

PENGARUH UNSUR KOROSIF PADA AIR HUJAN TERHADAP PERILAKU KOROSI BAJA KARBON RENDAH

Lukman^{1*}, Triwikantoro²

Jurusan Fisika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia^{1*}

Email : lukman@physics.its.ac.id

Jurusan Fisika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia²

Abstrak

Telah dilakukan pengamatan pengaruh unsur korosif air hujan terhadap produk korosi baja karbon rendah. Baja karbon rendah berupa *velg* dengan variasi lapisan "*Coating*" diuji korosi dalam medium air hujan dengan metode potensiostat dan menggunakan pengaduk magnetik. Sampel sampel yang telah terkorosi dihitung laju korosinya, kemudian produk korosi diamati menggunakan XRD dan SEM dengan fasilitas EDX. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa sampel 2 ($2,5 \times 10^{-5}$ mm/year) mempunyai laju terbesar, diikuti sampel 1 ($0,4 \times 10^{-5}$ mm/year) dan sampel 3 ($0,17 \times 10^{-5}$ mm/year). Secara umum laju parabolik produk korosi tidak bisa teramati untuk sampel 1 dan sampel 3, sedangkan sampel 2 diidentifikasi sebagai Fe_2O_3 (besi oksida). Hasil pengamatan dengan SEM dan EDX menunjukkan bahwa produk korosi cukup merata dan pada sampel 2 lapisan oksida terkelupas dan reaksi terjadi antara *base metal* dengan oksigen.

Kata kunci : Baja karbon rendah, Korosi, Air hujan, *velg*.

1. Pendahuluan

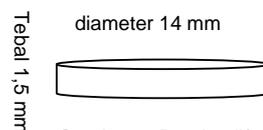
Baja karbon banyak sekali macam maupun kegunaannya. Baja karbon diklasifikasikan menjadi tiga macam yaitu baja karbon rendah, baja karbon sedang dan baja karbon tinggi. Baja karbon rendah dengan kadar karbon kurang dari 0.3 %C pemakaiannya antara lain sebagai baja komponen bodi mobil, konstruksi rangka gedung, aplikasi konstruksi kapal, rangka kendaraan termasuk *velg*. Penggunaan baja karbon rendah banyak digunakan lebih disebabkan karena baja karbon rendah memiliki keuletan tinggi dan mudah *dimachining* tetapi kekerasannya rendah dan tidak tahan korosi dan untuk mengatasi korosinya maka dalam pemakaiannya sering dilapisi dengan logam lain berupa logam seng atau krom-nikel.

Baja karbon rendah mudah mengalami korosi terhadap lingkungan air yang mengandung unsur kimia yang bersifat korosif. Faktor-faktor yang mempengaruhi perilaku korosi pada air hujan ada bermacam-macam seperti faktor temperatur, keasaman (pH), kadar garam (NaCl), kadar klorida (Cl^-), kadar sulfat (SO_4^{2-}) dan juga oksigen terlarut sehingga menyebabkan baja karbon rendah terkorosi.

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tiga jenis *velg* sepeda motor roda dua yang bahan dasarnya baja karbon rendah dengan variasi lapisan permukaan (*coating*) yang berbeda masing-masing sampel 1 (*velg* sepeda motor merk AHM), sampel 2 (*velg*

sepeda motor merk D.I.D) dan sampel 3 (*velg* sepeda motor merk Indomobil). Larutan pengkorosif yang digunakan yaitu air hujan wilayah Sidoarjo. Sebelum preparasi sampel terlebih dahulu diuji komposisi kimia menggunakan spektrometer termo ARL dan diuji ketebalan coating masing-masing sampel menggunakan Thickness Gauge. Sampel dipotong berbentuk persegi dengan panjang 10 mm lebar 8 mm dan tebal 1,5 mm disekelilingnya diresin sehingga berbentuk lingkaran dengan diameter 14 mm, seperti gambar berikut :



Gambar 1. Benda uji/sampel

Sampel dimasukkan kedalam gelas ukur yang sudah diisi dengan air hujan sebanyak 1000 ml. Medium kemudian diletakkan diatas magnetik stirer sehingga air yang ada didalam gelas ukur mengalir dengan kecepatan stirer 550 rpm. Masing-masing sampel ditimbang setiap 24 jam. Untuk mengetahui laju korosi sampel diuji dengan potensiostat tipe PGS 201 T. Untuk mengetahui produk korosi yang terbentuk diuji menggunakan XRD dan EDX dan untuk mengetahui morfologi korosi diuji menggunakan SEM.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil uji kadar air hujan dan komposisi kimia sampel

Hasil uji kadar air hujan wilayah Sidoarjo dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Hasil uji kadar DO, SO₄²⁻, pH, Cl⁻ dan salinitas air hujan wilayah sidoarjo.

No uji	Parameter	Hasil	Metode
1	Do	12,8	Winkler
2	Cl ⁻ (ppm)	9	Spektrofotometer
3	SO ₄ ²⁻ (ppm)	325,	Spektrofotometer
4	Salinitas(mil)	t.t	Titrimetri
5	pH	16,5	8
		8,89	pH meter

Keterangan : t.t = tidak terdeteksi

Sumber : Laboratorium FMIPA Kimia ITS Surabaya

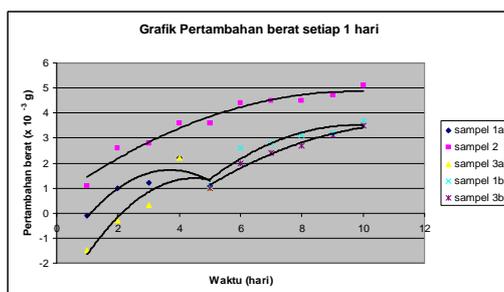
Hasil uji komposisi kimia sampel dengan menggunakan spektrometer thermo ARL dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Hasil uji komposisi kimia tiga jenis sampel

Unsur	Sampel 1 wt. (%)	Sampel 2 wt. (%)	Sampel 3 wt. (%)
Fe	99,5863	99,0704	99,4791
C	0,03667	0,09663	0,05811
Mn	0,19444	0,54177	0,29392
P	0,00862	0,01976	0,01452
S	0,00742	0,01691	0,00535
Si	0,00837	0,02343	0,02038
Sn	0,00200	0,00907	0,00170
Al	0,03144	0,03723	0,02487
Cr	0,04258	0,04717	0,02071
Cu	0,03661	0,07055	0,03111
Ni	0,01987	0,03420	0,00804
Nb	0,00362	0,00323	0,00191
V	0,00008	0,00000	0,00004
Pb	0,00176	0,00056	0,00064
Ti	0,00014	0,00045	0,00031
Ca	0,00009	0,00008	0,00002
Mo	0,00689	0,00682	0,00196
Co	0,00220	0,00540	0,00140
B	0,00189	0,00315	0,00004
W	0,00520	0,00708	0,00489
N	0,00402	0,00622	0,00360

3.2 Analisa pertambahan berat logam

Hasil pengujian korosi sebagai akibat dari adanya ion klorida dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik pertambahan berat masing-masing sampel

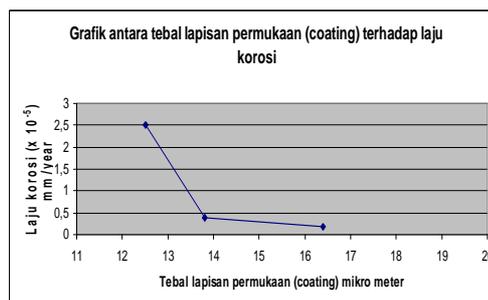
Berdasarkan Gambar 2 secara umum diasumsikan bahwa kinetika oksidasi ketiga jenis velg mengikuti hukum laju parabolik. Untuk sampel 2 kinetika oksidanya terdiri dari satu tahap yaitu mengikuti fungsi parabolik sedangkan pada sampel 1 dan 3 kinetika oksidanya terdiri dari dua tahap dan masing-masing tahap mengikuti fungsi parabolik. Pertambahan berat untuk ketiga jenis sampel yang paling besar adalah pada sampel 2 kemudian sampel 1 dan sampel 3. Hasil fitting polinomial ketiga jenis velg dengan regresi polinomial dapat dilihat pada Regresi polinomial berikut ini :

Regresi polinomial untuk masing-masing sampel sesuai dengan persamaan $y = A + B_1x + B_2x^2$

Sampel	A	B ₁	B ₂	R ²
Sampel 1	1,800	1,903	-0,257	0,833
	5,268	1,878	-0,096	0,907
Sampel 2	0,617	0,872	-0,045	0,959
Sampel 3	3,660	2,250	-0,250	0,845
	3,857	1,264	-0,054	0,978

3.3 Pengaruh Tebal Lapisan Permukaan (coating) terhadap Laju korosi

Tebal lapisan permukaan (*coating*) sangat berpengaruh terhadap proses korosi, semakin tebal lapisan permukaan (*coating*) maka laju korosi akan semakin kecil. Peristiwa ini disebabkan ion-ion Cl⁻ akan memerlukan waktu yang lama untuk dapat menyerang logam Fe yang dilindungi lapisan permukaan (*coating*). Lapisan (*coating*) pada velg sepeda motor terdiri dari dua lapisan yaitu lapisan paling atas logam kromium kemudian logam nikel dan lapisan paling bawah adalah logam yang dilapisi atau dilindungi. Grafik hasil perhitungan laju korosi masing-masing velg terhadap tebal lapisan permukaan (*coating*) ditunjukkan pada Gambar 3.



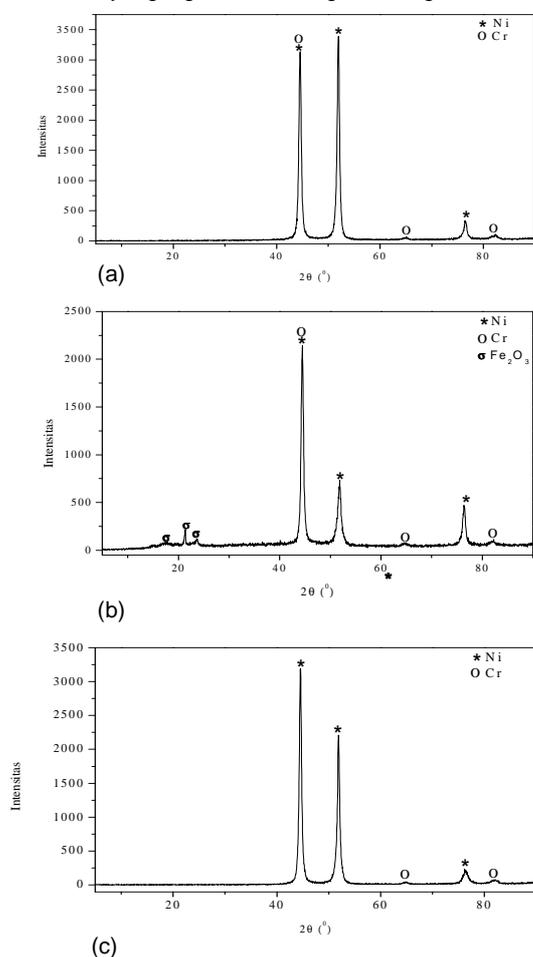
Gambar 3. Grafik hasil perhitungan laju korosi masing-masing velg terhadap tebal lapisan permukaan (*coating*)

Dari Gambar 3 terlihat bahwa laju korosi sampel 2 lebih besar yaitu $2,5 \times 10^{-5}$ mm/y dengan ketebalan lapisan permukaan (*coating*) sebesar 12,8 mikro meter dibandingkan sampel 1 dengan laju korosi sebesar $0,4 \times 10^{-5}$ mm/y dengan ketebalan lapisan permukaan (*coating*) sebesar 13,8 mikro meter dan sampel 3 dengan laju korosi $0,17 \times 10^{-5}$ mm/y dengan tebal lapisan permukaan (*coating*) sebesar 16,4 mikro meter. Hal ini dikarenakan semakin tebal lapisan permukaan (*coating*) pada masing-masing

sampel maka ion-ion Cl^- akan sulit untuk berdifusi menembus lapisan permukaan kromium.

3.4 Analisis produk korosi dengan XRD

Tujuan pengujian dengan XRD dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui produk korosi terbentuk akibat korosi. Namun dari hasil pengujian menggunakan XRD tidak menunjukkan adanya fasa oksida. Hal ini karena oksida yang terbentuk berupa lapisan tipis sehingga ketika diuji dengan XRD tidak teramati. Supaya dapat teramati maka seharusnya digunakan XRD lapisan tipis. Dari hasil pengujian XRD puncak-puncak yang teramati merupakan fasa-fasa yang terdapat pada logam dasarnya (*base metal*) dan unsur yang digunakan sebagai *coating*.



Gambar 4. Hasil uji dengan XRD (a) sampel 1 (b) sampel 2 (c) sampel 3

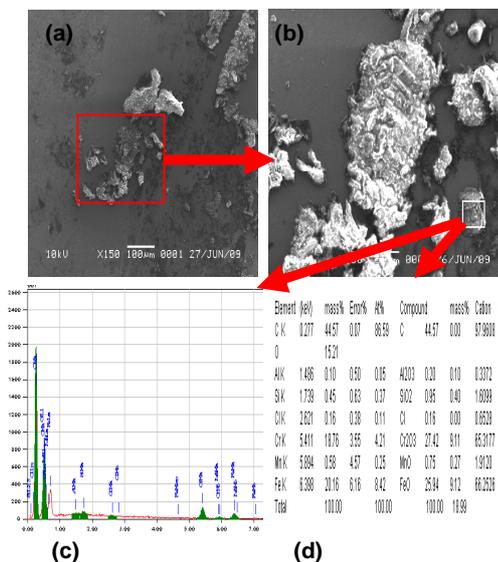
Pola difraksi sampel 1 – 3 ditunjukkan pada Gambar 4.5a, b dan c. Dari Gambar 4.5a terlihat bahwa puncak-puncak difraksi yang teramati pada sampel 1 adalah nikel (Ni) yang dicocokkan dengan PDF no 01-1260 pada sudut 44.52° , 55.96° dan 76.44° serta puncak kromium dengan no PDF 01-1261 pada sudut 64.64° dan 82.24° . Pada pola difraksi sampel 2 yang teramati adalah puncak-puncaknya sama yaitu nikel dan kromium, namun selain itu terdapat puncak pada

sudut 17° , 21° dan 23° yang setelah dicocokkan merupakan puncak Fe_2O_3 . Untuk sampel 3 (Gambar 4.5c), pola difraksinya sama dengan sampel 1 dan yang teramati adalah puncak-puncak yang sama. Logam Ni ini merupakan lapisan permukaan sebelum lapisan yang terluar berupa logam Cr dalam melapisi sampel.

3.5 Analisis Mikrostruktur dan produk korosi masing-masing sampel

3.5.1 Sampel 1

Bila dilihat dari morfologi dan bentuk korosi yang ditimbulkan akibat adanya unsur-unsur korosif air hujan seperti ion Cl^- maka serangan korosi yang terbentuk terjadi secara lokal yang sebarannya renggang seperti ditunjukkan pada Gambar 5a. Berdasarkan hasil SEM pada Gambar 5b menunjukkan terjadinya pembentukan oksida oksida kromium dan besi. Hal ini pula yang menyebabkan penambahan berat yang terjadi pada logam yang dikorosikan.



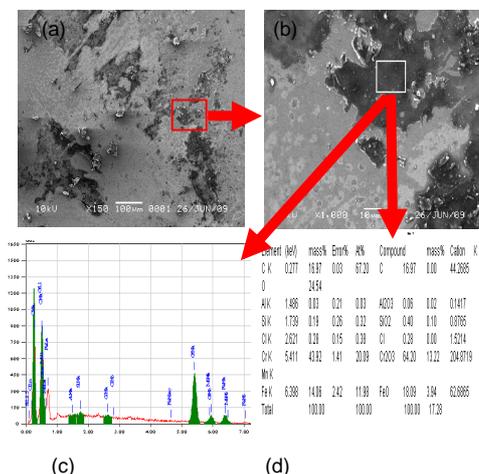
Gambar 5 Morfologi serangan korosi sampel 1 (a) Distribusi korosi (b) Insert produk korosi pengaruh unsur korosif air hujan (c) Puncak spektrum EDX (d) Analisis globular daerah terkorosi dengan EDX

Dari Gambar 5d terlihat bahwa dari analisis globular daerah terkorosi terdapat oksida oksida Cr_2O_3 yang cukup besar dan ini merupakan oksida logam kromium yang merupakan pelindung agar korosi tidak berlanjut. Selain oksida logam kromium juga terdapat oksida besi yaitu FeO ini menunjukkan bahwa lapisan kromium sudah rusak/pecah oleh serangan korosi akibat difusi ion-ion Cl^- dari air hujan.

3.5.2 Sampel 2

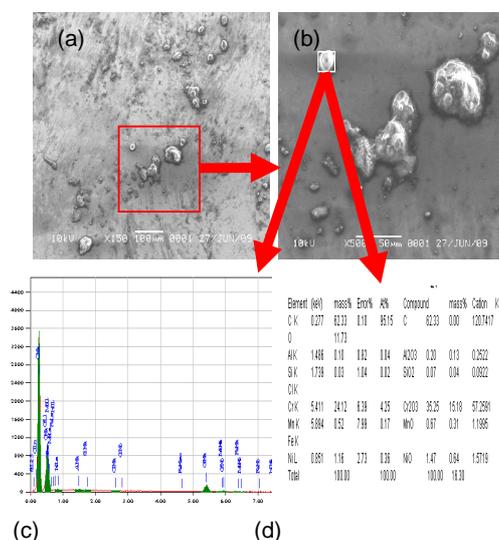
Berdasarkan hasil uji SEM didapatkan bahwa morfologi korosi yang terbentuk adalah merata dengan permukaan yang telah terkelupas Gambar 6a. Oksida-oksida yang merupakan produk korosi yang terlihat dari hasil uji EDX yaitu oksida kromium berupa Cr_2O_3 . Oksida lain yang terbentuk yaitu FeO yang merupakan oksida

besi, hal ini menunjukkan bahwa lapisan permukaan (*coating*) telah rusak/pecah oleh aktivitas ion-ion Cl⁻ yang merupakan unsur korosif yang terdapat pada air hujan (Gambar 6d).



Gambar 6. Morfologi serangan korosi sampel 2 (a) Distribusi korosi (b) Insert produk korosi pengaruh dari unsur korosif air hujan (c) Puncak spektrum EDX (d) Analisis globular daerah terkorosi dengan EDX

3.5.3 Sampel 3



Gambar 7 Morfologi serangan korosi sampel 3 (a) Distribusi korosi (b) Insert produk korosi pengaruh dari unsur korosif air hujan (c) Puncak spektrum EDX (d) Analisis globular daerah terkorosi

Berdasarkan Gambar 7a hasil SEM menunjukkan terdapat serangan korosi lokal pada permukaan yang diserang dengan sebaran yang merata. Oksida yang terbentuk terlihat tumbuh pada permukaan logam kromium yang mengakibatkan berat logam semakin bertambah setiap satu hari. Produk korosi yang berupa oksida ini akan terus berkembang hingga pada saat tertentu akan terkikis oleh kecepatan aliran atau dapat juga dilakukan dengan sengaja menggunakan larutan HCl. Oksida-oksida yang terbentuk pada permukaan sampel 3 berupa oksida Cr₂O₃ yang

dominan sedangkan oksida-oksida besi berupa FeO tidak terbentuk ini dapat dilihat dari hasil EDX pada Gambar 7c. Tidak terdapatnya oksida besi dimungkinkan karena lapisan pelindung (*coating*) belum pecah/rusak oleh difusi ion-ion Cl⁻.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Semakin tebal lapisan Coating pada permukaan baja karbon rendah, semakin kecil laju korosi, yaitu $0,4 \times 10^{-5}$ mm/y, $2,5 \times 10^{-5}$ mm/y dan $0,17 \times 10^{-5}$ mm/y untuk sampel 1, sampel 2 dan sampel 3 secara berurutan.
2. Bentuk dan morfologi produk korosi ada yang berupa bulatan dan ada juga yang memanjang dengan sebaran yang merata untuk sampel 1 dan 3, sedangkan untuk sampel 2 produk korosi telah terkelupas.
3. Mekanisme korosi yang terjadi pada baja karbon rendah, pada awalnya pertumbuhan lapisan oksida kompak dan untuk sampel 2 terjadi pengelupasan sehingga pertumbuhan oksida yang cepat terjadi, secara umum pertumbuhan oksida mengikuti hukum parabolik

6. Pustaka

Trethtwey, K.R. Chamberlin J. (1991), *Korosi untuk mahasiswa dan Rekayasawan*, alih bahasa Alek Tri Widodo, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Supardi (1997), *Korosi*, Bandung.

Masyrukan (2006), "Penelitian sifat fisis dan mekanis baja karbon rendah akibat pengaruh proses pengarbonan dari arang kayu jati", *Media Mesin*, Vol. 7, hal. 40–46.

Zhang, W., Jia, F., Zhang, Q., Inoue, A. (2007), "Effects of additional Ag on the thermal stability and glass-forming ability of Cu–Zr binary glassy alloys", *Materials Science and Engineering A*, Vol. 459, hal. 330–336.