

PENGARUH KONSENTRASI NITRIT DAN *MOLYBDATE* SEBAGAI *CORROSION INHIBITOR* TERHADAP KONSENTRASI BESI (Fe) PADA AIR PENDINGIN DI PT PERTA ARUN GAS

Nurul Syafika^{1*}, Novita Novita², Munadiya Masrura², Nur Fitri Amalia¹.

¹ Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry

² PT Perta Arun Gas (PAG)

*E-mail: syafikanurul818@gmail.com

Abstract: *This research discusses the effect of nitrite and molybdate concentrations as corrosion inhibitors on iron (Fe) concentrations in cooling water at PT Perta Arun Gas. Research was conducted to determine the impact of using nitrite and molybdate in controlling the rate of corrosion without disrupting the performance of the cooling system. The research method involves measuring the iron concentration in cooling water with varying concentrations of nitrite and molybdate. The research results show that there is a significant influence between the concentration of corrosion inhibitors and the concentration of iron in the cooling water. In conclusion, adjusting the nitrite and molybdate concentrations can control the iron concentration and reduce the corrosion rate in the cooling system. This research provides important insights in efforts to maintain the quality of industrial cooling water.*

Keywords: *Corrosion inhibitor, Nitrite, Molybdate, Iron (Fe)*

Abstrak: Penelitian ini tentang pengaruh konsentrasi nitrit dan molibdat sebagai inhibitor korosi terhadap konsentrasi besi (Fe) pada air pendingin di PT Perta Arun Gas. Penelitian dilakukan untuk mengetahui dampak penggunaan nitrit dan molibdat dalam mengendalikan laju korosi tanpa mengganggu kinerja sistem pendinginan. Metode penelitian melibatkan pengukuran konsentrasi besi dalam air pendingin dengan variasi konsentrasi nitrit dan molibdat. Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh signifikan antara konsentrasi inhibitor korosi dengan konsentrasi besi dalam air pendingin. Kesimpulannya, penyesuaian konsentrasi nitrit dan molibdat dapat mengontrol konsentrasi besi dan mengurangi laju korosi pada sistem pendinginan. Penelitian ini memberikan wawasan penting dalam upaya menjaga kualitas air pendingin industri.

Kata Kunci: Penghambat korosi, nitrit, molibdat, Besi (Fe)

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan cadangan gas alam yang besar. Sampai saat ini gas alam yang berasal di Indonesia diolah menjadi produk LNG (*Liquefied natural gas*) dan juga LPG (*Liquefied petroleum gas*). Dua produk

tersebut merupakan bahan bakar utama untuk perindustrian dan juga rumah tangga, selain itu juga sebagai bahan baku untuk industri petrokimia, sedangkan sisa dari pencairan gas alam berupa kondensat yang mengandung minyak mentah (*crude oil*) dengan kualitas yang baik. Terdapat tiga sumber kilang gas alam terbesar di Indonesia. Ketiga tempat tersebut adalah

Arun, Bontang, dan Tangguh.

Penggunaan gas alam di dunia sebagai energi alternatif terus meningkat dari tahun ke tahun. Karena kebutuhan terus meningkat dan tidak semua daerah memiliki sumber gas alam yang banyak sehingga beberapa daerah tersebut, Dibuatlah sistem transportasi digunakan *floating storage LNG* sebagai transportasi kapal LNG lalu diberikan modifikasi berupa tambahan unit regasifikasi. Regasifikasi merupakan suatu proses perubahan fase gas alam yang dilakukan untuk memudahkan transportasi gas alam, fase yang berubah yaitu gas alam yang telah dikondensasikan dengan suhu sekitar -160°C . Gas alam berbentuk cair dan dikembalikan lagi menjadi fase gas. PT. Perta Arun Gas adalah perusahaan yang bergerak di bidang bisnis regasifikasi, LNG HUB, dan penunjang.

Adapun pada proses regasifikasi yang ada di PT Perta Arun Gas, diperlukan sarana penunjang berupa air pendingin. Kualitas air yang digunakan untuk proses pendinginan sangat penting untuk mendukung operasi yang efisien dan berkelanjutan. Konsentrasi besi (Fe) dalam air pendinginan adalah faktor kritis yang mempengaruhi kinerja sistem pendinginan dan dapat menyebabkan korosi dan pembusukan peralatan. Menurut M.K & Misbah, (2012) menyatakan atom logam besi (Fe) bertindak sebagai anode dan atom C sebagai katode. Oksigen dari udara yang larut dalam air akan pH tereduksi, sedangkan air sendiri berfungsi sebagai media tempat berlangsungnya reaksi redoks pada peristiwa korosi. Elektron mengalir dari anoda ke katoda, sehingga terjadilah peristiwa korosi. Korosi adalah proses yang melibatkan pembentukan dan pertumbuhan lapisan korosi pada permukaan logam, yang dapat mengurangi efisiensi dan memperpanjang umur peralatan. Oleh karena itu, pengurangan konsentrasi besi dalam air pendinginan menjadi penting untuk mencegah korosi (Febrianto dkk. 2010).

Nitrit dan *molybdate* telah terbukti sebagai inhibitor korosi yang efektif karena kemampuannya untuk menghambat proses korosi dengan menyebabkan lapisan pelindung yang kuat pada

permukaan logam. Menurut Mustafa dan Dulal (1996) menyatakan bahwa senyawa yang biasa digunakan sebagai inhibitor anodik yaitu Kromat (CrO_2^-), Nitrit (NO_2^-) Molibdat (MoO_4^{2-}), dan Ortofosfat (PO_4^{3-}). Nitrit dan *molybdate* berperan dalam menyebabkan lapisan pasif yang menahan korosi dengan mencegah peroksidasi logam. Namun, penggunaan nitrit dan *molybdate* sebagai inhibitor korosi memerlukan penyesuaian konsentrasi yang tepat untuk mendapatkan hasil optimal tanpa mengganggu kinerja sistem pendinginan.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dan kuantitatif untuk mengukur konsentrasi besi (Fe) dalam air pendingin dengan variasi konsentrasi nitrit dan *molybdate* sebagai inhibitor korosi.

Persiapan Instrumen

Berikut adalah Langkah-langkah mengoperasikan *spectrophotometer* DR-5000 sebelum dilakukan analisis: Dipastikan terlebih dahulu rangkaian alat telah dirangkai dengan sempurna dan stop kontak telah tersambung. Selanjutnya dipastikan juga tidak ada kuvet di dalam kompartemen alat. Lalu ditekan saklar on pada bagian belakang alat (lokasi dibelakang printer) untuk menghidupkan dan ditunggu proses pemeriksaan otomatis (*self check*) pada alat hingga alat siap untuk digunakan.

Selama operasi, dipilih parameter yang akan diuji dengan menekan "*select by number*" dan dimasukkan kuvet berisi blangko ke dalam alat DR-5000. Lalu ditutup kompartemen kuvet, kemudian diklik *zero*. Selanjutnya dikeluarkan kuvet blangko, kemudian isi kuvet sampel ke dalam kompartemen memasukkan nomor metode yang akan di gunakan dan ditutup area kompartemen kuvet. Terakhir diklik *read* untuk mendapatkan nilai hasil besaran sampel dan data akan disimpan pada alat dan dapat juga dicetak dengan menggunakan printer termal.

Selanjutnya saat instrumen dimatikan, diklik *exit* pada alat untuk kembali ke *home* menu alat dan ditekan saklar pada bagian belakang alat untuk mematikan (lokasi di

belakang printer). Pengawasan selama operasi berlangsung yakni dipastikan alat berjalan normal ketika pemeriksaan awal (*start up check*) dan dipastikan kuvet dalam kondisi baik tanpa kotoran dan tidak ada goresan. Serta dibersihkan *vial* sebelum menggunakan peralatan, agar terhindar dari kesalahan analisa.

Analisis Konsentrasi Nitrit

Berikut adalah prosedur kerja untuk menganalisis konsentrasi Nitrit yaitu: dilakukan pengenceran 10x dengan memasukkan 10 mL sampel ke dalam labu ukur 100 mL. Lalu ditambahkan akuades sampai tanda batas dan dihomogenkan. Selanjutnya dimasukkan 25 mL *akuades* (untuk blanko) kedalam botol *cell*. Kemudian dimasukkan 25 mL sampel ke dalam botol *cell* lain dan ditambahkan 1 bungkus reagen Nitrivier II, lalu kocok sampai larut. Setelah itu, ditunggu 10 menit dan dianalisis menggunakan *spectrophotometer* DR-5000 setelah 10 menit dan terakhir dikali 10.

Analisis Konsentrasi Molibdat

Berikut adalah prosedur kerja untuk menganalisis konsentrasi molibdat yaitu: dilakukan pengenceran 10x dengan memasukkan 10 mL sampel ke dalam labu ukur 100 mL. Lalu ditambahkan akuades sampai tanda batas dan dihomogenkan. Selanjutnya dimasukkan 25 mL *akuades* (untuk blanko) ke dalam botol *cell*. Kemudian dimasukkan 25 mL sampel ke dalam botol *cell* lain dan ditambahkan 1 bungkus reagen Molyver I dan diaduk sampai larut. Dilakukan perlakuan sama pada penambahan Molyver II dan molyver III. Setelah itu, ditunggu 5 menit dan dianalisis menggunakan *spectrophotometer* DR-5000 dan setelah 5 menit dan terakhir dikali 10.

Analisis konsentrasi Besi (Fe)

Berikut adalah prosedur kerja untuk menganalisis konsentrasi besi yaitu: disiapkan botol *cell* untuk blanko dan

sampel. Lalu dimasukkan 25 mL akuades (untuk blanko) ke dalam botol *cell* dan dimasukkan 25 mL sampel ke dalam botol *cell* lain. Selanjutnya ditambahkan 1 mL *Iron Ferrozine*, lalu kocok sampai larut dan tunggu 5 menit. Terakhir dianalisis menggunakan *spectrophotometer* DR-5000 setelah 5 menit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa parameter yang diukur pada air pendingin bertujuan untuk menjaga kualitas air yang digunakan sebagai media pendingin pada alat proses kilang sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Sistem pendingin ini menggunakan *potable water* sebagai air umpan dengan sistem pendingin jaringan tertutup (*close system circulation*), ini berarti bahwa sirkulasi air pendingin mengalir melalui suatu jaringan yang kembali ke tempat yang sama. Pada air pendingin diukur konsentrasi nitrit dan *molydate* sebagai *corrosion inhibitor* yang berfungsi sebagai inhibitor korosi dalam air pendingin karena kemampuannya untuk membentuk lapisan pelindung yang stabil pada permukaan logam, seperti tembaga, yang mencegah korosi (Mohammadi, dkk. 2012). Senyawa ini bereaksi dengan logam dan membentuk lapisan pelindung yang melindungi logam dari oksidasi. Ketika molibdat atau nitrit menyentuh permukaan logam, mereka dapat bereaksi dengan Fe (ferum) yang ada pada permukaan logam untuk membentuk kompleks yang lebih stabil. Misalnya, nitrit dapat bereaksi dengan Fe untuk membentuk $(\text{Fe}(\text{NO}_2)_2)$, sedangkan molibdat dapat bereaksi dengan Fe untuk membentuk kompleks (MoO_4^{2-}) . Kompleks yang terbentuk yaitu $[\text{Fe}(\text{NO}_2)(\text{H}_2\text{O})_4]$ dan $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{MoO}_4)_6]^{4-}$ dapat membentuk lapisan pelindung yang sangat tipis pada permukaan logam. Lapisan ini berfungsi sebagai penghalang yang mencegah oksidasi lebih lanjut dari permukaan logam, sehingga mengurangi risiko korosi. Lapisan pelindung ini juga dapat menghilangkan oksidasi yang sudah terjadi pada permukaan logam, sehingga mencegah kerusakan lebih lanjut. Ini berarti bahwa logam dapat terus digunakan dalam sistem pendingin tanpa perlu diganti

atau diperbaiki secara berkala. Selain mencegah korosi, *molibdat* dan nitrit juga dapat mempengaruhi kualitas udara dalam sistem pendingin. Mereka dapat meningkatkan konsentrasi Fe dalam udara, yang dapat mempengaruhi kinerja sistem pendingin dan kualitas udara yang dihasilkan (Mokhatab, 2019)

Di laboratorium PT Perta Arun Gas, diukur konsentrasi nitrit, *molybdate* dan Fe menggunakan *spectrophotometer* DR-5000 HACH. (Hach, 2017). Adapun reagen yang dipakai untuk menganalisis konsentrasi nitrit, *molybdate* dan Fe berpedoman pada HACH, *Water Analysis*.

Reagen yang digunakan untuk mengukur konsentrasi disetiap masing-masing parameter berbeda-beda karena setiap parameter memerlukan metode untuk mendeteksi konsentrasi zat tersebut dengan akurat. Tujuan penambahan reagen sebagai indikator yang menghasilkan perubahan warna agar dapat diukur konsentrasi ketiga parameter tersebut karena prinsip *spectrophotometer* yang mengukur absorbansi cahaya terhadap larutan. Sebelum diukur konsentrasi ketiga parameter tersebut, dilakukan tahap pengenceran pada saat diukur konsentrasi *molybdate* dan nitrit sedangkan Fe tidak dilakukan tahap pengenceran. Keadaan tersebut dikarenakan nitrit dan *molybdate* bekerja sebagai inhibitor korosi yang efektif karena kemampuan mereka untuk membentuk lapisan pelindung pada permukaan logam yang membantu dalam mencegah korosi. Lapisan pelindung ini menciptakan suatu barrier yang sulit bagi oksigen untuk mencapai logam, sehingga mengurangi kemungkinan korosi (Aquaprox, 2009)

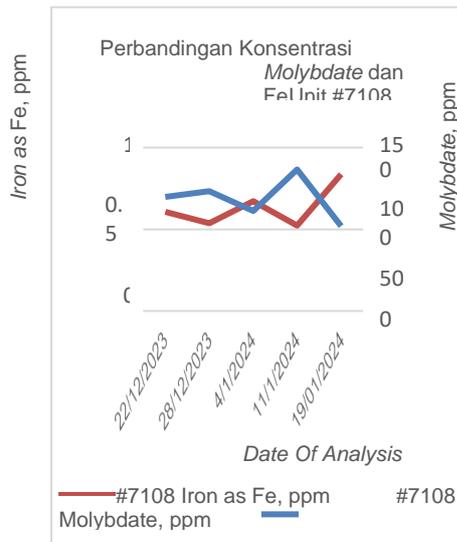
Oleh karena itu, pengenceran nitrit dan *molybdate* sangat penting untuk meningkatkan efisiensi pencegahan korosi. Sedangkan Fe (Logam Besi) sebagai sumber korosi yang dapat bereaksi dengan oksigen dalam air untuk membentuk $\text{Fe}(\text{OH})_3$ dan $\text{Fe}(\text{OH})_2$, yang keduanya dapat merusak permukaan logam dan menyebabkan korosi. Mengingat bahwa Fe sudah ada dalam sistem sebagai bagian dari korosi,

pengenceran Fe tidak dilakukan untuk menghindari penambahan Fe tambahan yang bisa mengurangi efisiensi pencegahan korosi. Oleh karena itu, fokus pada nitrit dan *molybdate* untuk mencegah korosi lebih efektif, karena mereka bekerja untuk menciptakan lapisan pelindung yang efektif tanpa menambahkan logam besi tambahan ke sistem.

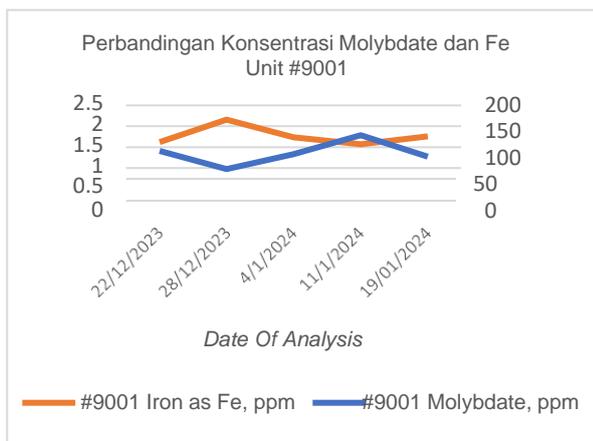
Tabel 1. Data Analisis konsentrasi *molybdate*

DATE ANALYSIS	#7108		#9001	
	<i>Molybdate</i> , ppm	Iron as Fe, ppm	<i>Molybdate</i> , ppm	Iron as Fe, ppm
22/12/2023	105.0	0.607	113	1.619
28/12/2023	110.0	0.538	78	2.157
04/01/2024	92	0.672	107	1.737
11/01/2024	130	0.523	143	1.566
19/01/2024	78	0.837	102	1.758

Berdasarkan tabel 1, data hasil ketiga dan kelima di unit #7108 terjadi penurunan konsentrasi *molybdate* yang seharusnya berada pada range yang sudah ditentukan oleh PT Perta Arun Gas yakni antara 100-150 ppm. Berdasarkan keterangan, hal tersebut terjadi karena adanya kebocoran kecil pada sistem sehingga berkurangnya level air didalam tangki. Apabila level tetap berada didalam *range* yang bertujuan agar laju korosi dapat dikendalikan. (Matijašević, L. 2015). Keadaan tersebut juga berlaku pada data pengambilan hasil kedua, dimana *molybdate* terjadi penurunan yang mempengaruhi kadar Fe melebihi *range* yakni <2.0 di unit #9001. Kenaikan kadar Fe yang melebihi *range* di unit ini dikarenakan temperatur lebih panas dibandingkan unit #7108. Suhu yang lebih tinggi dapat meningkatkan kecepatan reaksi, yang mungkin mengurangi efektivitas *molybdate* sebagai inhibitor korosi. Dengan kurangnya konsentrasi *molybdate*, maka menyebabkan meningkatnya laju korosi sehingga menyebabkan tingginya konsentrasi Fe di dalam tangki.



Gambar 1. Grafik Perbandingan Konsentrasi Molybdate Unit #7108



Gambar 2. Grafik Perbandingan Konsentrasi Molybdate Unit #9001

Saat konsentrasi molibdat dan nitrit rendah, lapisan pelindung tidak terbentuk dengan sempurna, sehingga logam lebih mudah terpapar korosi. Hal ini menyebabkan Fe dari logam terlarut kedalam air pendingin, meningkatkannya. Adapun yang terjadi yang menyebabkan Fe rendah saat molibdat/nitrit tinggi dikarenakan Molibdat dan nitrit berperan dalam membentuk lapisan pelindung yang kuat pada permukaan logam, sehingga mencegah kontak langsung dengan air pendingin yang korosif (Handoyo, E. A., & Tirtoatmodjo, R., 1999).

Lapisan pelindung ini menghambat pelepasan Fe dari logam ke air pendingin, sehingga konsentrasinya menjadi rendah. Berdasarkan dari data tabel 2 dapat disimpulkan bahwa konsentrasi nitrit berada didalam range yakni kisaran antara 400-600

ppm. Adapun tujuan ditetapkan range di regasi lebih tinggi daripada *utilities*, dikarenakan faktor suhu. Dilihat dari grafik ketika konsentrasi nitrit rendah akan berpengaruh terhadap nilai Fe yang semakin naik yang dipicu oleh mikroorganisme yang memakan nitrit. Laju korosi juga dapat terjadi jika nitrit berubah menjadi nitrat disebabkan kontak dengan udara sehingga tidak berfungsi lagi sebagai *corrosion inhibitor*.

Tabel 2. Data Analisis konsentrasi molybdate

Date analysis	#7107		#7110	
	Nitrit(ppm)	Fe(ppm)	Nitrit(ppm)	Fe(ppm)
22/12/2023	550	0.199	510	0.258
28/12/2023	440	0.274	560	0.241
04/01/2024	500	0.202	420	0.304
11/01/2024	500	0.213	570	0.230
19/01/2024	510	0.210	640	0.210

KESIMPULAN

Penelitian yang dilakukan terkait pengaruh konsentrasi nitrit dan molybdate sebagai inhibitor korosi terhadap konsentrasi besi dalam air pendingin di PT Perta Arun Gas, beberapa kesimpulan dapat diambil:

1. Hal yang mempengaruhi turunnya konsentrasi nitrit didalam system yaitu karena adanya mikroorganisme yang menjadikan nitrit sebagai makanan mereka.
2. Hal yang mempengaruhi turunnya konsentrasi molybdate didalam system yaitu karena pengenceran saat melakukan make-up dengan penambahan air sehingga konsentrasi molybdate menurun.
3. Upayakan yang dilakukan agar nitrit dan molybdate tetap berfungsi sebagai penghambat laju korosi maka saat injeksi chemical corrosion inhibitor sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan oleh PP & PE agar kebutuhan nitrit dan molybdate tetap terjaga.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih saya ucapkan kepada di PT Perta Arun Gas (PAG), Kec. Muara Satu, Kota Lhoksemawe, Provinsi Aceh.

DAFTAR RUJUKAN

- Aquaprox. (2009). *Pengolahan air pendingin*. Berlin, Heidelberg, Jerman: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Febrianto, Sunaryo, G. R., & Butarbutar, S. L. (2010). Analisis Laju Korosi Dengan Penambahan Inhibitor Korosi Pada Pipa Sekunder Reaktor RSG-Gas. *Seminar Nasional VI*. ISSN 1978-0176, 615-620.
- Hach. (2017). *Spectrophotometer Hach*. Amerika Serikat: Sumber Aneka Karya Abadi (SAKA).
- Handoyo, E. A., & Tirtoatmodjo, R. (1999). Pengaruh Temperatur Air Pendingin Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Motor Diesel Stasioner di Sebuah Huller. *Jurnal Teknik Mesin*, 1(1), 8 - 13.
- Matijašević, L.; Vuckovic, A., & Dejanovic, I. (2015). Analisis sistem air pendingin di kilang minyak bumi. *Jurnal Triwulanan Teknik Kimia dan Biokimia*, 28(4), 451-457.
- M.K, S. N., & Misbah, M. N. (2012). Analisis Pengaruh Salinitas dan Suhu Air Laut. *Jurnal Teknik ITS*, ISSN: 2301-9271.
- Mokhatab, S. P. (2019). *Handbook of Natural Gas Transmission and Processing*. Elsevier, Amsterdam: The Ne Merlands.
- Mohammadi, S., Ravari, FB., & Dadgarinezhad, A. (2012). Peningkatan efisiensi penghambatan korosi dari inhibitor berbasis molibdat melalui penambahan nitroetana dan seng dalam air pendingin terstimulasi. *Pemberitahuan Penelitian Ilmiah Internasional*, ID Artikel 515326, 9 halaman.
- Mustafa, CM, & Dulal, SMSI (1996). Molibdat dan nitrit sebagai inhibitor korosi pada baja berpasangan tembaga dalam simulasi air pendingin. *Korosi*, 52(1), 16-22.