

TINGKAT KOROSIFITAS AIR DI PERAIRAN PEMBANGKIT LISTRIK AIR WADUK CIRATA

Dadan Sumiarsa¹, Yayat Dhahiyat², dan Sunardi³

1. Lab. Kimia Organik, Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

2. Lab. Manajemen Sumberdaya Perairan dan Lingkungan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan..

3. Lab. Ekologi Perairan, Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Padjadjaran

Abstract

Corrosive water will affect the age of dam and hydroelectric equipment, hydropower. Analysis of water quality parameters of physical-chemistry at the surface and depth at the dam site and hydropower intake Cirata. Results of analysis using water corrosion index shows that the value of LSI <0 ie -0.78 s / d -1.6, RSI> 6.0 ie, 8.9 s / d 10.5 and LI> 0.2 0.63-0, 97. Index value indicates the water in the water for hydropower generation Cirata (Dam site and Intake) has corrosive tendencies.

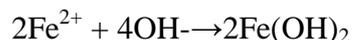
Keywords: Corrosive, dam site, intake, LSI, RSI, LI

A. Pendahuluan

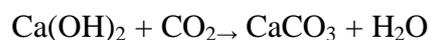
Kekuatan struktur beton bangunan bendungan dan peralatan pembangkit listrik PLTA sangat dipengaruhi oleh kualitas air. Kualitas air yang buruk dapat merusak konstruksi bendungan dan merusak peralatan pembangkit listrik tenaga air, PLTA.

Kerusakan konstruksi bendungan disebabkan rusaknya (*corrode*) baja beton bertulang karena bereaksi dengan air dan membentuk karat. Hal ini menyebabkan terjadi pengembangan volume besi tulangan tersebut. Pengembangan volume ini kemudian mendesak beton sehingga beton tersebut terkelupas atau pecah. Terjadinya karat

ini disebabkan adanya reaksi antara unsur besi (Fe⁺) di dalam tulangan dengan unsur hidroksi (OH⁻) dari air.



Air masuk ke dalam beton dan sampai ke tulangan melalui 2 cara, yaitu: (1) Air yang masuk dari luar atau uap air di udara melalui pori-pori beton karena beton tidak kedap air. (2) Proses karbonasi, yaitu reaksi antara karbondioksida (CO₂) dengan unsur kalsium hidroksida di dalam beton (Ca(OH)₂) karena beton tidak kedap udara.



Sedangkan mekanisme perusakan lapisan pasif akibat serangan ion klorida berlangsung dengan cara menyerang lapisan pasif baja tulangan dimana perannya adalah sebagai katalis terhadap korosi. Masuknya air ke dalam beton bertulang berfungsi sebagai media bagi ion-ion penyebab korosi pada baja tulangan seperti ion klorida dan ion sulfat untuk melakukan penetrasi ke dalam beton. Kerusakan pada permukaan beton (*scalling*) terjadi akibat pengembangan volume beton sehingga menyebabkan massa beton terdesak dan pecah. Hal tersebut diakibatkan terjadi reaksi ion sulfat dengan beton (Bhre, 98), Rusaknya peralatan pembangkit listrik yang terbuat dari logam disebabkan karena terjadi peristiwa korosi. Mekanisme peristiwa korosi pada metal pembangkit listrik salah satunya melalui melalui *chemical corrosion* dan merupakan *wet corrosion* karena korosi terjadi bila ada zat cair yang bersifat elektrolit.

Korosi dapat berlangsung apabila semua komponen sel elektrokimia tersedia yakni tersedianya katoda dan anoda serta elektrolit dalam jumlah yang cukup. Dengan adanya elektrolit akan terjadi perpindahan elektron dari anoda ke katoda akibat perbedaan potensial (Sulastyoweni dkk., 2002).

Sifat-sifat kimia yang mempengaruhi korosi adalah temperatur, garam-garam yang terlarut, dan adanya aktivitas mikroorganisme (bakteri). Terjadinya korosi material merupakan urutan reaksi (utama reaksi redoks) beberapa tahapan antara air dan permukaan logam dan material-material yang terendam atau yang teraliri air. Tingkat kecepatannya tergantung pada derajat keragaman logamnya dan karakteristik fisika dan kimia air, logam, dan lingkungan. Air yang mengandung kation terlarutnya (TDS) tinggi, seperti kalsium dan magnesium, natrium, klorida yang tinggi akan meningkatkan mendukung korosifitas air terhadap beton bertulang yang terendam air.

Pada kondisi oksigen terlarut ($DO = \text{dissolved oxygen}$) yang rendah menyebabkan aktivitas bakteri pengurai anaerob lebih intensif, sehingga konsentrasi NH_3 , H_2S dan CO_2 agresif dalam waduk semakin tinggi. Tingginya konsentrasi H_2S dan CO_2 dalam air akan meningkatkan keasaman air (nilai pH menjadi rendah) dan menyebabkan korosifitas air naik. Hasil penelitian Sulastyoweni dkk. (2002) ion sulfat dalam air lebih mempercepat korosi logam dibandingkan dengan ion klorida dan nitrat.

Nilai Indeks Langier dan indeks Ryznar digunakan untuk analisis kecenderungan korosifitas air (Brian Oram, PG). Tulisan ini merupakan hasil kajian tingkat korosifitas air waduk Cirata terutama di perairan pembangkit.

B. Metode Penelitian

Pendekatan studi yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif dengan pendekatan dengan *crosssectional*. Parameter kimia fisika air yang diperiksa masing-masing sebagai variabel independen, sedangkan tingkat korosifitas air sebagai variabel dependen. Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus (pengambilan contoh air) sampai November 2010 merupakan bagian dari studi krosifitas air waduk Cirata yang bekerjasama dengan BPWC Cirata.

Data hasil analisa di laboratorium dibandingkan dengan standar tingkat korosifitas air yang meliputi nilai CO₂ bebas, indeks kejenuhan Langier dan Riznar.

1. Parameter yang diukur

Parameter kualitas air dalam kajian korosifitas air waduk Cirata yang diukur adalah temperatur, pH, daya hantar listrik, residu klorin, DO, kekeruhan, kalsium, magnesium, natrium, alkalinitas,

karbon dioksida, klorida, sulfat, ammonia, nitrat, total posfat, ortoposfat, Fe dan Mn.

Pengukuran parameter air penyebab korosi mengacu pada Standard Methods, APHA (2000).

2. Lokasi penelitian

Lokasi pengambilan contoh air di badan kawasan operasional PLTA yakni di *intake*, *dam site*, dan *boat house*.

3. Analisis Data

Hasil pengukuran parameter kualitas air dilakukan analisis tingkat korosifitas air menggunakan indeks Langilier, Ryznar dan Larson.

Untuk menghitung nilai indeks kejenuhan Langilier (LSI) dan Ryznar (RSI) menggunakan *software calculator online Lannetech*. Semakin negatif nilai LSI air diindikasikan semakin korosif, dan semakin tinggi nilai RSI (> 6) air cenderung bersifat korosif atau kerak tidak cenderung terbentuk. Adapun untuk menghitung indeks kejenuhan Larson (LI) menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Indeks Larson (LI)} = (\text{meq/L Cl}^- + \text{meq/L SO}_4^{2-}) / (\text{meq/LHCO}_3^-)$$

Jika nilai LI < 0,2 : air menyebabkan kerak dan LI > 0,2 : air cenderung bersifat korosif/ kerak cenderung tidak terbentuk

C. Hasil Dan Pembahasan

Hasil pengukuran parameter penyebab korosif disajikan dalam Tabel 1 dan hasil analisis diperlihatkan dalam Tabel 2. Pada Tabel 2 tersebut terlihat bahwa nilai LSI untuk air *Dam site* dan *Intake* permukaan dan kedalaman 5 meter adalah negatif (< 0), yang menunjukkan bahwa air untuk Pembangkit PLTA (*Dam site* dan *Intake*) kecenderungan merusak logam (korosif). Data tersebut menunjukkan bahwa tingkat korosifitas air terhadap logam

lebih tinggi di kedalaman 5 meter. Nilai LSI di *Dam Site* adalah $-0,87$ sedangkan dipermukaan adalah $-0,78$, begitupun nilai LSI di dua lokasi (*Intake* dan *Boat House*) lebih tinggi di kedalaman 5 m. Hal ini disebabkan konsentrasi bikarbonat dan alkalinitas di air permukaan lebih tinggi. Nilai ini menunjukkan bahwa air di perairan pembangkit PLTA Cirata dapat menyebabkan terbentuknya lapisan kerak pada metal pembangkit yang pada akhirnya merusak peralatan pembangkit (Brian, tanpatahun).

Lokasi Sampling	pH	TDS (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	HCO ₃ ⁻ (mg/l)	Suhu (mg/l)	Alkalinitas (mg/l)	CO ₂ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	H ₂ S (mg/l)
<i>Dam Site</i> (Permukaan)	7,5 5	91	18,6	65,8	29,2	70,0	11,35	30,5	14,5	<0,00 2
<i>Dam site</i> (5 meter)	7,3	104	26,8 1	87,1	28,3	90,0	9,5	35,0	17,6	0,005
<i>Intake</i> (Permukaan)	7,5 3	90	9,99	66	29,1	70,0	11,20	25,9	11,0	<0,00 2
<i>Intake</i> (5 meter)	7,4 7	119	26,7 1	99,0	27,4	102,2	10,20	31,6	13,2	0,003
<i>Boat House</i> (Permukaan)	8,4 6	91	10,1	62,2	29,4	88,5	1,05	29,3	13,5	<0,00 2
<i>Boat House</i> (5 meter)	8,5	115	19,4	96,5	27,7	98,0	1,05	35,3	14,1	0,02

Tabel 2. Indeks Korosifitas di Wilayah Perairan Pembangkit PLTA Cirata

Lokasi	Indeks		
	LSI	RSI	LI
<i>Dam Site</i> (Permukaan)	-0,78	9,05	0,97
<i>Dam Site</i> (5 meter)	-0,87	8,9	0,86
<i>Intake</i> (Permukaan)	-1,5	10,47	0,63
<i>Intake</i> (5 meter)	-1,6	10,53	0,76

<i>Boat House</i> (Permukaan)	-0,16	8,74	0,97
<i>Boat House</i> (5 meter)	0,29	7,9	0,72

Kandungan sulfat dalam air pada kedalaman 5 meter (31,6 – 35,5 mg/L) dan klorida 14,6 – 17,6 mg/L) lebih besar dibandingkan dengan permukaan. Keberadaan sulfat dan klorida di perairan disebabkan adanya masukan dari limbah kegiatan industri yang terbawa oleh aliran sungai dan proses penguraian sulfur aerobik di air. Tingginya sulfat dan klorida menyebabkan nilai Indeks Larson (LI) di perairan pembangkit baik di permukaan maupun di kedalaman 5 meter lebih tinggi dari 0,2, yakni 0,63 – 0,97. Nilai ini menunjukkan konsentrasi sulfat dan klorida yang ada dalam air di perairan pembangkit PLTA Cirata dapat menyebabkan korosif dan merusak beton (Sulastyoweni, 2002). Tidak berbeda dengan korosifitas yang disebabkan karbonat, tingkat korosifitas air permukaan di *Intake* lebih rendah dibandingkan dengan kedalaman 5 meter. Hal ini terlihat dari nilai LI, nilai LI di permukaan yaitu 0,63 dan di kedalaman 5 meter 0,76.

Hasil perhitungan indeks RSI di air perairan pembangkit > 6,0, yakni 8,9 s/d 10,5. Nilai ini menunjukkan bahwa air yang digunakan untuk membangkitkan PLTA adalah korosif. Tingginya nilai indeks LSI, LI maupun RSI disebabkan

konsentrasi parameter alkalinitas, karbonat, CO₂, sulfat, klorida dan kalsium dalam air tinggi. Keberadaan parameter tersebut berasal input air bendungan, contohnya sungai Citarum dan anak sungainya. Hasil monitoring yang dilakukan oleh Pusat Penelitian Sumber Daya Alam dan Lingkungan – Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Padjadara, konsentrasi parameter tersebut selalu tinggi.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran kualitas air dan nilai LSI < 0 (-0,78 s/d - 1,6) , RSI > 6,0 (8,9 s/d 10,5) dan LI > 0,2 (0,63– 0,97) analisis indeks korosifitas di perairan untuk pembangkit PLTA Cirata (*Damsite* dan *Intake*) mempunyai kecenderungan korosif,

Ucapan Terima Kasih

Pada kesempatan ini kami ucapkan terimakasih kepada BPWC Cirata yang telah membantu penelitian ini.

E. Daftar Pustaka

- Rossun. J.R *Fundamental of Metallic Corrosion in Fresh water*
http://www.roscoemoss.com/tech_manuals/fmcf/fmcf.pdf
- Sulastyoweni W, Henky W., Ashadi, Andri Krinandi Wicaksono. 2002.

Pengaruh Unsur-Unsur Kimia Terhadap Laju Korosi Tulangan Beton: I. Didalam Air Rawa, Makara Teknologi Vol. 6 No.2, Agustus

Bhre Susantini Rusli (1998). *Kemorosotan Mutu Beton Bangunan Air*
<http://isjd.pdii.lipi.go.id/admin/jurnal/830983746.pdf>

APHA-AWWA-WPCF. 2000 Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18th Edition. APHA. New York

Brian Oram PG. *Drinking Water Issue Corrosive Water (Lead, Copper, Aluminum, Zinc and More)*. <http://www.water-research.net/corrosion.htm>.