
dan reduksi:



Baja karbon merupakan logam yang mampu pasif. Pasivasi adalah hilangnya reaktivitas kimia dari logam akibat pembentukan lapisan oksida pelindung di permukaan logam. Contoh reaksi pembentukan lapisan pasif:



KVO_3 merupakan inhibitor anodik tetapi tidak bersifat oksidator (Rozenfeld, 1981). KVO_3 dapat memperkuat pembentukan lapisan pasif di permukaan baja dengan mengikat ion Fe^{3+} menjadi FeVO_4 yang mengendap di permukaan baja (Williams and Leckie, 1968).



Gambar 1. Pengaruh penambahan inhibitor KVO_3 terhadap laju korosi dan potensial baja karbon dalam larutan Na_2SO_4 (Rozenfeld, 1981)

Perilaku elektrokimia sistem secara lengkap dapat dipelajari dengan memvariasikan potensial sistem dan mencatat perubahan arus yang timbul terhadap waktu. Teknik pengukuran dengan variasi potensial terhadap waktu disebut teknik polarisasi. Polarisi dengan pemindai potensial dalam arah bolak-balik disebut polarisasi siklik atau lebih dikenal sebagai Voltametri Siklik. Hasil pengukuran Voltametri Siklik berupa kurva hubungan arus terhadap potensial.

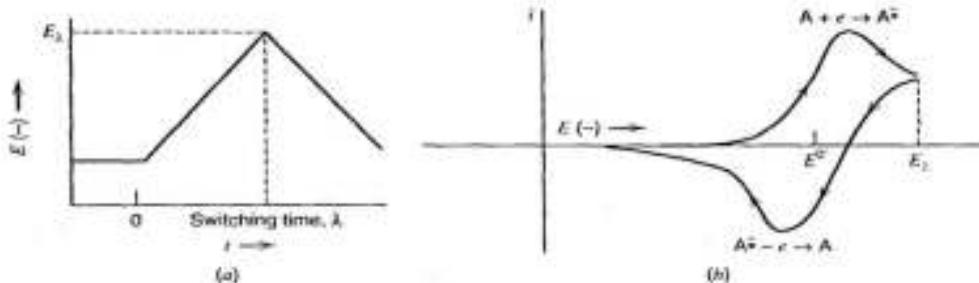
Aluran potensial terhadap arus menghasilkan arus puncak katodik dan anodik. Arus pada pemindai balik yang lebih rendah dari pemindai maju untuk potensial yang sama mengindikasikan terjadinya pasivasi. Apabila yang terjadi sebaliknya, maka hal tersebut mengindikasikan percepatan korosi karena bertambahnya luas permukaan aktif sebagai akibat dari pelarutan atom-atom logam di permukaan.

Jumlah puncak anodik dan katodik mengindikasikan jumlah tahap reaksi elektrokimia. Jarak antara potensial puncak anodik (E_{pa}) dan katodik (E_{pc}) merupakan indikator reversibilitas reaksi. Reaksi disebut reversibel jika $(E_{pa} - E_{pc})$ mendekati $0,059/n$ V. Perbandingan intensitas arus puncak katodik dan anodik merupakan indikator kestabilan produk korosi. Produk reaksi elektrokimia

dikatakan stabil (tidak langsung berubah menjadi senyawa lain), jika perbandingan

intensitas arus puncak anodik dan katodik mendekati 1.

Voltametri Siklik (Bard, 2001)



Gambar 2. (a) Grafik perubahan potensial siklik (b) hasil voltamogram siklik (Bard, 2001)

3. Metodologi

Spesimen yang digunakan pada penelitian ini adalah pelat baja karbon rendah tipe AISI 1010 berukuran $1\text{cm} \times 1\text{cm}$ dengan ketebalan 2 mm yang diabrasi dengan kertas abrasif hingga grid 1200. Komposisi kimia baja karbon rendah tersebut ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi spesimen baja karbon rendah

Unsur	% berat
C	0.13
Si	0.078
P	0.018
S	0.006
Mn	0.321
Cu	0.414
Fe	balance

Percobaan dilakukan pada temperatur dan tekanan ruang tanpa pengadukan (laju pengadukan = nol). Variasi komposisi larutan ditampilkan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

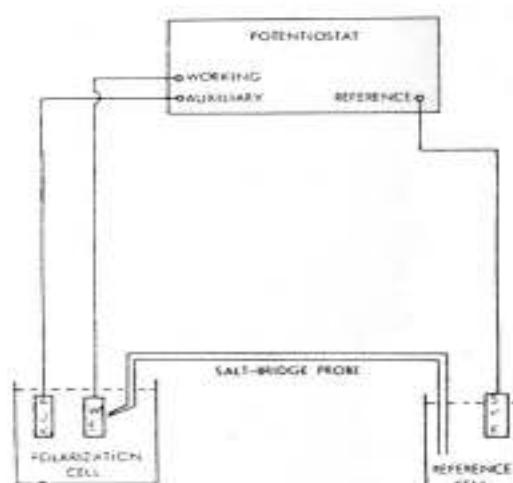
Tabel 2. Variasi konsentrasi larutan

Pengotor	Konsentrasi	[KVO ₃]
NaCl	20 g/L	0
		80 mg/L
	30 g/L	0
		80 mg/L
	40 g/L	0
		80 mg/L
Na ₂ S	200 mg/L	0
		80 mg/L
	300 mg/L	0
		80 mg/L
	400 mg/L	0
		80 mg/L

Tabel 3. Variasi komposisi larutan uji menggunakan air laut sintetik

No	Larutan	[S ²⁻]ppm	[KVO ₃]ppm
1	Air Laut Sintetik	0	0
2		150	0
3		200	0
4		250	0
5		0	20
6		150	20
7		200	20
8		250	20
9		0	40
10		150	40
11		200	40
12		250	40
13		0	80
14		150	80
15		200	80
16		250	80

Skema rangkaian alat yang digunakan untuk uji polarisasi ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Skema rangkaian alat