

PENGARUH KOROSI RETAK TEGANG TERHADAP FAKTOR INTENSITAS TEGANGAN PADA LOGAM PADUAN Al-Cu DI LINGKUNGAN 0.2M NaOH

Qomarul Hadi *

*Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Unsri

Jl. Raya Palembang-Prabumulih KM32 Indralaya Ogan Ilir, 30662

E-Mail : qmhny@yahoo.com

ABSTAK

Kegagalan akibat korosi dan intensitas tegangan dari material aluminium dalam suatu industri sering terjadi.. Untuk itu dilakukan penelitian Pengaruh korosi retak tegang terhadap Intensitas tegangan pada paduan aluminium-tembaga di lingkungan 0,2M NaOH. Penelitian dilakukan secara eksperimental melalui pengkonsentrasian tegangan secara statis pada lingkungan yang korosif 0,2 M NaOH dengan limit waktu pengujian bervariasi yaitu 12, 24, 36, 48 jam. Prinsip pengujian dilakukan dengan metode three point bending dengan beban 10 % dari tegangan yield material tersebut dimana material pada penyangga dan specimen di lapisi oleh perak agar tak terjadi korosi pada bagian yang tidak diberi noth dengan standart ASTM . Dari penelitian ini lamanya waktu pengujian menyebabkan meningkatnya bertambahnya pertambahan panjang retak dari 4,70 mm hingga 5,71 mm. Semakin lama pengujian factor intensitas tegangan korosi retak tegang dengan lama pengujian selama 12 jam yang dialami didapatkan yaitu sebesar 12,52409 kg/mm^{3/2} dan untuk waktu pengujian selama 48 jam diperoleh factor intensitas tegangan sebesar 40,05043 kg/mm^{3/2}. Hal diatas dapat dinyatakan bahwa, semakin lama waktu pengujian specimen maka factor intensitas tegangan korosi retak tegangnya akan semakin besar seiring mendekati waktu batas kritisnya hingga specimen kemudian mengalami perpatahan.

ABSTRACT

Failure effect of corrosion and stress intensity factor from material aluminium in industry is often happened. for that is conducted by stress corrosion cracking infulece research to stress at aluminium-tembaga alloy in environment 0,2M NaOH. The observed was done by static center Load three point bending specimens by standart ASTM on 0.2M NaOH with longtime variable 12 ,24, 36 and 48 hours. Result from reseachs rises long time crack growth from 4,70mm until 5,71 mm. stress Corrosion Cracking on the time 12 hours is 12.52409 kg/mm^{3/2} and time 48 hours Sterss Corrosion craking 40.05043 kg/mm^{3/2}.It Can be expressed that, longer time of examination spesimen of hence stress intensity factor of stress corrosion of erection will be ever greater along come near the its critical boundary time till spesimen later; then experience of breaking.

Keyword : Stress corrosion Cracking, stress Intensity factor

1.PENDAHULUAN

Perkembangan industri dan teknologi yang terus-menerus terjadi hingga dewasa ini, tidak terlepas dari peran penting penggunaan logam sebagai salah satu material pendukungnya. Kemajuan peradaban akan sulit terjadi tanpa pemanfaatan logam.

Aluminium yang merupakan salah satu unsur logam telah cukup mampu memberikan suatu bagian pemikiran dan bahkan kini telah menjadi sorotan utama dunia didalam pemanfaatan logam saat ini. Hal ini disebabkan oleh dimilikinya sifat-sifat yang khas dari aluminium menguntungkan, sehingga mampu untuk mendapatkan tempat bagi suatu solusi maupun alternatif pertimbangan pemikiran sejumlah kalangan didalam pemanfaatan logam. Keunggulan aluminium telah cukup dibuktikan bahwa setiap tahunnya adalah pada urutan kedua setelah besi dan baja yang tertinggi diantara logam non ferro. Material ini dipergunakan di dalam bidang yang luas bukan saja untuk peralatan rumah tangga tapi juga dipakai untuk keperluan material pesawat terbang, mobil, kapal laut, konstruksi dan sebagainya. Hanya sayangnya mutu logam akan menurun akibat adanya suatu hubungan sehingga menyebabkan daya guna suatu logam tersebut tidak maksimal. Salah satu faktor yang banyak menurunkan mutu logam itu adalah korosi.

Masalah korosi telah ditemukan sejak dimulainya penggunaan logam dalam peradaban manusia. Korosi merupakan penurunan mutu logam akibat reaksi kimia atau elektrokimia dengan lingkungan. Korosi ini menjadi beban bagi peradaban manusia. Korosi tidak hanya menurunkan daya guna dari logam, namun juga menimbulkan

kerugian dari segi biaya, pemborosan sumber daya alam serta ketidaknyamanan bagi manusia dan bahkan kadang-kadang dapat mengakibatkan kematian.

Dengan mengacu kepada kerugian-kerugian yang ditimbulkan akibat korosi ini, ternyata kebutuhan penanggulangannya sangat diperlukan walaupun dalam banyak hal korosi tidak dapat dihindarkan namun dapat dan berusaha untuk kita kendalikan.

Oleh karena itu, pemahaman tentang korosi dan pengetahuan yang cukup mengenai cara pengendaliannya dirasakan sangatlah penting, sehingga nilai daya guna pemanfaatan logam akan maksimum.

Dengan melihat tiga alasan dasar tersebut, disini penulis mencoba melakukan studi eksperimen mengenai suatu unsur logam didalam hubungannya akan fenomena-fenomena yang terjadi terhadap suatu korosi. Pemilihan fenomena korosi yang diambil dikonsentrasikan kepada jenis korosi pada korosi retak

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Alumunium

Alumunium dihidrolisa dari biji alumunium yaitu bauksit. Adapun sifat-sifat alumunium untuk 99,9% alumunium murni adalah :

- Titik cair	: 660 °C
- Struktur kristal	: fcc
- Densitas (massa jenis)	: 2730 kg/m ³
- Modulus young (E)	: 68,3 x 10 ⁹ N/m ²
- Tegangan Ultimate	: 45 x 10 ⁶ N/m ²
- Tahanan listrik	: 2,66 x 10 ⁻⁸ Ohm pada 20 °C
- Warna	: putih keabu-an

Alumunium yang digunakan untuk industri tidak hanya sebagai ingot tetapi juga digunakan dalam berbagai ukuran dan produk setengah jadi, seperti: diroll, diekstrusi, ditempa, dicor, kawat, dan kabel.

Pemurnian Alumunium

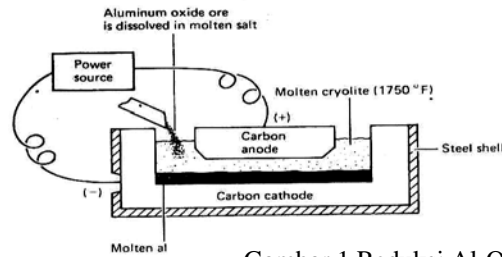
Alumunium pertama kali ditemukan oleh Sir Humphrey Davy pada tahun 1809 sebagai unsur, dan pertama kali direduksi sebagai logam oleh HC Hall pada tahun 1825. Alumunium terdapat di permukaan bumi dalam keadaan berbentuk senyawa kimia, namun di alam tidak ditemukan alumunium dalam keadaan murni. Bahan dasar terpenting dalam pembuatan alumunium adalah bauksit, yang merupakan kumpulan mineral (tanah tawas dan aluminium oksida) dengan tambahan yaitu oksida besi dan asam silikat. Bauksit mengandung 55 – 65 % tanah tawas, 2 – 28% besi, 12 – 30% air, dan 1 – 8% asam silikat.

Alumunium diperoleh dengan memisahkannya dari unsur-unsur lain dalam bauksit. Cara-cara pemisahannya dilakukan melalui dua tahap yaitu pemurnian dan elektrolisis. Proses pemurnian alumunium dilakukan dengan memecahkan bauksit dengan mesin pemecah, lalu dimasukkan ke dalam alat yang dapat menghaluskan pecahan tersebut sehingga menjadi seperti pasir kemudian dimasukkan ke dalam gilingan bola baja dimana gilingan tersebut terdiri dari banyak bola baja dan diputar hingga Al₂O₃-nya dapat dipisahkan dari tepung bauksit terhadap unsur-unsur lainnya. Setelah itu bauksit direaksikan sebagai berikut:

Bauksit dibasakan dengan larutan NaOH pekat, untuk memisahkan Al₂O₃ dari zat-zat lain yang ada dalam bauksit. Al₂O₃ akan larut sedangkan zat-zat yang lain tidak larut.

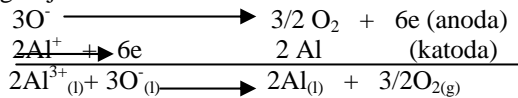
1. $Al_2O_{3(s)} + 2 NaOH_{(aq)} \rightarrow 2NaAlO_{2(aq)} + H_2O$
2. Larutan diasamkan untuk memperoleh endapan Al(OH)₃
3. $NaAlO_{2(aq)} + HCl_{(aq)} + H_2O \rightarrow Al(OH)_{3(s)} + NaCl_{(aq)}$
4. setelah disaring, Al(OH)₃ dipanaskan agar terurai menjadi Al₂O₃ yang murni.
5. $Al(OH)_3 \rightarrow Al_2O_{3(s)} + 3H_2O_{(g)}$

Proses pemurnian ini segera diikuti oleh proses elektrolisis. Pada proses elektrolisis, terjadi proses reduksi bijih Al₂O₃ menjadi alumunium. Dalam proses ini kriolit (Na₃AlF₆) dicairkan dan Al₂O₃ dipisahkan dalam larutan garam. Kriolit disini berfungsi sebagai pelarut. Selanjutnya dalam larutan garam akan terdapat ion Al⁺⁺⁺. Elektroda karbon diletakkan dalam bejana dan membentuk aliran diantara elektroda-elektroda. Ion alumunium ini akan tereduksi menjadi logam alumunium pada katoda dan oksigen terikat pada anoda. Dalam bejana, pada temperatur tinggi (953 °C) cairan alumunium terbentuk pada katoda (titik cair alumunium adalah 660 °C) dan berkumpul pada bagian bawah sel. Proses ini dapat kita lihat dalam gambar 2.1 di bawah ini :



Gambar 1 Reduksi Al_2O_3 Menjadi Aluminium

Dimana reaksi yang terjadi dalam oven elektrolisis adalah :



Oven elektrolisis terdiri dari bejana baja, bagian dalam dilapisi dengan batu tahan api di atas dasar dapur diletakkan blok-blok zat arang yang berfungsi sebagai kutub negatif, di atas dapur digantungkan batang anoda dan diujungnya dipasang blok anoda, yang berfungsi sebagai kutub positif. Isi oven terdiri dari 3 bagian pertama lapisan kerak kriolit, kedua aluminium cair dan lapisan ketiga terdiri dari cairan kriolit.

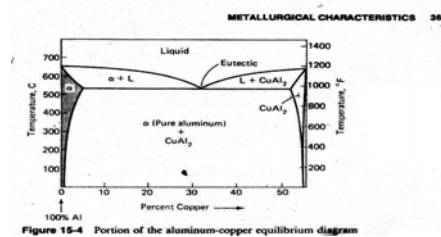
2.2 Klasifikasi Aluminium dan Paduannya

Aluminium dan paduan aluminium termasuk logam ringan yang mempunyai kekuatan tinggi, tahan terhadap karat dan merupakan konduktor listrik yang cukup baik. Logam ini dipakai secara luas dalam bidang kimia, listrik, bangunan, transportasi dan alat-alat penyimpanan. Paduan aluminium dapat diklasifikasikan dalam tiga cara, yaitu berdasarkan pembuatan dengan klasifikasi paduan cor dan paduan tempa, berdasarkan perlakuan panas dengan klasifikasi, dapat dan tidak dapat diperlaku-panaskan, dan cara ketiga yang berdasarkan unsur-unsur paduan. Berdasarkan klasifikasi ketiga ini aluminium dibagi dalam tujuh jenis yaitu : jenis Al murni, jenis Al-Cu, jenis Al-Mn, jenis Al-Si, jenis Al-Mg, jenis Al-Mg-Si, dan jenis Al-Zn.

2.3. Aluminium – Tembaga (seri 2000)

Jenis paduan Al-Cu adalah jenis yang dapat diperlaku-panaskan. Dengan melalui pengerasan endap atau penyepuhan. Sifat mekanik paduan ini dapat menyamai sifat dari baja lunak. Paduan yang mengandung Cu mempunyai ketahanan korosi yang lebih rendah bila dibandingkan dengan jenis paduan lainnya, jadi apabila ketahanan korosi yang khusus diperlukan permukaannya dilapisi dengan Aluminium murni atau paduan Aluminium yang tahan korosi.

Paduan jenis ini biasanya digunakan pada konstruksi keling, dan banyak sekali digunakan dalam konstruksi pesawat terbang seperti duralumin (2017) dan super duralumin (2024).



Gambar 2. Diagram Fasa Paduan Al-Cu

Diagram fasa paduan Al-Cu. Larutan padat alfa di Daerah sisi Al pada temperatur tinggi merupakan larutan padat dari berbagai komponen kedua, yang kelarutannya menurun kalau temperatur diturunkan. Bagi paduan yang memiliki diagram fasa seperti itu kalau paduan pada komposisi tertentu umpamanya 4% Cu-Al, didinginkan dari larutan padat yang homogen sampai kepada temperatur memotong kurva kelarutan unsur kedua di mana konsentrasinya mencapai jenuh. Selanjutnya dengan pendinginan yang lebih jauh pada keadaan mendekati keseimbangan, fasa kedua akan terpresipitasi.

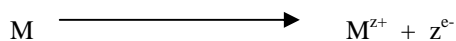
Konsentrasi dari larutan dapat berubah tergantung kepada kurva kelarutan, dan pada temperatur biasa merupakan suatu campuran antara larutan padat yang jenuh dan fasa kedua. Presipitasi tersebut memerlukan keadaan transisi dari atom yaitu difusi, yang memerlukan pula waktu yang cukup. Kalau material didinginkan dengan cepat dari larutan padat yang homogen pada temperatur tinggi, yaitu dengan pencelupan dingin, keadaan pada temperatur tinggi itu dapat dibawa ke temperatur yang biasa. Operasi ini dinamakan perlakuan pelarutan. Yang menghasilkan larutan padat lewat jenuh, yang merupakan fasa tidak stabil meskipun pada temperatur biasa dan

cenderung untuk terjadi presipitasi dari fasa kedua, jadi larutan padat yang lewat jenuh cenderung untuk terurai dengan sendirinya menjadi larutan padat yang jenuh. Difusi atom ditentukan oleh macam atom, tetapi pada umumnya sangat lambat pada temperatur biasa dan dengan pencelupan dingin kekosongan tetap ada, jadi dengan berjalannya waktu struktur atom bisa berubah, yang menghasilkan perubahan sifat-sifatnya. Perubahan sifat-sifat dengan berjalannya waktu pada umumnya dinamakan penuaan. Banyaknya kekosongan selama penuaan menyebabkan atom-atom Cu mudah bergerak dan mengendap. Pengendapan atom Cu ini membentuk senyawa dengan satu atom Cu dan 2 atom Al (fasa θ). Setelah proses natural aging senyawa CuAl_2 jumlahnya lebih banyak dibandingkan sebelum pemanasan. Pengendapan atom-atom ini menyebabkan daerah dengan konsentrasi tegangan tinggi yang disebut *Guinier - Preston I Zones*. Pada daerah ini atom-atom Cu berkumpul sehingga tegangan yang ditimbulkan akan menghalangi jika ada dislokasi yang akan melewati daerah tersebut. Dengan demikian kekuatan aluminium meningkat.

2.4. Korosi

Korosi adalah proses perusakan ataupun penurunan sifat logam oleh reaksi elektrokimia karena berinteraksi dengan lingkungan. Korosi sering terjadi pada lingkungan air, korosi juga berlangsung dilingkungan kering juga dapat terjadi di udara karena kandungan uap air

Dengan persamaan secara sederhana reaksi korosi dapat digambarkan sebagai berikut :



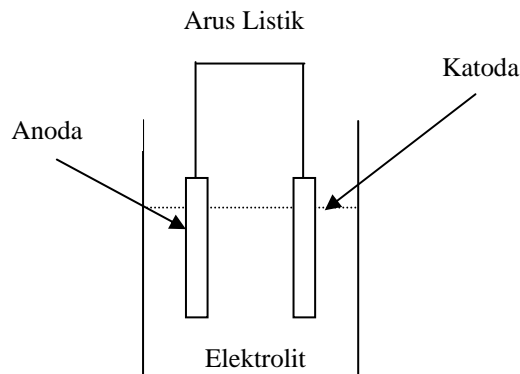
Dimana :

M = atom logam yang terdapat dalam struktur padat.

z = valensi, yaitu angka yang menyatakan jumlah elektron yang hilang bila sebuah atom logam berubah menjadi ion, biasanya berupa bilangan bulat.

Secara umum ada empat komponen dasar yang menyebabkan terjadinya korosi pada logam, yaitu adanya katoda, anoda, elektrolit dan arus listrik. Penghilangan salah satu dari keempat komponen tersebut dapat menghentikan terjadinya korosi.

Gambar dibawah ini menunjukkan komponen pembentuk korosi yang paling utama.



Gambar 3. Komponen Pembentuk Korosi

Adapun jenis-jenis korosi yang terjadi pada logam adalah sebagai berikut:

1. Korosi Merata
Korosi ini biasanya disebabkan oleh reaksi elektrokimia secara merata pada permukaan logam yang terbuka yang dapat menyebabkan semakin menipisnya logam dan akhirnya mengalami kerusakan. Korosi ini dapat dikendalikan dengan cara : penggunaan lapisan pelindung, proteksi katodik, inhibitor dan pemilihan logam yang sesuai untuk lingkungan tertentu.
2. Korosi Celah
Korosi celah terjadi pada daerah celahan atau daerah-daerah yang tersembunyi pada permukaan logam yang berada pada lingkungan korosif, korosi ini terjadi karena adanya perbedaan konsentrasi oksigen dicelah dengan lingkungan. Permukaan logam yang konsentrasi O_2 lebih tinggi logam bersifat lebih katodik sedangkan konsentrasi O_2 jauh lebih rendah dalam celah sehingga bersifat jauh lebih anodik dan mengalami korosi dengan laju yang tinggi. Korosi celah dapat dikendalikan dengan cara menghindari terbentuknya celah-celah dalam suatu konstruksi.
3. Korosi Sumuran
Korosi sumuran adalah korosi lokal yang secara selektif menyerang permukaan logam.
4. Korosi Butiran

Korosi intergranular terjadi jika batas butir terserang akibat adanya endapan (Presipitat) didalamnya. Batas butir sering menjadi tempat yang lebih disukai untuk proses-proses pengendapan dan pemisahan (segregasi) yang teramati pada banyak paduan.

5. Korosi Selektif

Korosi selektif adalah terlarutnya suatu unsur yang bersifat lebih anodik dari suatu paduan. Korosi ini menyerang seluruh permukaan yang terbuka sehingga bentuk keseluruhan tidak berubah namun demikian hilangnya sebuah unsur paduan dalam jumlah besar menjadikan logam berpori-pori dan hampir tanpa kekuatan mekanik lagi.

6. Korosi Erosi

Korosi erosi adalah bentuk korosi yang timbul akibat gerak relatif antara fluida korosif (elektrolit) terhadap permukaan logam. Semua peralatan yang terekspos terhadap fluida yang bergerak beresiko mengalami korosi erosi.

7. Korosi Lelah

Korosi lelah adalah korosi yang disebabkan oleh aksi gabungan antara lingkungan korosif dan tegangan berulang (siklus). Logam akan gagal karena lelah tetapi bila berada pada lingkungan korosif kegagalan akan dipercepat. .

8. Korosi Galvanik (Logam Tak Sejenis)

Korosi galvanik akan terjadi apabila dua logam atau lebih yang berbeda dalam suatu lingkungan dan saling berhubungan sehingga timbul tegangan listrik sehingga logam yang potensialnya lebih tinggi akan bersifat katodik dan yang lainnya akan bersifat anodik.

2.4 Korosi Retak Tegang

Dapat diuraikan secara garis besar dalam bentuk tiga pemaparan, yaitu :

A. -Mekanisme Umum Korosi Retak Tegang

Korosi retak tegang (KRT) adalah korosi setempat yang menyerang logam bertegangan dengan membentuk suatu retakan yang menjalar bila berada dalam lingkungan yang korosif. KRT dimungkinkan bila terpenuhi tiga syarat pokok yang meliputi :

1. Logam rawan terhadap korosi local.
2. Terdapat tegangan tarik yang bekerja pada logam.
3. Terdapat electron korosif yang menyerang logam secara local.

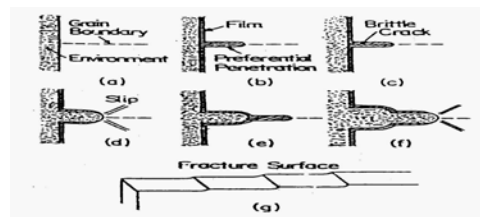
Secara morfologis, korosi retak tegang dapat dibedakan dalam tiga jenis, yaitu :

- a. Konsentrasi Retak Tegang antara butiran, bila retak yang terjadi menyusuri batas butiran.
- b. Konsentrasi Retak Tegang lintas butiran, bila retak yang terjadi melintasi butiran.
- c. Konsentrasi Retak Tegang dengan morfologi campur, dimana retak yang terbentuk ada yang menyusuri batas butiran dan ada yang melintasi butiran.

B. Mode Patahan Korosi Retak Tegang

Retak pada korosi retak tegang akan menjalar bilamana terdapat cukup syarat bagi pelepasan energi elektrokimia pada bagian pengkonsentrasian tinggi, atau bilamana lingkungan dapat berinteraksi dengan logam sehingga menyebabkan pengetasan.

Mode patahan akan merupakan lintas butiran bilamana kerja plastis lebih dominan didalam membentuk retakan, sedangkan bila kerja reaksi kimia yang merupakan proses pelepasan energi elektrokimia lebih dominan maka patahan akan merupakan antar butiran. Kerusakan oleh serangan korosi khususnya retak tegang pada beberapa logam atau paduan dalam berbagai lingkungan dapat mengikuti beberapa model. Salah satu diantaranya antara lain model korosi antar butir dibantu tegangan. Model ini menjelaskan bahwa lingkungan korosif dapat menghasilkan permukaan yang getas atau membentuk film lemah yang tumbuh menjorok mengikuti batas butir (gambar 4) . Film batas butir ini kontinu, dan bila tidak ada tegangan yang bekerja pertumbuhannya terhambat sampai kedalaman tertentu oleh karena pertumbuhannya dibatasi oleh tidak cukupnya energi menembus film pada orientasi batas butir. Bila ada tegangan, film yang sudah terbentuk akan menjorok kedalam substrat dan terjadi retak hingga mencapai kedalaman kritis Retakan tidak menjalar terus karena akan tertahan oleh deformasi plastis pada saat memasuki



Gambar .4 Model Korosi Antar Butir Yang Dibantu Oleh Tegangan

Substrat. Tetapi retakan dapat menyebabkan larutan/lingkungan korosif kontak dengan logam dan menyebabkan pertumbuhan film pasif baru yang menjorok. Film pasif baru kemudian menjadi lemah. Proses peretakan film pasif yang baru terbentuk ini akan berulang dan menghasilkan propagansi retakan yang diskontinu. Perkembangan retakan yang diskontinu ini dengan jarak relatif besar akan berbentuk alur-alur sejajar diperlihatkan pada gambar

Lebih lanjut beberapa penelitian menunjukkan kerusakan butiran dari material terjadi pada beberapa lingkungan yang berbeda, termasuk asam, basa, dan garam, baik pada temperatur kamar ataupun temperatur tinggi. Mereka menyatakan bahwa kerusakan itu terjadi akibat peretakan butiran yang dimulai dengan pecahnya film pasif akibat reaksi awal kontak.

C. Pengaruh Tegangan

Tegangan yang tinggi dapat menyebabkan peretakan yang cepat. Terdapat beberapa pendapat mengenai tegangan minimum yang diperlukan untuk mencegah retak. Tegangan minimum ini bergantung pada temperatur, komposisi paduan, dan komposisi lingkungan. Pada beberapa kasus, tegangan minimum ini teramati sampai kira-kira di bawah 10% dari tegangan luluh (yield stress). Peretakan tidak akan terjadi pada kondisi dibawah 0,8% dari tegangan luluhnya (lit.3.). Tegangan-tegangan yang terjadi dapat disebabkan oleh beberapa sumber yaitu : tegangan kerja eksternal, tegangan sisa sebagai akibat dari yang meliputi tegangan panas atau tegangan pengelasan dimana dalam beberapa kasus, korosi retak teramati tanpa tegangan kerja eksternal.

2.5 Reaksi Korosi

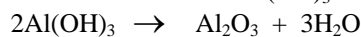
Adapun reaksi kimia sehubungan pengujian yang dilakukan dapat dipaparkan seperti berikut.

Pada pengujian, material uji yang digunakan adalah material Aluminium Tembaga (Al-Cu). Dapat diuraikan dari kombinasi dua atom daripada material tersebut yakni Al^{+3} dan Cu^{+2} .

Reaksi korosi yang terjadi yaitu :



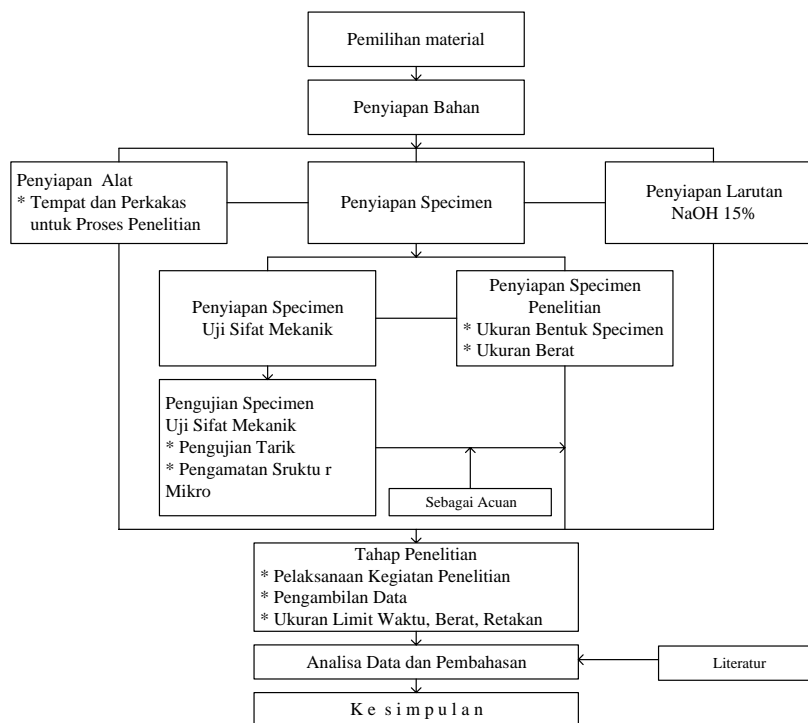
Merupakan hasil korosi dari tembaga direaksikan terhadap larutan NaOH (tembaga oksida dan air).



Merupakan hasil korosi dari aluminium direaksikan terhadap larutan NaOH.

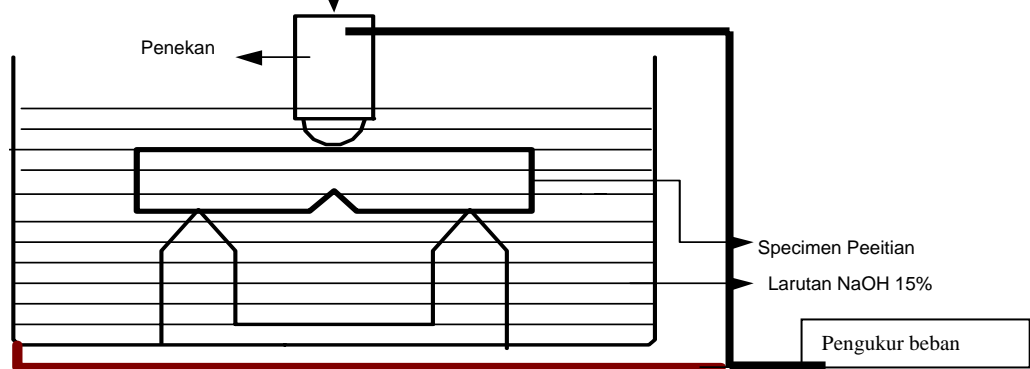
3. METODELOGI PENELITIAN

Penelitian ini bersifat pendekatan teknis melalui metode pengujian eksperimental. Adapun prosedur atau tahapan dalam melakukan kegiatan penelitian tersusun sebagai berikut :



Gambar .5 Diagram Alir Tahapan Kegiatan Penelitian

Pada pengujian korosi retak tegang ini menggunakan metode Three Point Bending dengan media larutan korosif berupa larutan NaOH 15%. Adapun rancangan pengujian korosi retak tegang dapat dilihat pada gambar berikut :



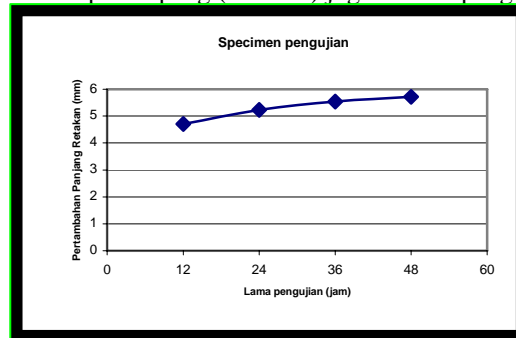
Gambar .6 Pengujian Korosi Retak Tegang

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

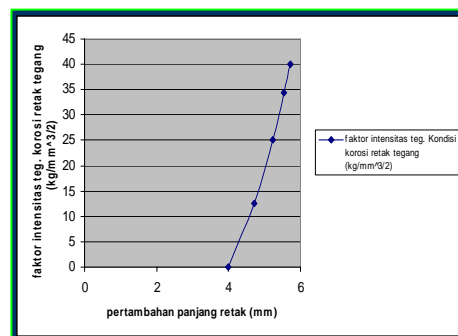
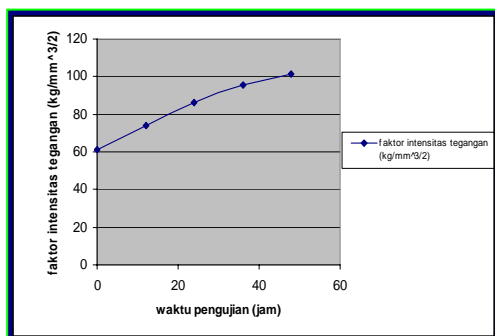
Pada spesimen uji terdapat unsur-unsur yang dapat menimbulkan fenomena tersebut berlangsung, dimana adanya suatu unsur dalam paduan yang bersifat lebih reaktif. Dari pengujian, diperoleh semakin lamanya waktu proses pengkorosian berlangsung maka pertambahan retak semakin dalam.

Faktor intensitas tegangan pada korosi retak tegang pada spesimen dari hasil pengujian, semakin lama waktu pengujian maka semakin tinggi nilai faktor intensitas tegangan yang diterima oleh spesimen tersebut yaitu dari 12,52409 $\text{kg/mm}^{3/2}$ hingga 40,05043 $\text{kg/mm}^{3/2}$. (gambar.9 dan 10) Hal ini menunjukkan bahwa dari keempat spesimen uji dilakukan, spesimen dengan lama pengujian 48 jam mengalami faktor intensitas tegangan paling tinggi. Dapat dikatakan bahwa spesimen tersebut mengalami kerawanan kegagalan untuk mengalami perpatahan cukup besar karena faktor tersebut menunjukkan kemampuan suatu material untuk menerima pembebanan atau tegangan, jika melebihi dari kemampuan daripada material itu sendiri maka material akan mengalami kegagalan.

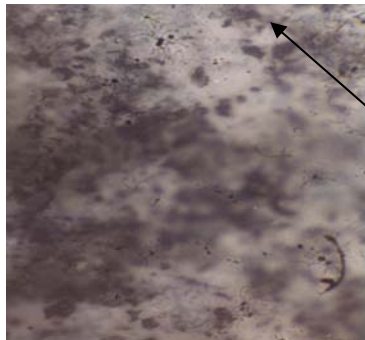
Pengamatan struktur mikro seperti tergambar pada gambar 11 , 12 dan 13 terdapat pengkorosian sumuran dilanjutkan retakan melalui batas butir pada ujung takikan,. Dua faktor jenis korosi ini juga dapat dihubungkan kepada nilai kemampuan spesimen uji menerima tegangan semakin kecil, diakibatkan nilai faktor intensitas tegangan yang diterima spesimen uji cukup tinggi dan pada limit waktu tertentu spesimen atau material akan mengalami perpatahan. Semakin menipisnya dimensi suatu bentuk spesimen semakin berkurang pula kekuatan dari material itu sendiri, karena faktor luas penampang (dimensi) juga ikut berpengaruh.



Gambar 7 Grafik Pertambahan Panjang Retakan

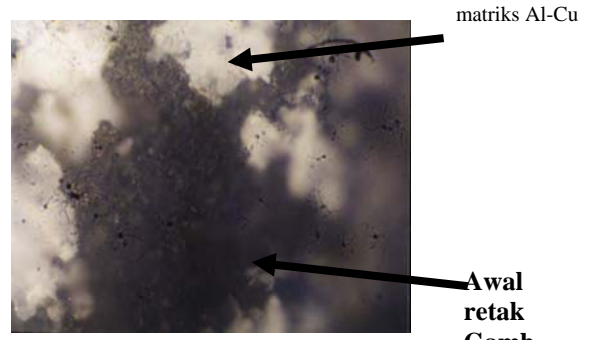


Gambar 8 Grafik Faktor Intensitas Tegangan Terhadap Waktu Pengujian



Gambar 10 Struktur Mikro Hasil Uji Korosi Tanpa retakan(800X)

Gambar.9 Grafik Faktor Intensitas Tegangan Kondisi Korosi Retak Tegang Terhadap Pertambahan Panjang Retak



Gambar 11 Struktur Mikro awal retakan (800X)



Gambar 12 Struktur Mikro setelah 18 jam Dengan panjang retakan



Gambar 13 Struktur Mikro setelah 48 jam Dengan retakannya

6. KESIMPULAN

1. Bertambahnya pertambahan panjang retak dari 4,70 mm hingga 5,71 mm.
2. Semakin lama pengujian, laju korosi semakin rendah dari 67,94161 mm/tahun hingga 62,87956 mm/tahun.
3. Factor intensitas tegangan korosi retak tegang dengan lama pengujian selama 12 jam yang dialami didapatkan yaitu sebesar $12,52409 \text{ kg/mm}^{3/2}$ dan untuk waktu pengujian selama 48 jam diperoleh factor intensitas tegangan sebesar $40,05043 \text{ kg/mm}^{3/2}$
4. Jenis Korosi retak tegangan diawali dengan korosi sumuran dilanjutkan retakan melalui batas butir dan akhirnya patah.

7. DAFTAR PUSTAKA

1. Pat L Mangonon, Ph.D, "The Principles of Material Selection For Engineering Design", Florida Institute of Technology Melbourne, Florida.
2. Surdia Tata Ms. Met. E. Prof. Ir. Shinroku Saito Prof. DR., "Pengetahuan Bahan Teknik", Cetakan kelima, PT. Pradnya Paramita, Jakarta, 2000.
3. G. P. Cherepanov, "Mechanics of Brittle Fracture", McGraw-Hill Inc., USA, 1979.
4. Bowes, W. H. + Russell, L. T. + Suter, G. T., "Mechanics of Engineering Materials", John Wiley & Sons Inc., New York, 1984.
5. Robert W. Fitzgerald, "Mechanics of Materials", 2nd Edition, Addison-Wesley Publishing Company Inc., New York, 1982.
6. Kare Hellan, "Introduction to Fracture Mechanics", McGraw-Hill Inc., USA, 1984.
7. Mars G. Fontana, "Corrosion Engineering", 2nd Edition, McGraw-Hill Co., New York, 1987.
8. Goerge E. Dieter, Srijati Djaprie, "Metalurgi Mekanik", Edisi ketiga, Jilid 1, Penerbit Erlangga, 1990.

10. James F. Young, "Material and Processes", 2nd Edition, John Wiley and Son Inc., New York, 1974.