

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di dalam dunia industri, barang hasil produksi dibuat dan dirancang supaya memiliki ketahanan yang baik terhadap lingkungan, terutama produk yang berbahan logam. Logam merupakan salah satu jenis bahan yang banyak dimanfaatkan dalam peralatan penunjang bagi kehidupan manusia. Suatu logam dapat mengalami kerusakan akibat adanya korosi.

Masalah korosi sudah ditemukan sejak manusia menggunakan logam dalam kehidupan sehari-hari. Korosi merupakan penurunan kualitas yang disebabkan oleh reaksi kimia bahan logam dengan unsur-unsur lain yang terdapat di alam. Dua jenis mekanisme utama dari korosi adalah berdasarkan reaksi kimia secara langsung, dan reaksi elektrokimia. Korosi dapat terjadi dalam lingkungan kering dan juga lingkungan basah..

Salah satu faktor yang mempengaruhi korosi dalam lingkungan air adalah keberadaan elektrolit. Contohnya asam sulfat, senyawa tersebut merupakan elektrolit kuat. Dan jenis logam yang banyak digunakan untuk bahan konstruksi bangunan adalah baja.

Indonesia merupakan negara maritim yang terdiri dari banyak kepulauan besar maupun kecil. Sebagai Negara kepulauan, penggunaan transportasi kapal laut sangat penting untuk menghubungkan antar pulau di Indonesia. Dalam pembuatan kapal harus melalui perencanaan dan proses yang cukup panjang. Dalam perencanaan konstruksi kapal, lambung kapal adalah bagian yang pertama terkena air laut. Material lambung kapal pada kapal Tangkers sering menggunakan bahan Baja. Material lambung kapal yang sering terjadi korosi karena selalu bersentuhan dengan air laut. Korosi merupakan peristiwa yang terjadi karena perubahan bentuk struktur kimia awi pada logam. Korosi adalah peristiwa yang menjadi masalah semua orang, khususnya pada bidang industri terutama bidang perkapalan. Masalah tersebut yang mendorong peneliti untuk melakukan penelitian uji laju korosi material Baja Karbon Rendah dan SS 316 L dengan media larutan NaCl (10% dan 20% + Aquades), air laut.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah seberapa cepat laju korosi yang dapat terjadi pada perendaman baja karbon rendah dan SS 316 L dan pengaruhnya terhadap sifat mekanik material.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Material yang diuji adalah Baja karbon rendah dan Baja SS 316 L.
2. Logam induk yang akan diuji adalah Baja karbon rendah dan Baja SS 316 L dengan dimensi ; $P = 50 \text{ mm}$, $L = 30 \text{ mm}$, $T = 3 \text{ mm}$.
3. Parameter elektrolit yang digunakan dalam penelitian :
 - Larutan NaCl 10% + Aquades 90%
 - Larutan NaCl 20% + Aquades 80%
 - Air Laut
4. Variabel waktu : 3 (tiga) minggu
5. Uji Kekerasan dengan *Micro Vickers*

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang dilakukan adalah:

1. Mengetahui laju korosi (mpy) pada SS 316 L dan baja karbon rendah.
2. Mengetahui nilai kekerasan spesimen hasil pengkorosian.
3. Mengetahui pengaruh waktu perendaman dan persentase larutan terhadap kekerasan.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi mengenai nilai laju korosi (mpy) pada stainless steel 316 L dan baja karbon rendah pada air garam.
2. Memberikan informasi mengenai nilai VHN (Vickers Hardness Number) stainless steel 316 L dan baja karbon rendah sebelum dan setelah korosi.
3.
Menjadikan pembelajaran bagi mahasiswa lain mengenai studi laju korosi untuk dijadikan acuan penelitian berikutnya.

1.6 Metode penelitian

Adapun metode yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Menggunakan metode kehilangan massa untuk menguji laju korosi bahan.
2. Metode uji kekerasan vickers untuk mendapatkan nilai kekerasan pada Baja SS 316 L dan Baja karbon rendah
- 3.

Metode grafik untuk mendapatkan hubungan antara laju korosi dan kekerasan vickers pada Baja SS 316 L dan Baja karbon rendah yang direndam dalam media larutan NaCl (10% dan 20% + Aquades), air laut.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan ini disajikan dalam tulisan yang terdiri dari 5 bab.

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini memberikan gambaran menyeluruh mengenai tugas akhir yang meliputi, pembahasantentang Latar belakang, Rumusan masalah, Batasan masalah, Tujuan penelitian, Manfaat penelitian, Metode penelitian, Sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Landasanteori yang berisitentangdefenisikorosi,bentuk-bentuk korosi, laju korosi,danpengujianberat.

BAB III : METODE PENELITIAN

Bab ini berisitentangbahanspesimen yang digunakan, variabel penelitian, langkah-langkah penelitiansecarametode analisis data.

BAB IV : PEMBAHASAN

Berisikan penyajian hasil data dan pembahasan yang diperoleh dari pengujian.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Berisikan jawabandaritujuan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Baja

Baja adalah paduan besi (Fe) dengan karbon (C) dimana kandungan karbonnya tidak melebihi 2 %. Baja merupakan paduan multi komponen (unsur) yang disamping besi (Fe) dan karbon (C) selalu diikuti unsur-unsur lain seperti phosphor (P), sulfur (S), silicon (Si), mangan (Ma), oksigen (O), hydrogen (H) dan nitrogen (N).

Unsur-unsur pada baja terjadi karena sukar dipisahkan atau sengaja dimasukkan sewaktu peleburan baja dengan tujuan untuk mendapatkan sifat-sifat tertentu. Dalam kehidupan sehari-hari baja banyak digunakan baik untuk keteknikan maupun untuk ornament karena:

1. Tangguh dan ulet
2. Mudah dibentuk baik dalam keadaan panas maupun dalam keadaan dingin
3. Mudah diproses baik melalui pengecoran, pemesinan maupun tempa
4. Sifat-sifatnya akan berubah dengan mengubah kandungan karbonnya atau melalui perlakuan panas.

Ditinjau dari kandungan karbonnya, baja karbon diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Baja Karbon Rendah

Baja karbon rendah yaitu baja yang kandungan karbonnya 0,025 % - 0,30%, mempunyai kekerasan yang rendah, kuat tarik, dan batas luluh yang agak rendah, akan tetapi mempunyai renggangan yang tinggi. Baja ini tidak dapat dikeraskan namun mempunyai mampu las lebih baik dan mampu lapis tinggi dengan tampak rupa yang mengkilap.

Jenis baja ini kebanyakan berbentuk plat, strip, batangan dan profil, digunakan pada umumnya untuk keperluan konstruksi.

2. Baja Karbon Sedang

Baja karbon sedang mempunyai kandungan karbon 0,31-0,60% . Kekerasan lebih baik/tinggi dibanding dengan baja karbon rendah karena kandungan karbonnya tinggi. Kuat tarik dan batas luluh lebih tinggi, regangan rendah dan dapat dikeraskan dan dilapis dengan baik. Banyak digunakan untuk komponen-komponen mesin seperti baut, poros, poros engkol dan batang penggerak.

3. Baja Karbon Tinggi

Baja karbon tinggi (*high carbon steel*) mengandung kadar karbon antara 0,61% - 2,0% C. Baja ini mempunyai kekuatan yang tinggi dan banyak digunakan untuk material *tools*. Salah satu aplikasi dari baja ini adalah dalam pembuatan kawat baja dan kabel baja. Berdasarkan jumlah karbon yang terkandung didalam baja maka baja karbon ini banyak digunakan dalam pembuatan pegas, alat-alat perkakas seperti: palu, gergaji atau pahat potong. Selain itu baja jenis ini banyak digunakan untuk keperluan industri lain seperti pembuatan kikir, pisau cukur, mata gergaji dan lain sebagainya.

2.1.1 Berdasarkan Komposisi

Dalam prakteknya baja terdiri dari beberapa macam yaitu:

a. Baja Karbon

Baja Karbon (*Carbon Steel*) Terdiri atas beberapa unsur, yang paling utama adalah karbon (C), unsur yang lainnya yaitu Si (dari batu tahanapi), Mn, S dan P (dari kokas untuk *Carbon Enrichment*, S dan P Maksimum 0,05%).

Beberapa macam baja karbon, yaitu:

- Baja karbon rendah
- Baja karbon medium
- Baja karbon tinggi

Sebagian kelompok baja didesain untuk laku panas dalam daerah *austenit*, disusul dengan pendinginan dan dekomposisi austenit secara langsung atau tak langsung membentuk *ferrit* dan *karbida*. Bila bajahnya mengandung besi dan karbon, paduannya disebut baja karbon.

b. Baja Paduan

Baja paduan (*Alloy Steel*) adalah campuran antara baja karbon dengan unsur - unsur lain yang akan mempengaruhi sifat-sifat baja misalnya sifat kekerasan, liat, kecepatan membeku, titik cair, dan sebagainya yang bertujuan memperbaiki kualitas dan kemampuannya. Penambahan unsur - unsur lain dalam baja karbon dapat dilakukan dengan satu unsur atau lebih, tergantung dari karakteristik atau sifat khusus yang dikehendaki. Unsur - unsur paduan untuk baja ini dibagi dalam dua golongan yaitu :

1. Unsur yang membuat baja menjadi kuat dan ulet, dengan menguraikannya ke dalam *ferrite* (misalnya Ni, Mn, sedikit Cr dan Mo). Unsur ini terutama digunakan untuk pembuatan baja konstruksi.
2. Unsur yang bereaksi dengan karbon dalam baja dan membentuk karbida yang lebih keras dari sementit (misalnya unsur Cr, W, Mo, dan V) unsur ini terutama digunakan untuk pembuatan baja perkakas.

Stainless steel merupakan salah satu jenis dari baja paduan tinggi. *Stainless steel* mempunyai kandungan unsur krom minimal 10% untuk mendapatkan sifat tahan korosi. Unsur tambahan yang lain pada *stainless steel* adalah Ni, Mo, Al, Cu, Ti, C, dan Nb. *Stainless steel* dibagi ke dalam 5 kelompok, yaitu : *austenitik*, *feritik*, *martensitik*, *dupleks*, dan pengerasan presipitasi.

Penambahan molibdenum meningkatkan ketahanan korosi dalam mengurangi asam dan melawan serangan *pitting* dalam larutan klorida. Dengan demikian, ada banyak tingkatan baja tahan karat dengan berbagai kandungan kromium dan molibdenum yang sesuai dengan lingkungan yang harus ditanggung oleh paduan tersebut. Ketahanan terhadap korosi dan pewarnaan, perawatan yang rendah, dan kilau yang akrab membuat *stainless steel* bahan yang ideal untuk banyak aplikasi di mana kekuatan baja dan ketahanan korosi diperlukan.

2.1.2 Pengaruh Unsur Paduan Baja

Sifat baja tergantung pada unsur - unsur yang terkandung didalamnya. Unsur - unsur paduan ditambahkan untuk mengurangi sifat yang tidak diinginkan pada baja karbon dan memperbaiki atau menambah sifat lain yang dikehendaki. Pengaruh dari beberapa unsur paduan terhadap sifat baja paduan dikemukakan dibawah ini.

a. Karbon (C)

Pada baja - baja perkakas, persentase karbon antara 0,1 - 0,6 %. Karbon jugamerupakan unsur penting yang mempengaruhi harga kekerasan dalam pembentukan fasa martensit. Selain itu kenaikan kandungan karbon akanberpengaruh pada kekuatan tarik (*tensile strength*), menurunkan keuletan (*ductility*) dan sifat mampu las (*weldability*).

b. Mangan (Mn)

Semua baja mengandung mangan karena sangat diperlukan dalam proses pembuatan baja. Kandungan mangan kurang lebih 0,6% masih belum dikatakan paduan dan tidak memengaruhi sifat baja. Dengan bertambahnya kandungan mangan suhu kritis seimbang. Baja dengan 12% Mn adalah austenit karena itu suhu kritisnya dibawah suhu kamar akibatnya baja tidak dapat diperkeras. Unsur ini dapat berfungsi sebagai *deoksidasi* dari baja dan dapat mengikat sulfur dengan membentuk senyawa yang titik cairnya lebih tinggi dari titik cair baja. Dengan demikian akan dapat mencegah pembentukan Fe, S, yang titik cairnya lebih rendah dari titik cair baja. Akibatnya kegetasan pada suhu tinggi dapat dihindari, disamping itu menguatkan fasa ferit.

c. Silikon (Si)

Silikon berfungsi sebagai deoksidasi, silikon juga dapat menaikkan *hardenability* dalam jumlah sedikit, tetapi dalam jumlah yang banyak akan menurunkan keuletan. Biasanya unsur-unsur kimia lainnya seperti mangan, molybdenum dan chromium akan muncul dengan adanya silikon. Kombinasi silikon dengan unsur - unsur tersebut akan menambah kekuatan dan ketangguhan dari baja.

d. Kromium (Cr)

Kromium ditemukan dalam jumlah yang banyak pada baja - baja perkakas dan merupakan elemen penting setelah karbon. Kromium merupakan salah satu unsur pembentuk karbida dan dapat meningkatkan ketahanan korosi dengan membentuk lapisan oksida di permukaan logam.

e. Nikel (Ni)

Nikel mempunyai pengaruh yang samaseperti mangan yaitu menurunkan suhu kritis dan kecepatan pendinginan kritis, memperbaiki kekuatan tarik, tahankorosi. Menaikkan ketangguhan atau ketahanan terhadap beban benturan (*impact*).

f. Vanadium (V)

Vanadium dalam baja - baja perkakas berperan sebagai salah satu unsur pembentuk karbida. Vanadium juga merupakan unsur penyetabil martensit. Pada saat proses temper, karbida vanadium berada di batas butir *ferrit*. Hal ini akan menaikkan harga kekerasan. Biasanya terjadi pada temperatur temper 500 - 600°C. Vanadium dapat menurunkan *hardenability* karena karbida yang terbentuk dapat menghambat pengintian dan pertumbuhan butir *austenit*. Tetapi pada temperatur tinggi, dimana karbida vanadium larut, unsur ini dapat meningkatkan *hardenability*.

g. Molybdenum (Mo)

Unsur ini dapat menguatkan fasa ferit dan menaikkan kekuatan baja tanpa kehilangan keuletan. Molybdenum juga dapat berfungsi sebagai penyetabil karbida, sehingga mencegah pembentukan grafit pada pemanasan yang lama. Karena itu penambahan Molybdenum kedalam baja dapat menaikkan kekuatan dan ketahanan terhadap *creep* pada suhu tinggi.

h. Tungsten (W)

Tungsten juga merupakan salah satu unsur pembentuk karbida kompleks pada baja - baja perkakas. Karbida kompleks ini terbentuk dengan adanya pendinginan yang sangat lambat. Karbida ini bersifat meningkatkan kekerasan dan kekuatannya.

i. Sulfur (S)

Sulfur dapat membuat baja menjadi getas pada temperatur tinggi, oleh karena itu dapat merugikan baja yang digunakan pada suhu tinggi. Umumnya kadar sulfur harus dikontrol serendah-rendahnya, yaitu kurang dari 0,05%.

j. Phospor (P)

Phospor dalam jumlah besar dalam baja dapat menaikkan kekuatan dan kekerasan, tetapi juga menurunkan keuletan dan ketangguhan impact. Pada baja konstruksi kandungan phosphor dibatasi dengan kandungan maksimum yang biasanya tidak lebih dari 0,05%.

2.2 Defenisi Korosi

Korosi adalah peristiwa degradasi atau penurunan kualitas dari suatu material akibat terjadinya reaksi kimia antara logam dengan lingkungannya. Oleh sebab itu korosi tidak dapat dihilangkan tetapi korosi dapat dicegah dengan mengendalikan atau memperlambat proses pengrusakan pada peralatan atau struktur konstruksi logam.

Korosi juga dapat didefenisikan yakni kebalikan dari proses *ekstraksi* logam dari bijih mineralnya. Contohnya, bijih mineral logam besi di alam bebas ada dalam bentuk senyawa besi oksida atau besi sulfida, setelah diekstraksi dan diolah, akan dihasilkan besi yang digunakan untuk pembuatan baja atau baja paduan. Selama pemakaian, baja tersebut akan bereaksi dengan lingkungan yang menyebabkan korosi (kembali menjadi senyawa besi oksida).

Korosi dapat terjadi di dalam medium kering (*dry corrosion*) dengan media elektrolitnya tanah dan juga medium basah (*wet corrosion*) dengan media elektrolitnya air. Sebagai contoh korosi yang berlangsung di dalam medium kering adalah penyerangan logam besi oleh gas oksigen (O_2) atau oleh gas belerang dioksida (SO_2). Di dalam medium basah, korosi dapat terjadi secara seragam maupun secara terlokalisasi.

Korosi juga dapat terjadi pada air yang mengandung garam, karena logam akan bereaksi secara elektrokimia dalam larutan garam (*elektrolit*). Pada proses elektrokimianya akan terbentuk anoda dan katoda pada sebatang logam.

Korosi dapat mengakibatkan kerusakan pada logam, yakni karena logam bereaksi secara kimia atau elektrokimia dengan lingkungan, sehingga permukaan logam akan terkikis oleh timbulnya korosi pada logam.



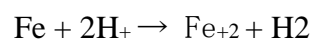
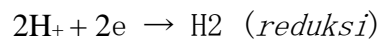
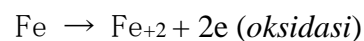
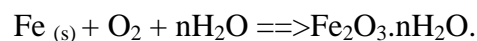
Gambar 2.1 Logam yang mengalami korosi

2.2.1 Proses Korosi

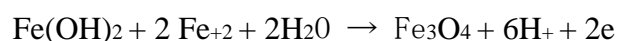
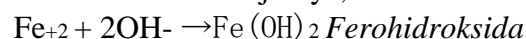
Proses terjadinya korosi bisa melalui proses secara fisika misalkan secara abrasi (gesekan dengan benda padat), adanya beban tarik atau tekan, pengaruh kecepatan lainnya yang mempercepat terjadinya korosi.

Logam besi (*ferrous*) adalah suatu bahan logam yang komponen utamanya adalah besi, seperti besi cor, baja karbon, atau baja tahan karat (*stainless steel*). Sedangkan logam bukan yang bukan besi (*non ferrous*) seperti kuningan, tembaga, perunggu, atau yang lainnya. Semua logam tersebut bisa terkorosi, hanya prosesnya saja yang berbeda, ada yang cepat dan ada juga yang lambat. Sebagai contoh jika dua logam dari bahan yang sama, ditempatkan pada lingkungan yang sama tetapi yang satu tidak diberi perlindungan dan yang satu lagi diberi perlindungan. Logam yang diberi perlindungan masa pemakaiannya akan lebih lama dibanding logam yang tidak diberi perlindungan.

Pada peristiwa korosi, logam mengalami oksidasi, sedangkan oksigen (udara) mengalami reduksi. Karat logam umumnya adalah berupa oksida atau karbonat. Rumus kimia karat besi adalah :



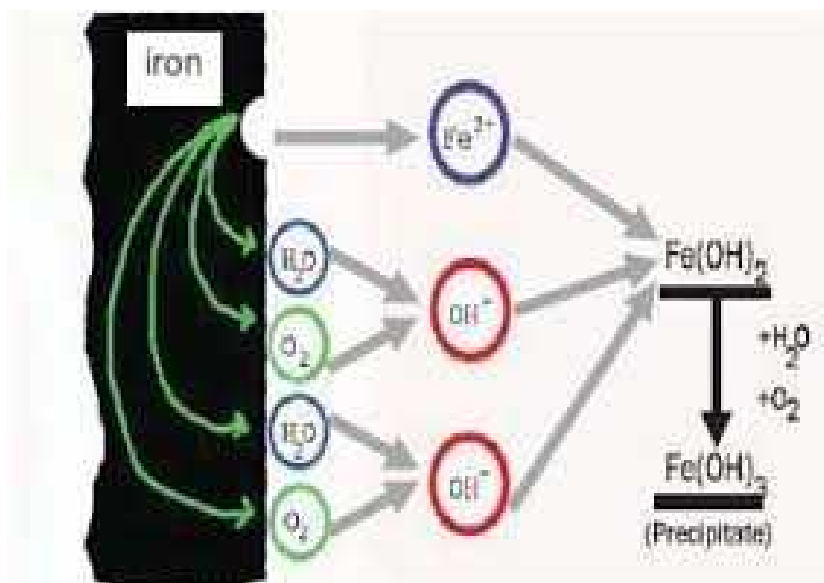
Selanjutnya,



Dari reaksi diatas dapat dijelaskan bahwa semakin besar konsentrasi larutan maka semakin banyak atom - atom yang terlepas dari besi sehingga kecepatan korosi semakin besar.

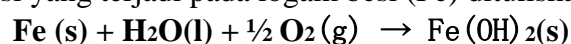
2.2.2 Mekanisme Korosi

Menurut Al Hakim (2011) secara umum mekanisme korosi yang terjadi di dalam suatu larutan berawal dari logam yang teroksidasi di dalam larutan dan melepaskan elektron untuk membentuk ion logam yang bermuatan positif. Larutan akan bertindak sebagai katoda dengan reaksi yang umum terjadi adalah pelepasan H₂ dan reduksi O₂, akibat H⁺ dan H₂O yang tereduksi. Reaksi ini terjadi dipermukaan logam yang akan menyebabkan pengelupasan akibat pelarutan logam kedalam larutan secara berulang - ulang.

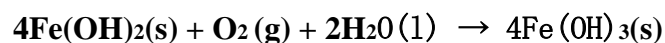


Gambar 2.2 Mekanisme korosi

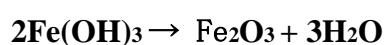
Mekanisme korosi yang terjadi pada logam besi (Fe) dituliskan sebagai berikut



Fero hidroksida [Fe(OH)₂] yang terjadi merupakan hasil sementara yang dapat teroksidasi secara alami oleh air dan udara menjadi ferri hidroksida [Fe(OH)₃], sehingga mekanisme reaksi selanjutnya adalah :



Ferri hidroksida yang terbentuk akan berubah menjadi Fe₂O₃ yang berwarna merah kecoklatan yang biasa kita sebut karat (Vogel, 1979). Reaksinya adalah:



2.2.3 Bentuk-bentuk Korosi.

Klasifikasi korosi pada umumnya berdasarkan penampilan yang dapat dilihat dari permukaan yang berkarat secara visual. Berdasarkan bentuk permukaannya, korosi dapat dibedakan atas:

1. Korosi Seragam (*Uniform/General Corrosion*)

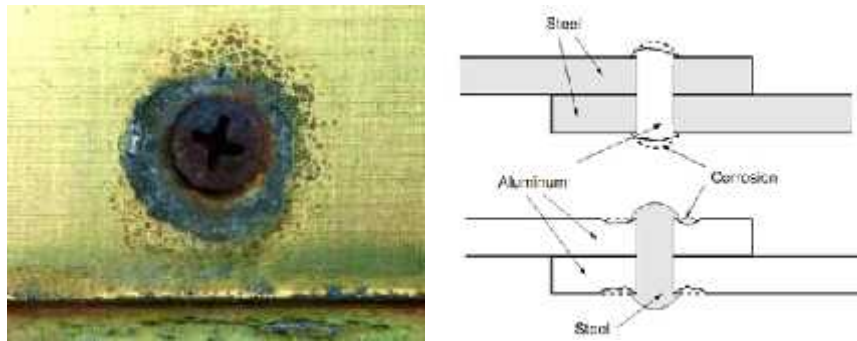
Korosi Seragam (*Uniform/General Corrosion*) adalah korosi yang terjadi secara serentak diseluruh permukaan logam, oleh karena itu pada logam yang mengalami korosi merata akan terjadi pengurangan dimensi yang relatif besar per satuan waktu. Kerugian langsung akibat korosi merata berupa kehilangan material konstruksi, keselamatan kerja dan pencemaran lingkungan akibat produk korosi dalam bentuk senyawa yang mencemarkan lingkungan. Sedangkan kerugian tidak langsung, antara lain berupa penurunan kapasitas dan peningkatan biaya perawatan (*preventive maintenance*).



Gambar 2.3 Korosi Menyeluruh

2. Korosi Galvanik (*Galvanic Corrosion*)

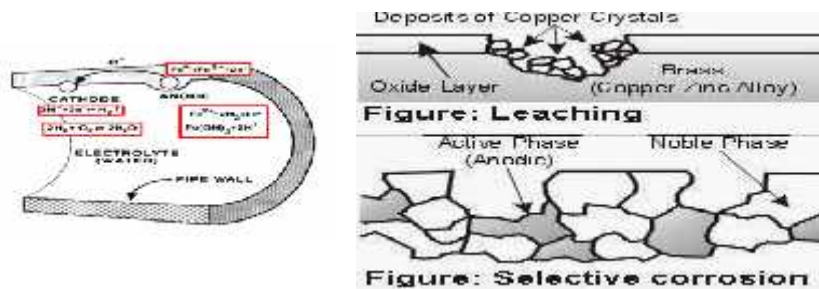
Galvanik atau bimetalik *corrosion* terjadi apabila dua logam yang tidak sama dihubungkan dan berada di lingkungan korosif. Salah satu dari logam tersebut akan mengalami korosi, sementara logam lainnya akan terlindung dari serangan korosi. Logam yang mengalami korosi adalah logam yang memiliki potensial yang lebih rendah dan logam yang tidak mengalami korosi adalah logam yang memiliki potensial lebih tinggi.



Gambar 2.4 Korosi Galvanik

3. Korosi Selektif(*Selective Leaching Corrosion*)

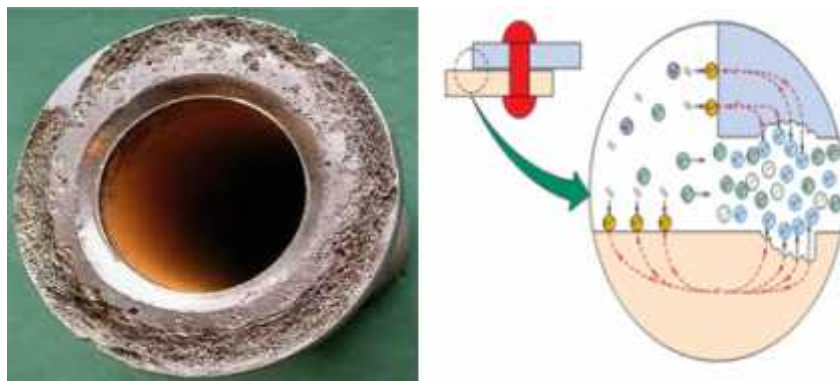
Selective leaching adalah korosi yang terjadi pada paduan logam karena pelarutan salah satu unsur paduan yang lebih aktif, seperti yang biasa terjadi pada paduan tembaga-seng. Mekanisme terjadinya korosi *selective leaching* diawali dengan terjadi pelarutan total terhadap semua unsur. Salah satu unsur paduan yang potensialnya lebih tinggi akan terdeposisi, sedangkan unsur yang potensialnya lebih rendah akan larut ke elektrolit. Akibatnya terjadi keropos pada logam paduan tersebut. Contoh lain *selective leaching* terjadi pada besi tuang kelabu yang digunakan sebagai pipa pembakaran. Berkurangnya besi dalam paduan besi tuang akan menyebabkan paduan tersebut menjadi porous dan lemah, sehingga dapat menyebabkan terjadinya pecah pada pipa.



Gambar 2.5 Korosi Selektif

4. Korosi Celah (*Crevice Corrosion*)

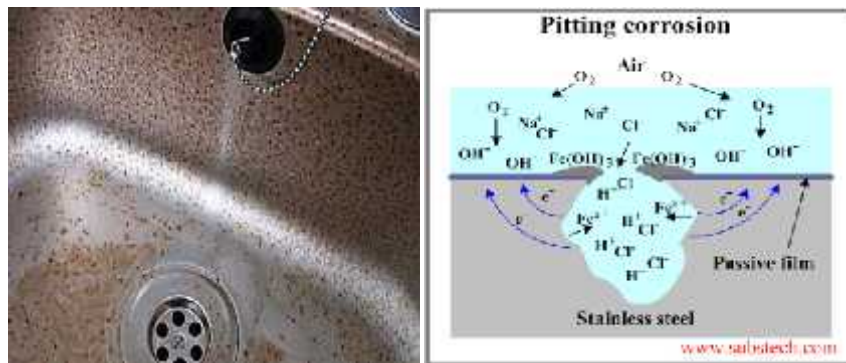
Korosi celah adalah korosi lokal yang terjadi pada celah diantara dua komponen. Mekanisme terjadinya korosi celah ini diawali dengan terjadi korosi merata diluar dan didalam celah, sehingga terjadi oksidasi logam dan reduksi oksigen. Pada suatu saat oksigen (O_2) di dalam celah habis, sedangkan oksigen (O_2) diluar celah masih banyak, akibatnya permukaan logam yang berhubungan dengan bagian luar menjadi katoda dan permukaan logam yang didalam celah menjadi anoda sehingga terbentuk celah yang terkorosi.



Gambar 2.6 Korosi Celah

5. Korosi Sumuran (*Pitting Corrosion*)

Korosi sumuran adalah korosi anodik dari permukaan logam yang dibatasi pada satu titik atau area kecil, dan membentuk rongga. Korosi sumuran adalah salah satu bentuk yang paling merusak dari korosi dan sangat berbahaya karena lokasi terjadinya sangat kecil tetapi dalam, sehingga dapat menyebabkan peralatan atau struktur patah mendadak. Mekanisme *Pitting Corrosion* : Untuk material bebas cacat, korosi sumuran disebabkan oleh lingkungan kimia yang mungkin berisi anodik kimia agresif seperti klorida. Klorida sangat merusak lapisan pasif (oksida) sehingga *pitting* dapat terjadi pada kedudukan oksida. Lingkungan juga dapat mengatur perbedaan sel aerasi (tetesan air pada permukaan baja, misalnya) dan *pitting* dapat dimulai di lokasi anodik (pusat tetesan air).



Gambar 2.7 Korosi Sumuran

6. Korosi Batas Butir (*Intergranular Corrosion*)

Intergranular corrosion kadang-kadang juga disebut “*intercrystalline* korosi” atau “korosi interdendritik”. Dengan adanya tegangan tarik, retak dapat terjadi sepanjang batas butir dan jenis korosi ini sering disebut “intergranular retak korosi tegangan atau hanya “*intergranular stress corrosion cracking*”(IGSCC)”.

Mekanisme *intergranular corrosion* : jenis serangan ini diawali dari beda potensial dalam komposisi, seperti sampel inti “*coring*” biasa ditemui dalam paduan *casting*. Pengendapan pada batas butir, terutama kromium karbida dalam baja tahan karat, merupakan mekanisme yang diakui dan diterima dalam korosi intergranular.



Gambar 2.8 Korosi Batas Butir

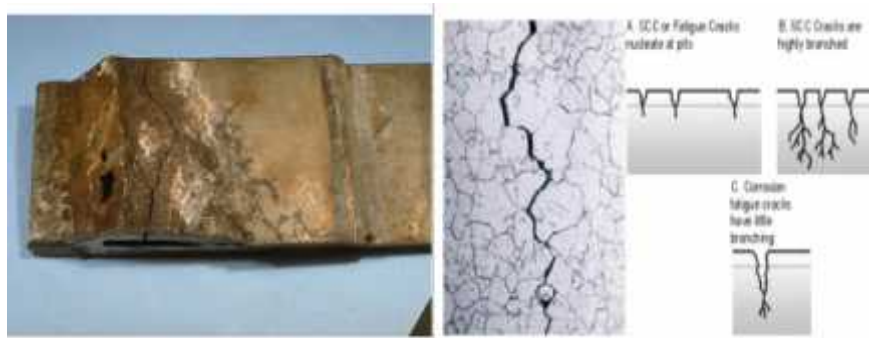
7. Korosi Retak Tegangan (*Stress Corrosion Cracking*)

Korosi retak tegangan (SCC) adalah proses retak yang memerlukan aksi secara bersamaan dari bahan perusak (karat) dan berkelanjutan dengan tegangan tarik. Ini tidak termasuk pengurangan bagian yang terkorosi akibat gagal oleh patahan cepat. Hal ini juga termasuk *intercrystalline* atau *transkristaline* korosi, yang dapat menghancurkan paduan

tanpa tegangan yang diberikan atau tegangan sisa. Retak korosi tegangan dapat terjadi dalam kombinasi dengan penggetasan hidrogen. Mekanisme SCC : terjadi akibat adanya hubungan dari 3 faktor komponen, yaitu:

- (1) Bahan rentan terhadap korosi,
- (2) adanya larutan elektrolit (lingkungan) dan
- (3) adanya tegangan.

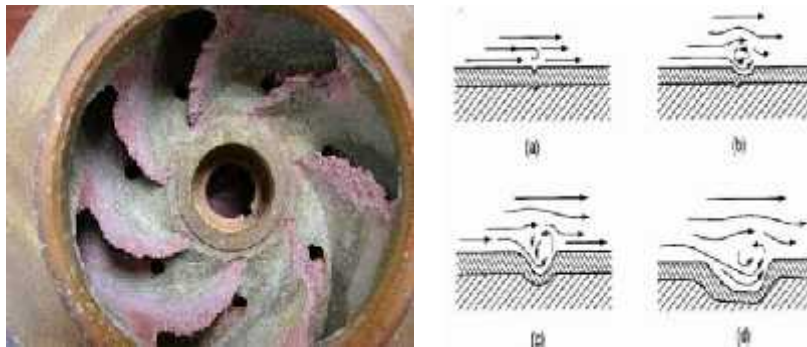
Sebagai contoh, tembaga dan paduan rentan terhadap senyawa ammonia, baja ringan rentan terhadap larutan alkali dan baja tahan karat rentan terhadap klorida.



Gambar 2.9 Korosi Retak Tegangan

8. Korosi Erosi (*Erosion Corrosion*)

Korosi Erosi mengacu pada tindakan gabungan yang melibatkan erosi dan korosi di hadapan cairan korosif yang bergerak atau komponen logam yang bergerak melalui cairan korosif, yang menyebabkan percepatan terdegradasinya suatu logam. Mekanisme *erosion corrosion* : efek mekanik aliran atau kecepatan fluida dikombinasikan dengan aksi cairan korosif menyebabkan percepatan hilangnya dari logam. Tahap awal melibatkan penghapusan mekanik film pelindung logam dan kemudian korosi logam telanjang oleh cairan korosif yang mengalir.



Gambar2.10 Korosi Erosi

9. Korosi Mikroba(*Bacterial & Bio- Fouling Corrosion*).

Organisme biologi dapat menimbulkan korosi pada logam baik secara langsung mempengaruhi proses reaksi anodik maupun katodik, ataupun memproduksi zat yang korosif maupun solid deposit.

Korosi Mikroba terjadi karena adanya bakteri *Gallionella* yang dapat memproduksi sulfat dengan menghasilkan *sulfide* yang mempercepat kelarutan ion. Sedangkan bakteri *aerobic* dapat mengoksidasi sulfur atau zat yang mengandung sulfur menjadi asam sulfat yang sangat korosif.

Kerang dan bintang laut dapat menutupi permukaan logam dengan lapisan yang keras berupa *bio fouling*. Di bawah kerang ini terbentuk konsentrasi sel yang mengakibatkan pitting yang dalam.

Korosi yang disebabkan oleh mikroorganisme lebih berbahaya daripada korosi yang disebabkan oleh abrasi, elektrokimia maupun zat kimia, karena kerusakan yang ditimbulkan oleh mikro organisme ini merupakan gabungan dari ketiga faktor tersebut.



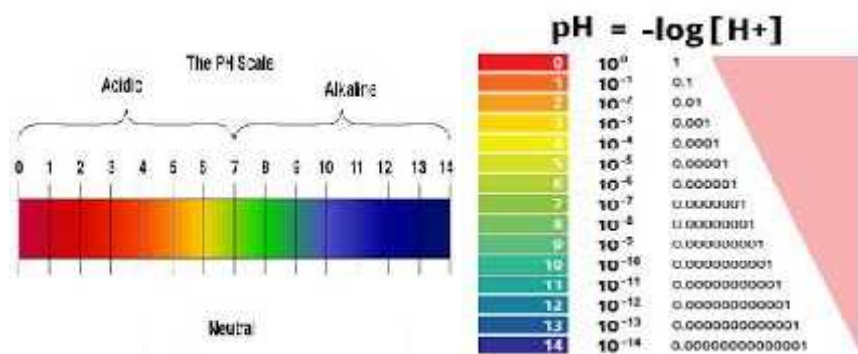
Gambar 2.11 Korosi oleh Mikroba

2.2.4 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Korosi

Peristiwa korosi perlu diperhatikan faktor – faktor yang berpengaruh terhadap terjadinya korosi pada baja karbon sedang yang dicelupkan dalam media korosif tersebut. Adapun faktor-faktor yang berpengaruh adalah :

1. pH (Derajat keasaman)

pH adalah suatu parameter yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman suatu larutan.



Gambar 2.12 Skala Derajat Keasaman

Asam adalah suatu bahan yang apabila dilarutkan di dalam air akan menghasilkan ion hidrogen (ion H^+). Sedangkan basa adalah suatu bahan yang apabila dilarutkan di dalam air akan menghasilkan ion hidroksida (ion OH^-). Larutan asam mempunyai pH lebih kecil dari 7, larutan basa mempunyai pH lebih besar dari 7, sedangkan larutan netral mempunyai pH sama dengan 7. Beberapa sifat asam yang dapat kita amati di sekeliling kita, antara lain:

- Bereaksi dengan logam, menghasilkan gas hidrogen
- Bereaksi dengan kertas lakmus, dan mengubah lakmus biru menjadi merah.

Beberapa sifat basa yang dapat kita amati disekeliling kita, antara lain:

- Terasa licin di kulit.
- Bereaksi dengan kertas lakmus, dan mengubah lakmus merah menjadi biru.

2. Pengaruh potensial

Bila potensial logam semakin tinggi atau dibuat lebih tinggi, maka kecenderungan terjadi korosi semakin rendah. Peningkatan potensial dapat mengakibatkan pasivasi pada baja karbon/ fluida.

3. Pengaruh kecepatan fluida

Kecepatan fluida berpengaruh terhadap laju korosi, karena mempengaruhi pertukaran ion dan elektron dipermukaan.

Untuk menghindari korosi, maka kecepatan tertentu yang harus dipenuhi. Bila fluida kerja bersifat agresif dan mempunyai kecepatan yang cukup, maka dapat terjadi korosi erosi. Semakin tinggi kecepatan fluida, maka faktor kerusakan mekanis menjadi lebih dominan.

4. Pengaruh konsentrasi

Konsentrasi oksigen dalam larutan dapat mempercepat terjadinya reaksi. Kandungan unsur reaktif dalam jumlah terbatas, maka menciptakan pasivasi. Tetapi dalam konsentrasi lebih besar, maka lapisan pasif dapat mengalami kerusakan. Komponen lain yang berpengaruh adalah kandungan ion di dalam larutan.

5. Temperatur

Temperatur juga dapat mempengaruhi korosi. Berdasarkan temperatur maka korosi dibedakan menjadi 2 yaitu:

- Korosi kering (*dry corrosion*) adalah korosi yang diakibatkan oleh adanya oksidasi pada temperatur tinggi ($>200^{\circ}\text{C}$)
- Korosi basah (*wet corrosion*) adalah korosi yang diakibatkan oleh adanya oksidasi pada temperatur rendah ($<200^{\circ}\text{C}$)

2.2.5 Laju korosi (*Corrosion Rate*)

Laju korosi adalah kecepatan rambatan atau kecepatan penurunan kualitas bahan terhadap waktu. Hampir semua korosi merupakan reaksi elektrokimia. Sehingga semua yang memengaruhi kecepatan suatu reaksi kimia atau jumlah arus yang mengalir akan memengaruhi laju korosi. Hukum Ohm dapat diterapkan untuk bagian elektrik dari sel korosi. Laju korosi berbanding lurus dengan sejumlah arus yang mengalir pada sel korosi elektrokimia. Jika arus dapat diukur, suatu perhitungan yang tepat dari kehilangan logam akibat korosi dapat ditentukan. Ini berarti bahwa suatu pengukuran dalam ampere atau milliampere secara matematis dihitung dalam kilogram (pound) per tahun. Suatu Amp/tahun adalah satu Ampere yang mengalir selama periode satu tahun. Logam yang berbeda memiliki laju korosi yang berbeda. Menghitung laju korosi pada umumnya menggunakan 2 (dua) cara yaitu:

- Metode kehilangan berat
- Metode Elektrokimia

1. Metode kehilangan berat

Metode kehilangan berat adalah perhitungan laju korosi dengan mengukur kekurangan berat akibat korosi yang terjadi. Metode ini menggunakan jangka waktu penelitian hingga mendapatkan jumlah kehilangan akibat korosi yang terjadi. Untuk mendapatkan jumlah kehilangan berat akibat korosi digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Laju korosi (mpy)} = \frac{534 \cdot W}{D \cdot A \cdot T}$$

Dimana : W = Pengurangan berat (mg)

A = Luas Penampang (in^2)

T = Waktu (jam)

D = Density Spesimen (gr/cm^3)

Mpy = *Mils per year*

534 = Konstanta bila laju korosi dinyatakan = mpy

1 mils = 0,0254 mm

Maka: 1 mpy = 0,0254 mmpy

Metode ini adalah mengukur kembali berat dari benda uji, kekurangan berat dari pada berat awal merupakan nilai kehilangan berat. Kekurangan berat dikembalikan kedalam rumus untuk mendapatkan laju kehilangan beratnya.

2. Metode Elektrokimia

Metode elektrokimia adalah metode mengukur laju korosi dengan mengukur beda potensial objek hingga didapat laju korosi yang terjadi, metode ini mengukur laju korosi pada saat diukur saja dimana memperkirakan laju tersebut dengan waktu yang panjang (memperkirakan walaupun hasil yang terjadi antara satu waktu dengan waktu lainnya berbeda). Kelemahan metode ini adalah tidak dapat menggambarkan secara pasti laju korosi yang terjadi secara akurat karena hanya dapat mengukur laju korosi hanya pada waktu tertentu saja, hingga secara umur pemakaian maupun kondisi untuk dapat ditreatmen tidak dapat diketahui. Kelebihan metode ini adalah kita langsung dapat mengetahui laju korosi pada saat di ukur, hingga waktu pengukuran tidak memakan waktu yang lama.

Metode elektrokimia ini menggunakan rumus yang didasari pada Hukum Faraday yaitu menggunakan rumus sebagai berikut :

$$CR \text{ mpy} = K \frac{ai}{nD}$$

Dimana:

CR = *Corrosion rate*

K = konstanta, mpy= 0,129 $\mu\text{m/yr}$ = 3,27 mm/yr

a = *atomic weight of metal*

i = *current density* ($\mu\text{A/cm}^2$)

n = *Number of electron lost*

D = *Density* (g/cm^3)

Metode ini menggunakan pembanding dengan meletakkan salah satu material dengan sifat korosif yang sangat baik dengan bahan yang akan diuji hingga beda potensial yang terjadi dapat diperhatikan dengan adanya pembanding tersebut.

2.2.6 Molar (Molaritas)

Dalam ilmu kimia, **molaritas (M)** adalah salah satu ukuran **konsentrasi larutan**. Molaritas suatu larutan menyatakan jumlah mol suatu zat per **liter**. Misalnya 1,0 liter larutan mengandung 0,02 mol senyawa X, maka larutan ini disebut larutan 0,02 molar (0,02M). Umumnya konsentrasi larutan berair encer dinyatakan dalam satuan molar.

2.2.7 Inhibitor Korosi

Suatu inhibitor kimia adalah suatu zat kimia yang dapat menghambat atau memperlambat suatu reaksi kimia. Bekerja secara khusus, inhibitor korosi merupakan suatu zat kimia yang bila ditambahkan ke dalam suatu lingkungan tertentu akan dapat menurunkan laju korosi dari logam akibat lingkungan sekitar. Penambahan inhibitor dilakukan dengan jumlah yang sedikit, baik secara kontinu maupun periodik menurut suatu selang waktu tertentu dan laju korosi akan menurun secara drastis atau memberikan efek yang cepat dan baik.

Adapun mekanisme kerja inhibitor sebagai berikut :

1. Inhibitor teradsorpsi pada permukaan logam dan membentuk suatu lapisan tipis dengan ketebalan beberapa molekul inhibitor. Lapisan ini tidak dapat dilihat oleh mata biasa, namun dapat menghambat penyerangan lingkungan terhadap logamnya.
2. Melalui pengaruh lingkungan (misal pH) menyebabkan inhibitor dapat mengendap dan selanjutnya teradsorpsi pada permukaan logam serta melindunginya terhadap korosi. Endapan yang terjadi cukup banyak, sehingga lapisan yang terjadi dapat teramati oleh mata.
3. inhibitor lebih dulu mengkorosi logamnya, dan menghasilkan suatu zat kimia yang kemudian melalui peristiwa adsorpsi dari produk korosi tersebut membentuk suatu lapisan pasif pada permukaan logam.

2.3 Larutan NaCl

Natrium klorida, juga dikenal dengan garam dapur, atau halit, adalah senyawa kimia dengan rumus molekul NaCl, mewakili perbandingan 1:1 ion natrium dan klorida. Dengan massa molar masing-masing 22,99 dan 35,45 g/mol, 100 g NaCl mengandung 39,34 g Na dan 60,66 g Cl. Senyawa ini adalah garam yang paling memengaruhi salinitas laut dan cairan ekstraselular pada banyak organisme multiseluler. Sebagai komponen utama pada garam dapur, natrium klorida sering digunakan sebagai bumbu dan pengawet makanan. Sejumlah besar natrium klorida digunakan dalam banyak proses industri, dan merupakan sumber utama senyawa natrium dan klorin yang digunakan sebagai bahan baku untuk sintesis kimia lebih lanjut. Aplikasi utama kedua natrium klorida adalah untuk menghilangkan lapisan es pada cuaca sub-beku.

Senyawa ini merupakan bahan pemula bagi proses kloralkali, yang menghasilkan klorin dan natrium hidroksida sesuai dengan persamaan kimia



Elektrolisis ini dilakukan baik di dalam sel raksa, sel diafragma, atau sel membran. Masing-masing menggunakan metode yang berbeda untuk memisahkan klorin dari natrium hidroksida. Teknologi lain sedang dikembangkan karena konsumsi energi yang tinggi dari elektrolisis, di mana perbaikan kecil dalam efisiensi dapat memiliki

pengembalian ekonomi yang besar. Beberapa aplikasi klorin termasuk PVC, desinfektan, dan pelarut. Natrium hidroksida memungkinkan industri yang menghasilkan kertas, sabun, dan aluminium.

2.4 Uji Kekerasan

Kekerasan (*Hardness*) adalah salah satu sifat mekanik (*Mechanical properties*) dari suatu material. Kekerasan suatu material harus diketahui khususnya untuk material yang dalam penggunaannya akan mengalami gesekan (*frictional force*) dan deformasi plastis. Deformasi plastis sendiri suatu keadaan dari suatu material ketika material tersebut diberikan gaya maka struktur mikro dari material tersebut sudah tidak bisa kembali ke bentuk asal artinya material tersebut tidak dapat kembali ke bentuknya semula.

Lebih ringkasnya kekerasan didefinisikan sebagai kemampuan suatu material untuk menahan beban indentasi atau penetrasi (penekanan). Di dalam aplikasi manufaktur, material dilakukan pengujian dengan dua pertimbangan yaitu untuk mengetahui karakteristik suatu material baru dan melihat mutu untuk memastikan suatu material memiliki spesifikasi kualitas tertentu.

2.4.1 Uji Kekerasan Vickers

Uji kekerasan vickers menggunakan penumbuk piramida intan yang dasarnya berbentuk bujur sangkar. Besarnya sudut antara permukaan - permukaan piramida yang saling berhadapan adalah 136° . Karena bentuk penumbuknya piramida, maka pengujian ini sering dinamakan uji kekerasan piramida intan. Angka kekerasan vickers (VHN) didefinisikan sebagai beban dibagi luas permukaan lekukan. Pada prakteknya luas ini dihitung dari pengukuran mikroskopik panjang diagonal jejak. VHN dapat ditentukan dari persamaan berikut ini.

$$VHN = \frac{1,854 \times P}{L^2}$$

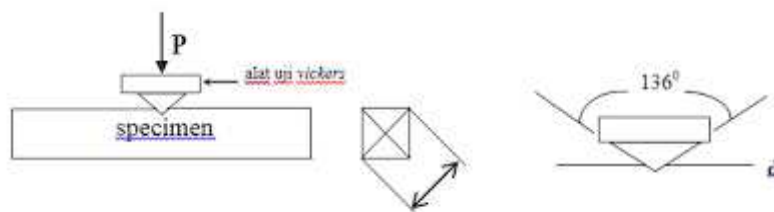
Dimana,

P = beban yang diterapkan, kg

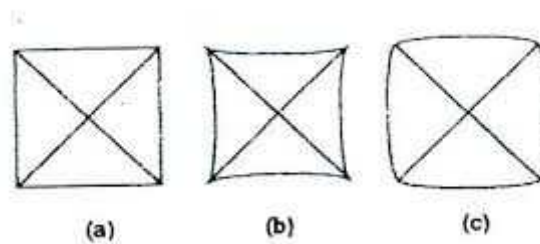
L = panjang diagonal rata-rata, mm

Beban yang biasanya digunakan pada pengujian ini 1 kg, tergantung pada kekerasan logam yang akan diuji. Lekukan yang benar yang dibuat oleh piramida intan harus berbentuk bujur sangkar. Akan tetapi penyimpangan dapat terjadi pada penumbuk lekukan. Lekukan bantal jarum pada Gambar 2.13 adalah akibat terjadinya penurunan logam di sekitar permukaan piramida yang datar. Keadaan demikian terjadi pada logam yang dilunakkan dan mengakibatkan pengukuran panjang diagonal yang berlebihan. Lekukan berbentuk tong pada Gambar 2.14 terdapat pada logam yang mengalami proses pengerjaan dingin. Bentuk demikian diakibatkan oleh penimbunan ke atas logam-logam di sekitar permukaan penumbuk. Ukuran diagonal pada kondisi demikian akan menghasilkan luas permukaan kontak yang kecil, sehingga menimbulkan kesalahan angka kekerasan yang besar.

Keuntungan pengujian vickers adalah skala kekerasannya yang kontiniu, dari yang sangat lunak dengan nilai 5 hingga yang sangat keras dengan nilai 1500 karena indentornya yang sangat keras yaitu intan. Selain itu, pada uji vickers beban tidak perlu diubah dan tidak bergantung pada besar beban indentor. Uji vickers juga dapat dilakukan pada bahan bahan yang tipis dan jejak indentor sangat kecil nyaris tak terlihat. Adapun kelemahan uji vickers adalah pengujiannya membutuhkan waktu yang cukup lama.



Gambar 2.13 Skema pengujian *Vickers hardness*



Gambar 2.14 Tipe-tipe lekukan piramida intan, (a) lekukan yang sempurna, (b) lekukan bantal jarum, (c) lekukan berbentuk tong.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Baja Karbon Rendah dan baja SS 316 L

Kemudian dipotong dan dibentuk dengan dimensi panjang 50 mm, lebar 30 mm dan tebal 3 mm.

Tabel 3.1 Hasil Uji Komposisi Baja SS 316 L

C (%)	Si (%)	S (%)	P (%)	Mn (%)	Ni (%)	Cr (%)	Mo (%)
0,029	0,390	0,035	0,050	1,648	9,930	16,860	2,057

Tabel 3.2 Sifat Mekanik SS 316L

Tensile (MPa)	Yield (MPa)	Elongation (% in 50mm)	Hardness Rockwell (HR B)	Density (kg/m^3)	Elastic Modulus (GPa)	Specific Heat (J/Kg.K)	Electric Resistivity ($\Omega\cdot\text{m}$)
485	170	40	95	8000	193	500	740

Tabel 3.3 Hasil Uji Komposisi Baja Karbon Rendah

C (%)	Si (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)	Cr (%)	Ce (%)	MnSi (%)	MnS (%)	V (%)
14089	12386	35004	1140	1071	19923	22989	2,8261	32,671	166

Al (%)	Cr (%)	Ni (%)	Mo (%)	Cu (%)	Sn (%)	Fe (%)	Mg (%)	SnCu (%)
3617	7608	5913	1216	13105	764	99,04	166	5133

2. NaCl 10% dan 20%

senyawa ionik yang terdiri dari ion positif (kation) dan ion negatif (anion), sehingga membentuk senyawa netral (tanpa muatan).

Garam terbentuk dari hasil reaksi asam dan basa. Komponen kation dan anion ini dapat berupa senyawa anorganik seperti Klorida (Cl^-), dan bisa juga berupa senyawa organik seperti Asetat (CH_3COO^-) dan ion monoatomik seperti Fluorida (F^-) serta ion poliatomik seperti Sulfat (SO_4^{2-}).

3. Air Laut

Air laut adalah air dari samudera yang memiliki kadar garam rata-rata 3,5%. Artinya dalam 1 liter (1000 ml) air laut terdapat 35 gram garam (tetapi tidak seluruhnya NaCl).

Air laut memiliki kadar garam karena bumi dipenuhi dengan garam mineral yang terdapat di dalam batu-batuan dan tanah, contohnya natrium, kalium. Sehingga air sungai yang mengalir ke laut membawa air kandungan garam, ombak laut memukul pantai juga dapat menghasilkan garam yang terdapat pada batu-batuan.

4. Aquades

Aquades adalah air mineral yang telah diproses dengan cara destilasi (disuling) sehingga diperoleh air murni (H_2O) yang bebas mineral. Proses destilasi ini merupakan suatu proses dengan cara pemisahan adanya bahan kimia menurut perbedaan kecepatan yang menguap atau volatilitas yakni dengan suatu teknik pemisahan berdasarkan perbedaan titik didih dalam kegunaannya untuk memperoleh senyawa murni.

3.2 Lokasi dan Alat Penelitian

3.2.1 Lokasi Penelitian

Pembuatan spesimen uji berat, dilakukan di laboratorium metalurgi Universitas HKBP Nomensen Medan

3.2.2 Alat Penelitian

1. Alat keselamatan kerja



Gambar 3.1 Alat pelindung diri

Alat keselamatan kerja berguna untuk mengurangi resiko kecelakaan pada saat penelitian. Contohnya: Masker pelindung wajah atau pernafasan, sarung tangan karet, dan sarung tangan kain, sepatu safety, kacamata safety.

2. Gergaji Besi



Gambar 3.2 Gergaji besi

Alat ini berfungsi sebagai alat pemotong untuk membentuk spesimen bajakarbon sedang yang akan digunakan pada penelitian.

3. Kikir



Gambar 3.3 Kikir

Digunakan untuk membuat permukaan benda-benda menjadi lebih halus dengan cara menggosokkan salah satu permukaan.

4. Amplas



Gambar 3.4 Amplas

Amplasing disebut kertas pasir adalah sejenis kertas yang digunakan untuk membuat permukaan benda-benda menjadi lebih halus dengan cara menggosokkan salah satu permukaan amplas yang telah ditambahkan bahan abrasif ke permukaan benda tersebut.

5. Mesin *Polish* (Poles)



Gambar 3.5 Mesin poles

Dalam penelitian ini mesin *polish* digunakan untuk menghaluskan permukaan spesimen dan juga untuk mengurangi ukuran benda kerja yang masih lebih hingganya untuk mendapatkan ukuran yang tepat.

6. Timbangan



Gambar 3.6 Timbangan

Alat pengukur berat spesimen yang digunakan adalah timbangan digital atau *Nautical Balance*. Penimbangan spesimen dilakukan sebelum dan sesudah proses pengkorosi dilakukan, sehingga diketahui berat awal dan berat akhir spesimen.

7. Wadah



Gambar 3.7 wadah

Bak diperlukan pada proses pengkorosiannya untuk menampung larutan korosif.

9. pH meter

PH Meter adalah alat pengukur keasaman atau kebasaan air dengan satuan Ph.



Gambar 3.8 pH meter

10. Kawat Tembaga

Digunakan untuk menggantung spesimen, karena tembaga merupakan bahan yang tahan terhadap larutan bersifat asam.



Gambar 3.9 Kawat Tembaga

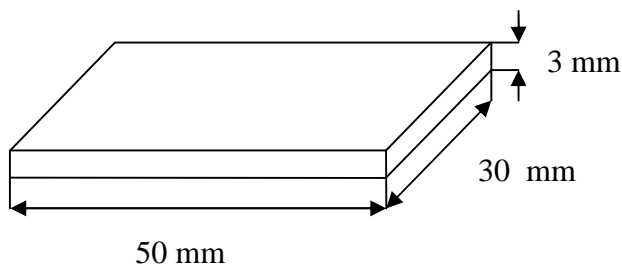
3.3 Langkah Kerja Proses Penelitian

Dalam melakukan proses pengkorosian, kita haruslah menyusun rencana. Adapun proses penelitiannya dilakukan sebagai berikut:

1. Mempersiapkan spesimen.

Adapun bentuk dan ukuran spesimen yang direncanakan adalah sebagai berikut.

- Panjang = 50 mm
- Lebar = 30 mm
- Tebal = 3 mm



2. Degreasing

Proses degreasing merupakan proses yang bertujuan untuk menghilangkan kotoran, minyak, lemak, cat dan kotoran padat lainnya yang menempel pada permukaan spesimen. Proses pembersihan dilakukan dengan menggunakan larutan NaOH (soda kaustik) dengan konsentrasi 5% – 10% pada suhu 70°C – 90°C selama kurang lebih 10 menit.

3. Pickling

Pembersihan benda kerja dengan menggunakan larutan HCl yang bertujuan untuk menghilangkan oksida.

4. Penimbangan awal spesimen

5. Proses pengkorosian

Setelah spesimen bebas dari kotoran-kotoran, maka spesimen sudah siap untuk dikorosi. Adapun cara pelaksanaan pengkorosian adalah sebagai berikut:

Proses pengkorosian:

- A. Larutkan NaCl(10% dan 20% + Aquades), air laut sesuai variabel yang ditetapkan
- B. Masukkan spesimen masing-masing kedalam larutan.
- C. Setelah mencukupi variabel waktu yang ditentukan angkat spesimen.
- D. Bersihkan dan keringkan spesimen.

6. Penimbangan akhir spesimen

Setelah proses pengkorosian selesai dilakukan, maka dilakukan proses penimbangan pada spesimen yaitu untuk mengetahui laju korosi yang terjadi.

7. Melakukan Uji Vickers

Setelah spesimen dibersihkan dilakukan uji Vickers untuk mendapatkan nilai kekerasan material.

8. Analisa data

3.4 Diagram Alir

