

Pengaruh Lingkungan Korosif dan Beban Mekanis Terhadap Perilaku Korosi pada Material Stainless Steel AISI-304

Nurul Islami^{1*}, Muhammad Ihsan², Teuku Hafli³, Reza Putra¹, Muhammad¹

¹Department of Material Engineering, Universitas Malikussaleh, Aceh, Indonesia

²Informatic Engineering, Universitas Gajah Putih, Aceh, Indonesia

³Department of Mechanical Engineering, Universitas Malikussaleh, Aceh, Indonesia.

*Corresponding Author: nurulislami@animal.ac.id

Abstract – *Kajian ini mempresentasikan hubungan antara beban mekanis material Stainless Steel (SS) AISI 304 dengan kelakuan polarisasi. Lingkungan air laut buatan berupa 3.5% NaCl diasumsikan sebagai lingkungan korosif. Beban mekanis yang diaplikasikan adalah tegangan elastis pada spesimen C-Ring yang telah dipersiapkan. Hubungan antara nilai tegangan yang terjadi dan perilaku polarisasi direpresentasikan dalam kurva polarisasi dan laju korosi yang terjadi pada saat pengukuran. Korosi sumuran yang terjadi akibat adanya tegangan yang diberikan terhadap spesimen turut diperhatikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju korosi dipengaruhi oleh tingkat tegangan yang diterima oleh material SS AISI-304. Semakin tinggi tegangan yang diterima, maka semakin laju polarisasi yang terjadi pada kawasan yang di ekspos. Sehingga berimpak pada tingginya jumlah korosi sumuran pada area kajian. Didapati beban mekanis memberikan pengaruh yang konsisten terhadap kemunculan korosi tegang retak (SCC) dengan nilai laju korosi maksimum 4.662 mm/yr pada beban 868.380 N dibandingkan 3.975 mm/yr ketika spesimen tidak mendapat beban mekanis. Namun melalui kecenderungan grafik yaitu -0.0005 mm/yrN menunjukkan beban mekanis tidak secara signifikan dalam mempengaruhi laju korosi secara mutlak.*

Keywords: *Corrosion Behavior, Polarization Curve, SS AISI-304, SCC*

1 Pendahuluan

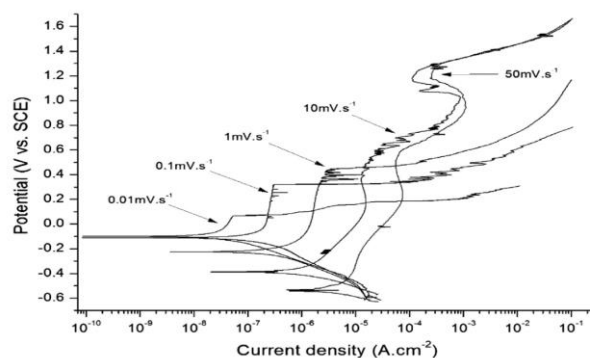
Saat ini korosi telah menjadi permasalahan pada seluruh sektor industri di dunia. Kerugian akibat korosi dapat mencapai 5 persen dari GDP sebuah Negara. Pencegahan korosi dapat mengurangi besarnya kerugian akibat korosi. [1,2]

Dalam industri permesinan, korosi tidak hanya ditinjau dari faktor elektrokimia, tetapi juga faktor mekanis. Telah diketahui bahwa pembebanan mekanis memberikan pengaruh terhadap proses korosi seperti pengaruh tegangan-regangan, pengaruh panas dan pengelasan pada material tertentu [3-6]. Lingkungan korosif dengan beban mekanis dibawah tegangan luluh ataupun tegangan threshold untuk material tertentu dapat memicu terjadinya korosi, seperti korosi tegangan retak, korosi fatik dan korosi erosi, yang berujung pada kegagalan dini.

Pembebanan mekanis terjadi secara statis dan dinamis. Pembebanan statis dan dinamis menghasilkan internal stress dan residual stress pada material. Pada beban statik internal stress terjadi selama pembebanan dibawah titik deformasi plastis, dan residual stress terjadi bila material mengalami deformasi plastis. Internal stress pada suatu bahan juga dapat timbul akibat proses perlakuan panas seperti annealing, normalizing, hardening, tempering dan proses pengelasan[7]. Pembebanan dinamik dengan beban siklik dapat mengakibatkan kegagalan pada material yang dipengaruhi oleh lingkungan walaupun beban yang diterima jauh dibawah tegangan *threshold*.



Gambar 1. Korosi Sumuran material SS AISI-304 pada poros baling-baling kapal



Gambar 2. Pengaruh *swap rate* terhadap perilaku polarisasi

Pengukuran polarisasi adalah salah satu metode yang digunakan untuk menghitung laju korosi secara cepat berdasarkan prinsip elektrokimia [8]. Beberapa penelitian telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya untuk mempelajari fenomena polarisasi dalam pencegahan korosi, seperti memprediksi laju korosi yang dilakukan oleh [8], efek strain-hardening pada korosi retak-tegang[9], dan simulasi korosi menggunakan Metode Elemen Batas (BEM)[11]. Namun demikian tidak terdapat informasi yang spesifik terkait hubungan antara beban mekanis dan kurva polarisasi.

Beberapa variasi pembebanan mekanis telah diaplikasikan untuk mempelajari hubungan antara beban mekanis dan perilaku polarisasi. Perilaku polarisasi direpresentasikan dalam bentuk kurva polarisasi. Pembebanan mekanis berupa applied load digunakan untuk mempelajari hubungan antara beban yang bekerja dibawah tegangan luluh dengan perilaku polarisasi. Pembebanan mekanis yang menimbulkan residual stress turut digunakan untuk mempelajari hubungan antara internal stress dengan perilaku polarisasi.

2 Studi Literatur

2.1 Polarisasi Korosi

Polarisasi berlaku apabila arus positif dan arus negatif dalam suatu bahan berubah sedikit kedudukannya apabila mendapat perlakuan arus listrik. Fenomena polarisasi dapat dilihat melalui eksperimen yang menggunakan metode elektrokimia bagi mendapatkan kurva potensi listrik melawan densitas arus. grafik yang terbentuk memberikan perilaku polarisasi bahan baik itu polarisasi yang berlaku pasif maupun aktif. Perilaku polarisasi ini dipengaruhi oleh beberapa parameter utama seperti *swab rate* (A. Al Zaabi et al 2013). Gambar 2 menunjukkan pengaruh *swab rate* terhadap perilaku polarisasi. *Swab rate* yang mempengaruhi potensi *pitting* suatu bahan dan densitas arus listrik akan menyebabkan kegiatan polarisasi yang lebih lanjut seterusnya menyebabkan proses korosi yang semakin aktif.

Reaksi polarisasi dapat diukur menggunakan Metode standar ASTM G5 dengan sel elektrokimia. Metode ini akan mendapatkan satu grafik yang dinamakan kurva polarisasi yang dapat dibentuk berdasarkan standard Metode Pengujian G5.

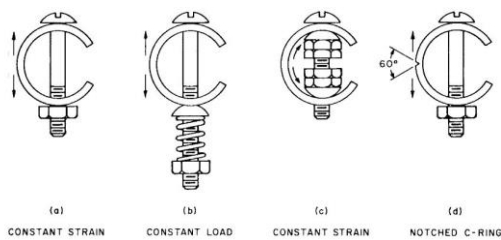
Menurut Y. Yi (2012) sel elektrokimia tersebut pada awalnya perlu ditetapkan dalam keadaan katoda agar udara yang tersedia tidak membentuk oksida permukaan. Untuk mengkaji pengaruh polarisasi keadaan tersebut perlu diselaraskan pada arah positif. A.A Sagues dan S.C Kranc (1995) menyatakan bagi mendapatkan reaksi polarisasi yang tepat, potensi ohm perlu dikontrol. Badea G.E (2010) menyatakan bahwa terdapat dua metode untuk mendapatkan laju korosi melalui pengukuran reaksi polarisasi, metode pertama ialah dengan menggunakan ekstrpolasi Tafel melalui potensi korosi yang dikenali sebagai metode Stern. Metode yang kedua ialah metode Stern dan Geary yang menggunakan aplikasi metode reaksi polarisasi. Dalam kajian ini, metode Stern yang digunakan bagi mengira laju korosi pada bahan. Metode Stern yang menggunakan ekstrapolasi Tafel juga sering diperbincangkan keputusannya, ini karena menurut H. Fitt dan D. Schweinsberg (2005) bahan yang digunakan dalam eksperimen mesti mengalami reaksi korosi yang sekata dan potensi korosi reaksi beranoda dan berkatoda perlu dikawal dalam penggiatan yang sempurna. F. Mansfeld (2005) turut menyatakan ketepatan ekstrapolasi Tafel juga sering didiskusikan apabila graf lengkung kurva polarisasi yang mengakibatkan rintangan polarisasi R_p diukur secara lurus ini karena R_p diukur menggunakan pendekatan melalui penyesuaian potensi korosi E_{corr} dan densitas arus korosi i_{corr}

2.2 Pengaruh Beban Mekanis

Beberapa kajian terdahulu yang meninjau pengaruh mekanis terhadap korosi membuktikan, korosi dipercepatkan setelah adanya pengaruh beban mekanis. Retakan yang didapati semakin cepat merebak disebabkan tegangan yang berlaku pengaruh dari beban mekanis yang diberikan kepada struktur (Jing Chao et al 2011). Suatu struktur yang terekspos kepada lingkungan

yang berupaya memberikan pengaruh mekanis terutama tegangan didapati mampu membentuk retakan pada struktur. Satu pipa yang terekspos kepada tegangan yang tinggi daripada lingkungan menunjukkan pembentukan lubang (*pitting*) pada permukaannya. Kajian yang terdahulu juga mempercayai sekiranya pipa tersebut lebih lama menerima tegangan daripada lingkungannya melebihi tempoh sepuluh tahun, pembentukan lubang dan retakan didapati lebih kentara (A. El-Amoush 2013).

Untuk melihat pengaruh korosi berbagai cara pembebanan yang sesuai beloh digunakan seperti metode lentur-U, metode cincin-C (*C-ring*). metode yang paling sesuai untuk digunakan dalam kajian ilmiah ini ialah metode pembebanan cincin-C karena metode tersebut bersesuaian untuk spesimen uji yang berskala kecil. (J.Kim & J.Moon 2004).



Gambar 3. Berbagai metode pembebanan untuk spesimen C-Ring

Untuk memberikan tegangan terhadap cincin-C, beberapa metode dapat digunakan seperti dalam gambar 3. ASTM 38 telah menyatakan bahawa untuk mendapatkan metode yang paling tepat dalam memberikan tegangan terhadap cincin-C ialah dengan memastikan tegangan lilitan dan tolok terikan listrik dipasang pada permukaan cincin-C yang berada dalam keadaan tegang serta mengetatkan baut sehingga alat pengukur menunjukkan tegangan lilitan yang diinginkan.

2.3 Korosi Tegangan Retak (SCC)

Untuk memastikan fenomena tegangan korosi retak (SCC) dapat dilaksanakan mengikut apa yang telah ditetapkan oleh ASTM G-38 seperti mana yang telah dibincangkan. Spesimen cincin-C perlu dieksposkan kepada larutan yang mengandungi 10 wt% NaOH di dalam sebuah autoklaf (Jing Chao 2011). Menurut Y. Prawoto (2012), setelah cincin-C mendapat perlakuan pengaruh bebanan, ianya perlu direndamkan di dalam larutan korosif untuk beberapa jangka masa yang berbeda.

X.Sun,B.Zhang dan H.Lin (2013) menyatakan kerentanan korosi retak tegang (SCC) dapat dinilai menggunakan ujian laju korosi perlahan yang dijalankan dalam larutan 3.5% wt NaCl dan akuades. Dalam satu eksperimen menguji pengaruh korosi kepada bahan, rendaman dilakukan di dalam satu larutan acid (L.Wang,C.Du, dan Z.Liu 2013). Air laut sintetik yang terdiri daripada 2.45 wt% NaCl telah digunakan dalam

mengkaji pengaruh korosi justeru dalam kajian tersebut didapati air laut sintetik tersebut mampu mewujudkan lingkungan yang korosif dan permulaan terjadinya SCC mampu dipengaruhi pada pengujian yang dijalankan (S.Eto,Y.Miura dan J.Tani 2013).

A. Bueno, E.Moreire dan J. Gomes (2013) menyatakan bahawa kondisi yang paling mendekati lingkungan korosif yang sebenarnya ialah lingkungan yang kaya dengan klorida. Klorida ini mempengaruhi tingkah laku elektrokimia suatu lingkungan, ia juga menentukan pH larutan yang berreaksi dengan permukaan bahan eksperimen. Larutan alkali yang telah dipilih untuk mengujudkan lingkungan korosi mempunyai mekanisme yang berbeda dengan larutan acid, namun morfologi retakan yang berlaku mempengaruhi(Y.Prawoto 2012). Oleh itu larutan ber-acid digunakan untuk mendapatkan ketepatan eksperimen yang tinggi.

S.Elsariti (2013) menyatakan larutan ber-acid yang melibatkan ion klorida membuatkan kepekatan di lokasi tekanan dan membantu penghasilan retakan, kemudian dalam kajian ini larutan NaCl digunakan karena larutan jenis klorida ini berada di merata lingkungan yang korosif dan penggunaan larutan yang pekat adalah sesuai untuk mendapatkan hasil yang mendekati keadaan korosi di lingkungan sebenarnya. Dibandingkan menggunakan larutan beralkali bagi mengujudkan lingkungan yang korosif, larutan beralkali mempercepat waktu pengujian (Y.Prawoto 2012). Masa pengujian yang dipercepatkan menggunakan larutan beralkali ini tidak sesuai karena spesimen yang digunakan dalam pengujian terekspos kepada tekanan yang tinggi justeru penggunaan 3.5 % NaCl lebih mendekati hasil tersebut seperti yang dijelaskan di dalam ASTM G44.

3 Metode Penelitian

Baja tahan karat AISI 304 digunakan dalam kajian yang dilakukan. Bahan ini mempunyai ketahanan yang amat tinggi dan kekuatan yang dapat dipercayai. Ciri-ciri AISI 304 juga dapat dipercaya sebagai rujukan kepada baja tahan karat austenitik yang lain.

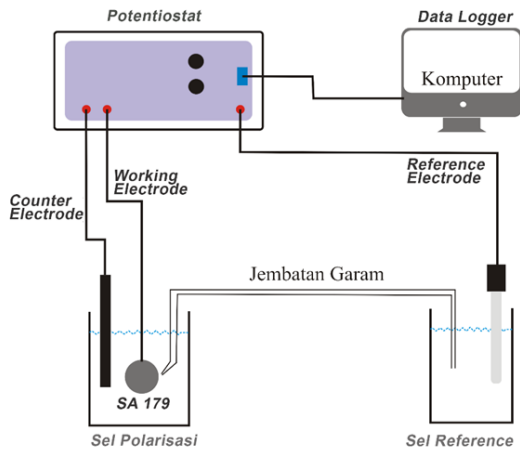
Lingkungan yang diinginkan adalah lingkungan yang mampu memberikan pengaruh maksimum seperti mana lingkungan yang ada di luar. Dalam kajian ini lingkungan laut adalah lingkungan yang ingin digunakan. Untuk itu, Natrium Klorida (NaCl) digunakan untuk meniru lingkungan air laut. Bahan direndam di dalam lingkungan ini untuk melihat hubungan pengaruh mekanis dan polarisasi terhadap fenomena korosi. Pemilihan NaCl ini juga berpandukan kepada standar ASTM G-44. Kajian ini menggunakan 3.5% NaCl untuk melihat fenomena korosi yang berlaku pada spesimen yang mendapat perlakuan tiga bebanan yang berbeda. Tiga lagi spesimen tidak direndam ke dalam larutan 3.5% NaCl sebagai data kontrol.

Pengukuran korosi secara elektrokimia telah dijelaskan, yang mana menerangkan tentang polarisasi

dan pengukuran polarisasi korosi. Untuk pelaksanaan pengukuran polarisasi di bawah pengaruh tegangan dan residual stress, diperlukan metode yang lain untuk memberikan beban strain dan residual stress pada benda uji. Untuk itu standard ASTM G-38 digunakan untuk pelaksanaan pengujian polarisasi korosi pada material dengan formasi C-Ring.

Merujuk kepada ASTM G-38, beberapa metode dapat digunakan bagi memberikan egangan C-Ring terhadap material SS AISI 304 seperti yang telah dijelaskan dalam Gambar 3.

Selanjutnya pengukuran polarisasi dilakukan mengikuti skema eksperimen yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Metode Pengukuran Polarisasi

Setelah pengukuran polarisasi, analisa korosi dilaksanakan menggunakan metode ekstrapolasi tafel berdasarkan kurva polarisasi dari hasil eksperimen yang telah dilakukan.

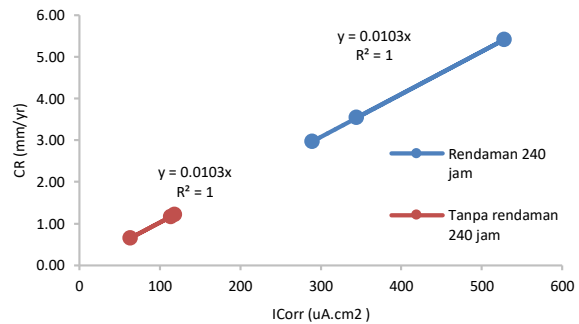
4 Hasil dan Pembahasan

Parameter yang diperhatikan memberi pengaruh yang signifikan terhadap perubahan laju korosi ialah I_{corr} , seperti mana yang dinyatakan di dalam Persamaan 1.

$$CR = K_1 \frac{i_{corr}}{\rho} EW \tag{1}$$

I_{corr} yang tinggi akan menyebabkan laju korosi juga akan semakin meningkat. Dengan kata lain, laju korosi berubah secara terus mengikut perubahan pada I_{corr} . Ini dapat dilihat melalui spesimen 2 bagi spesimen yang tidak mendapat rendaman selama 240 jam, walaupun hasil pengukuran E_{corr} spesimen tersebut adalah 0.371 V, berada pada tingkat yang lebih tinggi dibandingkan spesimen lain termasuk spesimen yang diperlakukan rendaman. namun, nilai tersebut tidak memberikan pengaruh terhadap laju korosi. Sebaliknya I_{corr} spesimen tersebut adalah yang lebih rendah dibandingkan dengan spesimen yang ada dan secara langsung laju korosi

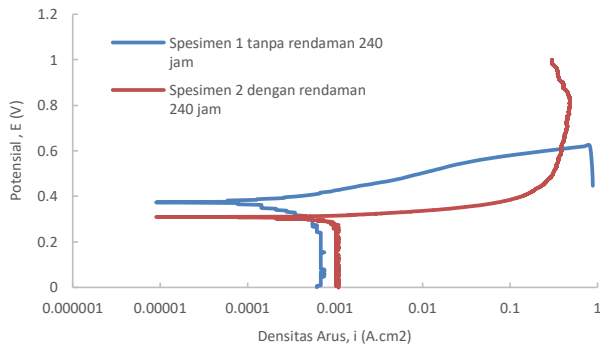
spesimen 2 tanpa rendaman 240 jam merupakan yang paling rendah dibandingkan laju korosi spesimen lainnya. Gambar 5 menunjukkan hubungan di antara I_{corr} dan laju korosi bagi spesimen SS AISI 304.



Gambar 5. Hubungan antara korosi (CR) dan kerapatan arus I_{corr}

Gambar 5 menunjukkan perkaitan di antara laju korosi baja SS AISI 304 yang mengalami rendaman dan tidak mengalami rendaman selama 240 jam terhadap densitas arus I_{corr} . Disebabkan pengujian menggunakan bahan yang sama kecenderungan di antara kedua – dua graf adalah sama itu 0.0103 (mm/yr)/($\mu A.cm^2$). Nilai positif pada kecenderungan membuktikan bahawa laju korosi berhubung lurus dengan densitas arus.

Daripada laju korosi tersebut juga, perilaku grafik pada kurva polarisasi dapat ditafsirkan dengan lebih baik. Didapati pembukaan kurva di antara polarisasi kawasan anodaa dan kawasan katodaa yang lebih besar menunjukkan bahan tersebut bersikap pasif terhadap korosi dan mampu menghalang proses korosi dengan lebih baik. Dibandingkan dengan pembukaan kurva yang rapat dan sempit, bahan tersebut didapati bersikap aktif terhadap korosi. Grafik kurva polarisasi juga dapat memberikan tafsiran berkenaan kurva kawasan katoda yang lebih tinggi menunjukkan bahan tersebut lebih kuat menghalang proses korosi. Sebaliknya kawasan anoda yang lebih landai dan pembelokan kurva ke kanan yang lebih panjang memberikan maksud bahan tersebut mudah mengalami proses korosi dan menerima dampak yang parah terhadap fenomena korosi yang berlaku. Perilaku ini paling baik ditunjukkan oleh spesimen 1 tanpa rendaman dan spesimen 2 dengan rendaman seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Perbedaan perilaku polarisasi pada bahan SS AISI 304

Tabel 1 menunjukkan laju korosi yang berlaku bagi setiap spesimen yang telah diberikan defleksi bagi melihat pengaruh beban mekanis terhadap polarisasi. Perlu

diingat untuk melihat perubahan laju korosi, parameter yang bertanggungjawab ialah densitas arus. Didapati pada ketika spesimen diberikan defleksi 0.3 mm laju korosi secara reratanya menunjukkan peningkatan dibandingkan laju korosi untuk baja tahan karat yang direndam dalam larutan tanpa bebanan yaitu 4.377 mm/yr dibandingkan 3.975 mm/yr. Walau bagaimanapun, spesimen yang mendapat defleksi 0.3 mm memberikan laju korosi yang terendah dibandingkan spesimen yang lain, laju korosi tersebut juga lebih rendah dibandingkan laju korosi yang berlaku pada spesimen yang tidak mendapatkan defleksi. Laju korosi bagi spesimen tanpa defleksi berada pada bacaan lebih daripada 2.9 mm/yr sedangkan untuk spesimen 2 defleksi 0.3 mm hanya mempunyai laju korosi 2.559 mm/yr.

Tabel 1 Laju korosi spesimen berdasarkan ekstrapolasi Tafel.

Sampel (Rendaman 240 Jam)	Defleksi (0.3 mm)			Defleksi (0.5 mm)			Defleksi (0.7 mm)		
	I_{corr} ($\mu A.cm^2$)	E_{corr} (V)	CR (mm/yr)	I_{corr} ($\mu A.cm^2$)	E_{corr} (V)	CR (mm/yr)	I_{corr} ($\mu A.cm^2$)	E_{corr} (V)	CR (mm/yr)
Spesimen 1	428.733	0.385	4.405	220.249	0.246	0.223	698.044	0.356	7.172
Spesimen 2	249.047	0.392	2.559	370.615	0.461	3.808	501.700	0.554	5.155
Spesimen 3	600.312	0.377	6.168	98.423	0.405	1.011	149.833	0.436	1.539
RERATA	426.030	0.385	4.377	229.762	0.371	1.681	449.859	0.449	4.622

Kenaikan laju korosi apabila diberikan defleksi juga dibuktikan setelah defleksi 0.7 mm diberikan kepada cincin-C. Laju korosi pada spesimen yang mendapat defleksi 0.7 mm tersebut menunjukkan nilai laju korosi yang paling tinggi yaitu 7.172 mm/yr dibandingkan lain-lain spesimen yang telah diuji. Secara rerata pula bacaan laju korosi yang berlaku pada defleksi 0.7 mm juga masih memberikan nilai yang paling tinggi yaitu 4.622 mm/yr dibandingkan laju korosi yang lainnya. Terdapat juga laju korosi yang rendah berlaku terhadap spesimen yang diberikan 0.7 mm yaitu spesimen 3 yang menunjukkan laju korosi pada 1.539 mm/yr.

Ke-tidak seragaman terhadap bacaan laju korosi yang berlaku untuk defleksi 0.3 mm dan 0.7 mm adalah disebabkan daripada dua alasan utama yaitu kemungkinan kebocoran semasa rendaman dan sensitiviti peralatan pengukur seperti mana yang telah dijelaskan sebelum ini. Berbeda pula laju korosi yang berlaku pada spesimen yang diberikan bebanan menggunakan defleksi 0.5 mm, laju korosi kajian tersebut menunjukkan kadar yang paling rendah sekali secara rerata dibandingkan spesimen yang mendapat defleksi 0.3 mm dan 0.7 mm yaitu hanya pada 1.681 mm/yr. Kadar tersebut juga didapati lebih rendah dibandingkan spesimen yang tidak mendapat perlakuan defleksi dan direndam dalam 3.5% NaCl selama 240 jam, untuk kasus tersebut laju korosi ialah 3.975 mm/yr. Laju korosi yang dicapai untuk bahan yang mendapat defleksi 0.5 mm

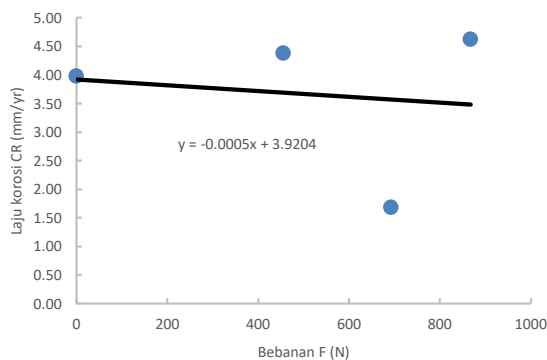
membenarkan kajian terdahulu berkenaan pengaruh beban mekanis terhadap laju korosi yaitu, pengaruh beban mekanis tidak memberikan pengaruh yang bermakna untuk laju korosi yang berlaku pada suatu bahan. Pada peringkat awal bebanan yang diberikan telah menyebabkan kerusakan kepada lapisan oksida dan memudahkan penyerangan korosi kepada bahan tersebut. Setelah itu kenaikan dalam pengaruh bebanan tidak memberikan perubahan kepada laju korosi.

Didapati juga pengaruh bebanan hanya akan bertindak setelah deformasi plastis, ini dapat diperhatikan apabila defleksi yang diberikan pada 0.7 mm, defleksi tersebut berhampiran pada kawasan plastis, maka laju korosi mengikat apabila daya atau pengaruh mekanis diberikan. Hakikatnya, tindakan mekanis membantu dalam membuka lapisan oksida bagi memudahkan reaksi korosi mengambil tempat. Dalam kajian ini, kaitan di antara pengaruh beban mekanis dan polarisasi masih dapat diperoleh hanya dengan satu bacaan. Tabel 3 menunjukkan laju korosi bagi bebanan yang berbeza. Bebanan diwakili dengan defleksi yang diberikan.

Tabel 2. Laju korosi bagi bebanan yang diberikan

Defleksi (mm)	I_{corr} ($\mu A.cm^2$)	CR (mm/yr)
0.0	386.850	3.975
0.3	426.030	4.377
0.5	229.762	1.681
0.7	449.859	4.622

Polarisasi dapat ditafsirkan berdasarkan kepada laju korosi yang dihitung menggunakan ekstrapolasi Tafel. Dengan grafik tersebut, dapat diperhatikan trend kurva pada mulanya meningkat dengan kadar yang perlahan sehingga bebanan 455.06 N, secara mendadak kurva menurun sehingga titik bebanan 692.478 N dan meningkat secara mendadak sehingga mencapai laju korosi yang maksimum yaitu 4.662 mm/yr. Dari segi sifat linearitas, laju korosi didapati menurun apabila bebanan ditambah, namun dapat diperhatikan bahwa taburan titik lebih padat di bahagian atas graf pada gambar 7 yang menunjukkan laju korosi yang tinggi dibandingkan hanya ada satu titik saja yang membawa maksud laju korosi yang rendah. Hal ini menunjukkan bebanan tidak memberikan pengaruh secara langsung kepada laju korosi dalam kawasan elastis suatu bahan. Dalam kajian terdahulu, pengaruh mekanis atau bebanan pada tahap yang tinggi berupaya menginisiasi retakan pada suatu bahan untuk mempercepatkan kegagalan bahan tapi bukan mempercepatkan laju korosi. Bahkan kenaikan dalam bebanan mekanis hanya berupaya mempercepatkan laju korosi SCC sahaja tetapi bukan laju korosi secara mutlak.



Gambar 7. Hubungan antara laju korosi dengan beban mekanis.

5 Kesimpulan

Kajian ini telah mendapati waktu rendaman 240 jam meningkatkan laju korosi dibandingkan kajian yang tidak mendapat rendaman. Didapati juga, lebih lama waktu rendaman, laju korosi juga meningkat bersama. Pengujian menunjukkan pengaruh beban mekanis tidak memberikan pengaruh mutlak terhadap laju korosi, walau bagaimanapun pengaruh mekanis memberikan pengaruh terhadap laju korosi SCC. Setelah hubungna antara antara laju korosi dan bebanan diplot, kecenderungan menunjukkan nilai negatif sedangkan taburan laju korosi paling banyak berada pada laju korosi yang tinggi. Daripada bentuk polarisasi yang terjadi untuk setiap spesimen defleksi yang paling besar menunjukkan ketahanan terhadap korosi yang rendah dan menerima pengaruh yang parah terhadap reaksi korosi.

References

- [1] Anonymous, Corrosion Costs and Preventive Strategies in the United States, Publication of NACE International, 2002
- [2] Sherbakov, S. Three Dimensional Stress-Strain State of a Pipe with Corrosion Damage Under Complex Loading., Tribology-Lubricant and Lubrication, Intech, 2011
- [3] Masaki Uekado, Yuji Kamei and Masanori Nakamura, Effect of Static Stress on High Temperature Corrosion Behavior of Boiler Tubes in Waste Incineration Environment, NACE International, 2000
- [4] S.P. Kumaresh Babu and S. Natarajan, High Temperature Corrosion and Characterization Studies in Flux Cored Arc Welded 2.25Cr-1Mo Power Plant Steel, Journal of Materials Engineering and Performance, Vol. 19, 2010
- [5] Firas M. F. Al-Quran, Hossam Ibrahim Al-Itawi, Effects of the Heat Treatment on Corrosion Resistance and Microhardness of Alloy Steel, European Journal of Scientific Research, Vol .39, 2010
- [6] G.E. Badea, A. Caraban, M. Sebesan, S. Dzitac, P. Cret, A. Setel., Polarisation Measurement used for Corrosion Rates Determination. Journal of Sustainable Energy, Vol. 1, 2010
- [7] Rashid, S., Islami, N., Ariffin, A. K., Ridha, M., & Fonna, S. (2015). Assessment of the Elastic Stress of 304 Stainless Steel Using Half-Cell Potential Measurement. In Advanced Materials Research (Vol. 1125, pp. 355-359). Trans Tech Publications Ltd.
- [8] T. Couvant, L.Legras, F. Vaillant, J.M.Boursier, Y. Rouillon, Effect of Strain-Hardening on Stress Corrosion Cracking of Aisi 304I Stainless Steel in PWR Primary Environment at 360°C, 12th International Conference on Environmental Degradation of Materials in Nuclear Power System, 2005
- [9] Taro Moteki, Kazuhiro Suga, Masanori Kikuchi., A Morphological and Numerical Characterization of FAC with Flow Properties at Near Metal Surface, 18th International Corrosion Congress (2011), Paper 515
- [10] Syarizal Fonna, M. Ridha, S. Huzni, Israr and A. K. Ariffin., Corrosion Analysis Considering Polarization Curve of Metal Using BEM. The 6th International Conference on Numerical Analysis in Engineering, 2009
- [11] Ayman Ababneh, Mashal Sheban, impact of mechanical loading on the corrosion of steel reinforcement in concrete structures, Material and Structures, 2011
- [12] Islami, N., Rashid, S., Ariffin, A. K., & Nuawi, M. Z. (2017). Stress corrosion damage on austenitic stainless steel in sodium chloride. International Journal of Automotive & Mechanical Engineering, 14(1).
- [13] Ihsan, M., Fonna, S., Islami, N., & Ariffin, A. K. (2021). Simulation of corrosion field measurement on reinforced concrete using BEM. Journal of Mechanical Engineering and Sciences, 15(2), 8072-8081.