

Pengaruh Variasi Temperatur pada Lingkungan Korosif NaCl 2,8% Terhadap Laju Korosi Celah AISI 1117 dengan Standar ASTM G-78

Reza Putra dan Muhammad

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Malikussaleh, Aceh

Corresponding Author: rezast2002@gmail.com, +62 852 6160 8616

Abstrak – Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh temperatur pada lingkungan korosif NaCl 2,8% terhadap laju korosi celah AISI 1117 yang dikondisikan sesuai dengan ASTM G-78. Hasil percobaan menunjukkan bahwa temperatur memiliki peranan penting dalam proses terjadinya korosi. Hal ini berdasarkan dari ketiga variasi temperatur yang digunakan pada larutan NaCl dengan kadar garamnya 2,8 %, spesimen pada temperatur 7°C yang paling cepat terkorosi dan baru diikuti pada spesimen 17°C dan 27°C. Nilai rata – rata laju korosi celah (crevice corrosion) Carbon Steel AISI 1117 selama 720 jam pada larutan NaCl 2,8 % adalah yang paling tinggi terjadi pada temperatur 7°C dengan nilai rata – rata laju korosi adalah 0,00048 mpy, pada temperatur 17°C nilai rata – rata laju korosi adalah 0,00033 mpy, dan pada temperatur 27°C nilai rata – rata laju korosi adalah 0,00018 mpy. Copyright © 2014 Department of Mechanical Engineering. All rights reserved.

Keywords: AISI 1117, Korosi, oksigen, NaCl, mpy.

1. Pendahuluan

Korosi berasal dari bahasa latin “corrodere” yang artinya perusakan logam atau berkarat akibat lingkungannya. Korosi adalah proses alami yang terjadi pada material logam yang berakibat menurunnya kekuatan dari material dari logam tersebut.

Korosi adalah penurunan kualitas dan degradasi sifat material akibat pengaruh dan interaksi dengan lingkungan atau fluida kerja. Korosi dapat juga diartikan sebagai serangan yang merusak logam karena logam bereaksi secara kimia atau elektrokimia dengan lingkungan. Ada definisi lain yang mengatakan bahwa korosi adalah kebalikan dari proses ekstraksi logam dari material. Contohnya logam besi di alam bebas dalam bentuk senyawa besi oksida atau besi sulfida, setelah di ekstraksi dan di olah, akan dihasilkan besi yang digunakan untuk pembuatan baja atau baja paduan.

Korosi dapat terjadi hampir pada semua logam terutama logam ferro (besi), karena logam jenis ini mudah beroksidasi dengan udara lingkungan. Korosi dapat menimbulkan kerugian yang sangat besar pada berbagai jenis konstruksi. Akibat korosi kekuatan konstruksi akan berkurang. Korosi juga dapat

menimbulkan kebocoran terutama pada dinding kapal, body mobil, kereta api dan pada tabung gas elpiji.

Korosi dapat terjadi karena adanya sel korosi yaitu suatu sel yang terdiri dari 4 faktor :

- Ada katoda dimana reaksi katodik terjadi
- Ada lingkungan yang bersifat elektrolit
- Ada anoda dimana reaksi anodik terjadi
- Ada konduktor sebagai penghantar

Katoda adalah logam yang relatif lebih mulia, yang permukaannya menjadi tempat berlangsungnya reaksi reduksi. Anoda adalah logam yang relatif lebih aktif, yang menjadi pemasok elektron bagi reaksi reduksi, sehingga terkorosi. Konduktor adalah sarana untuk transfer elektron dari anoda ke katoda. Elektrolit adalah media yang mengandung zat - zat yang korosif seperti H^+ dan O_2 yang cenderung tereduksi, disamping menjadi tempat bagi zat lain yang dapat mengakselerasi korosi seperti Cl.

Tanpa adanya salah satu syarat di atas maka korosi tidak akan terjadi. Korosi tidak dapat dihilangkan tetapi hanya dapat di minimalisir pertumbuhannya.

Kasus pada tahun 1981 dilaporkan bahwa salah satu masalah paling serius dalam industri nuklir Amerika Serikat adalah serangan – serangan lokal pada tabung –

tabung Inco 600 akibat korosi dalam celah di antara tabung – tabung dan pelat – pelat penyangga dari baja karbon. Karena sekitar 60 generator uap yang terkena masalah ini, biaya penanggulangannya ditaksir sangat tinggi. Lalu pada tahun 1950 telah terjadi kecelakaan pada pesawat Comet karena diakibatkan oleh korosi terutama korosi celah.

Peristiwa meletusnya Gunung Kelud pada tanggal 13 Februari 2014 dan Gunung Sinabung pada tanggal 30 Desember 2013 bukan hanya memiliki dampak buruk terhadap kesehatan manusia, tetapi juga bagi kendaraan bermotor roda dua maupun roda empat. Hal ini disebabkan karena abu vulkanik yang menempel pada bagian kendaraan dapat menyebabkan korosi terutama korosi celah. Karena bukan tidak mungkin debu vulkanik yang mengandung unsur partikel batu dan silika kasar dapat merusak body dan cat kendaraan. Dalam debu vulkanik juga terkandung unsur asam sulfat yang akan membuat body mobil mengalami proses korosi lebih cepat.

Akibat yang ditimbulkan korosi sangat bervariasi, efek korosi terhadap keamanan, kemampuan, keindahan dan efisiensi dari operasi suatu peralatan atau struktur seringkali lebih serius dibandingkan dengan sekedar hilangnya logam itu sendiri. Kegagalan fungsi peralatan dan biaya penggantian yang mahal dapat terjadi walaupun logam yang rusak hanya dalam jumlah kecil.

Satria dan Nurul [1] melakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh salinitas (kadar garam) dan temperatur air laut terhadap laju korosi baja kapal A36 pada pengelasan smaw menggunakan pengujian sel tiga elektroda. Elektroda yang digunakan adalah AWS A5.1 E6013. Temperatur yang digunakan adalah 7°C, 17°C, 27°C. Salinitas yang digunakan adalah 32 ‰, 35 ‰ dan 38 ‰. Hasil pengujian menunjukkan jika semakin besar temperatur dan salinitas, maka semakin besar pula laju korosinya. Korosi terbesar terjadi pada salinitas 38 ‰ dengan temperatur 27°C yaitu sebesar 0,5616 mmpy. Penambahan laju korosi setiap kenaikan temperatur 10°C sebesar 0,2052 mmpy. Sedangkan penambahan laju korosi setiap kenaikan salinitas 3 ‰ sebesar 0,0415 mmpy.

Kevin J. Pattireuw [2] melakukan penelitian untuk mengetahui korosi yang terjadi pada material baja karbon dan paduan tembaga. Kehilangan berat akibat korosi berhubungan erat dengan waktu, dengan kata lain semakin meningkatnya waktu pencelupan semakin besar pula kehilangan berat yang terjadi. Hasil pengujian laju korosi yang dilakukan dengan waktu 1 jam, didapat nilai rata-rata untuk spesimen I pada baja karbon dan paduan tembaga dalam larutan air laut adalah 0,105 mils/tahun dan 0 mils/tahun. Sedangkan pada larutan asam sulfat adalah 0,162 mils/tahun dan 0,028

mils/tahun. Dan hasil pengujian laju korosi yang dilakukan dengan waktu 3 jam, didapat nilai rata - rata untuk spesimen I pada baja karbon dan paduan tembaga dalam larutan 2 air laut dan asam sulfat adalah 1,350 mils/tahun dan 0,015 mils/tahun. Sedangkan pada larutan asam sulfat adalah 1,400 mils/tahun dan 1,306 mils/tahun.

Kain [3] menemukan bahwa sedikit perbedaan signifikan dalam waktu untuk memulai korosi celah. Waktu untuk memulai korosi celah menjadi lebih jelas ketika kesenjangan menjadi lebih luas untuk Misalnya, 316 SS bisa tahan terhadap korosi celah sampai kesenjangan mencapai 0,03 mm tapi itu lebih dari 0.05 mm untuk 304 SS.

Dia juga menemukan bahwa kesenjangan melebar yang diperlukan untuk inisiasi celah - celah yang lebih dalam. Meningkatnya kedalaman celah pada awalnya mengurangi waktu untuk memecah tapi peningkatan lebih lanjut diperkirakan memiliki pengaruh yang kecil. Perbandingan kerentanan baja tahan karat terhadap korosi celah dalam air laut alami. Spesimen dimasukkan ke dalam air laut dan air laut sintesis, hasil tes menunjukkan bahwa serangan korosi celah dalam air laut sintesis lebih rendah dari pada air laut alami.

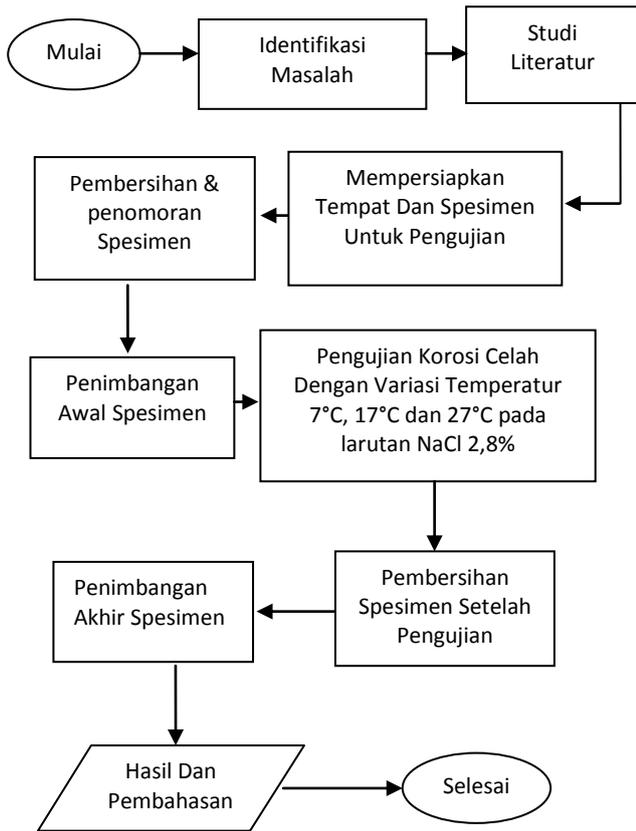
Lee, Kain dan Oldfield [3] meneliti efek peningkatan temperatur di standar uji klorida besi. Dengan peningkatan temperatur, peningkatan yang signifikan dalam korosi celah diamati. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tes standar tidak bisa digunakan untuk menilai pengaruh temperatur terhadap korosi celah dalam air laut alami.

Berdasarkan presentase karbonnya baja AISI 1117 dengan kadar karbon C 0,14 – 0,20% , diklasifikasikan sebagai baja karbon rendah, dengan Mn 1,00 – 1,30%. Elemen – elemen presentase maksimum selain bajanya sebagai berikut : 0,08% silikon, 0,04% posfor. Standarisasi baja AISI adalah berdasarkan sistem AISI – SAE menggunakan designasi empat digit, dua digit pertama adalah angka 11 yang menandakan material tersebut adalah baja karbon biasa, dua digit terakhir menunjukkan seperseratus persen karbon. Sebagai contoh designasi 1117 menunjukkan baja karbon dengan kandungan karbon nominal 0,17%.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui laju korosi akibat kehilangan berat pada proses korosi celah yang terjadi pada material baja karbon AISI 1117 dalam kondisi variasi temperatur.

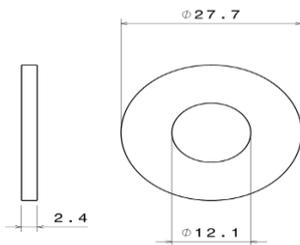
2. Metode Penelitian

Proses jalannya penelitian dapat dilihat pada diagram alir dibawah ini:



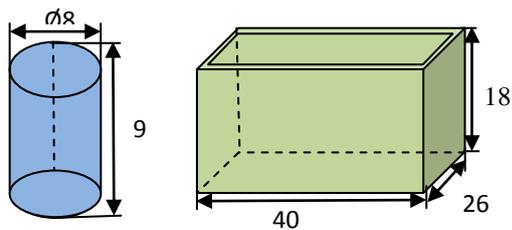
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Spesimen yang digunakan seperti terlihat pada Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Spesimen Material

Spesimen yang diamati adalah Carbon Steel AISI 1117. Material ini sebagai logam yang akan di uji pada larutan NaCl. Ukuran spesimen dengan tebal 2,4 mm, dengan diameter luar 27,7 mm dan diameter dalam 12,1 mm.



(a) Gelas Plastik

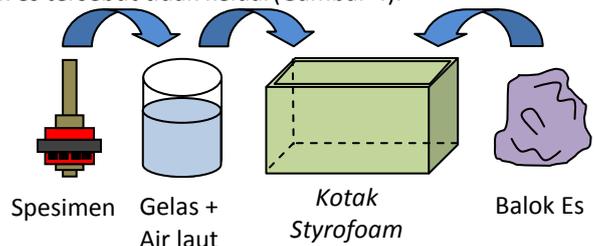
(b) Kotak

Gambar 3. Wadah Penelitian

Wadah larutan pertama untuk pengujian ini adalah gelas plastik dengan diameter 8 cm dan tingginya 9 cm. Wadah kedua yaitu Styrofoam dengan panjang 40 cm, tinggi 18 cm dan lebar 26 cm, seperti Gambar 3(a) Gelas Plastik dan 3(b) Kotak Styrofoam.

Larutan yang digunakan dalam pengujian ini adalah air laut yang telah sesuai dengan standar ASTM D1141-98 (Standard Practice For The Preparation Of Substitute Ocean Water) [4]. Air laut yang digunakan adalah air laut yang diambil dari pantai Desa Hagu Selatan Kec. Banda Sakti, Lhokseumawe dengan kadar NaClnya yaitu 2,8 % diuji dengan menggunakan alat uji kadar garam di laboratorium PT. PIM. Volume air laut sebagai larutan elektrolit sesuai ASTM G71-81[5] (standard guide for conducting and evaluating galvanic corrosion test in electrolytes) adalah 40 cm³ : 1 cm² baja yang tercelup.

Sebelum dilakukan pengujian maka spesimen yang terdiri dari Carbon Steel AISI 1117, sedotan, karet bercelah, baut dan mor disusun terlebih dahulu kemudian dimasukkan ke dalam gelas plastik yang sudah diisi dengan air laut, lalu gelas plastik tersebut dimasukkan kedalam kotak Styrofoam yang telah disediakan beserta dengan balok es. Langkah terakhir kotak Styrofoam di tutup dengan rapat agar dingin dari balok es tersebut tidak keluar (Gambar 4).

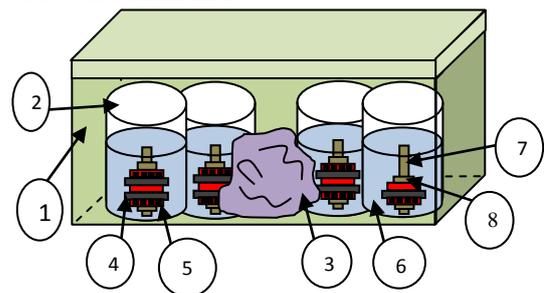


Gambar 4. Skema Penelitian Korosi Celah

Dalam penelitian ini susunan spesimen dibagi dalam 3 buah gelas plastik yang nantinya gelas tersebut akan dimasukkan ke dalam kotak styrofoam, dengan diberikan perlakuan yang berbeda adalah sebagai berikut :

1. Kotak A diberikan perlakuan temperatur 7°C
2. Kotak B diberikan perlakuan temperatur 17°C
3. Kotak C diberikan perlakuan temperatur 27°C

Adapun spesimen dimasukkan ke dalam gelas plastik dan ditempatkan ke dalam kotak styrofoam seperti Gambar 5 di bawah ini :



Gambar 5. Susunan Spesimen

Keterangan gambar :

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1. Kotak Styrofoam | 5. Karet Bercelah |
| 2. Gelas Plastik | 6. Air laut |
| 3. Balok Es | 7. Baut |
| 4. Spesimen uji | 8. Mur |

Waktu uji perendaman yang digunakan dalam pengujian korosi dilakukan berdasarkan standard ASTM G78 (Standard Guide for Crevice Corrosion Testing of Iron - Base and Nickel - Base Stainless Alloys in Seawater)[6] selama 720 jam.

Perendaman dilakukan selama 48 jam, kemudian spesimen di foto untuk melihat kondisi aktualnya. Setelah itu dilakukan perendaman kembali dengan interval jarak 48 jam untuk setiap pengambilan gambar spesimen.

Setelah spesimen direndam dalam air laut dalam jangka waktu yang telah ditentukan dan kemudian dibersihkan maka spesimen akan mengalami kekurangan berat karena proses pengkorosian.

$$\text{Laju korosi (CR)} = \frac{534 \Delta W}{\text{DAT}}$$

Dimana :

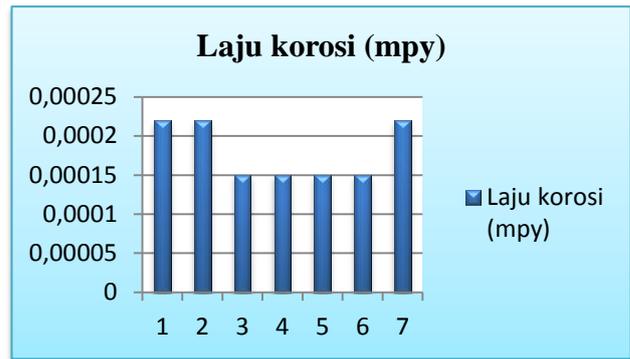
- ΔW = kehilangan berat (g)
- D = kerapatan benda uji (g/cm^3)
- A = luas permukaan (cm^2)
- T = lama waktu percobaan (jam)

3. Hasil dan Pembahasan

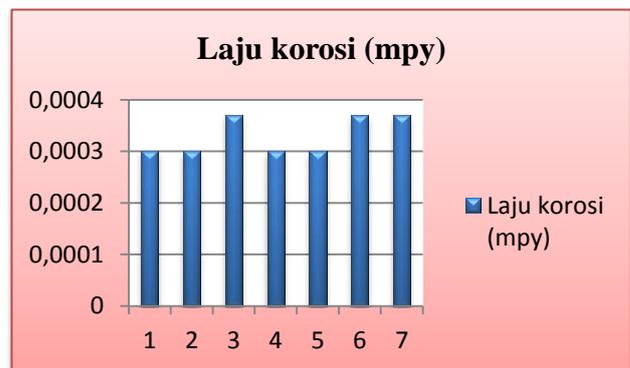
Pengaruh lingkungan terhadap material AISI 1117 khususnya air laut dengan kadar NaCl 2,8% dan temperatur yang divariasikan sangat berpengaruh terhadap laju korosi logam yang rentan terhadap korosi. Korosi dapat terjadi karena adanya sel korosi yang terdiri dari 4 faktor yaitu ada katoda dimana reaksi katodik terjadi, ada lingkungan yang bersifat elektrolit, ada anoda dimana reaksi anodik terjadi dan ada konduktor sebagai penghantar. Pada pengujian uji perendaman, kondisi temperatur divariasikan dengan variasi 7°C, 17°C dan 27°C. Dengan adanya perbedaan variasi temperatur maka akan terlihat sejauh mana pengaruh temperatur terhadap laju korosi dengan masa pengujian selama 720 jam.

Adapun data laju korosi berdasarkan pada temperatur 7°C dapat dilihat pada Gambar 6. Dari Gambar 6 terlihat laju korosi rata – rata dari ke 7 spesimen AISI 1117 pada temperatur 7°C adalah sebesar 0,00048 mpy.

Perbandingan laju korosi antar spesimen pada temperatur 17°C dapat dilihat dalam grafik pada Gambar 7.



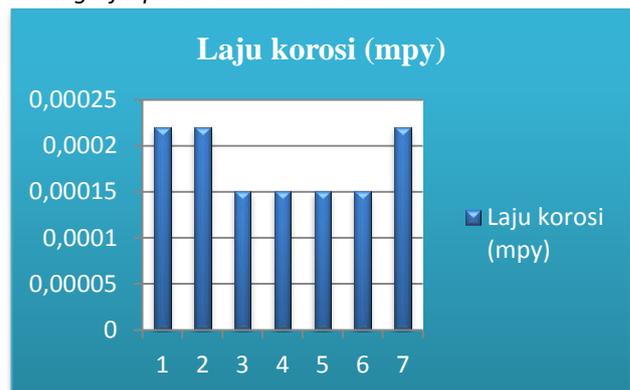
Gambar 6. Grafik Laju Korosi Pada Lingkungan Temperatur 7°C



Gambar 7. Grafik Laju Korosi Pada Lingkungan Temperatur 17°C

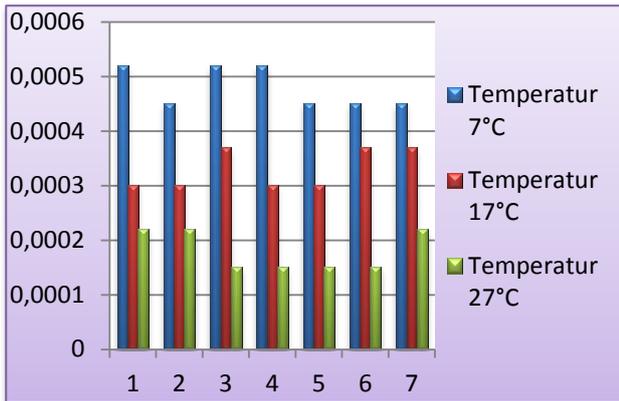
Dari Gambar 7 terlihat laju korosi rata – rata dari ke 7 spesimen AISI 1117 pada temperatur 17°C adalah sebesar 0,00033 mpy.

Perbandingan laju korosi antar spesimen dapat dilihat dalam grafik pada Gambar 8 berikut ini.



Gambar 8. Grafik Laju Korosi Pada Lingkungan Temperatur 27°C

Adapun perbandingan data laju korosi berdasarkan tiga variasi temperatur dapat dilihat dalam grafik pada Gambar 9 berikut ini.



Gambar 9. Grafik Laju Korosi berdasarkan tiga variasi temperatur

Pada Gambar 9 terlihat bahwa perbandingan korosi yang cukup besar terjadi pada temperatur 7°C. Hal ini disebabkan karena temperatur sangat berpengaruh pada proses korosi. Peristiwa korosi pada temperatur 7°C mulai tampak pada hari ke dua dimana pada spesimen sudah mulai kelihatan korosi celah pada lubang celah, lalu pada hari ke empat korosi celah mulai terlihat jelas dan membentuk alur celah yang telah dibuat. Pada hari ke enam korosi sudah terlihat jelas membentuk celah yang dibuat dan hal ini terus berlangsung selama proses penelitian selesai.

Pada temperatur 17°C korosi mulai terlihat pada hari ke enam, dimana pada hari tersebut sudah mulai tampak korosi pada spesimen. Lalu pada hari ke delapan korosi mulai terlihat jelas dan membentuk alur celah yang telah dibuat. Pada hari ke dua belas korosi sudah terlihat jelas membentuk celah yang dibuat dan hal ini terus berlangsung selama proses penelitian selesai.

Pada temperatur 27°C korosi masih belum tampak jelas. Berbeda pada temperatur 7°C dan 17°C dimana pada hari ke dua dan ke delapan korosi sudah mulai tampak. Pada temperatur 27°C ini korosi mulai tampak pada hari ke dua belas dimana sudah muncul korosi celah dan pada hari ke empat belas korosi mulai terlihat jelas mengikuti celah yang telah dibuat, hal ini terus berlangsung selama proses penelitian selesai.

Pengamatan bentuk korosi celah secara keseluruhan yang terjadi pada waktu selama pengujian pada dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Korosi celah yang terbentuk

Dari Gambar 10 terlihat dengan jelas celah korosi yang terbentuk pada permukaan spesimen uji AISI 1117. Mekanisme korosi ini diakibatkan oleh Pengurangan konsentrasi oksigen di dalam celah pada tahap awal tidak diikuti oleh terhentinya reaksi pelarutan logam dalam celah. Reaksi pelarutan logam tetap berjalan sehingga terjadi pengumpulan muatan positif yang berlebih di dalam larutan. Hal ini mengakibatkan ion-ion klorida yang berada dalam larutan akan berpindah ke dalam celah untuk menjaga keseimbangan muatan. Ion-ion klorida akan membentuk ion kompleks yang merupakan gabungan antara ion-ion klorida, ion-ion logam dan molekul air. Ion-ion klorida dan ion-ion logam akan mengalami hidrolisa.

Meningkatnya konsentrasi ion hidrogen akan mempercepat proses pelarutan logam sehingga korosi yang terjadi bertambah parah. Demikian pula halnya dengan adanya ion klorida dalam celah dapat mempercepat proses pelarutan logam.

Meningkatnya laju pelarutan logam akan meningkatkan perpindahan ion klorida ke dalam celah yang secara langsung meningkatkan laju korosi. Proses ini disebut sebagai autokatalitik.

Oleh karena laju korosi di daerah celah bertambah, maka laju reduksi oksigen di sekitar celah juga meningkat. Hal ini melindungi permukaan luar celah. Jadi, selama korosi celah terjadi, serangan korosi bersifat lokal dan terjadi pada daerah celah saja sementara permukaan logam lainnya hanya sedikit mengalami kerusakan atau bahkan tidak terkena serangan korosi. [7].

4. Kesimpulan

Hasil percobaan menunjukkan bahwa temperatur memiliki peranan penting dalam proses terjadinya korosi. Hal ini berdasarkan dari ketiga variasi temperatur yang digunakan pada larutan NaCl dengan kadar garamnya 2,8 %, spesimen pada temperatur 7°C yang paling cepat terkorosi dan baru diikuti pada spesimen 17°C dan 27°C.

Nilai rata – rata laju korosi celah (creavice corrosion) Carbon Steel AISI 1117 selama 720 jam pada larutan NaCL 2,8 % adalah yang paling tinggi terjadi pada temperatur 7°C dengan nilai rata – rata laju korosi adalah 0,00048 mpy, pada temperatur 17°C nilai rata – rata laju korosi adalah 0,00033 mpy, dan pada temperatur 27°C nilai rata – rata laju korosi adalah 0,00018 mpy.

Referensi

- [1] Nova, Satria M.K., M. Nurul Misbah. (2012). Analisis Pengaruh Salinitas dan Suhu Air Laut Terhadap Laju Korosi Baja A36 pada Pengelasan SMAW, jurnal. Fakultas Teknik ITS

- [2] Pattireuw, Kevin J , Fentje A. Rauf, Romels Lumintang. (2013). Analisis Laju Korosi Pada Baja Karbon Dengan Menggunakan Air Laut Dan H₂SO₄, jurnal. Universitas Sam Ratulangi Manado
- [3] Lee, T.S., Kain, R.M. and Oldfield, J.W., (1984), Effect Of Environmental Variables On Crevice Corrosion Of Stainless Steels In Seawater, Material Performance, jurnal. United States
- [4] Annual Book of ASTM Standards, 2002. "Standard D1141-98 (standard practice for the preparation of substitute ocean water)", ASTM, Philadelphia, Pa.
- [5] Annual Book of ASTM Standards, 2002. "Standard G71-81 (standard guide for conducting andevaluating galvanic corrosion test in electrolytes)", ASTM, Philadelphia, Pa.
- [6] G78, Standard guide for crevice corrosion testing of iron-base and nickel-base stainless alloys in seawater and other chloride-containing aqueous environments, in: Annual Book of ASTM Standards, ASTM, Philadelphia, PA, 2001
- [7] M.G. Fontana, Corrosion Engineering, McGraw Hill, New York, 1986.