

DISTRIBUSI TINGKAT KARAT DAN LAJU KOROSI BAJA ST. 37 DALAM LINGKUNGAN AIR LAUT DAN AIR TANAH

Johannes Leonard

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin
Jalan Perintis Kemerdekaan Km.10, Makassar 90225, Indonesia
e-mail : johannesleonard55@yahoo.com

Abstrak

Untuk mempelajari fenomena pengaruh lingkungan korosif terhadap korosi pada baja karbon st.37, maka pengamatan terhadap masalah tersebut telah dilaksanakan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan tingkat karat, tipe dan laju korosi yang terjadi pada plat baja karbon st.37 yang digunakan dalam air laut dan air tanah.

Pengujian dilakukan melalui percobaan perendaman pada suhu ruang. Air laut berasal dari perairan sekitar wilayah kota Makassar dan air tanah dari pinggiran kota Sungguminasa, kabupaten Gowa Sulawesi Selatan. Material dasar yang digunakan adalah baja plat St. 37, dibuat dalam bentuk spesimen lempengan plat. Pengujian dilakukan selama 10 minggu dengan interval 2 minggu. Perhitungan laju korosi dilakukan berdasarkan kehilangan berat. Pengamatan secara mikroskopik dilengkapi dengan persentase luasan defek, baik untuk tingkat karat dan pori sumuran, berdasarkan Dot Chart ASTM B 537-70 (80) dengan mengasumsikan bahwa tipe kerusakan pada permukaan adalah gabungan semua bentuk korosi basis metal.

Dari hasil pengamatan korosi, terlihat bahwa spesimen setelah waktu perendaman 4 sampai 10 minggu, spesimen mengalami korosi permukaan yang merata. Perubahan warna juga terjadi secara merata yaitu untuk spesimen air sungai berwarna kecoklatan dan untuk spesimen air laut berwarna coklat kehitaman. Terjadinya perubahan warna ini sebagai suatu bentuk produk korosi merata (karat). Adapun produk korosi yang lain adalah terbentuknya korosi sumuran dengan adanya bintik-bintik kecil. Hal ini disebabkan karena adanya unsur-unsur kimia, utamanya ion-ion klorida (Cl^-) yang sangat agresif, dimana ion ini selain mempercepat terjadinya korosi, juga dapat berlangsung tanpa adanya suplai oksigen. Persentase karat dan laju korosi jika di lihat secara visual atau secara langsung nampak spesimen dalam lingkungan air laut cenderung lebih besar dibanding dalam lingkungan air sungai.

Kata kunci : Air laut, air tanah, laju korosi, tingkat karat

Pendahuluan

Penggunaan baja st 37 yang begitu luas di suatu kondisi dan keadaan tertentu, sering kali berinteraksi dengan alam misalnya seperti air laut, air sungai, oksigen, nilai pH dan kondisi alam lainnya. Pemakaian bahan karbon dalam lingkungan air laut dan air sungai, banyak dijumpai dalam kegiatan pertambangan minyak dan gas bumi dalam sistem perpipaan yang digunakan disebut sebagai pipa distribusi.

Air laut adalah air murni yang di dalamnya terlarut berbagai zat padat dan gas. Suatu contoh air laut sebesar 1000 g berisi kurang lebih 35 g senyawa-senyawa terlarut yang secara kolektif disebut garam. Dengan kata lain, 96,5% air laut berupa air murni dan 3,5% zat terlarut. Banyaknya zat yang terlarut disebut salinitas. Zat-zat terlarut meliputi garam-garam anorganik, senyawa-senyawa organik yang berasal dari organisme hidup, dan gas-gas terlarut. Fraksi terbesar dari bahan terlarut terdiri dari garam-garam anorganik yang berwujud ion-ion. Enam ion anorganik membentuk 99,28% berat dari bahan anorganik padat. Air laut adalah suatu zat pelarut yang bersifat sangat berdaya guna, yang mampu melarutkan zat-zat lain dalam jumlah yang lebih besar dari pada zat cair lainnya. Proses korosi dalam air laut berlangsung karena adanya unsur-unsur kimia, oksigen yang larut dan pengaruh bakteri. Korosi logam pada air laut terengikuti mekanisme pada elektrokimia dimana pada logam yang mengalami korosi terdapat tempat-tempat berupa anoda dan katoda. Plat baja karbon dalam air laut mengalami laju korosi antara 0,1 sampai 0,15 mm pertahun, namun jika serangannya berupa sumuran, penetrasi yang terjadi jauh lebih dalam^[1,2].

Air tanah merupakan sumber air tawar terbesar di planet bumi, mencakup kira-kira 30% dari total air tawar atau 105 juta km³ (Suripin, 2004). Akhir-akhir ini pemanfaatan air tanah meningkat dengan cepat, bahkan di beberapa tempat tingkat eksploitasinya sudah sampai tingkat yang kritis. Air tanah dangkal, seperti air sumur, komposisi zat terlarutnya sangat tergantung pada tanah dimana sumur itu dibuat. Bila tanahnya banyak kapurnya maka itu akan sadah. Korosivitasnya lebih rendah daripada air laut. Air tanah dalam, pada umumnya bebas dari mikroba karena mendapat saringan alam yang sempurna, lebih jernih karena mendapat proses pendapatan yang lama sekali. Kelemahannya jumlah ion yang terlarut akan cukup banyak karena kontak langsung antara air dengan tempat di dalam tanah sangat lama dan bergantung pada komposisi tanahnya sendiri, bisa mengandung mineral yang cukup tinggi.

Diantara karakteristik fisik air tanah adalah larutan

sedimen, suhu air dan tingkat oksigen yang terlarut didalamnya. Dalam air sungai terdapat mineral dan gas yang umum ditemukan antara lain karbon, sulfur,odium, kalsium, oksigen, nitrogen dan silikon. Laju korosi yang terjadi dalam air tanah khususnya pada plat baja karbon berkisar 0,05 mm pertahun, namun laju korosi ini akan memperburuk hingga 0,01 mm pertahun bila endapan yang mengandung kapur sudah terbentuk^[3]. Baja karbon akan mengalami korosi pada hampir semua lingkungan atmosfer bila kelembaban relatif melebihi 60 persen. Begitu lapisan butir-butir air terbentuk pada permukaannya, laju korosi ditentukan oleh berbagai faktor lingkungan tetapi yang terpenting adalah pemasukan oksigen, pH, dan hadirnya ion-ion agresif.

Korosi merupakan salah satu masalah yang merugikan yang perlu mendapat perhatian khusus akibat efek yang dapat ditimbulkannya, oleh karena korosi merupakan proses alamiah maka prosesnya tak dapat dicegah, yang dapat kita lakukan adalah dengan mengendalikan dan mengurangi laju korosi sehingga produk tersebut efisien sesuai yang direncanakan. Laju atau tingkat karat suatu logam yang terkorosi umumnya ditentukan konduktivitas elektrolit yang terlarut. Lingkungan tersebut merupakan media likuid. Pada lingkungan laut dengan kadar garam hingga 3,5% atau lingkungan dengan mempunyai kadar ion klorida yang cukup tinggi, baja karbon rendah mengalami kegagalan material akibat korosi yang menyeluruh ke seluruh permukaan logam tergantung dari konsentrasi elektrolit di lingkungan. Aplikasi baja karbon rendah di lingkungan dengan kadar ion klorida lebih dari 3% banyak di pakai pada bangunan kapal dan peralatan maritim^[3].

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan peringkat/rating terhadap karat yang terjadi pada plat baja karbon yang digunakan dalam air laut dan air sungai serta untuk mengetahui type dan laju korosi yang terjadi pada spesimen.

Metodologi Penelitian

Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan di Laboratorium Metaturgi fisik Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin dengan interval pengambilan data setiap 2 minggu selama 10 minggu.

Alat dan Bahan

Material dasar yang digunakan adalah baja plat St. 37, dengan dimensi spesimen panjang 100 mm, lebar 150 mm, dan tebal 0,75 mm.

Alat pengujian

Alat ini berupa bentuk kotak yang berjumlah 2 buah. Dimana masing-masing kotak terdapat air laut dan air tanah. Spesimen direndam ke dalam masing-masing

kotak. Mikroskop yang dilengkapi kamera foto, digunakan untuk memeriksa sekaligus untuk mengambil gambar keadaan struktur uji atau mengukur kedalaman sumuran.

Pelaksanaan Penelitian

Perhitungan laju korosi dilakukan berdasarkan kehilangan berat. Pengamatan secara mikroskopik dilengkapi dengan persentase luasan defek, baik untuk tingkat karat dan pori sumuran, berdasarkan Dot Chart ASTM B 537-70 (80) dengan mengasumsikan bahwa tipe kerusakan pada permukaan adalah gabungan semua bentuk korosi basis metal.

Permukaan spesimen dibersihkan dengan cara pengamplasan hingga bersih dan rata menggunakan kertas gosok dengan tingkat kekasaran yang berbeda-beda yang dimulai dari yang paling kasar sampai pada tingkat yang halus yaitu 600, 800, 1000 dan 2000. Specimen akan ditempatkan di media air laut sebanyak 30 buah. Demikian juga untuk spesimen yang akan ditempatkan di media air tanah.

Pengujian dilakukan selama 10 minggu dimana pada tiap 2 minggu dilakukan pembersihan dan penggantian air serta pengambilan data. Proses pengambilan data pada saat pengujian selama 2 minggu, diambil masing-masing tiga buah spesimen dari masing-masing lingkungan air laut dan lingkungan air sungai. Kemudian spesimen tersebut dibersihkan dengan majun dan sikat secara perlahan-lahan dan hati-hati agar produk korosinya saja yang keluar/lepas dari spesimen lalu dilakukan penimbangan untuk mengetahui selisih berat spesimen sebelum dan sesudah perendaman. Demikian pula tingkat karat san sumuran yang terjadi.

Menentukan laju korosi dengan metoda kehilangan berat merupakan metoda yang paling banyak digunakan. Logam yang akan ditentukan laju korosinya dibersihkan kemudian ditimbang dan dikorosikan. Setelah dikorosikan spesimen dibersihkan dari karat yang terjadi dan ditimbang. Akibat korosi akan terjadi pengurangan berat karena sebagian logam sudah terlepas. Dari kehilangan berat tersebut dapat dihitung laju korosinya dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Engineering Oil and Gas Blogspot, 2008) :

$$Mpy = 534 \frac{W}{DAT}$$

dimana : $Mpy = \text{mils per year}$

$W = \text{Kehilangan berat karena korosi (mg)}$

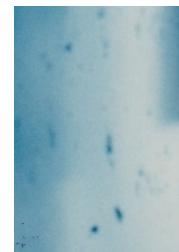
$D = \text{density (gr/cm}^3\text{)}$

$A = \text{Luas penampang spesimen (inch kuadrat)}$

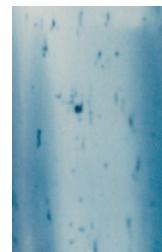
$T = \text{Waktu (jam)}$

Hasil dan Pembahasan

Dari hasil pengamatan korosi terlihat bahwa spesimen rendam 2 minggu, baik yang direndam di air tanah maupun di air laut belum mengalami perubahan yang berarti. Setelah waktu perendaman 4 minggu sampai 10 minggu, pada permukaan spesimen mengalami korosi permukaan yang merata. Perubahan warna juga terjadi secara merata yaitu untuk spesimen air tanah berwarna kecoklatan dan untuk spesimen air laut berwarna coklat kehitaman seperti terlihat pada gambar 1 dan gambar 2. Terjadinya perubahan warna ini sebagai suatu bentuk produk korosi (karat).



Minggu 4 KSAL



Minggu 10 KSAL



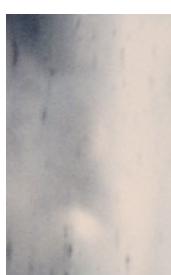
Minggu 4 KMAL



(a) Minggu 10 KMAL (b)

Gambar 1. Korosi sumuran dan merata baja karbon dalam air laut

Adapun produk korosi yang lain adalah terbentuknya korosi sumuran dengan adanya titik-titik kecil terutama di sekitar takik. Hal ini terutama dapat dilihat pada spesimen pipa untuk air laut dengan waktu perendaman 10 minggu seperti terlihat pada Gambar 2.



Minggu 4 KSAT



Minggu 10 KSAT



Minggu 4 KMAT



(a)

Gambar 2. Korosi merata baja karbon dalam air tanah

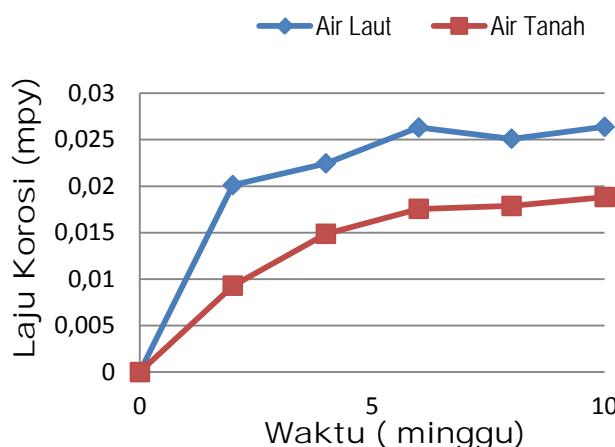
Pada gambar 3, nampak bahwa proses korosi yang terjadi, baja karbon dalam air laut terlihat lebih cepat dari pada korosi dalam air tanah. Hal ini disebabkan karena adanya unsur-unsur kimia, utamanya ion-ion klorida (Cl^-) yang sangat agresif, dimana ion ini selain mempercepat terjadinya korosi, juga dapat berlangsung tanpa adanya suplai oksigen. Dari hasil pengujian komposisi air laut, diperoleh bahwa ion klorida merupakan unsur yang terbanyak dalam air laut, yakni 24.140,00 mg/l, selain itu dalam air laut juga terdapat senyawa sulfat (SO_4^{2-}) yang meskipun dalam jumlah sedikit (24,49 mg/l) tetapi merupakan senyawa yang cukup korosif.

Meskipun tidak seagresif air laut, korosi baja karbon dalam air tanah juga menampilkan ciri yang hampir sama dengan korosi baja dalam air laut. Hal ini disebabkan dengan cukup tingginya kandungan ion magnesium (88,09 mg/l) yang meningkatkan kesadahan air tanah, akibatnya pH air tanah menjadi kecil sehingga bersifat asam. Air tanah yang bersifat asam ini merupakan lingkungan yang korosif dan dapat mengakibatkan korosi pada logam. Air yang mengandung CO_2 akan menghasilkan HCO_3^- yang korosif. Jadi air tanah yang mengandung CO_2 dapat mengakibatkan korosi. (Sumber : Nybekken, J .W. (1988)

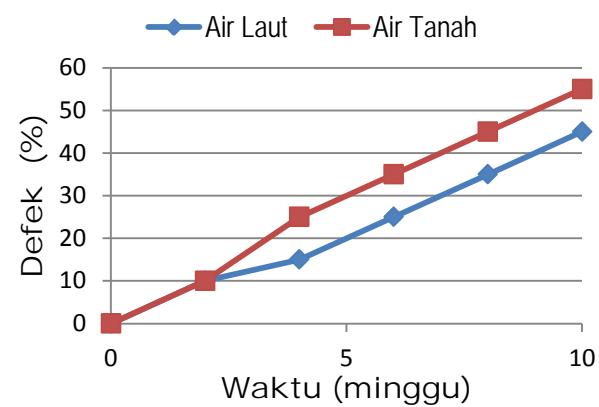
Korosi merata merupakan perusak atau penyebab kehilangan logam yang paling besar. Proses

terjadinya korosi ini adalah secara kimia atau elektrokimia secara teratur dengan laju konstan dan terjadi secara merata pada permukaan. Hal ini mengakibatkan logam makin lama makin menipis. Dalam medium cairan, korosi merata menyebabkan pelarutan logam⁴⁾.

Korosi sumuran yang terjadi ini merupakan salah satu bentuk korosi yang sangat destruktif dan sangat sulit diperkirakan. Terjadinya sangat lokal berbentuk lubang-lubang berukuran kecil dan kadang-kadang demikian berdekatan sehingga tampak seperti permukaan yang kasar. Korosi sumuran dinilai sangat berbahaya karena dapat menyebabkan alat tidak dapat digunakan lebih lanjut karena lubang-lubang akibat korosi dapat menembus dinding dan terjadinya mendadak.

**Gambar 3. Laju korosi terhadap waktu**

Pada gambar 4, terlihat luasan defek yang terjadi pada baja dalam kedua media. Area Defect dari ASTM B 537-70 (80)⁵⁾ dengan asumsi bahwa tipe kerusakan pada permukaan adalah gabungan semua bentuk korosi basis metal.

**Gambar 4. Luasan defek korosi terhadap waktu**

Prosentase korosi jika di lihat secara visual atau secara langsung nampak spesimen dalam lingkungan air tanah cenderung lebih besar di banding dalam lingkungan air laut. Hal ini berdasarkan perbandingan pembentukan karat, dan noda pada permukaan. Prosantase luasan defek ini Dari grafik di atas menunjukkan bahwa tingkat karat yang terjadi pada spesimen yang ditempatkan pada wadah air tanah lebih tinggi. Faktor yang berperan dalam lingkungan likuid yakni yang mempunyai kelembaban yang relatif tinggi mengakibatkan pada permukaan baja tersebut terdapat air sehingga akan terbentuk film di mana oksigen akan larut mengakibatkan proses korosi akan terjadi⁵⁾. Dari hasil pengujian pula, nampak terjadi kerusakan berupa perubahan warna, pengikisan permukaan secara merata pada permukaan baja serta kecepatan kerusakan tersebut hampir sama pada semua titik permukaan baja.

Kesimpulan

Dari penelitian ini diperoleh bahwa jenis-jenis

korosi yang terjadi pada plat baja karbon yaitu, korosi permukaan merata (uniform corrosion) dan korosi sumur (pitting corrosion).

Laju korosi dalam lingkungan air laut lebih besar di banding korosi dalam lingkungan air tanah baik pada plat baja karbon. Distribusi tingkat karat pada plat baja karbon dalam lingkungan air tanah, lebih besar dibanding lingkungan air laut.

Daftar Pustaka

- [1] Fontana, M.G. "Corrosion Engineering", 3th edition, Mc Graw-Hitl International, Singapore 1987Dieter, G.E.
- [2] Tata Surdia, Prof. Ir. Shinroko Saito, Prof. Dr. "Pengetahuan Bahan Teknik", Penerbit PT. Pradnya Paramita Jakarta 1985.
- [3] Scully, J.C. M.a., PhD.,A.I.M "Fundamental of Corrosion", 2nd Edition, Robert.
- [4] Uhling, H.H., Revie, W.R, "Corrosion and Corrosion Control", 3th Edition A Wity.
- [5] Nybakken, J.W. Terjemahan Eidman, H.M. "Biologi Laut "Edisi I, Penerbit Gramedia, Jakarta 1988.

.