

# **PENGENDALIAN KOROSI PIPA PERMINYAKAN DENGAN MENGGUNAKAN INHIBITOR KOROSI**

**Teuku Azhari Hassan, Komalasari, Ida Zahrina**

Jurusan S1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau  
Kampus Bina Widya Km. 12,5 Simpang Baru, Pekanbaru 28293  
Telp. (0761) 63266 Fax. (0761) 63279, 65593

Email : [azhari\\_teuku@yahoo.com](mailto:azhari_teuku@yahoo.com)

## ***ABSTRACT***

*Addition of corrosion inhibitor volume into mixing produce oil and water is the methode to protect the inner pipe that can support reliability of the system. The used inhibitor is a kind of organic inhibitor which is generally contain of amin and used to resist corrosion rate for carbon steel which is a pipe material to distribute mixing produce oil and water. The relationship of fluide flow rate and addition of inhibitor volume is very important to understand. One of its parameter is corrosion rate measurement using corrosion coupon. The purpose of this study is to understand the effect of fluide flow rate and addition of inhibitor volume and to find the best condition of corrosion rate in the system. From the experimental results can be concluded that the highest fluide flow rate can increase the corrosion rate. The addition of corrosion inhibitor volume can resist the corrosion rate. The 2,5 gal/day inhibitor was the best inhibitor volume to resist the corrosion rate at variant fluide floe rate, which is 0,3 MPY for 40.000 bbl/day, 0,44 MPY for 60.000 bbl/day, 0,7 MPY for 80.000 bbl/day.*

*Keyword: fluide flow rate, corrosion inhibitor, corrosion rate*

## **PENDAHULUAN**

Sistem perpipaan berkontak langsung dengan lingkungan luar maupun lingkungan dalam pada beroperasinya sehingga dapat menimbulkan terjadinya korosi. Permasalahan korosi dapat mengakibatkan bertambahnya potensi pencemaran oleh minyak bumi terhadap lingkungan akibat kegiatan eksplorasi dan eksploitasi berlangsung.

Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 128 Tahun 2003 Tentang Tata Cara Persyaratan Teknis Pengolahan Limbah Minyak Bumi dan Tanah Terkontaminasi oleh Minyak Bumi Secara Biologis, limbah minyak dikategorikan sebagai limbah bahan berbahaya dan beracun (B3). Oleh

karena itu, permasalahan korosi harus dikendalikan yaitu dengan memperlambat laju korosi pada sistem perpipaan tersebut. Salah satu cara mengendalikan korosi adalah dengan menggunakan inhibitor korosi.

Inhibitor korosi merupakan substansi kimia yang apabila ditambahkan dalam konsentrasi yang relatif sedikit ke lingkungan korosif, secara efektif dapat menurunkan laju korosi logam (Nasoetion, 2011). Pada prinsipnya, pemakaian inhibitor korosi dimaksudkan untuk mengubah interface antara logam dengan lingkungan korosi dengan cara mengisolasi satu dari yang lainnya.

Selain daripada itu, peningkatan produksi minyak juga bertambah setiap

tahunnya. Sehingga hal ini akan memberikan pengaruh terhadap laju alir fluida di dalam pipa dimana untuk meningkatkan produksi minyak akan bertambah juga laju alir fluida didalam pipa.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh laju alir fluida yang ada didalam pipa dan volume bahan kimia yang diinjeksikan ke dalam sistem terhadap laju korosi didalam pipa dan menentukan kondisi (laju alir dan volume inhibitor korosi) yang terbaik terhadap laju korosi yang ada didalam sistem.

Febrianto, dkk (2010) telah melakukan penelitian mengenai analisa laju korosi dengan penambahan inhibitor korosi. Dari penelitian tersebut dapat diketahui bahwa laju korosi tanpa inhibitor adalah  $0,2 \pm 0,01$  mpy (mili inch per year) dan menurun  $0,13 \pm 0,02$  mpy pada penambahan inhibitor 100 ppm. Pada penambahan konsentrasi lebih lanjut tidak menunjukkan adanya penurunan laju korosi yang signifikan sehingga tidak efisien dalam hal biaya.

Penelitian lain mengenai analisa laju korosi adalah penelitian yang dilakukan oleh Butarbutar, dan Sunaryo (2011) pada pengaruh inhibitor siskem pada material baja karbon. Pada penelitian ini dapat diketahui bahwa pada konsentrasi inhibitor 50 ppm, laju korosi masih signifikan menurun sampai penambahan 100 ppm. Pada penelitian ini juga memberikan pernyataan bahwa lapisan pelindung yang terbentuk stabil dapat terlepas dikarenakan adanya laju alir.

Febrian (2002) telah melakukan penelitian mengenai analisa laju korosi pada pengaruh konsentrasi sulfur, temperatur, dan laju alir. Pada penelitian ini menunjukkan pada variabel konsentrasi sulfur, kecepatan alir, dan temperatur didapatkan hasil dimana semakin besar kadar sulfur, kecepatan

alir, dan temperatur maka laju korosi akan semakin tinggi atau berbanding lurus dengan kenaikan dan penurunan pada konsentrasi, kecepatan alir, dan temperatur.

Dari penelitian-penelitian di atas, dapat disimpulkan bahwa laju korosi akan berbanding terbalik dengan penambahan volume inhibitor korosi di dalam sistem dan berbanding lurus terhadap laju alirnya. Namun variasi laju alir fluida dan volume inhibitor korosi belum dipelajari. Oleh karena itu, aplikasi inhibitor korosi pada sistem perpipaan perlu dipelajari pada pengaruh laju alir fluida di dalam pipa terhadap laju korosi. Selain itu juga perlu dipelajari pengaruh volume inhibitor korosi yang diinjeksikan ke dalam sistem terhadap laju korosi.

Inihibitor korosi adalah bahan kimia yang diinjeksikan ke dalam sistem dengan tujuan untuk melapisi permukaan dalam pipa dengan lapisan anti korosi sehingga pipa terhindar dari korosi (IPS Engineering Standard, 1997). Inihibitor korosi biasanya diinjeksikan pada pipa, inlet vessel atau tanki, dan peralatan downhole. Jenis bahan yang digunakan berbeda-beda untuk penggunaan yang berbeda. Bahkan untuk sistem dengan keterbatasan kecepatan aliran sebaiknya digunakan alat bantu inisiator, seperti sprayer atau stringer.

Penggunaan inihibitor korosi ada dua cara, yaitu injeksi secara terus menerus pada sistem atau dengan melakukan batching atau pigging (IPS Engineering Standard, 1997). Injeksi secara batch pada saat pigging digunakan terutama untuk pipa gas dimana bahan kimia dalam jumlah besar dimasukkan ke dalam pipa dan didorong dengan menggunakan pig sehingga seluruh permukaan pipa terlapisi oleh inihibitor korosi. Injeksi terus menerus digunakan untuk menjaga agar permukaan yang

terlapis tadi tetap terjaga sehingga tidak memberikan tempat bagi terbentuknya korosi.

Inhibitor korosi menggunakan satu dari tiga cara dalam proses kerjanya (IPS Engineering Standard, 1997):

1. Terakumulasi sebagai lapisan pelindung yang tipis pada permukaan logam.
2. Membentuk endapan yang akan melapisi logam.
3. Mengubah karakteristik lingkungan dengan membuang unsur-unsur pokok yang agresif.

Inhibitor korosi diklasifikasikan dalam dua kelompok besar yaitu (IPS Engineering Standard, 1997):

1. Inhibitor korosi inorganik, terdiri dari inhibitor anoda dan inhibitor katoda. Inhibitor anoda mengurangi korosi dengan mengganggu reaksi elektrokimia pada anoda di permukaan metal. Contoh: nitrite, silicate, dan molybdate. Inhibitor katoda berfungsi membentuk film pada permukaan katoda. Contoh: poluphosphate, zinc, dan phosphonate.
2. Inhibitor korosi organik. Jenis inhibitor yang biasa disebut dengan adsorption inhibitor berfungsi mengurangi korosi dengan membentuk lapisan pada permukaan metal. Contoh: amine, karboksil, dan benzonat.

## METODA PENELITIAN

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah pipa baja karbon, inhibitor korosi, *coupon* korosi, HCL, sodium karbonat, aseton, dan toluena. Sedangkan alat yang digunakan adalah tang, neraca analitik, dan desikator.

Variabel tetap yang ditetapkan yaitu campuran minyak dengan air

dengan komposisi air 98%, suhu fluida 190 °F, diameter pipa 16 inci, inhibitor korosi dengan merek dagang *Cortron SRN-4346*. Sedangkan variabel berubah pada penelitian ini adalah variasi volume inhibitor korosi yang diinjeksikan ke dalam pipa yaitu 1,5 gal/hari, 2 gal/hari, 2,5 gal/hari dan variasi laju alir fluida yaitu 40.000 bbl/hari, 60.000 bbl/hari, 80.000 bbl/hari.

Prosedur penelitian dibagai menjadi tiga tahapan yaitu tahapan penginjeksian inhibitor korosi, pemasangan dan pengambilan sampel *coupon* korosi, dan pengukuran laju korosi. Pada tahap injeksi inhibitor korosi dilakukan dengan cara menginjeksikan masing-masing 1,5 gal/hari, 2 gal/hari, 2,5 gal/hari pada masing-masing pipa dengan laju alir 40.000 bbl/hari, 60.000 bbl/hari, 80.000 bbl/hari. Pada tahap pengambilan sampel *coupon* korosi dilakukan setelah 60 hari setelah pemasangan sampel *coupon* korosi. Sedangkan pada tahap pengukuran laju korosi dilakukan setelah mendapatkan sampel *coupon* korosi yang telah diambil dari pipadan menimbangny sehingga didapatkan berat sampel *coupon* korosi yang hilang setelah pemakaian.

Dengan variasi tersebut didapatkan Sembilan sampel untuk dianalisa kehilangan beratnya sehingga didapatkan data laju korosi (MPY).

Gambar 1 berikut menunjukkan sampel *coupon* korosi yang digunakan untuk mengetahui laju korosi.



Gambar 1 Coupon Korosi

Rumus untuk menghitung laju korosi (MPY) berdasarkan berat sampel *coupon* korosi yang hilang (NACE Standard, 1999) adalah sebagai berikut:

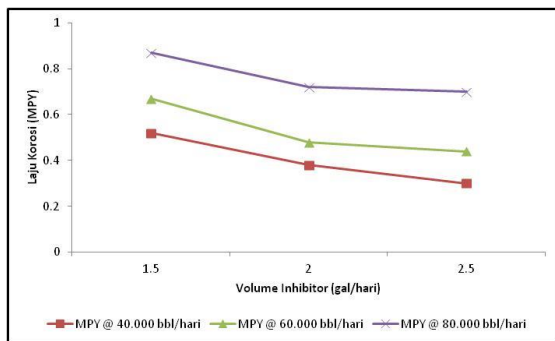
$$MPY = \frac{(WL - 0,0017) \times 365 \times 1000}{5,18 \times 128,8 \times total\ days}$$

Keterangan:

- WL = selisih berat *coupon* atau berat *coupon* yang hilang (gram)
- 0,0017 = factor koreksi dari *coupon*
- 365 = lama hari dalam satu tahun
- 1000 = konversi (inchi = 1000 miliinchi)
- 5,18 = luas permukaan *coupon* (A) = in<sup>2</sup>
- 128,8 = berat jenis *coupon* (gram/inchi<sup>3</sup>)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Pengaruh Inhibitor Korosi Terhadap Laju Korosi



Gambar 2 Laju korosi dengan penambahan volume inhibitor pada pipa. Dari Gambar 2 terlihat bahwa laju korosi akan semakin menurun dengan bertambahnya volume inhibitor. Laju korosi akibat penambahan volume inhibitor korosi terlihat menurun relatif linier setiap pertambahan 0,5 gal/hari, sehingga dapat dikatakan bahwa setiap pertambahan 0,5 gal/hari masih efektif dalam menurunkan laju korosi.

Walaupun Laju korosi terus berkurang sampai penambahan volume inhibitor mencapai 2,5 gal/hari, laju

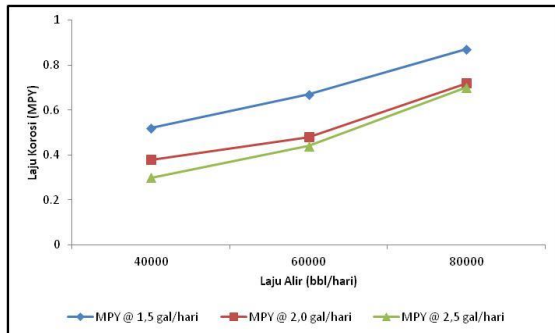
korosi pada setiap penambahan 0,5 gal/hari dari 1,5 gal/hari, keefektifitasannya semakin berkurang. Dapat disimpulkan penambahan inhibitor korosi lebih dari 2,5 gal/day tidak efektif lagi untuk menurunkan laju korosi dikarenakan inhibitor korosi sudah membentuk lapisan pelindung yang merata dan kuat pada bagian dalam pipa. Sehingga pada penambahan volume inhibitor lebih lanjut hanya menambah biaya operasional dengan lebih banyak inhibitor korosi yang digunakan.

Secara menyeluruh terlihat bahwa penambahan inhibitor korosi dapat menurunkan laju korosi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Shreir, dan Burstein (2000) yang menyebutkan bahwa inhibitor korosi dapat memperlambat proses korosi.

Inhibitor korosi berfungsi membentuk lapisan atau film tipis di permukaan material yang akan melindungi bagian dalam pipadalam media yang korosif. Senyawa organik turunan amin yang digunakan mempunyai pasangan electron bebas dari atom nitrogen yang dapat diserap permukaan logam dan rantai hidrokarbon membentuk lapisan film hidropobik pada permukaan logam. Lapisan film inhibitor memutus mata rantai korosi dengan memisahkan logam dari media korosif.

Secara umum terlihat pemberian inhibitor korosi dapat menurunkan laju korosi. Hal ini dapat dijelaskan bahwa pemberian inhibitor korosi dapat membentuk lapisan pasif berupa lapisan tipis atau film di permukaan material yang berfungsi sebagai penghalang antara logam dengan media yang korosif. Terbentuknya lapisan film ini dapat memisahkan logam dari media yang korosif.

## 2. Pengaruh Laju Alir Fluida Terhadap Laju Korosi



Gambar 3 Laju korosi dengan penambahan laju alir fluida

Dari Gambar 3 terlihat bahwa laju korosi akan semakin bertambah dengan bertambahnya laju alir fluida. Laju korosi akibat penambahan laju alir fluida terlihat bertambah relatif linier setiap pertambahan 20.000 bbl/hari, sehingga dapat dikatakan bahwa setiap pertambahan 20.000 bbl/hari masih efektif dalam mempercepat laju korosi.

Laju korosi akan terus bertambah sampai penambahan laju alir fluida mencapai 80.000 bbl/hari. Namun laju korosi pada setiap penambahan 20.000 bbl/hari dari 40.000 bbl/hari, keefektifitasannya semakin meningkat. Dapat disimpulkan penambahan laju alir lebih dari 80.000 bbl/hari semakin efektif untuk mempercepat laju korosi dikarenakan inhibitor korosi yang sudah membentuk lapisan pelindung yang merata dan kuat pada bagian dalam pipa sudah terlepas dari bagian dalam pipa. Sehingga pada penambahan laju alir lebih lanjut tanpa penambahan volume inhibitor hanya menambah biaya operasional dengan lebih banyaknya permasalahan korosi yang terjadi.

Secara menyeluruh terlihat bahwa penambahan laju alir fluida dapat menaikkan laju korosi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Shreir, dan Burstein (2000) yang menyebutkan bahwa

kecepatan atau laju alir fluida dapat mempercepat proses korosi.

Penambahan laju alir fluida dapat mempercepat laju korosi. Hal ini dapat dijelaskan bahwa kecepatan fluida dapat melepas lapisan pasif berupa lapisan tipis atau film dipermukaan material yang berfungsi sebagai penghalang antara logam dengan media yang korosif. Terlepasnya lapisan film ini dapat membuka mata rantai korosi dengan bertemunya logam dari media yang korosif.

Hasil dari penelitian ini membandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Butarbutar, dan Sunaryo (2011) mengenai analisa laju korosi dengan penambahan inhibitor korosi dan pada penelitian yang dilakukan oleh Febrian (2002) mengenai analisa laju korosi pada pengaruh konsentrasi sulfur, temperatur, dan laju alir.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Butarbutar, dan Sunaryo (2011) mengenai analisa laju korosi dengan penambahan inhibitor korosi. Penelitian tersebut memberikan hasil bahwa laju korosi akan berbanding terbalik dengan penambahan inhibitor korosi dan lapisan pelindung yang terbentuk stabil dapat terlepas dikarenakan adanya laju alir.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Febrian (2002) mengenai analisa laju korosi pada pengaruh konsentrasi sulfur, temperatur, dan laju alir. Penelitian tersebut memberikan hasil bahwa semakin besar kadar sulfur, kecepatan alir, dan temperature maka laju korosi akan semakin tinggi atau berbanding lurus dengan kenaikan dan penurunan pada konsentrasi, kecepatan alir, dan temperatur.

Pada penelitian ini menunjukkan bahwa terlepasnya lapisan film karena adanya laju alir fluida terbukti pada setiap penambahan laju alir dan volume inhibitor yang tetap menunjukkan laju

korosi yang semakin cepat. Pada analisa laju korosi pada pengaruh laju alir terbukti dengan bertambahnya laju alir fluida diikuti dengan bertambahnya laju korosi. Sehingga penelitian ini dapat memberikan hasil bahwa laju korosi akibat dari penambahan laju alir fluida dapat di atasi dengan menambah volume inhibitor korosi.

### KESIMPULAN DAN SARAN

Semakin tinggi laju alir fluida di dalam pipa dapat meningkatkan laju korosi. Penambahan inhibitor korosi pada fluida pipa perminyakan dapat menurunkan laju korosi. Sedangkan Volume inhibitor korosi sebanyak 2,5 gal/hari menjadi volume yang terbaik dalam mengatasi laju korosi pada berbagai laju alir fluida, dengan laju korosi sebesar 0,3 MPY pada 40.000 bbl/hari, 0,44 MPY pada 60.000 bbl/hari, 0,7 MPY pada 80.000 bbl/hari.

Pada penelitian lebih lanjut perlu dilakukan peningkatan volume inhibitor untuk mengetahui hasil optimum pada penurunan laju korosi. Selain itu perlu menggunakan metode pengukuran potensiostat untuk mempersingkat waktu penelitian.

### DAFTAR PUSTAKA

- Al-Anezi, M.A., & G.R. Ruschau, 2005, Oil and Gas Exploration and Production, Dhahran: Saudi ARAMCO.
- Butarbutar, S.L., & G.R. Sunaryo, 2011, Analisis Mekanisme Pengaruh Inhibitor Siskem pada Material Baja Karbon, Skripsi Sarjana, PTRKN, BATAN, Tangerang.
- Febrianto, G.R. Sunaryo, & S.L. Butarbutar, 2010, Analisis Laju Korosi Dengan Penambahan Inhibitor Korosi Pada Pipa Sekunder Reaktor RSG-Gas, Skripsi Sarjana, PTRKN, BATAN, Tangerang.
- IPS Engineering Standard, 1997, Chemical Control of Corrosive Environment, Iranian Petroleum Standard.
- NACE Standard, 1999, Preparation, Installation, Analysis, and Interpretation of Corrosion Coupons in Oilfield Operations, Houston : NACE International.
- Nasoetion, R., 2011, Inhibitor, Indonesian Corrosion Association.
- Parker, M.E., & E.G. Peattie, 1999, Pipe Line Corrosion and Cathodic Protection, Houston: Gulf Professional Publishing.
- Pots, B.F.M., & S.D. Kapusta, 2005, Prediction of Corrosion Rates of The Main Corrosion Mechanisms In Upstream Applications, Houston: Shell Global Solutions.
- Raherno, F.D., 2002, Pengaruh Konsentrasi Sulfur, Temperatur, dan Laju Alir Raw Crude Terhadap Laju Korosi Pipa API 5L Gr B Berdasarkan hasil Pemetaan Korosi Pada Area Crude Destilation Unit V (CDU V) PT. Pertamina RU V Balikpapan, Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik Material dan Metalurgi, ITS, Surabaya.
- Shreir, L.L., R.A. Jarman, & G.T. Burstein, 2000, Corrosion, London: Butterworth-Heineman.
- Team O & TC-HR Leadership & Development, 2005, Production Operation, Operator & Technician Certification, Duri: PT CPI.