

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

M3-012 PENGARUH INHIBITOR DALAM LINGKUNGAN HCl TERHADAP LAJU KOROSI PADA BAJA SCM440

Hendri Hestiawan

Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Bengkulu
Jl. Raya Kandang Limun, Bengkulu
Telp. +62-736- 21170, Fax. +62-736-344087, E-mail: hestiawan1@yahoo.com

ABSTRACT

SCM440 Steel is low alloy steel containing 0.40% C, 0.91% Cr, and 0.15% Mo. It more used for tools and machinery construction. This research aims to know how the effect of inhibitor addition toward corrosion rate of the SCM440 steel in HCl solution.

The specimen has used in this research is the SCM440 steel rod. The specimen was being heated at temperature 860⁰C for 1 hour; it was normalized in the cold temperature room. The corrosion rate could be measured by weight losses method (the result could be obtained from the different amount) before and after the specimen is being immersed into 2% HCl solution. The 2% HCl solution had been added with inhibitor of Mercaptobenzothiazole which the concentration variation is 0.2%, 0.4%, 0.6%, 0.8% and 1%.

The results show that the highest corrosion rate is the raw material with inhibitor concentration is 1% (41.6895 mm/year). The lowest corrosion rate is the specimen which had been normalized with inhibitor concentration is 1% (14.3650 mm/year). It was decreased around 65.54%. It could be concluded that addition of inhibitor in HCl solution is able to decrease corrosion rate of the SCM440 steel.

Keywords: Steel of SCM440, normalizing, corrosion rate, inhibitor, Mercaptobenzothiazole

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

1. Pendahuluan

Penggunaan bahan baja dewasa ini terus mengalami peningkatan seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Kebutuhan terbesar akan baja dapat dijumpai dalam berbagai bidang teknik, misalnya untuk peralatan-peralatan, mesin, konstruksi dan yang lainnya sehingga dapat dikatakan bahwa baja merupakan salah satu tulang punggung peradaban modern sampai saat ini. Pada umumnya kebanyakan baja yang terdapat di pasaran belum siap pakai dengan kualitas tertentu. Salah satu keunggulan dari baja adalah dapat diberikan perlakuan panas (*heat treatment*) untuk memperbaiki sifat-sifat fisis dan mekanis dari baja sehingga dalam penggunaannya diperoleh hasil yang lebih baik. Namun di antara beberapa keunggulan tersebut, baja juga memiliki suatu kekurangan, yaitu rentan terhadap pengaruh lingkungan yang disebabkan oleh proses korosi sehingga akan berdampak pada penurunan kualitas dari baja itu sendiri.

Korosi merupakan perusakan suatu material karena bereaksi dengan lingkungannya. Hilangnya sebagian logam ini mengakibatkan pula kerugian-kerugian lain yang lebih besar, yaitu berkurangnya kekuatan sehingga dapat menimbulkan akibat yang lebih serius. Untuk menghindari akibat serangan berbagai jenis karat yang sangat merugikan tersebut diperlukan langkah-langkah pengendalian sehingga pengaruh korosi dapat diminimalisir. Salah satu usaha untuk mengurangi dan mengendalikan korosi, yaitu dengan memberikan perlakuan panas dan penambahan zat inhibitor. Salah satu perlakuan panas (*heat treatment*) pada baja adalah *normalizing*. Dengan perlakuan *normalizing* diharapkan bahan memiliki sifat fisis dan mekanis yang lebih baik dibandingkan sebelumnya, seperti sifat ketahanan terhadap serangan korosi. Penambahan zat inhibitor dimaksudkan untuk menghambat laju pengkorosian bahan sehingga laju korosi dapat dikendalikan.

Dalam penelitian ini, dipilih bahan SCM440 yang termasuk golongan baja paduan rendah. Baja tersebut mengandung unsur karbon (C) 0,40%, krom (Cr) 0,91%, dan molibden (Mo) 0,15%. Penambahan unsur paduan bertujuan untuk meningkatkan kemampukerasan, meningkatkan kekuatan pada temperatur normal, meningkatkan sifat mekanik pada temperatur tinggi dan rendah, meningkatkan ketangguhan pada nilai kekerasan atau ketangguhan minimum serta meningkatkan ketahanan terhadap korosi. Baja jenis ini mempunyai kekuatan dan ketangguhan lebih tinggi dari pada baja karbon dengan kadar karbon yang sama atau mempunyai keuletan lebih tinggi dari pada baja karbon dengan kekuatan yang sama. *Hardenability* dan sifat tahan korosi pada umumnya lebih baik dan banyak digunakan sebagai baja konstruksi mesin.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan zat inhibitor *mercaptobenzothiazole* dalam lingkungan HCl terhadap ketahanan korosi baja SCM440. Dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang lebih luas tentang aplikasi baja paduan rendah dalam lingkungan yang korosif sehingga dapat menggantikan penggunaan baja tahan karat (*stainless steel*).

2. Dasar Teori

Baja paduan (*alloy steel*) merupakan jenis baja yang mendapatkan tambahan beberapa unsur paduan. Unsur paduan ditambahkan ke dalam baja dengan tujuan untuk mendapatkan sifat baja yang

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

diinginkan. Baja paduan dikelompokkan menjadi baja paduan rendah (*low alloy steel*) dengan prosentase paduan < 10% dan baja paduan tinggi (*high alloy steel*) dengan prosentase paduan > 10% [1]. Baja SCM 440 merupakan baja paduan rendah dengan kandungan utama terdiri dari 0,4% C, 0,95% Cr dan 0,15% Mo.

Perlakuan panas adalah proses kombinasi antara pemanasan dan pendinginan yang terkontrol terhadap logam dalam keadaan padat dengan waktu tertentu untuk memperoleh sifat fisis dan mekanis tertentu [2]. Selama proses pemanasan dan pendinginan akan terjadi perubahan struktur mikro yang akan berakibat berubahnya sifat dari logam tersebut. Pemberian perlakuan panas dapat meningkatkan kekerasan suatu bahan dimana nantinya dapat mempengaruhi sifat korosinya. Perlakuan panas adalah suatu proses pengolahan panas yang bertujuan untuk memperbaiki struktur mikro dan memperoleh sifat-sifat mekanik bahan sesuai dengan yang dikehendaki. *Normalizing* merupakan perlakuan panas yang bertujuan untuk mengurangi tegangan dalam dan menghaluskan butiran kristalnya sehingga diperoleh sifat mekanik yang lebih baik. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Rosa [3] dapat diketahui bahwa perlakuan normalizing pada baja AISI 4340 dapat meningkatkan kekuatan mekanis bahan sebesar 12% serta menghasilkan struktur butiran ferrit dan perlit yang lebih halus dan terbentuknya struktur martensit.

Korosi dapat didefinisikan sebagai penurunan mutu logam akibat reaksi elektrokimia dengan lingkungannya [4]. Korosi juga didefinisikan sebagai proses degradasi material (perusakan dan penurunan kualitas) akibat interaksi dengan lingkungan melalui reaksi kimia dan atau proses elektrokimia [5]. Korosi tidak dapat dicegah, tapi dapat dikendalikan dengan menggunakan berbagai macam cara, diantaranya dengan memberikan perlakuan panas dan penambahan zat inhibitor. Inhibitor adalah suatu zat kimia yang ditambahkan dalam jumlah relatif sedikit ke dalam lingkungan yang korosif yang secara efektif dapat memperlambat atau mengurangi laju korosi [4].

Laju korosi dapat diketahui dari *weight loss*, yaitu dengan cara melihat selisih berat spesimen sebelum dan sesudah dimasukan ke dalam larutan HCl yang telah ditambahkan dengan zat inhibitor *mercaptobenzothiazole* [6].

$$\text{mpy} = \frac{87,6 \times W}{D \times A \times T} \quad (1)$$

dimana :

- mpy = Laju korosi (mm/tahun)
- W = Kehilangan berat (mg)
- D = Berat jenis spesimen (gr/cm^3)
- A = Luas penampang (cm^2)
- T = Waktu perendaman (jam)

3. Metode Penelitian

Pada penelitian ini digunakan baja SCM440 berbentuk silinder dengan diameter 12.5 mm. Proses perlakuan panas dilakukan dengan memasukkan spesimen ke dalam oven dan dipanaskan pada suhu 860°C dengan waktu tahan (*holding time*) selama 1 jam. Kemudian dilanjutkan dengan melakukan

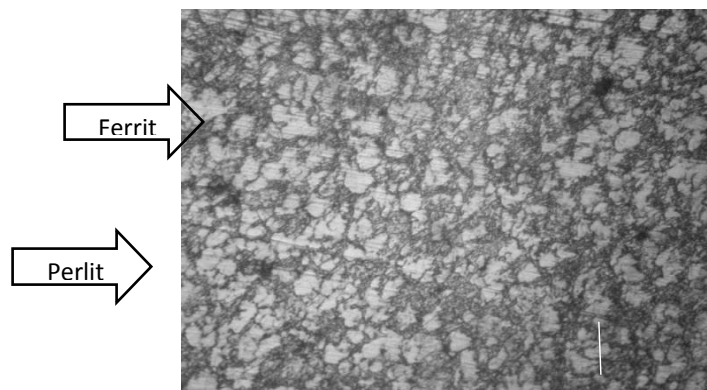
Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

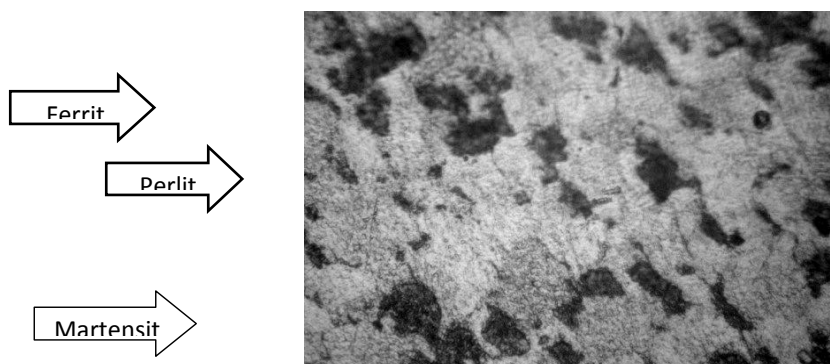
pendinginan dengan media pendingin udara terbuka. Pembuatan spesimen dilakukan dengan menggunakan mesin bubut L-5A milik Laboratorium Produksi Universitas Bengkulu dengan ukuran spesimen diameter 13 mm dan tebal 20 mm. Proses pengkorosian dilakukan dengan cara mencelupkan spesimen ke dalam larutan HCl 2% yang telah ditambahkan zat inhibitor organik *mercaptobenzothiazole* dengan variasi konsentrasi 0.2%, 0.4%, 0.6%, 0.8% dan 1% selama 312 jam. Uji ketahanan korosi hanya dilakukan pada satu sisi permukaan sedangkan sisi lainnya diisolasi menggunakan cairan resin dan hardener yang dikeraskan agar tidak ikut terkorosi.

4. Hasil dan Pembahasan

Spesifikasi baja SCM 440 yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari CV. Sinar Harapan Teknik dengan standar yang dikeluarkan oleh PT. Krakatau Steel. Hasil pengamatan foto struktur mikro terhadap spesimen yang digunakan dalam penelitian ini ditampilkan pada gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Foto struktur mikro specimen *raw material*



Gambar 2. Foto struktur mikro spesimen *normalizing*

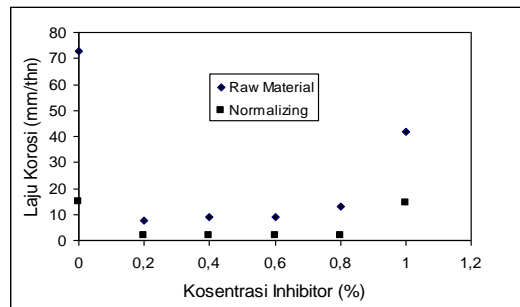
Dari gambar 1 dapat dilihat bahwa struktur mikro spesimen *raw material* terdiri dari struktur ferrit dan perlit. Hal ini sesuai dengan fasa yang terbentuk pada baja hipoeutektoid dimana kandungan karbonnya di bawah 0,77% [2]. Fasa ferrit bersifat lunak dan ulet sedangkan perlit lebih keras karena

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

mengandung fasa martensit dalam jumlah yang kecil yang bersifat keras dan getas. Sedangkan pada gambar 2 terlihat adanya perubahan struktur mikro pada spesimen setelah proses *normalizing*, yaitu terbentuknya struktur butiran yang lebih halus dan seragam. Perlit menjadi lebih halus, jarak antar lamel lebih tipis dibandingkan dengan spesimen *raw material*. Terbentuknya struktur butiran yang lebih halus pada spesimen proses *normalizing* disebabkan adanya perlunakan bahan dengan perbaikan struktur butir. Struktur mikro spesimen *raw material* hanya terdiri dari struktur ferit dan perlit sedangkan pada spesimen setelah proses *normalizing* struktur terdiri dari perlit, ferrit dan martensit. Terbentuknya struktur martensit ini terjadi karena proses pendinginan yang relatif cepat.

Uji laju korosi dilakukan dalam larutan HCl 2% dan larutan HCl 2% dengan penambahan zat inhibitor *mercaptobenzothiazole* dengan variasi konsentrasi 0.2%, 0.4%, 0.6%, 0.8% dan 1% selama 312 jam. Untuk menghitung laju korosi menggunakan metoda kehilangan berat, dan hasilnya ditampilkan pada gambar 3.



Gambar 3. Hasil uji laju korosi

Dari gambar 3 dapat dilihat bahwa nilai laju korosi pada spesimen yang diberi perlakuan *normalizing* lebih lambat dibandingkan dengan spesimen raw material. Setelah diberi tambahan zat inhibitor yang bervariasi mulai dari 0,2 – 1,0% ke dalam larutan HCl maka nilai laju korosi mengalami penurunan yang cukup signifikan, baik pada spesimen raw material maupun spesimen yang diberi perlakuan *normalizing*. Terjadinya peningkatan ketahanan korosi disebabkan oleh adanya zat inhibitor *mercaptobenzothiazole* yang ikut bereaksi dengan larutan HCl sehingga menghalangi terjadi korosi pada spesimen. Penambahan zat inhibitor ke dalam larutan HCl efektif menurunkan laju korosi spesimen, terutama pada konsentrasi 0,2 – 0,6% dan menjadi kurang efektif pada konsentrasi 0,8 – 1,0%.

Pada spesimen raw material, laju korosi terendah terjadi pada larutan yang ditambahkan zat inhibitor sebesar 0,2% yaitu sebesar 7,6 mm/th dan laju korosi tertinggi terjadi pada penambahan zat inhibitor sebesar 1,0%, yaitu 41,7 mm/th. Pada spesimen yang diberi perlakuan *normalizing*, laju korosi terendah terjadi pada larutan yang ditambahkan zat inhibitor sebesar 0,6% yaitu sebesar 1,71 mm/th dan laju korosi tertinggi terjadi pada penambahan zat inhibitor sebesar 1,0%, yaitu 14,4 mm/th. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan zat inhibitor memiliki batas tertentu dan menjadi tidak efektif terhadap lingkungan korosif. Dalam penelitian ini terlihat bahwa penambahan zat inhibitor di atas 0,6% meningkatkan laju korosi bahan. Walaupun kenaikan tingkat pelambatan pada proses pengkaratan

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

selaras dengan kenaikan konsentrasi zat inhibitor, tetapi hal tersebut terjadi pada konsentrasi inhibitor yang sangat kecil sampai dengan 0,2% [5].

Tabel 2. Tingkat ketahanan korosi berdasarkan harga mpy

Tingkat ketahanan korosi	mpy	mm/thn
Luar biasa	<1	<0.02
Sangat baik	1-5	0.02-0.1
Baik	5-20	0.1-0.5
Cukup baik	20-50	0.5-1
Kurang baik	50-200	1-5
Tidak dianjurkan	200 +	5 +

Sumber : Fontana (Corrosion Engineering, 1978)

Dari penelitian ini juga dapat diketahui bahwa pemberian perlakuan normalizing dapat meningkatkan ketahanan korosi bila dibandingkan dengan spesimen *raw material*. Hal ini terjadi karena pada spesimen *normalizing* terbentuk struktur mikro perlit yang lebih banyak, butir yang lebih halus dan seragam serta terbentuk fasa martensit yang membuat spesimen menjadi lebih keras dan bersifat isotropis. Apabila hasil uji laju korosi dibandingkan dengan tabel 2, maka dapat disimpulkan bahwa spesimen yang digunakan memiliki ketahanan korosi 'kurang baik' dalam lingkungan HCl dengan penambahan zat inhibitor *mercaptobenzothiazole* karena masih berada di range 1-5 mm/tahun. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan zat inhibitor masih kurang efektif untuk meningkatkan penggunaan SCM440 dalam lingkungan HCl sehingga perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mendapatkan bahan pengganti stainless steel yang memiliki ketahanan korosi yang baik dalam berbagai lingkungan korosif.

5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses *normalizing* mampu meningkatkan ketahanan korosi baja SCM440 dalam lingkungan HCl.
2. Penambahan zat inhibitor *mercaptobenzothiazole* di lingkungan HCl mampu menurunkan laju korosi baja SCM440.

Daftar Pustaka

- [1] Van-Vlack, L.H., terj. Sriati Djaprie, *Ilmu dan Teknologi Bahan*, Edisi Kelima, Erlangga, Jakarta, 1981

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) VIII

Universitas Diponegoro, Semarang 11-12 Agustus 2009

- [2] Surdia, T & Saito, S, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Edisi Kedua, PT Pradnya Paramita, Jakarta, 2000.
- [3] Rosa, N.S, *Studi Ketahanan Korosi Baja AISI 4340 dengan Memberikan Perlakuan Normalizing di dalam Larutan HSB*, Skripsi, Tidak Diterbitkan, Universitas Bengkulu, 2008.
- [4] Trethewey, K.R, Chamberlin, J, *Korosi Untuk Mahasiswa Sains Dan Rekayasa*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1991.
- [5] Widharto, S., *Karat dan Pencegahannya*, Cetakan Pertama, PT. Pradnya Paramita, Jakarta, 1999.
- [6] Fontana, M.G, *Corrosion Engineering*, 2nd Edition, Mc.Graw Hill, New York, 1978.