

Korosifitas air terhadap fondasi beton, kasus di daerah Tapin, Kalimantan

BETHY CAROLINA MATAHELUMUAL

Pusat Lingkungan Geologi, Jln. Diponegoro No. 57 Bandung, Indonesia

SARI

Korosi artinya perusakan logam atau berkarat. Korosi dapat menyebabkan ketel uap meledak, pipa minyak pecah, atau senjata macet. Hasil survei menunjukkan bahwa korosi tidak hanya terjadi pada logam tetapi dapat terjadi pada fondasi beton. Korosi dipengaruhi oleh temperatur, garam-garam yang terlarut, dan adanya aktivitas mikroorganisme.

Unsur kimia yang mempengaruhi korosifitas air terhadap pembuatan fondasi beton yaitu pH (konsentrasi ion hidrogen), CO_2 agresif, amonium (NH_4^+), magnesium (Mg^{+2}), dan sulfat (SO_4^{-2}). pH merupakan unsur utama yang harus diperhatikan dalam penentuan sifat korosifitas air. Korosi mulai terbentuk pada pH air < 4,5; semakin rendah pH air semakin cepat terjadi korosi.

Dalam rangka mempelajari pengaruh unsur kimia terhadap korosifitas air dalam pembuatan fondasi beton telah dilakukan analisis kimia dari enam percontoh air di lokasi KUD Makmur, Desa Tambarangan pada bulan Juli 2002. Hasil pengukuran keasaman menunjukkan bahwa percontoh air bersifat asam dengan pH berkisar antara 3,8-5,1. Hasil analisis kimia terhadap unsur CO_2 , NH_4^+ , Mg^{+2} , dan SO_4^{-2} dapat dinyatakan bahwa percontoh air memiliki sifat korosifitas kuat sampai sangat kuat.

Terhadap air yang memiliki pH rendah dan korosifitas yang tinggi dapat dilakukan peningkatan mutu air untuk pembuatan fondasi beton. Pelapisan karbonat pada permukaan dalam dinding pipa dapat mencegah (menghambat) pembentukan korosi.

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam menanggulangi korosi terhadap pembangunan fondasi beton dimulai dari perencanaan, diikuti oleh pengumpulan data lingkungan, proses pembangunan, peralatan yang dipakai, dan cara pemeliharaan yang akan dilakukan.

Kata kunci: korosifitas, air, fondasi, beton, mikroorganisme

ABSTRACT

Corrosion means damaged metal or rust and it could cause explosion in industrial boiler, broken pipe, or stucked gun. Survey result shows that corrosion does not only occur on metals but it may form on building's concrete. Some factors enable to form corrosion are temperature, dissolved salt, and microorganism activity.

Corrosivity is influenced by the existence of low pH (concentration of Hydrogen ion), aggressive CO_2 , ammonium (NH_4^+), magnesium (Mg^{+2}), and sulphate (SO_4^{-2}), and pH is the main factor for being concerned of corrosivity. The corrosion may begin to form at water pH of 4.5; the lower pH of water, the faster it forms.

On July 2002, the area of KUD Makmur, Tambarangan village was chosen for corrosion study of concrete. Six water samples were analyzed for identification of some chemical elements which influenced the concrete corrosion. Analysis result exhibited that the water had acid characteristics with pH of 3.8-5.1, and the main compounds were CO_2 , NH_4^+ , Mg^{+2} , and SO_4^{-2} ; showing that the water ranged of high to very high corrosion character.

A special water treatment needs to do in increasing the quality of water, so that the water could be used for foundation concrete, or to prevent corrosion by coating the inner surface of pipe by carbonate.

Some parameters in building of foundation should consider such as firstly on planning, followed by environment data collection, and then building process, choosing equipments and maintenance.

Keywords: corrosion, water, foundation, concrete, microorganism

PENDAHULUAN

Korosi sudah dikenal sejak lama dan sangat merugikan. Kata korosi berasal dari bahasa latin yaitu *corrodere* yang artinya perusakan logam atau berkarat (Supardi, 1997). Korosi dapat menyebabkan ketel uap meledak, pipa minyak pecah, atau senjata macet. Terjadinya korosi dapat dipengaruhi oleh temperatur, garam-garam yang terlarut, dan adanya aktivitas mikroorganisme (bakteri).

Secara umum, penghambatan korosi terjadi pada kondisi temperatur yang tinggi. Klorida (Cl) merupakan garam yang sangat korosif. Pemanasan air menimbulkan keseimbangan antara CO_3 dan CO_2 , dan membentuk lapisan tipis. Bila dilakukan pendinginan air, maka CO_3 dan CO_2 menjadi tidak seimbang dan korosif. Walaupun aktivitas mikroorganisme mempengaruhi korosifitas, tetapi hasil reaksi berhubungan dengan kondisi yang kurang menguntungkan, misalnya butiran-butiran yang dibentuk oleh bakteri besi dan bau kurang sedap dari pembentukan lumpur (*sludge*) (Viessman *et al.*, 1985).

Mikroorganisme atau bakteri yang dapat meminim-

bulkan korosi adalah *Desulfovibrio desulfuricans*. Mikroorganisme ini dapat mengubah ion sulfat menjadi sulfida yang berwarna hitam. Bakteri lain yang berperan pada pembentukan korosi adalah jenis bakteri yang memiliki kemampuan mengoksidasi logam, seperti belerang, besi, dan mangan.

Parameter kimiawi yang mempengaruhi korosifitas air terhadap pembuatan fondasi beton, yaitu pH, CO_2 agresif, amonium (NH_4^+), magnesium (Mg^{+2}), dan sulfat (SO_4^{-2}). Dari kelima parameter kimia tersebut pH merupakan parameter yang harus diperhatikan dalam penentuan sifat korosifitas air. Korosi mulai terbentuk pada pH air < 4,0, sehingga semakin rendah pH air semakin cepat terbentuk korosi.

Studi korosifitas air terhadap fondasi beton dilakukan di lokasi KUD Makmur, Desa Tambarangan, daerah Tapin, Pulau Kalimantan (Gambar 1). Percontohan air ada enam buah. Pengambilan percontohan ini dilakukan oleh TIM DIK-S Evaluasi Geologi Arahkan Reklamasi Bekas Tambang, DTLGKP pada bulan Juni 2002.

KUD Makmur, Desa Tambarangan, daerah Tapin, Pulau Kalimantan merupakan wilayah bekas lahan tambang yang kondisi airnya bersifat asam, dan bila akan dikembangkan dapat membentuk korosi pada fondasi beton, tetapi jika akan dilakukan reklamasi maka diperlukan tanaman tertentu yang dapat tumbuh pada lahan yang bersifat asam.

Maksud penulisan ini adalah untuk menggambarkan pengaruh unsur kimia terhadap korosifitas air dalam pembuatan fondasi beton. Sedangkan tujuannya adalah mengupayakan pencegahan korosi melalui hasil analisis sifat korosifitas air.

METODE ANALISIS

Secara kimiawi, korosifitas air terhadap fondasi beton dapat ditentukan dengan cara penetapan CO_2 agresif dan parameter lain yang mendukung, seperti pH, amonium (NH_4^+), magnesium (Mg^{+2}), dan sulfat (SO_4^{-2}). Analisis kimia dilakukan dengan mengacu pada *Standard Methods*, APHA 1985.

Cara untuk mengetahui sifat korosifitas dari unsur-unsur kimia terhadap fondasi beton, adalah:

1. Mengukur kedalaman muka air tanah, kedalaman dan variasi level air sumur, baik sumur gali, sumur bor atau sumur uji;



Gambar 1. Lokasi pengambilan contoh air.

2. Mengukur kandungan unsur atau senyawa kimia, seperti pH, CO₂ agresif, magnesium (Mg⁺²), amonium (NH₄⁺), dan sulfat (SO₄⁻²) dalam satuan mg/L;

3. Mencari batasan kandungan unsur-unsur kimia air tanah yang bersifat korosif terhadap fondasi beton (Tabel 1).

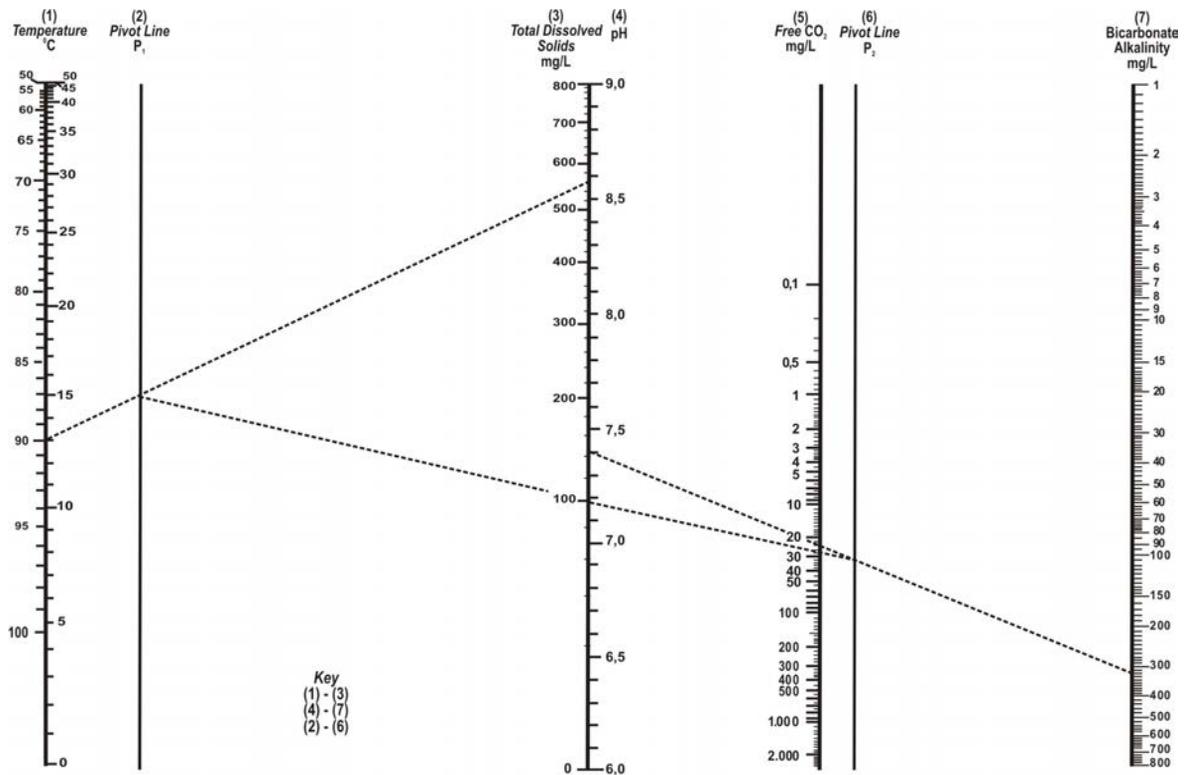
Tabel 1. Batasan Kandungan Unsur-Unsur Kimia Air Tanah yang korosif terhadap Fondasi Beton

No.	Unsur yang diperiksa	Sifat korosifitas		
		Lemah	Kuat	Sangat kuat
1.	pH	5,5-6,5	4,5-5,5	< 4,5
2.	CO ₂ agresif	15-30 (mg/L)	30-60 (mg/L)	> 60 (mg/L)
3.	NH ₄ ⁺	15-30 (mg/L)	30-60 (mg/L)	> 60 (mg/L)
4.	Mg ⁺²	100-300 (mg/L)	300-1500 (mg/L)	> 1500 (mg/L)
5.	SO ₄ ⁻²	200-600 (mg/L)	600-3000 (mg/L)	> 3000 (mg/L)

Penetapan CO₂ agresif:

1. CO₂ agresif ditentukan dengan *Standard Methods*, APHA 1985 dengan cara kerja sebagai berikut:

- Temperatur (ruangan) diplot pada skala 1.
- Total residu (mg/L) dari kation dan anion, kecuali kesadahan dan CO₂ bebas diplot pada skala 3.
- Kemudian dilakukan interpolasi data (skala 1 & 3), dan diperoleh titik P₁ pada skala 2.
- Nilai pH diplot pada skala 4.
- Konsentrasi HCO₃⁻ diplot pada skala 7.
- Kemudian dilakukan interpolasi data skala 4-7, sehingga diperoleh titik P₂ pada skala 5.
- Bila CO₂ bebas hasil analisis > CO₂ bebas yang diperoleh pada skala 5, maka:
CO₂ agresif = CO₂ bebas analisis – CO₂ bebas pada skala 5
CO₂ agresif = positif (mg/L)
- Bila CO₂ bebas hasil analisis < CO₂ bebas yang diperoleh pada skala 5, maka:



Gambar 2. Modifikasi evaluasi kandungan CO₂ bebas dari *Standard Methods*, 1985.

CO_2 agresif = 0 atau negatif (mg/L)

2. CO_2 agresif ditentukan dengan penambahan kaolin (CaCO_3), sehingga:

CO_2 agresif = CO_2 bebas hasil analisis – CO_2 bebas dengan penambahan kaolin (mg/L)

HASIL ANALISIS DAN DISKUSI

Hasil perhitungan terhadap CO_2 agresif percontoh air dari daerah Tapin adalah negatif, yang berarti bahwa percontoh air berdasarkan CO_2 agresif tidak memenuhi syarat sebagai bahan pembuatan fondasi beton. Oleh karena itu, unsur atau senyawa kimia lainnya harus diperhatikan untuk menentukan bahwa percontoh air tersebut memenuhi syarat pembuatan fondasi beton.

Hasil pengukuran lima percontoh air yang berasal dari Tapin mempunyai nilai pH rendah yaitu < 4,5 berarti percontoh air dapat dikelompokkan ke dalam percontoh air yang mempunyai sifat korosifitas sangat kuat terhadap fondasi beton. Sedangkan percontoh A2 mempunyai sifat korosifitas kuat dengan nilai pH 5,08. Unsur lain yang mendukung sifat korosifitas untuk percontoh A4 dan A5 adalah konsentrasi amonium sebesar 21,0 mg/L dan 38,0 mg/L (Tabel 2).

Oleh karena pH air bersifat asam maka air harus dinetralkan untuk dapat memenuhi syarat dalam pembuatan fondasi beton. Dua metode dasar untuk menetralkan air asam untuk mencegah terjadinya korosi yaitu menggunakan tabung penyaring dan penambahan senyawa kimia. Metode pertama dilakukan dengan mengisi tabung penyaring dengan batu kapur, magnesium, atau keduanya. Batukapur jarang menaikkan nilai pH melebihi 7,0 tetapi penambahan magnesium dapat meningkatkan pH menjadi lebih dari 7. Sementara metode kedua, penambahan senyawa kimia polifosfat, seperti

NaCO_3 atau NaOH (*caustic*, natrium hidroksida), dapat mencegah korosi pada nilai pH 2,0-6,8 (Lehr *et al.*, 1980).

KESIMPULAN

Percontoh air yang berasal dari lokasi KUD Makmur, Desa Tambarangan, daerah Tapin, Pulau Kalimantan, mempunyai nilai CO_2 agresif negatif dan tidak memenuhi persyaratan air untuk pembuatan fondasi beton. Air yang bersifat asam (pH rendah) dapat digunakan sebagai pembuatan fondasi beton dengan terlebih dulu dinetralkan dengan penambahan batu kapur atau magnesium dan dengan penambahan senyawa kimia polifosfat seperti NaCO_3 atau NaOH (*caustic*, natrium hidroksida).

SARAN

Korosi merupakan peristiwa alamiah, semua bahan akan kembali pada sifat asalnya. Oleh karena itu, pengendalian korosi suatu pembangunan fondasi beton harus diperhatikan sejak dari perencanaan, pengumpulan data lingkungan, proses pembangunan, peralatan yang dipakai, dan cara pemeliharaan pasca pembangunan.

ACUAN

- APHA-AWWA-WPCF, 1985. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 16th Edition.
 Lehr, J.H, Gass, T.E., Pettijohn, W.A., and DeMarre, J., 1980. *Domestic water treatment*. McGraw-Hill Book Company, New York-Toronto.
 Supardi, R., 1987. *Korosi*. Edisi Pertama. Tarsito, Bandung.
 Viessman, Jr.W., and Hammer, M.J., 1985. *Water Supply and pollution control*. Forth Edition, Harper & Row Publisher, New York.

Tabel 2. Hasil Analisis Fisika-Kimia Percontoh Air Tapin

Kode Percontoh	pH	CO_2 agresif	NH_4^+	Mg^{+2}	SO_4^{-2}	Sifat Korosifitas
A1	4,40*	negatif	0,0	2,6	27,5	Korosif sangat kuat
A2	5,08*	negatif	13,2	2,9	59,1	Korosif kuat
A3	4,37*	negatif	0,2	4,9	28,8	Korosif sangat kuat
A4	4,33*	negatif	21,0*	2,4	15,4	Korosif sangat kuat
A5	3,80*	negatif	38,0*	3,9	13,3	Korosif sangat kuat
A6	4,30*	negatif	0,0	4,9	5,2	Korosif sangat kuat