

# Pengaruh Kondisi Air Terhadap Laju Korosi pada Baja Tulangan

Bambang Hari Prabowo, Lela Mukmilah

Jurusan Teknik Kimia

Fakultas Teknik - Universitas Jenderal Achmad Yani

e-mail: bhpujtk@yahoo.co.id

**Abstrak.** Penggunaan logam sebagai bahan konstruksi, perlu diketahui seberapa cepatkah suatu logam itu rusak atau tidak berfungsi karena korosi. Maka dari itu dibutuhkan pengendalian korosi agar bahan konstruksi dapat berfungsi maksimal.

Banyak faktor yang menyebabkan kegagalan suatu struktur beton diantaranya kekuatan ikatan atau kuat lekat (*bonding strength*) antara beton dan tulangnya sendiri. Penurunan kekuatan ikatan beton dengan tulangnya dapat terjadi bila pada permukaan baja tulangan yang digunakan sebelum atau setelah dilakukan pengecoran terdapat kotoran berupa deposit korosi, tanah, minyak pelumas dan lain-lain.

Pada penelitian ini, dilakukan perendaman selama beberapa waktu pada baja tulangan di berbagai kondisi air digunakan sebagai cara untuk mengukur laju korosi pada baja tulangan konstruksi beton, karena air adalah salah satu komposisi utama untuk tercampurnya beton, yang akan memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pengerjaan beton. Sehingga dari usaha ini, diharapkan dapat diketahui kondisi air yang dipakai untuk pembuatan beton bertulang, dengan mempertimbangkan dampak yang akan dialami oleh baja tulangan di dalam beton tersebut.

Hasil dari penelitian yang diperoleh, laju korosi tertinggi terdapat pada air laut (air yang banyak mengandung ion klorida) sebesar 5,523 mpy pada sampel yang diberikan *stress* (ditekuk). Sedangkan laju korosi terkecil terdapat pada air sungai sebesar 0,221 mpy pada sampel *non stress*.

**Kata kunci :** Laju korosi, Baja tulangan, Bonding strength, Kondisi air dan mpy

## 1 Pendahuluan

Bahan konstruksi pada umumnya terbuat dari logam, baik untuk alat industri kimia, industri otomotif dan konstruksi bangunan. Bahan ini akan berinteraksi dengan berbagai lingkungan (udara dan air), pada saat berinteraksi logam ini akan terkorosi. Dalam penggunaan logam sebagai bahan konstruksi perlu diketahui seberapa cepatkah suatu logam itu rusak atau tidak berfungsi karena korosi. Maka dari itu dibutuhkan pengendalian korosi agar bahan konstruksi dapat berfungsi maksimal. Laju korosi yang kecil akan memperpanjang waktu pemakaian bahan konstruksi dan lebih ekonomis.

Umur bahan konstruksi dapat diprediksi, diantaranya berdasarkan pengaruh lingkungan atau medium. Pada lingkungan agresif, laju korosi lebih tinggi terutama pada lingkungan asam. Bagaimanapun laju korosi merupakan salah satu faktor yang perlu diperhatikan dalam pemilihan logam. Dalam bidang perekayasaan, sifat mekanis benda kerja umumnya merupakan salah satu batasan atau kriteria pemilihan logam. Pada situasi yang demikian, ada beberapa kemungkinan dalam melakukan pemilihan logam dari beberapa logam yang telah memenuhi syarat mekanis (misalnya: kekuatan (*strength*), keuletan (*ductile*), kekerasan (*hardness*), dan ketangguhan).

Oleh karena itu, biasanya dalam bidang kerekayasaan sukar mendapatkan benda kerja yang memiliki ketahanan korosi yang tinggi dalam lingkungan.

Korosi didefinisikan sebagai kerusakan bahan yang disebabkan oleh reaksi terhadap lingkungan disekitarnya, sebagai suatu gejala alami yang merupakan konsekuensi logis dari siklus kehidupan. Dengan kata lain, korosi merupakan suatu proses yang akan terus berlangsung dan tidak akan berhenti. Proses korosi didasarkan pada reaksi elektrokimia, yaitu larutnya logam atau adanya perpindahan elektron yang masuk ke lingkungan dan keluarnya gas hidrogen. Korosi tidak dapat dihentikan, tetapi hanya dapat dicegah atau dihambat laju korosinya. Oleh karena itu, untuk memperpanjang umur benda kerja yang terbuat dari logam perlu dicarikan sistem penanganan korosi.

Dampak lingkungan (air), terhadap ketahanan logam adalah salah satu aspek penting pada sistem penanganan korosi. Pada saat baja dan logam paduan lain yang merupakan bahan logam, berada di lingkungan air, maka reaksi korosi akan segera terjadi atau berlangsung. Laju korosi relatif terhadap komposisi air, yaitu keadaan netral, mengandung pengotor yang larut atau komponen yang dapat memicu dan meningkatkan laju korosi (lingkungan agresif).

Baja tulangan ialah bahan logam yang biasa digunakan pada proses pengecoran konstruksi bangunan, yang berbentuk batang silinder dengan corak dari kawat ulir dan polos. Baja tulangan termasuk kedalam golongan baja karbon rendah karena kandungan karbonnya antara 0,08 % - 0,25 %. Baja tulangan merupakan material logam yang relatif tahan terhadap korosi, tergantung dari komposisi logam yang terkandung di dalamnya. Berdasarkan sifat mekanik memiliki kekuatan (*strength*), keuletan (*ductile*), kekerasan (*hardness*) dan ketangguhan yang baik.

Pada penelitian ini akan dilakukan perendaman benda kerja pada lingkungan air untuk mengetahui laju korosi yang terjadi pada baja tulangan konstruksi beton. Pada penelitian ini bahan dan medium dibatasi, yaitu:

- Berbagai jenis air (sumur, hujan, PAM, air laut, air sungai)
- Baja tulangan dengan diameter 10 mm.

Analisis yang akan dilakukan untuk pengukuran laju korosi adalah dengan metoda kehilangan berat per satuan luas dan waktu.

## 2 Metoda dan Hasil Penelitian

Metoda penelitian ditunjukkan pada gambar 1, sedangkan hasil penelitian ditunjukkan sebagai berikut:





**Gambar 1** Skema diagram alir tahap penelitian

**Tabel 1** Laju korosi pada benda kerja non stress

Waktu peredaman	Lama peredaman (jam)	Jenis air	Laju korosi (mpy)
12 hari	303	hujan	1,046
		sumur	1,046
		laut	1,046
		sungai	0
		PAM	0
24 hari	573.5	hujan	1,6576
		sumur	1,105
		laut	1,657
		sungai	0
		PAM	0,552
36 hari	861.5	hujan	2,206
		sumur	1,103
		laut	2,206
		sungai	0
		PAM	0,735
48 hari	1149	hujan	2,482
		sumur	1,379
		laut	2,482
		sungai	0,276
		PAM	0,827
60 hari	1434	hujan	2,209
		sumur	1,105
		laut	2,430
		sungai	0,221
		PAM	0,663

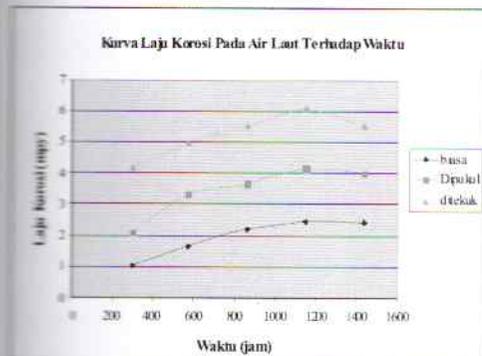
**Tabel 2** Laju korosi pada benda kerja yang diberi tegangan

Waktu perendaman	Lama perendaman (jam)	Jenis air	Laju korosi (mpy)
12 hari	303	hujan	2,091
		sumur	1,046
		laut	2,091
		sungai	0
		PAM	1,046
24 hari	573.5	hujan	2,762
		sumur	1,657
		laut	3,314
		sungai	0
		PAM	1,105
36 hari	861.5	hujan	2,942
		sumur	1,839
		laut	3,677
		sungai	0,368
		PAM	1,103
48 hari	1149	hujan	3,033
		sumur	2,206
		laut	4,136
		sungai	0,827
		PAM	1,379
60 hari	1434	hujan	2,872
		sumur	1,988
		laut	3,977
		sungai	0,663
		PAM	1,326

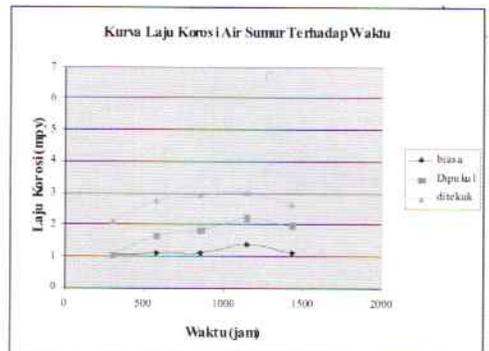
**Tabel 3** Laju korosi pada benda kerja yang diberi tegangan

Waktu peredaman	Lama peredaman (jam)	Jenis air	Laju korosi (mpy)
12 hari	303	hujan	3,137
		sumur	2,091
		laut	4,182
		sungai	1,046
		PAM	2,091
24 hari	573.5	hujan	3,315
		sumur	2,762
		laut	4,972
		sungai	1,105
		PAM	2,210

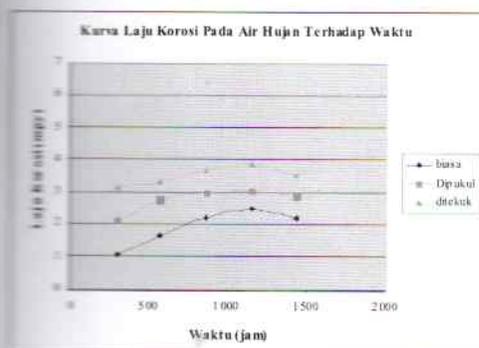
36 hari	861.5	hujan	3,677
		sumur	2,942
		laut	5,516
		sungai	1,471
		PAM	2,206
48 hari	1149	hujan	3,860
		sumur	3,033
		laut	6,066
		sungai	1,930
		PAM	2,482
60 hari	1434	hujan	3,535
		sumur	2,651
		laut	5,523
		sungai	1,767
		PAM	2,209



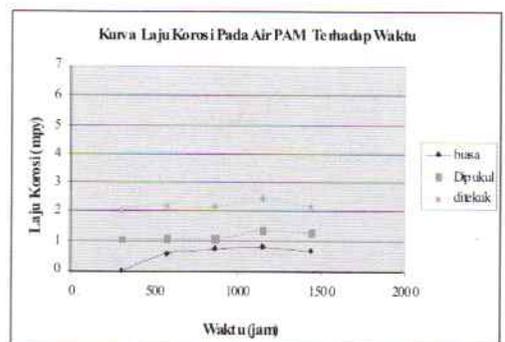
(a)



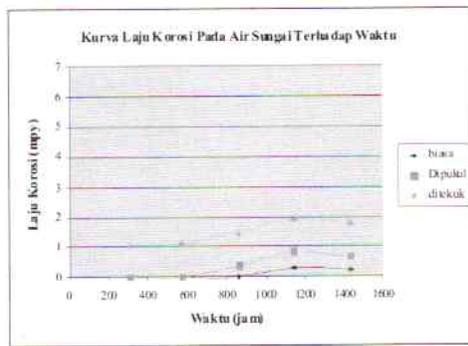
(b)



(c)

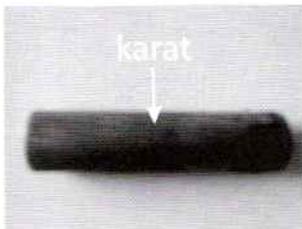


(d)

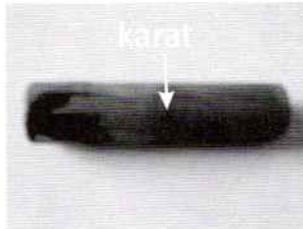


(e)

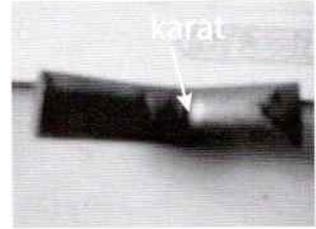
**Gambar 2** Kurva laju korosi pada berbagai media; (a) air laut (b) air sumur (c) air hujan (d) air PAM (e) air sungai



(a)



(b)



(c)

**Gambar 3** Kondisi akhir baja setelah dibersihkan: (a) biasa, (b) dipukul, (c) ditebuk

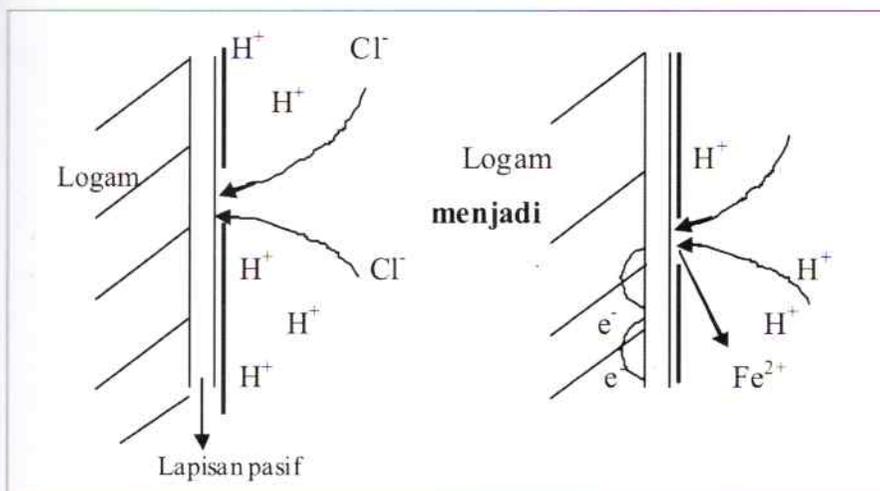
### 3 Pembahasan

Dari penelitian yang telah kami lakukan, dengan menggunakan beberapa variasi perlakuan pada benda kerja dan jenis air perendam (masing-masing sebanyak 250 ml). Diperoleh laju korosi baja terus meningkat setiap harinya, seperti yang bisa dilihat pada hasil penelitian. Namun laju korosi ini memiliki titik optimum pada perendaman dihari ke-48 dan diperoleh hasil akhir pada hari ke-60, dimana laju korosi terhambat oleh lapisan karat sebagai lapisan barrier yang menghalangi reaksi elektrokimia.

Diantara variasi perlakuan pada benda kerja, diperoleh bahwa benda kerja yang diberikan stress dengan cara ditebuk, memiliki laju korosi yang paling besar jika dibandingkan dengan non stress dan dipukul. Pengaruh diberikannya stress pada benda kerja menyebabkan stuktur atomnya berubah, akibatnya ada dislokasi dan menjadi terbuka, sehingga permukaan benda kerja lebih mudah terserang ion agresif. Permukaan benda kerja yang lebih terbuka (dalam hal ini lapisan pasif logam), mengakibatkan benda kerja akan lebih mudah terserang korosi. Air yang dipakai untuk perendaman, yang paling mempengaruhi laju korosi adalah air laut dengan besarnya laju korosi adalah 5,523 mpy, yang kemudian air hujan sebesar 3,535 mpy, air sumur 2,651 mpy, air PAM 2,209 mpy, dan air sungai 1,767 mpy.

Air laut memiliki agresivitas terhadap logam yang sangat tinggi karena memiliki kandungan ion  $Cl^-$  yang sangat tinggi, dimana ion  $Cl^-$  ini sangat agresif terhadap logam, ion ini dapat merusak lapisan pasif pada logam sehingga dapat mempercepat terjadinya

proses korosi. Ion klorida ini dapat menyebabkan terjadinya korosi sumuran, dan pada proses selanjutnya akan mendalamkan sumurnya.



**Gambar 5** Skema terjadinya proses korosi

Laju korosi terbesar kedua adalah air hujan, karena pada perjalanan air hujan jatuh ke bumi, air menyerap partikel-partikel yang ada di udara, yang berasal dari emisi gas buang kendaraan bermotor, gas buang dari industri dan lain-lain, yang menyebabkan polusi (tingkat kekotoran lingkungan) seperti  $CO_2$ ,  $CO$ ,  $NO_x$ ,  $SO_x$  dan lain-lain, yang menyebabkan air hujan sekarang ini bersifat cenderung asam dan korosif terhadap logam.

Air sumur tergantung pada tanah tempat air itu berada, bila tanah mengandung banyak kapur maka akan sadah dan mengandung mikroba, air sumur juga menyerap gas-gas serta bahan-bahan organik seperti  $CO_2$ ,  $H_2S$ ,  $NH_3$  dan lain-lain, sehingga terdapat banyak pengotor. Korosifitas air sumur akan lebih kecil dibandingkan dengan air laut.

Air sungai merupakan air permukaan dimana kandungan zat terlarutnya tergantung pada komposisi air yang mengalir (apakah banyak zat pencemar atau tidak). Kandungan mineral pada air sungai jauh lebih rendah jika dibandingkan dengan air laut, sehingga agresivitasnya lebih rendah jika dibandingkan dengan air laut. Selain itu, faktor pH berpengaruh juga terhadap laju korosi, karena larutan yang bersifat asam akan mempercepat terjadinya proses korosi, yang disebabkan oleh banyaknya ion  $H^+$ . Hal ini telah dibuktikan dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, dimana konsentrasi pada larutan 4 molar lebih korosif dibandingkan dengan larutan 2 molar. Logam sangat mudah bereaksi dengan ion  $H^+$  (asam) dan adanya  $O_2$  yang larut dari udara. Korosi pada keadaan ini akan berlangsung cepat walau pada temperatur rendah, karena telah terjadi reaksi elektrokimia.

#### 4 Kesimpulan

Dari penelitian yang sudah dilakukan dapat ditarik kesimpulan antara lain:

1. Laju korosi tertinggi pada lingkungan air laut yang diberi stress dengan laju 5,523 mpy, walaupun pH nya netral tetapi air laut banyak mengandung unsur ion klorida (Cl).
2. Ion klorida adalah unsur yang paling agresif, dan keberadaannya pada kandungan air akan mempercepat laju korosi.
3. Pemberian stress pada benda kerja / logam dapat mempercepat laju korosi.
4. Besarnya laju korosi dalam media air, selain ditentukan dari nilai pH, juga dari kandungan mineral dalam air.

## **5 Daftar Pustaka**

1. Ardjo, Durban Latief. Korosi dan Prinsip-Prinsip Korosi. Bandung : Institut Teknologi Bandung. 1986.
2. Budiman, Frans. Korosi Majalah Ilmiah dan Teknologi Vol 1, No 2. Jakarta Pusat: PT Zindo Utama. 1979.
3. Dipohusato, Istimawan. Struktur Beton Bertulang. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama. 1999.
4. Fontana, Mars G. Corrosion Engineering. McGraw-Hill. New York. 1978.
5. Jones, Denny A. Principles and Prevention of CORROSION .Macmillan Publishing Company. New York. 1992.
6. Mulyono, Tri. Teknologi Beton. Yogya : Andi Yogyakarta. 2003.
7. Nawi, Edward G. BETON BERTULANG Suatu Pendekatan Dasar. Jakarta : CV Refika Aditama. 1993.
8. Roberge, Pierre R. Handbook of Corrosion Engineering. McGraw-Hill. New York. 1999.
9. Supardi, H Rahmat. Korosi. Bandung : Tarsito. 1997
10. Supriyadi. Pendidikan dan Latihan Casting Teknologi for Supervisor "Unsur Paduan dan Pengaruhnya". Bandung : Balai Besar Logam dan Mesin. 2006.
11. Trethewey, KR.dkk. KOROSI untuk mahasiswa dan rekayasawan. PT.Gramedia Pustaka Utama Jakarta. 1991.
12. Widharto, Sri. Karat dan Pencegahannya, Edisi 1. Jakarta : PT.Pradnya Paramita. 1999.