**1.Abstraksi**

Air untuk keperluan *heating* dan/atau *cooling* *system* di berbagai industri banyak yang bersifat sebagai air sadah (*hard water*), dan dialirkan melalui pipa yang terbuat dari baja karbon, sehingga pengetahuan tentang perilaku korosi baja karbon dalam air sadah sangatlah penting. Pada penelitian ini dianalisis mekanisme inhibisi serta efektivitas inhibitor tiourea dan simetidin dalam lingkungan air sadah berdasarkan parameter kinetika dan termodinamika. Pengukuran laju korosi dan efisiensi inhibisi dilakukan dengan metoda ekstrapolasi Tafel. Nilai *Ea* menunjukkan laju korosi pada rentang suhu 25 ºC sampai 55 ºC dikendalikan oleh proses difusi ionik dalam air. Nilai *ΔHa* dan *ΔSa*  yang lebih positif pada air sadah yang mengandung inhibitor, mengindikasikan adanya proses penggantian posisi molekul air oleh inhibitor pada permukaan baja karbon selama adsorpsi berlangsung. Harga *ΔGads* yang negatif dan harga *k* yang tinggi, menandakan proses adsorpsi inhibitor merupakan proses yang spontan dan memiliki karakteristik interaksi dan kestabilan yang kuat antara lapisan yang diserap dengan permukaan baja. Meningkatnya harga *Ea* dengan adanya inhibitor, dan nilai *ΔGads* < -40 kJ/mol, menandakan terjadinya adsorpsi secara fisik. Nilai *Ea*, *ΔHa,* dan nilai Ι*ΔGads*Ι menunjukkan tiourea lebih efektif daripada simetidin.

**Kata kunci** : tiourea, simetidin, ekstrapolasi Tafel.

Most of water for cooling and/or heating system needs in various industries is hard water and it is flown through pipes made of carbon steel, so knowledge about behavior of corrosion of carbon steel in hard water medium was very important. In this research was analyzed mechanism of inhibition and effectiveness both thiourea and cimetidin in hard water medium based on thermodinamic and kinetic parameter.

Measuring of corrosion rate and effectiveness of inhibition was done with Tafel method. The value of *Ea* showed that corrosion rate from temperature 25 ºC to 55 ºC was controled by ionic difusion process in hard water. The value both of *ΔHa* and *ΔSa*  that was more positive in hard water which contained inhibitor, showed the present of water molecul position exchange process by inhibitor on carbon steel surface as long as adsorption take place. The value both of *ΔGads* that was negative and value *k* that was high, showed inhibitor adsorption process was spontanous process and had interaction characteristic and stability that was strong between film that was adsorption with steel surface. The rising both of value *Ea* with the present of inhibitor, and value *ΔGads* < -40 kJ/mol, showed the present of physical adsorption. The value both of *Ea*, *ΔHa,* and Ι*ΔGads*Ι showed thiourea more effektive than cymetidin.

**Keywords :**  thiourea, cymetidin, Tafel Method

2**. Pendahuluan**

Air untuk keperluan *heating* dan/atau *cooling* *system* di berbagai industri banyak yang bersifat sebagai air sadah (*hard water*), dan dialirkan melalui pipa yang terbuat dari baja karbon, sehingga pengetahuan tentang perilaku korosi baja karbon dalam air sadah sangatlah penting. Sifat korosif air sadah tergantung pada suhu, perbandingan konsentrasi ion-ion yang bersifat agresif yaitu ion klorida dan ion sulfat terhadap ion-ion yang bersifat inhibitif yaitu ion karbonat, bikarbonat dan kalsium.(1,2) Terdapat sejumlah penelitian tentang pengaruh komponen-komponen air khususnya ion klorida terhadap laju korosi dan sebagian besar penelitian menggunakan air yang dideionisasi dan dengan ion-ion khusus yang diminati untuk diteliti.(1) Padahal perilaku korosi baja karbon dalam air sadah sangat berbeda dengan air yang didestilasi yang mengandung konsentrasi ion klorida yang sama. Hal ini terjadi karena adanya efek dari ion-ion yang bersifat inhibitif.

Pemeliharaan dan usaha meminimalkan proses serangan korosi terhadap jaringan pipa produksi pengalir *hard water* untuk memaksimalkan waktu pakainya, merupakan kegiatan perawatan fasilitas produksi yang dilakukan secara kontinu dan memerlukan penggunaan inhibitor korosi. Inhibisi adalah cara yang paling umum untuk mengendalikan korosi dalam jaringan pipa produksi di lingkungan air. Inhibitor yang digunakan harus mampu mencegah dan menanggulangi korosi terlokalisasi dalam semua kasus yang mungkin terjadi. Keperluan air sadah yang begitu luas dalam sistem-sistem air untuk kepentingan *cooling*, *heating* maupun produksi pada kondisi yang korosif serta peraturan perundang-undangan yang ketat tentang lingkungan mengharuskan pemilihan inhibitor yang berkinerja tinggi, ramah lingkungan, serta tidak mengganggu proses produksi. Pada penelitian ini digunakan inhibitor senyawa organik karena mudah terdegradasi, sehingga tidak mencemari lingkungan. Sebagai inhibitor organik dipilih inhibitor yang umum digunakan di lingkungan basa yaitu tiourea dan inhibitor alternatif simetidin. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis mekanisme inhibisi dan efektivitas kedua inhibitor tersebut dalam menginhibisi korosi baja karbon dalam lingkungan air sadah berdasarkan parameter kinetika dan termodinamika.

**3. Kajian Teori**

A. Inhibitor Korosi

Suatu inhibitor korosi adalah senyawa kimia yang pada konsentrasi rendahpun sudah berfungsi secara efektif menurunkan, atau mencegah reaksi pelarutan logam oleh lingkungannya yang bersifat korosif. Inhibitor ini dapat digolongkan menjadi inhibitor anorganik dan organik, namun yang akan dipakai dalam penelitian ini adalah inhibitor organik. Hal ini disebabkan karena disamping luasnya penggunaan inhibitor ini dalam pencegahan korosi logam – logam juga disebabkan karena inhibitor ini lebih mudah terdegradasi, sehingga tidak mencemari lingkungan, sedangkan inhibitor anorganik bergantung kationnya dapat mencemari lingkungan bila terakumulasi.

Suatu inhibitor senyawa organik dapat digolongkan sebagai inhibitor anodik, inhibitor katodik, atau campuran keduanya, tergantung pada pengaruhnya terhadap reaksi – reaksi elektrodik di permukaan logam yang diamati dari pergeseran potensial korosi. Bila dengan teradsorpsinya molekul – molekul inhibitor pada permukaan logam menyebabkan potensial korosi bergeser ke arah positif, hal ini menunjukkan bahwa inhibitor tersebut terutama menghambat proses anodik, sebaliknya pergeseran potensial korosi ke arah negatif menunjukkan bahwa inhibitor tersebut terutama menghambat proses katodik. Bila inhibitor korosi mampu menurunkan laju korosi dan hanya terjadi sedikit perubahan dalam potensial korosi logam, hal ini menunjukkan inhibitor tersebut menghambat reaksi anodik maupun reaksi katodik.(4)

B. Adsorpsi Inhibitor pada Permukaan Logam

Adsorpsi inhibitor pada permukaan logam, terjadi karena adanya muatan sisa pada permukaan logam dan melalui struktur kimia dan alamiah logam. Terdapat dua jenis adsorpsi suatu inhibitor organik pada permukaan logam yaitu secara fisik atau elektrostatik dan kemisorpsi.(9)

Kekuatan adsorpsi elektrostatik umumnya lemah, inhibitor diadsorpsi pada permukaan logam melalui gaya elektrostatik dan logam yang mengalami adsorpsi fisik dapat dengan mudah mengalami desorpsi. Pada adsorpsi elektrostatik ion-ion tidak kontak langsung secara fisik dengan logam. Suatu lapisan molekul air memisahkan logam dari ion-ion. Adsorpsi fisik memiliki energi aktivasi yang rendah dan tidak bergantung pada suhu.

Kemisorpsi dapat terjadi karena adanya ikatan koordinat yang melibatkan transfer elektron dari inhibitor pada permukaan logam. Transfer elektron terjadi jika molekul inhibitor memiliki pasangan elektron bebas pada atom donor dari suatu gugus fungsi. Adanya elektron π, karena adanya ikatan rangkap atau adanya cincin aromatis dapat memfasilitasi transfer elektron dari inhibitor pada permukaan logam. Kemisorpsi lebih lambat daripada adsorpsi fisik dan memiliki energi aktivasi yang tinggi. Ketergantungan pada suhu terlihat dengan meningkatnya inhibisi pada suhu lebih tinggi.

 Hubungan erat antara konsentrasi inhibitor dan laju korosi serta antara konsentrasi dan tingkat inhibisinya diselidiki oleh Sieverts dan Lueg(9) dan gambarannya disebut isoterm adsorpsi. Isoterm adsorpsi seringkali menggambarkan karakteristik inhibitor dan kecepatan tertutupnya permukaan yang ditentukan melalui pengukuran kapasitansi. Salah satu jenis isoterm adsorpsi adalah isoterm adsorpsi Langmuir. Langmuir menggambarkan hubungan antara fraksi permukaan yang tertutupi karena adsorpsi, *S* dengan konsentrasi adsorbat, *C* dalam larutan melalui Persamaan (III.1):

  (III.1)

Teori adsorpsi Langmuir diturunkan dengan anggapan gas adsorbat berkelakuan ideal, gas teradsorpsi membentuk lapisan molekul tunggal, permukaan adsorben bersifat homogen, tidak ada antar aksi lateral antar molekul adsorbat dan molekul-molekul gas yang teradsorpsi tidak bersifat ”mobil” (terlokalisasi).

C. Inhibitor Korosi Tiourea

****

**Gambar III.1** Struktur molekul tiourea

Tiourea memiliki rumus molekul CH4N2S, merupakan molekul yang planar, dengan panjang ikatan C=S 1,60 ± 0,1 Å. Memiliki pasangan elektron bebas pada atom S maupun N. Tiourea memiliki sifat-sifat fisik: titik leleh 176 ºC-178 ºC, kerapatan 1,405 g/mL dengan kelarutan dalam air 95 g/L pada 10 ºC dan 137 g/L pada 20 ºC.

Tiourea telah ditemukan merupakan inhibitor yang efektif di lingkungan basa, kemungkinan disebabkan kemampuannya dalam membentuk komplek logam yang stabil. (9) Selain itu keplanaran dalam struktur molekul merupakan faktor yang meningkatkan daya inhibisi tiourea. (10)

D. Inhibitor Korosi Simetidin



**Gambar III.2** Struktur molekul simetidin

Simetidin memiliki rumus molekul C10H16N6S yang merupakan suatu *histamine receptor antagonist* yang dapat menekan produksi asam dalam lambung.

Dilihat dari strukturnya, simetidin memiliki gugus imidazol yang memiliki elektron bebas pada atom N, yang memungkinkan adanya transfer elektron pada atom logam untuk membentuk ligan. Selain itu simetidin memiliki gugus-gugus yang lain yang memiliki kerapatan elektron tinggi, yang memungkinkan pembentukan ligan dengan logam. Adanya gugus-gugus dengan kerapatan elektron tinggi akan meningkatkan daya inhibisi.(10) Sehingga dari segi struktur, simetidin berpotensi sebagai inhibitor korosi.

**4. Metodologi Penelitian**

Adapun langkah-langkah pengerjaan dalam penelitian ini adalah pertama preparasi sampel baja karbon dengan membuat elektroda kerja, kemudian pembuatan larutan uji yaitu larutan air sadah tiruan yang mengandung 42,5 ppm ion klorida dan 5 ppm ion sulfat yang dijenuhi gas karbondioksida dengan dan tanpa inhibitor. Selanjutnya penentuan laju korosi dengan metode ekstrapolasi Tafel dan pengkajian berdasarkan parameter termodinamika sehingga dapat ditentukan mekanisme inhibisi dan efektifitas inhibitor. Adapun penelitian yang telah dilakukan, secara garis besar tampak pada skema alur penelitian seperti pada Gambar IV.1 dibawah ini:

**Gambar IV.1** Skema alur penelitian

**5. Hasil Penelitian dan Pembahasan**

Berdasarkan hasil pengukuran secara elektrokimia dengan metode Tafel yang menghasilkan data laju korosi baja karbon dalam lingkungan air sadah tiruan dengan dan tanpa inhibitor pada berbagai variasi konsentrasi inhibitor dan variasi suhu yang disajikan dalam lampiran, selanjutnya untuk mengetahui mekanisme inhibisi dan efektifivitas inhibisi dilakukan kajian termodinamika berdasarkan beberapa parameter.

A. Parameter Aktivasi

Untuk menghitung parameter aktivasi pada proses korosi pada rentang suhu 25ºC sampai 55 ºC, digunakan Persamaan Arrhenius (V.1) dan Persamaan transisinya (V.2),

  (V.1)

  (V.2)

dimana *k*  adalah faktor pra-eksponensial Arrhenius, *T*  suhu mutlak, *Ea* energi aktivasi korosi pada proses korosi, *ΔHa*entalpi aktivasi, *ΔSa* entropi aktivasi, *N* bilangan Avogrado, *h* tetapan Planck dan *r* adalah kecepatan reaksi pelarutan logam yang berbanding lurus dengan kerapatan arus , *Icorr* .

Gambar V.1 memperlihatkan aluran ln *Icorr* terhadap *1/T* untuk air sadah tiruan di lingkungan ion klorida, harga energi aktivasi dihitung dari kemiringan garis yang bernilai *-Ea/R.*



**Gambar V.1** Aluranln *Icorr* terhadap *1/T* pada korosi baja karbon dalam air sadah tiruan yang mengandung 42,5 ppm ion klorida dengan dan tanpa inhibitor

Sedangkan Gambar V.2 memperlihatkan aluran ln (*Icorr/T*) terhadap *1/T*. Diperoleh suatu garis lurus dengan kemiringan (-*ΔHa/R* ) dan titik potong ( ln (*R/Nh*) + *ΔSa/R* ) sehingga nilai *ΔHa* dan *ΔSa* dapat dihitung. Hasil perhitungan

disajikan dalam Tabel V.1.



**Gambar V.2** Aluran dari ln (*Icorr/T*) terhadap *1/T* pada korosi baja karbon dalam air sadah tiruan yang mengandung 42,5 ppm ion klorida dengan dan tanpa inhibitor

**Tabel V.1** Parameter aktivasi untuk korosi baja karbon dalam air sadah tiruan yang mengandung 42,5 ppm ion klorida pada suhu 25º C dengan dan tanpa inhibitor

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Inhibitor | *Ea* (kJ/mol) | *ΔHa* (kJ/mol) | *ΔSa* (J/mol) |
| Blanko | 12,17 | 8,89 | -204,3 |
| Simetidin | 17,74 | 15,07 | -195,89 |
| Tiourea | 42,29 | 39,63 | -123,26 |

Gambar V.3 dan V.4 berturut-turut memperlihatkan aluran ln *Icorr* terhadap *1/T* dan aluran ln (*Icorr/T*) terhadap *1/T* dalam air sadah tiruan di lingkungan ion sulfat.



**Gambar V.3** Aluran ln *Icorr* terhadap *1/T* pada korosi baja karbon dalam air sadah tiruan yang mengandung 5 ppm ion sulfat dengan dan tanpa inhibitor

Hasil perhitungan parameter aktivasi, untuk air sadah di lingkungan ion sulfat disajikan dalam Tabel V.2



**Gambar V.4** Aluranln (*Icorr/T*) terhadap *1/T* pada korosi baja karbon dalam air sadah tiruan yang mengandung 5 ppm ion sulfat dengan dan tanpa inhibitor

**Tabel V.2** Parameter aktivasi untuk korosi baja karbon dalam air sadah tiruan yang mengandung 5 ppm ion sulfat pada suhu 25 ºC dengan dan tanpa inhibitor

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Inhibitor | *Ea* (kJ/mol) | *ΔHa* (kJ/mol) | *ΔSa* (J/mol) |
| Blanko | 7,17 | 4,51 | -222,00 |
| Simetidin | 9,86 | 7,19 | -216,75 |
| Tiourea | 22,61 | 19,11 | -194,60 |

Dari hasil perhitungan parameter aktivasi, baik dalam air sadah tiruan di lingkungan ion klorida, maupun ion sulfat menunjukkan hasil yang bersesuaian. Harga energi aktivasi larutan blanko pada air sadah tiruan, diperoleh harga *Ea* < 45 kJ/mol yang dapat diindikasikan bahwa laju korosi pada rentang suhu 25 ºC sampai 55 ºC tersebut dikendalikan oleh proses difusi ionik dalam air. (13)

Meningkatnya harga *Ea* dengan adanya inhibitor, dapat diinterpretasikan sebagai adsorpsi fisik inhibitor yang terjadi pada permukaan baja karbon. (12) Disamping itu harga *Ea* yang semakin besar menunjukkan adanya rintangan energi yang semakin besar yang menghambat reaksi oksidasi, yaitu proses korosi. Dari Persamaan Arrhenius (V.1) menunjukkan bahwa kerapatan arus berbanding terbalik dengan eksponensial *Ea,* hal ini berarti semakin besar harga *Ea* maka laju korosi semakin kecil. Dengan demikian air sadah yang mengandung inhibitor dengan harga *Ea*yang lebih besar dari air sadah blanko memiliki laju korosi yang lebih kecil. Air sadah yang mengandung tiourea dengan harga *Ea*yang lebih besar dari pada air sadah yang mengandung simetidin memiliki laju korosi yang lebih kecil. Dengan demikian efektifitas tiourea lebih tinggi dibandingkan simetidin.

Hasil perhitungan menghasilkan nilai *ΔHa* dan nilai *ΔSa*  yang lebih positif pada air sadah yang mengandung inhibitor. Hal ini mengindikasikan adanya proses penggantian posisi molekul air oleh inhibitor pada permukaan baja karbon selama adsorpsi berlangsung .(10) Ini berarti proses korosi yang terjadi dihambat lajunya oleh adanya inhibitor. Nilai *ΔHa* yang positif dan semakin besar untuk air sadah yang mengandung inhibitor menunjukkan bahwa proses korosi semakin sulit karena memerlukan energi yang lebih besar. Nilai *ΔHa* untuk air sadah yang mengadung tiourea lebih besar dari pada dengan adanya simetidin, hal ini menandakan bahwa proses korosi lebih sulit terjadi dengan adanya tiourea dari pada simetidin ini berarti sesuai dengan hasil pengukuran elektrokimia bahwa tiourea lebih efektif dibandingkan simetidin.

B. Isoterm Adsorpsi Langmuir

Isoterm adsorpsi dapat ditentukan jika pengaruh inhibitor disebabkan terutama karena adanya adsorpsi pada permukaan logam. Isoterm adsorpsi dapat memberikan informasi tambahan tentang sifat-sifat inhibitor. Fraksi permukaan yang tertutupi oleh inhibitor *θ* ditentukan dengan perbandingan *EI* (%)/100. Terdapat beberapa isoterm adsorpsi yang dapat digunakan untuk menjelaskan prilaku inhibitor dalam suatu medium. Dalam percobaan ini ditemukan bahwa isoterm adsorpsi Langmuir memberikan gambaran terbaik untuk menggambarkan perilaku inhibitor tiourea dan simetidin dalam air sadah.

Berkenaan dengan isoterm adsorpsi Langmuir, fraksi permukaan logam yang tertutupi inhibitor *θ*, dihubungkan dengan konsentrasi inhibitor dalam larutan menurut Persamaan (V.3) :

  (V.3)

Dimana k adalah konstanta kesetimbangan untuk proses adsorpsi. Penyusunan kembali Persamaan (V.3) memberikan Persamaan (V.4) :

  (V.4)

Gambar V.5, dan V.6 berturut-turut menggambarkan aluran *Cinh /θ* terhadap *Cinh* dalam air sadah tiruan di lingkungan ion klorida dan ion sulfat yang memberikan suatu garis lurus, dengan nilai koefisien regresi (*R2*) mendekati 1 yang menandakan bahwa adsorpsi tiourea dan simetidin mengikuti isoterm adsorpsi Langmuir. Konstanta kesetimbangan dari proses adsorpsi *k*, dihitung dari titik potong dengan sumbu *Cinh /θ*. Harga *k*  dihubungkan dengan energi bebas adsorpsi *ΔGads,* melalui persamaan (V.5) :

  (V.5)



**Gambar V.5** Model isoterm adsorpsi Langmuir untuk tiourea dan simetidin dalam air sadah tiruan yang mengandung 42,5 ppm ion klorida pada suhu 25 ºC

nilai 55,5 adalah konsentrasi molar air dalam larutan. Parameter termodinamika untuk proses adsorpsi dari isoterm adsorpsi Langmuir untuk inhibitor dalam air sadah tiruan di lingkungan ion klorida diberikan pada Tabel V.4.

**Tabel V.3** Parameter termodinamika untuk adsorpsi tiourea dan simetidin dalam air sadah tiruan yang mengandung 42,5 ppm ion klorida pada suhu 25 ºC

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Inhibitor | *K* (M-1) | *R2* | *ΔGads* (kJ/mol) |
| Tiourea | 7,39 × 104 | 0,99 | -37,73 |
| Simetidin | 7,35× 104 | 0,99 | -37,71 |

 

**Gambar V.6** Model isoterm adsorpsi Langmuir untuk tiourea dan simetidin dalam air sadah tiruan yang mengandung 5 ppm ion sulfat pada suhu 25 oC

Parameter termodinamika untuk proses adsorpsi dari isoterm adsorpsi Langmuir untuk inhibitor dalam air sadah tiruan di lingkungan ion sulfat diberikan pada Tabel V.4.

**Tabel V.4** Parameter termodinamika untuk adsorpsi tiourea dan simetidin dalam air sadah tiruan yang mengandung 5 ppm ion sulfat pada suhu 25 ºC

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Inhibitor | *K* (M-1) | *R2* | *ΔGads* (kJ/mol) |
| Tiourea | 7,07 × 104 | 1 | -37,61 |
| Simetidin | 3,74× 103 | 0,99 | -30,34 |

Dari kedua isoterm adsorpsi Langmuir dalam air sadah tiruan memiliki harga *ΔGads* yang negatif dan harga *k* yang tinggi. Nilai *ΔGads* yang negatif dan tingginya harga *k* menandakan bahwa proses adsorpsi merupakan proses yang spontan dan memiliki karakteristik interaksi dan kestabilan yang kuat antara lapisan yang diserap dengan permukaan baja. Dalam air sadah tiruan, simetidin maupun tiourea memiliki nilai energi bebas adsorpsi yang < -40 kJ/mol, hal ini menandakan terjadinya adsorpsi secara fisik. (15) Nilai mutlak dari energi bebas adsorpsi Ι *ΔGads* Ι , dari tiourea dan simetidin dalam kedua lingkungan air sadah memberikan penjelasan bahwa proses adsorpsi tiourea lebih mudah dibandingkan simetidin, dengan demikian tiourea lebih efektif daripada simetidin.

**6. Kesimpulan dan Saran**

A. Kesimpulan

 1. Harga energi aktivasi larutan blanko pada air sadah

 tiruan, diperoleh harga *Ea* < 45 kJ/mol yang dapat

 diindikasikan bahwa laju korosi pada rentang suhu 25 ºC

 sampai 55 ºC tersebut dikendalikan oleh proses difusi

 ionik dalam air. Hasil perhitungan menghasilkan nilai

 *ΔHa* dan nilai *ΔSa*  yang lebih positif pada air sadah yang

 mengandung inhibitor. Hal ini mengindikasikan adanya

 proses penggantian posisi molekul air oleh inhibitor pada

 permukaan baja karbon selama adsorpsi berlangsung.

 Dari kedua isoterm adsorpsi Langmuir dalam air sadah

 tiruan memiliki harga *ΔGads* yang negatif dan harga *k*

 yang tinggi, hal ini menandakan bahwa proses adsorpsi

 merupakan proses yang spontan dan memiliki

 karakteristik interaksi dan kestabilan yang kuat antara

 lapisan yang diserap dengan permukaan baja.

 Meningkatnya harga *Ea* dengan adanya inhibitor, dan

 nilai energi bebas adsorpsi yang < -40 kJ/mol,

 menandakan terjadinya adsorpsi secara fisik.

 2. Berdasarkan nilai *Ea*, *ΔHa,* dan nilai mutlak dari energi

 bebas adsorpsi Ι *ΔGads* Ι , dari tiourea dan simetidin

 dalam kedua lingkungan air sadah memberikan

 penjelasan bahwa proses adsorpsi tiourea lebih mudah

 dibandingkan simetidin, dengan demikian tiourea lebih

 efektif daripada simetidin.

B. Saran

 Karena belum terungkapnya bagian internal logam yang terkorosi serta bagian kisi logam yang diserang, maka perlu penelitian lanjutan untuk mengungkapkannya.

Inhibitor tiourea maupun simetidin belum menunjukkan kinerja inhibitor korosi yang memuaskan, karena efektifitasnya menurun dengan meningkatnya suhu, sehingga perlu dicari inhibitor yang lebih tahan terhadap suhu tinggi.

7. **Daftar Pustaka**

1.Takasaki, S., Yamada, Y.,(2007) ,Effects of temperature and

 aggressive anions on corrosion of carbon steel in potable

 water, *Corros Sci* ,**49,** 240-247.

2. Larson, E., Skold, R.V., (1958), Laboratory studies relating

 mineral quality of water to corrosion of steel and cast iron,

 *Corrosion*, **14**, 285-288.

3. Bundjali, B., (2000), *Tinjauan Termodinamika dan Kinetika*

 *Korosi serta* *Teknik-Teknik Pengukuran Laju Korosi*,

 Diktat Kuliah, ITB.

4. Bundjali, B., (2005), *Perilaku dan Inhibisi Korosi Baja*

 *Karbon dalam Larutan* *Buffer Asetat, Bikarbonat – CO2*,

 Disertasi , ITB.

5. El Achouri, M., Infante, M.R., Izquierdo, F., (2001),

 Synthesis of some cationic gemini surfactants and their

 inhibitive effect on iron corrosion in hydrochloric acid

 medium, *Corros Sci***, 43**, 19-35.

6. Trethewey, K.R., Chamberlain, J., (1991), *Korosi untuk*

 *Mahasiswa Sains dan*

 *Rekayasa,* Gramedia Pustaka Utama.

7. Butler, G., Ison, H.C.K., (1966), *Corrosion and Its*

 *Prevention in Waters,*Chemical and Process Engineering

 Series, Leonard Hill.

8. Bundjali, B., (2004), Konstruksi diagram potensial-pH untuk

 baja karbon dalam *Buffer* Asetat secara potensiodinamik

 eksperimental, *J. Matematika dan Sains*, ***9*,** 307-312.

9. Sastri, V.S., (1998), *Corrosion Inhibitor Principles and*

 *Aplication*, John Wiley & Sons Ltd.

10.Wahyuningrum, D., (2008), *Sintesis Senyawa Turunan*

 *Imidazol dan Penentuan Aktifitas Inhibisi Korosinya pada*

 *Permukaan Baja Karbon*, Disertasi, ITB.

11. Surdia, T., Saito, S., (1984), *Pengetahuan Bahan Teknik,* Departemen Mesin,ITB.

12. Bentiss, F., Bouanis, M., Mernari, B., Traisnel, M., Vezin,

 H., Lagrene, M.,(2007), Understanding the adsorption of

 4H-1,2,4-triazole derivatives on mild steel surface in molar

 hidrochloric acid, *Apllied Surface Sci***, 253** ,3696-3704

13. West, J.M., (1980), *Basic Corrosion and Oxidation*, Second

 Edition, Ellis Horwood Limited.

14. Ergun,U., (2008), The inhibitory effect of bis-2,6

 (3,5dimethylpyrazolyl) pyridine on the corrosion behavior

 of mild steel in HCl solution, *Materials* *Chem and Phys*,

 **30**, 30-30.

15. Fuchs, R., (2007), Inhibitory effect of non ionic

 surfactants of the triton-x series on the corrosion of carbon

 steel in sulphuric acid, *Chim Acta*, **52**, 4974-4981

16. Deyab, M.A., Helal, A., Fouda, A.S., (2007), Effect of

 cationic surfactant and in organic anions on the

 electrochemical behavior of carbon steel in formation in

 formation water, *Corros Sci,* **49**, 2315-2328