

## PERUBAHAN LAJU KOROSI AKIBAT TEGANGAN DALAM DENGAN METODE C-RING

Toto Rusianto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Masuk: 19 April 2009 , revisi masuk: 29 Juni 2009, diterima: 3 Juli 2009

### ABSTRACT

*Stress Corrosion Cracking (SCC) generally attack to metals (steel) under internal stress. Fastener could arised internal stress to material that fastened, such as plat or other material. The experiment to observed SCC could used C-Ring method as standard ASTM G38-01(2007). Fastener and base material that made C-ring corroded in sea water with various stresses that was arrised by fastener. The result of research showed that hardness of spesimen (fastener and C-ring) was increase with increase in stress, the hardness indicated there were internal stress in spesimen. Corrosion rate for spesimen was increase with increase in stress, the higher corrosion rate at spesimen of C-ring for arrised stress 256 kg was 24,20 MPY. and lower arrised stress 69 kg was 19,14 MPY. The spesimen of fastener for arrised stress 256 kg was 7,97 MPY. and lower arrised stress 69 kg was 6,89 MPY. Duration experiment time were 9 day.*

**Keywords:** Internal Stress, C-ring, Corrosion, Fastener, Corrosion Rate.

### INTISARI

Korosi retak tegang (SCC/ *Stress Corrosion Cracking*) pada umumnya menyerang logam baja yang mengalami tegangan dalam. Tegangan dalam dapat diakibatkan adanya beban luar yang harus ditahan oleh material tersebut. Baut dapat terjadi tegangan dalam akibat pengencangan/pengikatan dari material yang diikat. Pengujian korosi retak tegang dapat dilakukan menggunakan metode *C-Ring* dengan standad ASTM G38-01(2007) dengan media korosi air laut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekerasan baut dan *C-ring* meningkat dengan meningkatnya beban. Adanya perubahan kekerasan menunjukkan adanya tegangan dalam pada spesimen. Laju korosi yang terjadi meningkat dengan meningkatnya pembebanan, korosi pada *C-ring* terbesar terjadi pada beban 256 kg sebesar 24,20 mpy dan terendah pada beban 69 kg yaitu 19,14 mpy. Sedang pada baut laju korosi terbesar pada beban 256 kg sebesar 7,97 mpy dan terendah pada beban 69 kg dengan laju korosi 6,89 mpy.

**Kata Kunci:** Tegangan dalam, Cincin-C, Korosi, Baut pengikat, Laju Korosi.

### PENDAHULUAN

Penggunaan logam banyak digunakan dalam praktek sehari-hari mulai dari peralatan rumah tangga, konstruksi, kerangka mobil, hingga alat-alat kesehatan yang digunakan manusia. Namun logam juga masih menghadapi permasalahan dalam penggunaannya yaitu korosi. Serangan korosi umumnya berbeda-beda dan dalam kasus tertentu sangat berbahaya. Dalam perencanaan suatu konstruksi, perancang sering melupakan aspek-aspek korosi sehingga hasil dari perancangan tidak dapat berfungsi secara maksimal akibat konstruksinya terko-

rosi. Korosi memberikan permasalahan yang harus dihadapi yang tak kenal henti. Akibat korosi dapat memberikan kerugian yang cukup besar baik dari segi waktu pemakaian, pemeliharaan, perbaikan serta penggantian bagian-bagian yang rusak. Oleh karena itu perlu adanya perhatian khusus untuk meminimalkan terjadinya korosi.

Korosi dapat menyerang pada logam baik yang mengalami pembebanan maupun tidak. Pengaruh beban khususnya pada logam yang mengalami tegangan akan sangat berpengaruh terhadap ketahanan laju korosi. Korosi ini umum-

<sup>1</sup>totorusianto@yahoo.com

nya disebut peretakan korosi-tegangan. Peretakan korosi-tegangan merupakan kombinasi adanya tegangan tarik pada logam dan adanya lingkungan yang korosif, dimana kondisi ini merupakan salah satu dari penyebab utama kegagalan material. Tegangan yang terjadi pada suatu logam umumnya berasal dari fabrikasi atau yang merupakan sisa hasil pengerjaan dan dapat juga terjadi pada saat logam sedang dalam pemakaian atau penggunaan. Dengan latar belakang ini pula maka diadakan penelitian laju korosi untuk mengetahui bagaimana pengaruh tegangan dalam yang bervariasi pada pipa dan baut yang dicelup ke dalam larutan korosif dalam hal ini menggunakan air laut.

Tujuan dilakukannya penelitian adalah untuk memahami dan mengetahui bagaimana pengaruh tegangan dalam yang dibedakan pada variasi beban terhadap laju korosi pada pipa dan baut terhadap lingkungan yang korosif.

Untuk mendapatkan sebuah analisa yang terfokus dan memudahkan dalam penyelesaian masalah khususnya korosi sebagai pengaruh dari tegangan terhadap ketahanan korosi dari material tersebut, permasalahan dibatasi pada: (1) baut sebagai elemen mesin dalam penggunaan mengalami tegangan dalam karena faktor pengencangan, untuk mengikat komponen/elemen mesin lainnya, (2) elemen mesin (*steel pipe*) yang diikat oleh baut juga mengalami tegangan akibat tekanan dari baut tersebut, akibat interaksi tersebut akan menimbulkan tegangan dalam (*internal stress*), (3) adanya *internal stress* dalam menyebabkan timbulnya korosi akibat tegangan yaitu dikenal dengan *Stress Corrosion Cracking*, (4) untuk melakukan pengujian akibat tegangan, tersebut dilakukan uji korosi dengan variabel yang berpengaruh adalah tegangan, (5) bentuk spesimen untuk uji tersebut menggunakan standar ASTM G38, menggunakan spesimen *C-ring Stress Corrosion Test*, (6) kondisi lingkungan korosi adalah air laut (*in-situ*), (7) pengamatan korosi melalui penghitungan dengan metode *weight loss*, (8) durasi pengamatan dan pengambilan data setiap 3 hari.

Korosi adalah penurunan mutu logam akibat reaksi elektrokimia dengan lingkungan (Threthwey, 1991). Penurunan mutu logam tidak hanya melibatkan reaksi kimia namun juga reaksi elektrokimia, yakni antara bahan terjadi perpindahan elektron. Karena elektron adalah partikel yang bermuatan negatif, maka pengangkutannya menimbulkan arus listrik sehingga reaksi demikian dipengaruhi oleh potensial listrik. Sedangkan lingkungan adalah sebutan paling mudah untuk memaksudkan semua unsur disekitar logam terkorosi pada saat reaksi berlangsung.

Jenis korosi dibedakan menjadi beberapa bentuk, hal ini digunakan sebagai dasar untuk mengklarifikasi dari korosi sehingga kita dapat mengurangi atau mengantisipasi serangan korosi. Berdasarkan hal ini korosi dapat diklarifikasikan menjadi beberapa bentuk diantaranya :

- Korosi Merata (*Uniform Attack*)
- Korosi Logam Tak Sejenis (*Galvanic Corrosion*)
- Korosi Erosi (*Erosion Corrosion*)
- Korosi Sumuran (*Pitting Corrosion*)
- Korosi Batas Butir (*Intergranular Corrosion*)
- Korosi Selektif (*Selective Leaching*)
- Korosi Celah (*Crevice Corrosion*)
- Peretakan Korosi Tegangan (*Stress Corrosion Cracking*)

Peretakan korosi tegangan adalah korosi pada logam yang terjadi karena adanya gabungan antara tegangan tarik dan lingkungan yang korosif. Selama terjadi peretakan korosi tegangan, logam seperti tidak mengalami korosi pada semua permukaannya, padahal di sepanjang permukaan tersebut terjadi retakan-retakan.

Bentuk peretakan korosi tegangan memperlihatkan suatu perpatahan rapuh karena retak bercabang merambat melalui beberapa batas butir. Proses terjadinya peretakan umumnya tagak lurus dari tekanan yang terjadi dan bentuk peretakan dapat bercabang dan tidak bercabang. Bentuk peretakan yang terjadi tergantung pada komposisi logam dan kondisi lingkungan.

Faktor yang mempengaruhi peretakan korosi tegangan :

Faktor tekanan: ada beberapa perkiraan mengenai tekanan minimum yang digunakan untuk mencegah kerusakan/keropos. Tekanan minimum ini tergantung pada suhu, komposisi campuran logam, dan lingkungan. Kriteria tegangan sangat sederhana yakni logam yang dapat diregangkan. Tekanan dapat disebabkan oleh: penggunaan, residu, panas, pelepasan.

Faktor lingkungan: keretakan karena tekanan sangat dikenal dalam berbagai media yang mengandung air, tetapi terjadi juga pada cairan tertentu, larutan garam dan cairan anorganik yang tidak mengandung air. Lingkungan yang menyebabkan kerusakan karena tekanan korosi pada berbagai macam campuran logam semakin banyak, sehingga penting untuk mengevaluasi campuran logam yang ada bila komposisi lingkungan berubah. Kerusakan karena tekanan korosi dapat dipercepat oleh peningkatan suhu udara.

Faktor metalurgi: kelemahan pada peretakan korosi tegangan rata-rata dipengaruhi oleh komposisi zat-zat kimia, komposisi dan distribusi percepatan. Faktor-faktor ini selanjutnya saling berinteraksi dengan tekanan dan komposisi lingkungan yang mempengaruhi waktu peretakan. Selain itu komposisi pada paduan juga akan mempengaruhi waktu peretakan pada logam.

Mekanisme peretakan korosi tegangan sangat dipengaruhi oleh proses korosi. Sebuah lubang kecil dan takikan pada permukaan logam dapat berfungsi sebagai penyebab tekanan. Konsentrasi tekanan pada ujung lubang kecil akan meningkat dengan seketika sebagai jari-jari dari bentuk yang berkurang. Keretakan karena tekanan korosi sering diamati berdasarkan dari sebuah lubang kecil. Jika terjadi peretakan, bagian ujung yang mempercepat keretakan memiliki jari-jari yang kecil dan konsentrasi tekanan yang menyertainya adalah besar.

Deformasi plastik dari suatu campuran logam dapat terjadi dengan cepat pada permukaan sebelum adanya tanda keretakan, hal ini terjadi karena tingginya tekanan.

Pada reaksi elektrokimia terjadi reaksi anoda dan katoda dimana kedua

reaksi terjadi secara bersamaan dan mempunyai hubungan listrik agar terjadi perpindahan elektron. Ada empat komponen dalam proses terjadinya reaksi korosi

- anoda
- katoda
- elektrolit
- hubungan listrik

Penghilangan salah satu dari keempat komponen akan menghentikan reaksi korosi.



gambar 1. Retakan korosi tegangan pada stainless steel (Fontana, 1987)

Korosi logam umumnya terjadi melalui proses elektrokimia, sehingga penting untuk mengetahui dasar dari reaksi elektrokimia yang terjadi pada proses korosi. Reaksi anoda, logam mengalami reaksi oksidasi pada proses korosi. Secara umum reaksi anodik dapat ditulis



banyak elektron yang diambil dari masing-masing atom ditentukan oleh valensi logam. Reaksi katoda, banyak terjadi selama proses korosi pada logam. Reaksi umum yang terjadi adalah: (1) pelepasan hidrogen  $2H^+ + 2e \rightarrow H_2$  (2) reduksi oksigen dalam larutan asam  $O_2 + 4H^+ + 4e \rightarrow 2H_2O$  (3) reduksi oksigen dalam larutan netral dan alkali  $O_2 + 2H_2O + 4e \rightarrow 4(OH)^-$  dan (4) reduksi ion logam  $M^{3+} + e \rightarrow M^{2+}$

Pelepasan hidrogen merupakan suatu reaksi katodik yang umum dalam larutan asam dan pada setiap reaksi terjadi penangkapan elektron.

Peretakan korosi tegangan adalah korosi pada logam yang terjadi karena adanya gabungan antara tegangan tarik dan lingkungan yang korosif. Selama terjadi peretakan korosi tegangan, logam seperti tidak mengalami korosi pada semua permukaannya, padahal di sepanjang permukaan tersebut terjadi retakan-retakan. Korosi sumuran menjadi pemicu terbentuknya korosi retak tegang. Bentuk retak yang terdapat pada daerah korosi sumuran adalah intergranular bercabang yang merupakan hasil dari serangan klorida pada baja karbon rendah (Badarudin, 2005).

Baja karbon rentan terhadap peretakan korosi tegangan yang disebabkan oleh beberapa perusakan, termasuk dalam larutan amoniak encer, karbonat, asam sianida, hidrosida, nitrat dan amonia anhidro (tidak mengandung air). Peretakan keduanya adalah peretakan intergranular dan transgranular, pembentukannya terjadi dalam nitrat dan hidrosida panas, dan kemudian dalam larutan asam sianida hangat (ASTM, 2007).

Batas konsentrasi dan temperatur untuk kerentanan korosi peretakan tegangan dari baja karbon dalam soda api (sodium hidroksid) didefinisikan dengan baik. Untuk contoh, peretakan korosi tegangan tidak dianggap menjadi sebuah permasalahan dibawah suhu  $88^{\circ}\text{C}$  dalam larutan dietanolamin dan monoetanolamin encer yang digunakan untuk membuang hidrogen sulfida dan karbondioksida keluar dari gas alam dan aliran sintesis gas yang kaya akan hidrogen. Meskipun demikian, pengalaman baru dalam kilang minyak bumi menyebabkan adanya pengakuan umum bahwa proses peretakan korosi tegangan yang bersifat pelepasan tekanan termal, harus diterapkan pada baja karbon biasa yang digunakan dalam amino encer pada semua konsentrasi dan temperatur.

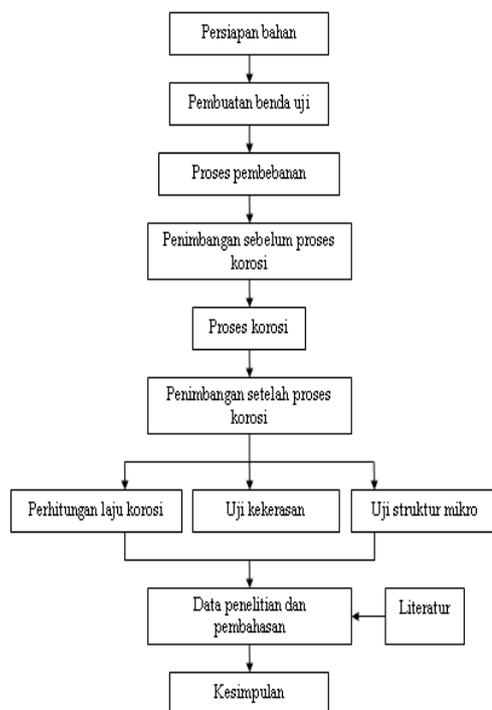
Bentuk peretakan korosi tegangan memperlihatkan suatu perpatahan rapuh karena retak bercabang merambat melalui beberapa batas butir. Proses terjadinya peretakan umumnya tagak lurus dari tekanan yang terjadi dan bentuk peretakan dapat bercabang dan tidak bercabang. Bentuk peretakan yang terjadi

tergantung pada komposisi logam dan kondisi lingkungan.

Mekanisme peretakan korosi tegangan sangat dipengaruhi oleh proses korosi. Sebuah lubang kecil dan takikan pada permukaan logam dapat berfungsi sebagai penyebab konsentrasi tekanan. Konsentrasi tekanan pada ujung lubang kecil akan meningkat dengan seketika sebagai jari-jari dari bentuk yang berkurang. Keretakan karena tekanan korosi sering diamati berdasarkan dari sebuah lubang kecil. Jika terjadi peretakan, bagian ujung yang memprocepat keretakan memiliki jari-jari yang kecil dan konsentrasi tekanan yang menyertainya adalah besar. Deformasi plastik dari suatu campuran logam dapat terjadi dengan cepat pada permukaan sebelum adanya tanda keretakan, hal ini terjadi karena tingginya tekanan.

Mamlu (2001) menyimpulkan besarnya beban penekanan pada besi beton sebelum mengalami proses korosi akan sangat berpengaruh sekali terhadap laju korosi yang terjadi pada besi tersebut. Bahwa semakin besar penekanan (pemberian beban) yang diberikan pada spesimen maka laju korosi yang terjadi akan semakin besar. Menurut Sutopo (2001) berdasarkan pengujian tarik dapat diketahui bahwa kuningan yang dikorosi dengan media korosi air aki maka kekuatan tariknya akan semakin turun. Kemudian pada kuningan yang dikorosi air aki dan air garam akan bersifat lebih lunak dan mudah patah. Dan hasil pengujian diketahui bahwa kekuatan terkecil terjadi pada media air aki pada durasi 30 hari yaitu  $50,72 \text{ kg/mm}^2$ . sedangkan pada media air tawar kekuatan tariknya hampir sama. Sedangkan As'ad (2007) melakukan perhitungan laju korosi dengan durasi waktu 0,5 jam, 1 jam, dan 1,5 jam mendapatkan nilai selisih W (berat yang hilang) yang semakin naik, ini disebabkan karena semakin lama logam berada pada lingkungan korosif maka semakin banyak pula logam yang akan terkikis. Sedangkan untuk nilai laju korosi (MPY) yang semakin menurun, penyebab menurunnya nilai laju korosi adalah karena pertama konsentrasi larutan yang berubah karena proses korosi.

Nugroho (2005) menghitung laju korosi dengan metode pencelupan yang dilakukan dari benda uji didapat nilai selisih dari berat awal dan berat akhir dari tiap-tiap proses korosi. Untuk benda uji dengan suhu pemanasan 400°C durasi pencelupan 4 jam didapat laju korosi 34,795 mm/tahun, pada benda uji dengan suhu pemanasan 500°C durasi pencelupan 4 jam didapat laju korosi 30,667 mm/tahun dan pada benda uji yang sama dengan suhu pemanasan 600°C durasi pencelupan selama 4 jam didapat laju korosi 35,148 mm/tahun.

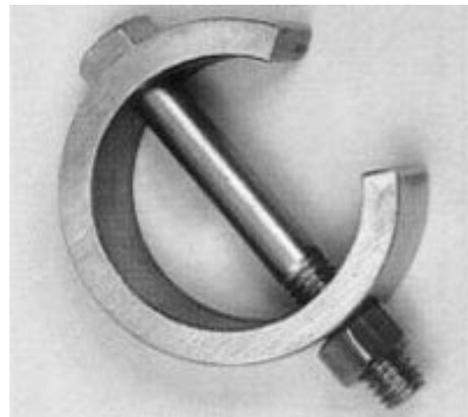


Gambar 2. Diagram alir penelitian

Mathari (2005) dengan menggunakan metode Tafel, mendapati bahwa laju korosi pada baja tahan karat jenis ferit (logam utama/ base metal) adalah sebesar 185,515 mpy, laju korosi pada baja tahan karat jenis austenit (logam utama/ base metal) adalah 123,142 mpy. Proses reaksi korosi cepat terjadi pada baja tahan karat jenis ferit, baik itu pengelasan similar (baja tahan karat jenis ferit & ferit) atau pengelasan dissimilar (baja tahan karat jenis austenit & ferit).

Agar penelitian dapat terarah, proses penelitian mengikuti diagram alir seperti pada gambar 2.

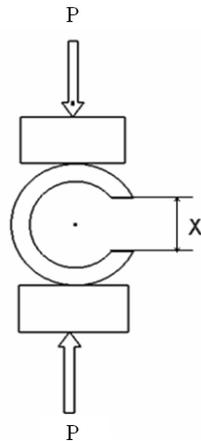
Metode penelitian antara lain benda uji yang digunakan dalam penelitian korosi adalah baut dan C-ring dari pipa. Bentuk dari spesimen menggunakan standar ASTM G38-01(2007) *Standard Practice for Making and Using C-Ring Stress-Corrosion Test Specimens*. Fungsi cincin C merupakan sebuah pegas dimana memberikan tegangan pada baut. Atau sebaliknya baut yang dikencangkan akan memberikan tegangan pada C ring, bentuk spesimen penelitian seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Benda uji

Dalam penelitian ini benda uji terlebih dahulu dilakukan proses pembebanan, untuk menentukan besarnya nilai beban yang akan diberikan pada benda kerja. Adapun besarnya beban yang diberikan pada benda uji adalah 69 kg, 136 kg, 196 kg dan 256 kg. Pemberian beban memberikan efek tegangan dalam pada spesimen. Hal tersebut dikarenakan material yang mengalami tegangan dalam kekerasannya akan meningkat.

Metode pemberian beban pada spesimen adalah sebelum pemasangan baut, C-ring diberikan beban dengan menggunakan *universal testing machine*. Deformasi yang terjadi ditandai dengan terjadinya jarak celah C-ring yang mengecil (lihat Gambar 4 tanda X). Besarnya nilai X diukur sebagai referensi untuk pengecangan C-ring oleh baut, yang merupakan besarnya nilai beban yang diberikan.



Gambar 4. Metode pembebanan pada C-ring

Benda uji dilakukan pengujian kekerasan hal ini dilakukan untuk membandingkan kekerasan benda uji yang satu dengan yang lain. Uji kekerasan bertujuan untuk menunjukkan adanya indikasi tegangan dalam yang terjadi pada konstruksi.

Waktu yang digunakan dalam percobaan korosi dilakukan selama 3 hari, 6 hari dan 9 hari. Lama waktu pengujian ini dimaksudkan agar proses pengurangan berat (*weight loss*) yang terjadi pada benda uji dapat diamati secara cermat, sehingga akan mudah dalam menghitung laju korosi.

Media korosi yang digunakan dalam pengujian ini adalah air laut. Proses pengujian menggunakan metode pencelupan dimana seluruh benda uji tercelup kedalam media korosi. Media korosi diasumsikan stabil dan pengaruh udara terhadap wadah pengujian yang terbuka dianggap dalam kesetimbangan.

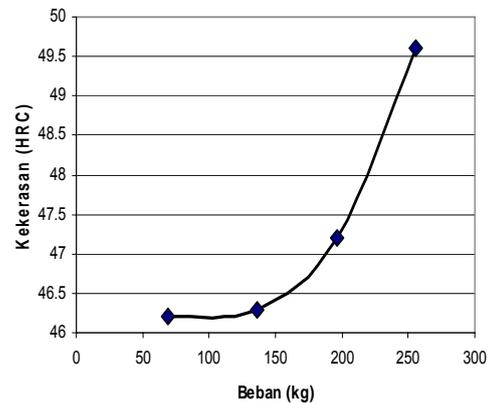
Metode uji korosi dengan menghitung selisih berat antara sebelum dan sesudah dikorosikan. Untuk mengetahui laju korosi dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut ini (Fontana, 1987).

$$MPY = \frac{534W}{DAT} \dots\dots\dots(1)$$

**PEMBAHASAN**

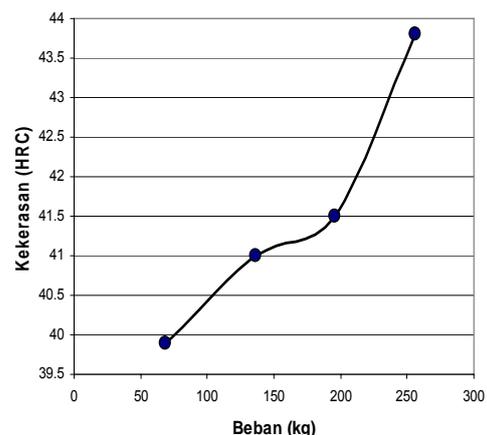
Pengujian kekerasan pada benda uji menggunakan alat uji kekerasan Rockwell dengan menggunakan pembebanan atau penggunaan beban 150 Kg,

dan penetrator yang digunakan adalah diamond cone. Tujuan pengujian kekerasan adalah untuk mengetahui pengaruh beban terhadap terjadi tegangan dalam yang terjadi pada baut. Berikut Gambar 5 dan 6 grafik hasil pengujian kekerasan pada C ring dan Baut.



Gambar 5. pengaruh beban terhadap kekerasan pada C ring.

Dari hasil pengujian kekerasan yang dilakukan pada benda uji didapatkan nilai kekerasan yang berbeda-beda. Besarnya pembebanan yang dikenakan mempengaruhi nilai kekerasan dimana semakin besar beban yang dikenakan pada benda uji nilai kekerasan yang terjadi cenderung semakin besar. Untuk C-ring kekerasan rata-rata tertinggi terjadi pada benda uji dengan beban 256 kg yaitu  $49,6 \pm 3,46$  % HRC.



Gambar 6. pengaruh beban terhadap kekerasan pada baut.

Sedangkan untuk kekerasan rendah terdapat pada benda uji yang me-

ngalami pembebanan 69 kg yaitu  $46,2 \pm 1,58$  % HRC. Sedangkan pada Baut kekerasan rata-rata tertinggi terjadi pada benda uji dengan beban 256 kg yaitu  $43,8 \pm 2,10$  % HRC. Sedangkan untuk kekerasan terendah terdapat pada benda uji yang mengalami pembebanan 69 kg yaitu  $39,9 \pm 4,72$  % HRC

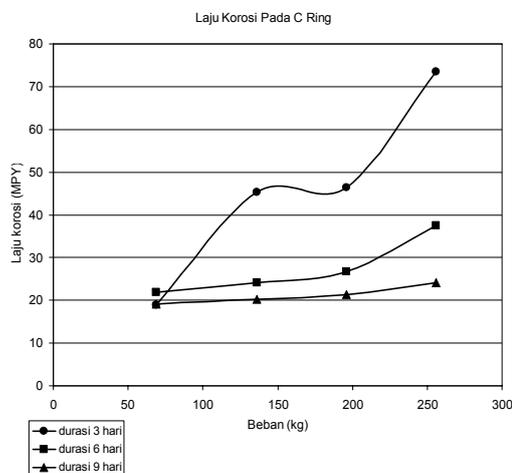
Bahan yang mengalami pembebanan pada umumnya terjadi peningkatan tegangan dalam yang dikenal dengan strain hardening. Terjadinya strain hardening juga sangat dipengaruhi oleh seberapa besar beban luar yang dikenakan pada bahan tersebut. Beban khususnya beban tarik yang dikenakan pada bahan maka bahan akan mengalami reaksi terhadap beban tersebut dengan mengalami deformasi dalam hal ini mengalami regangan/strain. Selama regangan masih dalam batas kemampuan bahan untuk menahan, maka energi dari luar tersebut yang berupa beban tarik, akan digunakan oleh bahan untuk mengalami peregangan. Akibatnya energi dalam bahan akan meningkat. Atau hal ini dikenal dengan terjadinya *internal stress*/tegangan dalam. Semakin besar tegangan dalam terjadi dapat menyebabkan kerusakan/perpatahan pada bahan, jika tegangan tersebut melebihi dari kemampuan dari kekuatan bahan itu sendiri.

Pengaruh pembebanan pada bahan dalam hal ini bahan diberikan tegangan tarik dan pengukuran internal stress diukur dengan tingkat kekerasan dari bahan. Semakin besar tegangan tarik yang diberikan maka semakin besar pula kekerasan yang terjadi pada bahan. Hal ini dibuktikan dengan pengujian kekerasan pada C ring dan Baut yang diberi beban tarik bervariasi, dimana kekerasannya meningkat.

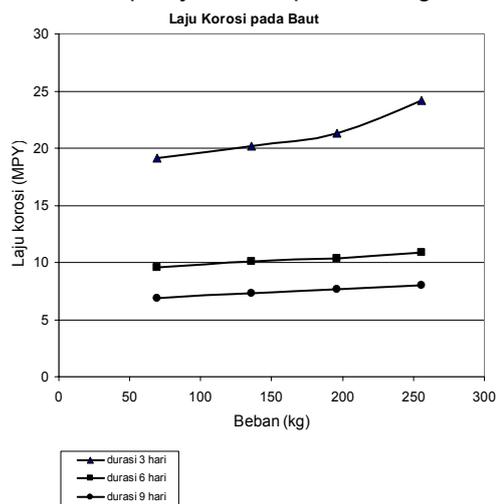
Untuk mengetahui laju korosi dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan (1) dan hasil uji korosi dengan menghitung selisih berat pada durasi waktu tertentu, memberikan hasil berupa grafik sebagai berikut (Gambar 7 dan 8).

Korosi adalah penurunan mutu logam akibat reaksi elektrokimia dengan lingkungan (Threthwey and Chamberlain, 1991, hal : 25). Penurunan mutu logam tidak hanya melibatkan reaksi kimia na-

mun juga reaksi elektrokimia, yakni antara bahan terjadi perpindahan elektron.



Gambar 7. Pengaruh Tegangan Dalam Terhadap Laju Korosi pada C ring



Grafik 8. Pengaruh Tegangan Dalam Terhadap Laju pada Baut

Karena elektron adalah partikel yang bermuatan negatif, maka pengangkutannya menimbulkan arus listrik sehingga reaksi demikian dipengaruhi oleh potensial listrik. Sedangkan lingkungan merupakan media yang paling mudah untuk menghantarkan elektron di sekitar logam terkorosi.

Dalam reaksi elektrokimia, reaksi yang menghasilkan elektron disebut reaksi anoda, disebut juga proses oksidasi. Sedangkan reaksi yang menangkap elektron adalah reaksi reduksi dan disebut reaksi katoda (Widharto, 1999). Kedua reaksi ini terjadi di daerah antarmuka

antara bahan padat dan bahan cair. Perlu disadari bahwa baik reaksi anoda maupun katoda bisa berlangsung di permukaan logam yang sama.

Reaksi yang terjadi pada proses korosi dengan media korosi air garam adalah sebagai berikut:

- Proses ionisasi  
 $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$
- Oksidasi  
 $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2e$   
 $\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}^- \rightarrow \text{FeCl}_2$
- Reduksi  
 $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4e \rightarrow 4(\text{OH})^-$
- Hasil reaksi  
 $\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2$

Dalam hal ini *ferro clorida* ( $\text{FeCl}_2$ ) merupakan tahap proses korosi yang terjadi didalam proses korosi dengan larutan garam secara kontinue. Jika Cl terbatas Fe masih mengalami oksidasi yang dapat menimbulkan korosi karena masih ada senyawa  $\text{H}_2\text{O}$ .

Berdasarkan data penelitian korosi yang telah dilakukan pada benda uji terdapat hasil laju korosi yang berbeda-beda dari masing-masing benda uji. Besarnya beban yang dikenakan pada benda uji memberikan pengaruh terhadap laju korosi. Pada benda uji dengan beban yang semakin besar mengakibatkan cacat-cacat permukaan yang semakin banyak dimana banyak permukaan yang terkelupas dan membentuk suatu lubang-lubang atau ceruk, lubang pada benda uji ini menyebabkan mempercepat terjadinya korosi. Korosi ini umumnya yang terjadi adalah korosi merata. Adanya tegangan dalam pada benda uji menyebabkan timbulnya gradien tegangan pada bagian bebas dan yang mengalami tegangan. Sehingga dapat menimbulkan adanya muatan kutub anoda dan katoda sehingga dapat menimbulkan korosi. Kutub anoda akan timbul pada bagian yang mengalami tegangan dalam yang paling besar, sedang kutub katoda timbul pada bagian yang mengalami tegangan dalam paling rendah. Dengan demikian korosi akan timbul pada bagian yang paling kritis pada benda uji dimana mengalami tegangan dalam terbesar. Pada C-ring tegangan terbesar pada bagian punggung sedang pada baut pada bagian tengah.

Pada benda uji yang dikorosi baik C-ring maupun pada baut didapatkan nilai laju korosi yang semakin tinggi seiring dengan semakin besar beban pada benda uji yang menyebabkan adanya cacat-cacat pada permukaan benda uji dimana pada bagian yang cacat merupakan bagian yang paling rentan terhadap serangan korosi. Untuk C-ring yang dikorosi dengan durasi 3 hari laju korosi tertinggi terjadi pada pembebanan 256 kg yaitu 73,42 MPY dan terendah pada beban 69 kg yaitu 18,84 MPY. Sedangkan pada baut laju korosi tertinggi terjadi pada beban 256 kg yaitu 16,70 MPY dan terendah pada beban 69 kg yaitu 15,45 MPY.

Untuk C-ring yang dikorosi dengan durasi 6 hari laju korosi tertinggi terjadi pada pembebanan 256 kg yaitu 37,52 MPY dan terendah pada beban 69 kg yaitu 21,94 MPY. Sedangkan pada baut laju korosi tertinggi terjadi pada beban 256 kg yaitu 10,84 MPY dan terendah pada beban 69 kg yaitu 9,59 MPY. Sementara untuk C-ring yang dikorosi dengan durasi 9 hari laju korosi tertinggi terjadi pada pembebanan 256 kg yaitu 24,20 MPY dan terendah pada beban 69 kg yaitu 19,14 MPY. Sedangkan pada baut laju korosi tertinggi terjadi pada beban 256 kg yaitu 7,97 MPY dan terendah pada beban 69 kg yaitu 6,89 MPY.

## KESIMPULAN

Peningkatan pembebanan pada spesimen C ring dan baut, kekerasannya makin meningkat. Pengaruhnya terhadap laju korosi pada C-ring dan baut meningkat dengan naiknya beban yang diberikan. Laju korosi benda uji (C-ring) yang dikorosi dengan durasi 9 hari didapatkan nilai laju korosi tertinggi pada beban 256 kg yaitu sebesar 24,20 MPY dan laju korosi terendah pada beban 69 kg sebesar 19,14 MPY. Pada baut laju korosi dengan durasi 9 hari, tertinggi pada beban 256 kg yaitu sebesar 7,97 MPY dan laju korosi terendah pada beban 69 kg sebesar 6,89 MPY.

## DAFTAR PUSTAKA

ASTM G38-01(2007) *Standard Practice for Making and Using C-Ring*

- Stress - Corrosion Test Specimens* <http://www.imrtest.com>.
- As'ad, M.A, 2007, Hot Dipping Plat Baja Pada Al Cair Dengan Variasi Waktu Terhadap Ketahanan Korosi Lapisan, Skripsi, Teknik Mesin, Teknologi Industri, Institut Sains Dan Teknologi Akprind Yogyakarta.
- Badaruddin, M.S., 2005. Efek Shot Peening Terhadap Korosi Retak Tegang (SCC) Baja Karbon Rendah dalam Lingkungan Air Laut, *Jurnal Teknik Mesin*, Universitas Kristen Petra Vol 7, no.1 April 2005., hal 11–14.
- Fontana, M.G., 1986, *Corrosion Engineering*, 3<sup>rd</sup> edition, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Mamlu, MH, 2001, *Penelitian Sifat Fisis Dan Mekanis Pada Besi Beton Yang Mendapat Beban Tekan Dan Dikorosi*, Skripsi, Teknik Mesin, Teknologi Industri, Institut Sains Dan Teknologi Akprind Yogyakarta.
- Mathari, 2005, *Laju Korosi Pada Pengeelasan Baja Tahan Karat Similar Dan Dissimilar*, Skripsi, Teknik Mesin, Teknologi Industri, Institut Sains Dan Teknologi Akprind Yogyakarta.
- Nugroho, RA, 2005, *Korosi Pada Baja Paduan Cr (Bohler M300) Yang Mengalami Proses Pemanasan*, Skripsi, Teknik Mesin, Teknologi Industri, Institut Sains Dan Teknologi Akprind Yogyakarta.
- Sutopo, E, 2001, *Pengaruh Media Korosi Pada Kuningan Terhadap Laju Korosi, Kekuatan Tarik, Kekerasan Dan Struktur Mikro*, Skripsi, Teknik Mesin, Teknologi Industri, Institut Sains Dan Teknologi Akprind Yogyakarta.
- Trethewey, K.R. and Chamberlain J., 1991, *Korosi Untuk Mahasiswa Dan Rekayasawan*, Gramedia, Jakarta.
- Widharto, S., 1999, *Karat Dan Pencegahannya*, Pradnya Paramita, Jakarta