

PENGARUH SUHU *HEAT TREATMENT* TERHADAP LAJU KOROSI MATERIAL PAGAR

M. Fajar Sidiq¹, M. Agus Shidik², Soebyakto³

^{1,2,3}Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal
fs080879@gmail.com

INTISARI

Indonesia merupakan negara yang beriklim tropis dengan tingkat curah hujan dan kelembaban yang tinggi serta intensitas sinar matahari yang tinggi pula, dan sebagai negara berkembang, di Indonesia juga banyak bermunculan industri-industri yang mempunyai pengaruh cukup besar terhadap tingkat pencemaran pada lingkungan. Fenomena alam dan material khususnya logam mempunyai suatu keterikatan dalam suatu sistem dan proses. Hubungan tersebut diimplementasikan dalam suatu proses kerusakan yang dinamakan korosi. Salah satu faktor yang menyebabkan tingginya laju korosi adalah adanya tegangan sisa yang akan menyebabkan terjadinya *stress corrosion*, yaitu korosi yang timbul akibat bekerjanya tegangan dan media korosif. Korosi ini menyebabkan terjadinya keretakan. Tegangan yang bekerja pada material logam dapat berupa tegangan tekan ataupun tegangan sisa. Akibat dari proses pembentukannya, akan menyebabkan pagar besi menyimpan tegangan sisa yang dapat menyebabkan berkurangnya kekuatan dan menyebabkan meningkatnya laju korosi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan suhu *heat treatment* terhadap ketahanan korosi dari logam. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa dengan proses *heat treatment* yang tepat dapat menurunkan laju korosi dari material yang disebabkan oleh adanya tegangan sisa akibat proses pembentukannya sehingga diharapkan dapat membuat suatu bentuk dari logam tanpa meningkatkan laju korosinya dengan menggunakan proses *heat treatment* yang tepat.

Kata Kunci : pencegahan korosi, tegangan sisa, kekuatan material, ketahanan korosi

1. PENDAHULUAN

Semakin beraneka ragam bentuk pagar rumah menjadikan banyak pilihan dalam mempercantik rumah. Diantara ragam bentuk pagar rumah tersebut, ada pagar rumah yang bentuk profilnya bulat dan ada juga yang berbentuk segi empat. Kerusakan yang paling sering melanda pagar besi adalah adanya korosi yang menyerangnya. Hal inilah yang melandasi keingin tahuan dari peneliti tentang pengaruh pembentukan terhadap ketahanan korosinya.

Ketahanan material terhadap korosi penting diketahui supaya dapat menghasilkan suatu karya yang bermutu dan berkualitas. Pemilihan bentuk profil pagar penting untuk mengetahui ketahanan dan kekuatannya terhadap korosi, karena setelah suatu logam mendapatkan perlakuan pada proses pembentukannya akan menyebabkan adanya perubahan pada struktur logam yang berpengaruh terhadap kekuatan dan ketahanan terhadap korosi. Proses pembentukan dapat menyebabkan peningkatan terhadap laju korosi. Oleh karena itu pemilihan bentuk profil perlu untuk diperhatikan kekuatan dan ketahanan terhadap korosi.

Penelitian ini penting dilakukan karena Indonesia merupakan negara yang beriklim tropis dengan tingkat curah hujan dan kelembaban yang tinggi serta intensitas sinar matahari yang tinggi pula, dan sebagai negara berkembang, di Indonesia juga banyak bermunculan industri-industri yang mempunyai pengaruh cukup besar terhadap tingkat pencemaran pada lingkungan. Fenomena alam dan material khususnya logam mempunyai suatu keterikatan dalam suatu sistem dan proses. Hubungan tersebut diimplementasikan dalam suatu proses kerusakan yang dinamakan korosi.

Korosi yang berinteraksi dengan lingkungannya diantaranya adalah *stress corrosion* yaitu korosi yang timbul akibat bekerjanya tegangan dan media korosif. Korosi ini menyebabkan terjadinya keretakan. Tegangan yang bekerja pada material logam dapat berupa tegangan tekan ataupun tegangan sisa.

Pada besi saat ini proses pembentukan logam merupakan suatu proses yang perlu mendapatkan perhatian khusus. Pembentukan logam umumnya berkaitan dengan perubahan dimensi dan ukuran dari suatu logam. Perubahan ini disebut deformasi plastis. Proses deformasi plastis adalah proses pembentukan logam dimana baik ukuran maupun bentuk dari logam tidak dapat kembali pada keadaan semula. Proses deformasi plastis dapat dilaksanakan dengan proses pengerjaan dingin (*cold work*), yaitu proses pembentukan logam dibawah suhu kristalisasi. (Van vlack, 1991)

Proses inilah yang terjadi pada pembuatan pagar besi pada rumah. Dalam pembentukan profil pagar besi biasanya akan menggunakan proses pengerjaan dingin untuk menghasilkan profil pagar yang diinginkan. Suatu logam yang telah mengalami pengerjaan dingin maka logam tersebut akan mengalami perubahan sifat mekanis, dimana material yang mengalami pengerjaan dingin akan menyimpan sejumlah tegangan sisa (*internal stresses*) yang dapat menyebabkan terjadinya korosi pada pagar besi.

2. METODOLOGI

2.1. Permasalahan

Proses pembentukan profil pagar rumah akan menyebabkan terjadinya perubahan pada struktur mikro logam. Perubahan ini akan menyebabkan perubahan pada kekuatan mekanik dari logam tersebut. Selain itu adanya tegangan sisa akibat proses pembentukan akan menyebabkan timbulnya reaksi korosi yang akan menyebabkan terjadinya kerusakan pada pagar tersebut. Kerusakan yang timbul bermacam – macam, mulai dari terjadi perubahan warna karena adanya karat yang muncul sampai dengan kegagalan konstruksi akibat berkurangnya kekuatan dari logam tersebut.

2.2. Verifikasi Material

Verifikasi material dilakukan untuk memastikan jenis material yang akan digunakan dalam penelitian ini. Pengujian dilakukan dengan melihat kandungan unsur yang ada didalam, sehingga hasil pengujian menjadi valid.

Tabel.1 Uji Komposisi Kimia (wt%)

material	Komposisi Kimia (wt%)												
	C	Mn	P	S	Si	Al	Nb	V	Ni	Cr	Ti	Mo	Cu
Material Uji													

2.3. Perlakuan Panas

Sifat mekanik baja tidak hanya tergantung pada komposisi kimia suatu paduan, tetapi juga tergantung pada strukturmikro. Suatu paduan dengan komposisi kimia yang sama dapat memiliki strukturmikro yang berbeda, dan sifat mekanik akan berbeda. Strukturmikro tergantung pada proses pengerjaan yang dialami, terutama proses laku-panas (heat treatment) yang diterima selama proses pengerjaan

Proses perlakuan panas adalah kombinasi dari operasi pemanasan dan pendinginan dengan kecepatan tertentu yang dilakukan terhadap logam / paduan dalam keadaan padat, sebagai suatu upaya untuk memperoleh sifat-sifat tertentu. Proses laku-panas pada dasarnya terdiri dari beberapa tahapan, dimulai dengan pemanasan sampai ke temperatur tertentu, lalu diikuti dengan penahanan selama beberapa saat, baru kemudian dilakukan pendinginan dengan kecepatan tertentu. Melalui perlakuan panas yang tepat, tegangan dalam dapat dihilangkan, besar butir diperbesar atau diperkecil, ketanggunhan dapat ditingkatkan atau dapat dihasilkan suatu permukaan yang keras di sekeliling inti yang ulet

Variasi temperatur yang digunakan dalam perlakuan panas ini adalah 700⁰C, 750⁰C, dan 800⁰C dengan pendinginan lambat menggunakan media udara. Tujuan dari penggunaan metode ini adalah untuk menghilangkan tegangan sisa akibat proses pembentukan sehingga diharapkan akan dapat menurunkan laju korosi pada material.

2.4. Perhitungan Laju Korosi

Pengujian laju korosi dilakukan dengan tiga sel elektroda didasarkan pada metode eskstrapolasi tafel. Sel tiga elektroda merupakan perangkat laboratorium baku untuk penelitian kuantitatif terhadap sifat-sifat korosi bahan. Gambar 3.3 memperlihatkan alat uji laju korosi tipe sel tiga elektroda dengan potensiostat tipe PGS-201T milik Teknologi Akselarator dan Proses Bahan (PTAPB) - BATAN Yogyakarta.

Pengujian laju korosi dilakukan dengan pengamatan intensitas arus korosi (I_{kor}) benda uji di dalam lingkungan air tanah. Ketepatan penentuan harga I_{kor} sangat penting karena I_{kor} berbanding langsung dengan besarnya laju korosi suatu logam di dalam lingkungannya.

Penentuan harga rapat arus korosi secara tepat sangat diperlukan, karena rapat arus korosi sebanding dengan laju korosi suatu logam dalam lingkungannya. Hal ini sesuai dengan persamaan laju korosi (Jones, 1992) dalam mils (0,001 in) per year (mpy) seperti dibawah ini :

$$r = 0,129 \frac{ai}{nD} \quad (1)$$

Dengan : r = laju korosi (mpy) a = berat atom
 n = valensi atom i = rapat arus korosi ($\mu\text{A}/\text{cm}^2$)
 D = berat jenis sampel (gr/cm^3)

Perhitungan laju korosi untuk paduan, terlebih dahulu dihitung berat equivalennya (equivalen weight= EW) dengan persamaan (Jones 1992), Maka persamaan (1) menjadi ;

$$r = 0,129 \frac{i_{kor} (EW)}{D} \quad (2)$$

Laju korosi dari rumus diatas didapat dalam satuan mils per year dapat diartikan sebagai mili per tahun yang berarti hilangnya berat sebagian spesimen karena pengaruh korosi dalam satuan mili inci per tahun.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Uji Komposisi

Jenis material yang digunakan adalah baja ST-41 dengan hasil pengujian komposisi terlampir. Dari hasil pengujian komposisi menyatakan bahwa pelat tersebut termasuk baja karbon rendah

Hasil pengujian komposisi dapat dilihat pada table berikut :

Table.2 Komposisi Kimia

No.	Unsur	Persentase (%)	No.	Unsur	Persentase (%)
1	C	0.09	8	Al	0.05
2	Si	0.01	9	Co	0
3	Mn	0.26	10	Cu	0.03
4	P	0.02	11	Sn	0.01
5	S	0.03	12	W	0.03
6	Cr	0.02	13	Pb	0.01
7	Ni	0.01	14	Ce	0.01
			15	Fe	99.4

3.2. Pengujian Laju Korosi

Pengujian laju korosi dilakukan dengan tiga sel elektroda didasarkan pada metode eskstrapolasi tafel. Sel tiga elektroda merupakan perangkat laboratorium baku untuk penelitian kuantitatif terhadap sifat-sifat korosi bahan.

Hasil pengujian korosi dari material dapat dilihat pada table 3 dan tabel 4.

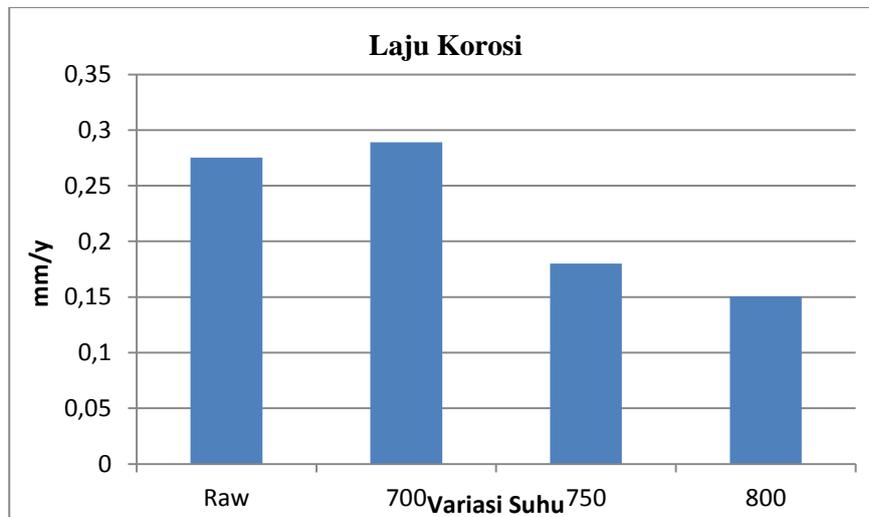
Berdasar hasil pengujian laju korosi terlihat bahwa terjadi perubahan laju korosi akibat perlakuan panas yang diberikan kepada material. Perubahan ini disebabkan tegangan sisa yang ada pada material telah berkurang

Tabel 3 Hasil Uji Korosi Material

Nama Contoh	Label Contoh	Parameter	Hasil Uji	Satuan	Metode Uji
Baja Karbon Rendah	Plat Kotak	Uji Korosi	27,79	$\mu\text{A}/\text{cm}^2$	Elektrokimia
	Plat Kotak		38,84		
	Plat Kotak		1,36		
	Plat Kotak 700 ⁰ C		27,56		
	Plat Kotak 700 ⁰ C		27,10		
	Plat Kotak 700 ⁰ C		19,97		
	Plat Kotak 750 ⁰ C		10,01		
	Plat Kotak 750 ⁰ C		29,89		
	Plat Kotak 750 ⁰ C		6,61		
	Plat Kotak 800 ⁰ C		16,93		
	Plat Kotak 800 ⁰ C		18,98		
	Plat Kotak 800 ⁰ C	2,96			

Tabel 4 Hasil Uji Laju Korosi Material

	Tanpa Perlakuan	700 ⁰ C	750 ⁰ C	800 ⁰ C
Rapat Arus Korosi ($\mu\text{A}/\text{cm}^2$)	23,38	27,56	10,01	16,93
	40,96	27,10	29,89	18,98
	6,76	19,97	6,61	2,96
Laju Korosi rata-rata (mm/yr)	0,275	0,289	0,180	0,150



Gambar 1. Laju Korosi

Dari grafik terlihat bahwa terjadi penurunan laju korosi pada material pagar. Penurunan ini mengindikasikan bahwa proses perlakuan panas yang diberikan pada material pagar berhasil mengurangi tegangan sisa yang ada pada material akibat proses pembentukan. Laju korosi terendah didapat pada proses perlakuan panas dengan temperature 800⁰C yang menghasilkan laju korosi rata-rata sebesar 0,15 mm/y, dan laju korosi terbesar dihasilkan material dengan perlakuan panas dengan temperatur 700⁰C besar laju korosi 0,289 mm/y.

Temperatur yang digunakan mungkin belum optimal mengingat grafik yang dihasilkan cenderung turun seiring dengan naiknya temperature perlakuan panas yang dilakukan. Yang perlu diperhatikan adalah efek dari perlakuan panas ini adalah menurunnya kekerasan dari material seiring dengan meningkatnya keuletan dari material.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil pengujian laju korosi terhadap material yang telah dilakukan perlakuan panas dengan variasi suhu 700⁰C, 750⁰C dan 800⁰C didapatkan hasil laju korosi paling rendah dihasilkan oleh material dengan perlakuan panas 800⁰C dengan besar laju korosi 0,15 mm/y.

Dari penelitian ini memperlihatkan adanya pengaruh perlakuan panas dalam mengurangi laju korosi dengan cara mengurangi adanya tegangan sisa akibat proses pembentukan yang menyebabkan meningkatnya laju korosi.

DAFTAR PUSTAKA

- ASM Handbook, 1992, “CORROSION”, *Metal Handbook*, vol. 13
- Amri Royan Hidayat, Imam Rochani dan Heri Supomo, 2013, “Studi Eksperimen Perbandingan Laju Korosi Pada Plat Astm (American Society For Testing And Material) A36 Dengan Menggunakan Variasi Sudut Bending” *Jurnal Teknik POMITS*, Vol.2 No.1
- Chang, J., McMannis, C., Sandall, B., Sharma, V., and Zver, J., 2001, “Metallurgical analysis of a corrosion failure”, *Journal of Failure Analysis and Prevention*, Volume 1, Number 6, 20-21
- Callister, W.D., 2007, “*Material Science and Engineering an Introduction 7^{ed}*”, Wiley
- Dalimunthe, I. S., 2004, “Kimia Dari Inhibitor Korosi”, Universitas Sumatra Utara
- Fajar Sidiq, M., 2010, “Analisa Korosi Dan Pengaruh *Inhibitor* Korosi Terhadap Laju Korosi Pada Pipa Api 5l X-42”, *Prosiding Seminar Nasional Metalurgi Dan Material IV (SENAMM IV)*
- Fajar Sidiq, M., 2011, “Analisa Pengendalian Laju Korosi Pada Pipa Minyak Bumi Lepas Pantai”, *Jurnal Sains dan Teknologi MARITIM*, Volume X No.1
- Fajar Sidiq, M., 2013, “Analisa Korosi Dan Pengendaliannya”, *jurnal foundry*, vol.3 No.1
- Gordana, M. B., Vera, M. S. Z., Milos, B. D., Biljana, M. A., 2007, “Probability of Failure of Thermal Power Plant Boiler Tubing System Due to Corrosion”, *FME Belgrade*, Vol.35, No.1.
- Jones, D.A., 1991, “*Principle and Prevention of Corrosion*”, Mc. Millan Publishing Company, New York
- Kade Suriadi, IGA. & Suarsana, IK, 2007, “Prediksi Laju Korosi Dengan Perubahan Besar Derajat Deformasi Plastis dan Media Pengkorosi pada Material Baja Karbon”, *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CAKRAM*, Vol.1 No. 1
- Roberge, P. R., 1999, “*Handbook of Corrosion Engineering*”, McGraw-Hill Companies, Inc., New York
- Trethewey, K. R. & Chamberlain, J., 1991, “*Korosi Untuk Mahasiswa Sains dan Rekayasa*”, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Uhlig, H.M., 2000, “*Uhlig’s Corrosion Handbook, Second Edition*”, John Wiley & Sons, Inc.
- Widharto, S., 2001, “*Karat dan Pencegahannya*”, P.T. Pradnya Paramita, Jakarta