

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 .Latar Belakang**

Dalam bidang teknik, terutama di bidang industry sangat penting mempelajari tentang bahan-bahan. Karena bahan tersebut selalu digunakan dalam berbagai keperluan, salah satunya bahan yang terbuat dari besi atau baja yang merupakan bahan logam. Dengan penggunaan bahan logam tersebut diharapkan mampu guna menjaga ketahanan suatu bahan dari korosi. Korosi merupakan reaksi elektrokimia antar logam dan lingkungan yang menyebabkan pengkaratan dan menurunkan mutu logam (Trethewey dan Chamberliene, 1991). Ketahanan korosi dari baja dipengaruhi oleh unsure paduan yang terkandung di dalamnya seperti nikel (Ni), krom (Cr), dan mangan (Mn). Ketiga unsure tersebut akan berdampak pada sifat ketahanan korosi. Banyak cara yang bisa dilakukan untuk tetap mempertahankan ketahanan suatu bahan dari korosi, tergantung seperti apa bahan tersebut. Maka dari itu, dalam penelitian ini penulis akan menguji laju korosi dan kekasaran permukaan baja karbon rendah dengan memberikan kitosan sebagai pelapis (coating) pada baja karbon terhadap larutan korosi  $\text{HNO}_3$  dan larutan Belimbing Wuluh sebagai pengganti  $\text{H}_2\text{SO}_4$  guna mengetahui laju korosi yang terjadi pada baja tersebut.

### **1.2 .Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah seberapa besar laju korosi yang dapat terjadi pada perendaman baja karbon rendah yang dilapisi chitosan dengan larutan korosi  $\text{HNO}_3$  dan Belimbing Wuluh sebagai pengganti larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$

### **1.3. Batasan Masalah**

Pembahasan penelitian ini. Hal-hal yang menjadi batasan dalam penelitian ini adalah :

1. Material yang digunakan adalah Baja Karbon rendah
2. Media pengkorosian pada penelitian ini adalah larutan  $\text{HNO}_3$ , dan Belimbing Wuluh

3. Media pelapis (coating) adalah menggunakan chitosan dari cangkang udang
4. Temperatur diasumsikan sama pada semua permukaan
5. Variasi waktu perendaman bahan 3,6,9,12 hari

#### **1.4. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian yang dilakukan adalah:

1. Mengetahui laju korosi pada baja karbon rendah dengan penambahan kitosan sebagai pelapis terhadap media  $\text{HNO}_3$  dan Belimbing Wuluh
2. Mengetahui nilai kekasaran permukaan pada baja karbon yang dikorosikan
3. Menentukan bentuk korosi yang terjadi pada baja karbon rendah
4. Bagaimana pengaruh lapisan, waktu perendaman terhadap ketahanan korosi baja karbon rendah terhadap media  $\text{HNO}_3$  dan Belimbing Wuluh

#### **1.5. Manfaat Penelitian**

1. Memberikan informasi mengenai nilai laju korosi serta pengaruh kitosan sebagai pelapis pada permukaan pada baja karbon rendah dengan media  $\text{HNO}_3$  dan Belimbing Wuluh
2. Memberikan informasi nilai kekasaran permukaan terhadap pemberian chitosan sebagai pelapis
3. Menjadi bahan 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 pada baja karbon rendah serta efektivitas dari penambahan lapisan terhadap ketahanan korosi.
2. Metode grafik untuk mendapatkan hubungan laju korosi pada baja karbon rendah
3. Metode uji kekasaran untuk mendapatkan nilai kekasaran pada baja karbon rendah.

## **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, pembahasan tentang Latar belakang, Rumusan masalah, Batasan masalah, Tujuan penelitian, Manfaat penelitian, Metode penelitian, Sistematika penulisan.

### **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Landasan teori yang berisi tentang defenisi korosi, bentuk-bentuk korosi, laju korosi, larutan elektrolit, bahan pelapis (coating) pengujian kekasaran permukaan dan pengujian berat.

### **BAB III : METODE PENELITIAN**

Bab ini berisi tentang bahan spesimen yang digunakan, metode pembuatan larutan korosif, metode pembuatan lapisan (coating) pada specimen, variable penelitian, serta langkah-langkah penelitian secara metode analisis data.

### **BAB IV : PEMBAHASAN**

Berisikan penyajian hasil data dan pembahasan yang diperoleh dari pengujian.

### **BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN**

Berisikan jawaban dari tujuan 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:

##### **2.1.1. Baja Karbon Rendah**

Baja karbon rendah yaitu baja yang kandungan karbonnya <0,3% jika dibandingkan dengan baja karbon lainnya mempunyai kekerasan yang rendah, kuat tarik, dan batas luluh yang agak rendah, akan tetapi mempunyai regangan 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.

##### **2.1.2. Baja Karbon Sedang**

Baja karbon sedang mempunyai kandungan 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.

### **2.1.3. 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.

### 2.2.1. 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 akan berpengaruh 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 suhukritisnya 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 sama seperti mangan yaitu menurunkan suhu kritis dan kecepatan pendinginan kritis, memperbaiki kekuatan tarik, tahan korosi. Meningkatkan 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<sub>2</sub>) atau oleh gas belerang dioksida (SO<sub>2</sub>). Di dalam medium basah, korosi dapat terjadi secara seragam maupun secara terlokalisasi.

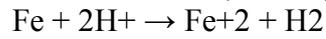
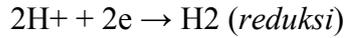
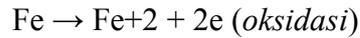
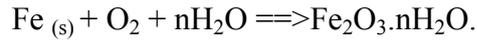
Korosi juga dapat terjadi pada air yang mengandung garam, karena logam akan bereaksi secara elektrokimia dalam larutan garam (*elektrolit*). Pada proses elektrokimianya akan terbentuk anoda dan katoda pada sebatang logam. Korosi dapat mengakibatkan kerusakan pada logam, yakni karena logam bereaksi secara kimia atau elektrokimia dengan lingkungan, sehingga permukaan logam akan terkikis oleh timbulnya korosi pada logam



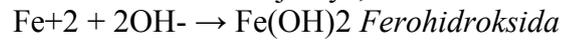
Gambar 2.1 Logam yang mengalami korosi

### 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 :



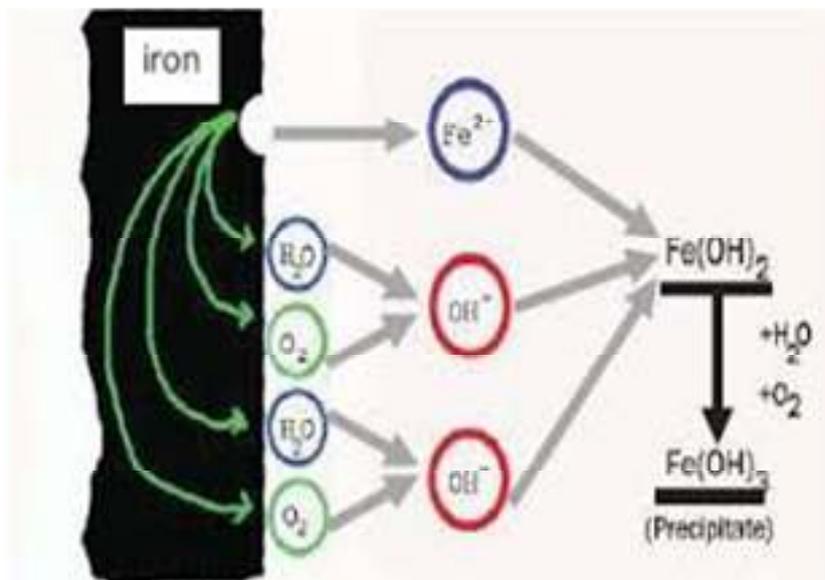
Selanjutnya,



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

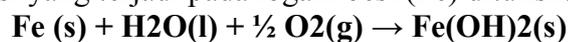
### 2.2.2 Mekanisme Korosi

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 H<sub>2</sub> dan reduksi O<sub>2</sub>, akibat H<sup>+</sup> dan H<sub>2</sub>O yang tereduksi. Reaksi ini terjadi dipermukaan logam yang akan menyebabkan pengelupasan akibat pelarutan logam kedalam larutan secara berulang - ulang.

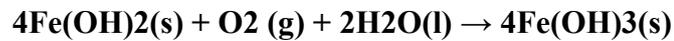


Gambar 2.2 Mekanisme korosi

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



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



Ferri hidroksida yang terbentuk akan berubah menjadi Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 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*)

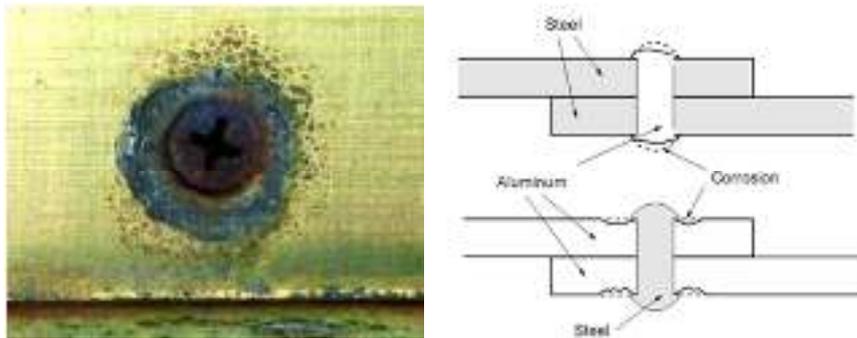
Korosi Seragam (*Uniform/General Corrosion*) adalah korosi yang terjadi secara serentak diseluruh permukaan logam, oleh karena itu pada logam yang mengalami korosi merata akan terjadi pengurangan dimensi yang relatif besar per satuan waktu. Kerugian langsung akibat korosi merata berupa kehilangan material 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*)

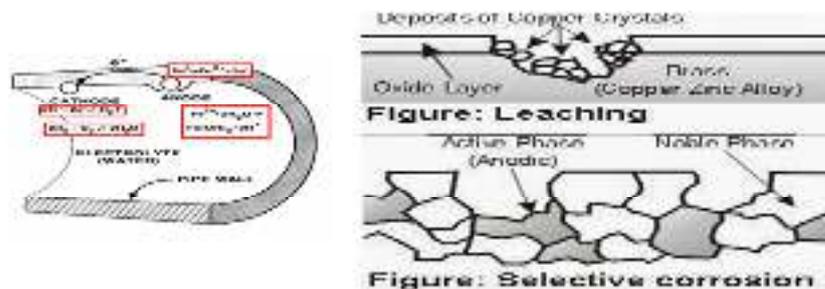
Galvanik atau bimetalik *corrosion* terjadi apabila dua logam yang tidak sama dihubungkan dan berada di lingkungan korosif. Salah satu dari logam tersebut akan mengalami korosi, sementara logam lainnya akan terlindung dari serangan korosi. Logam yang mengalami korosi adalah logam yang memiliki potensial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

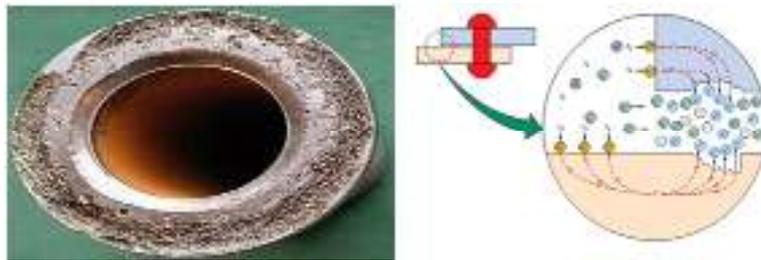
*Selective leaching* adalah korosi yang terjadi pada paduan logam karena pelarutan salah satu unsur paduan yang lebih aktif, seperti yang biasa terjadi pada paduan tembaga-seng. Mekanisme terjadinya korosi *selective leaching* diawali dengan terjadi pelarutan total terhadap semua unsur. Salah satu unsur 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*)

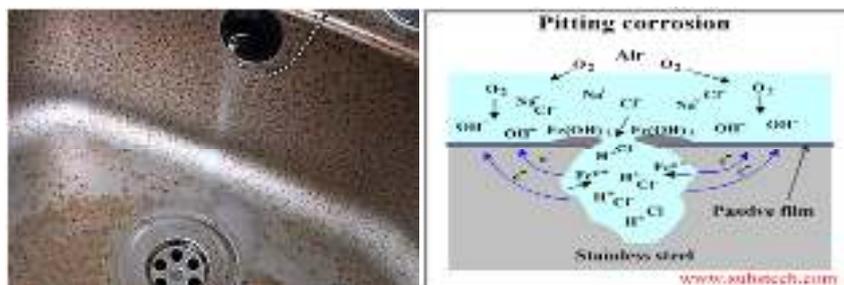
Korosi celah adalah korosi lokal yang terjadi pada celah diantara dua komponen. Mekanisme terjadinya korosi celah ini diawali dengan terjadi korosi merata diluar dan didalam celah, sehingga terjadi oksidasi logam dan reduksi oksigen. Pada suatu saat oksigen ( $O_2$ ) di dalam celah habis, sedangkan oksigen ( $O_2$ ) 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 dudukan 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.

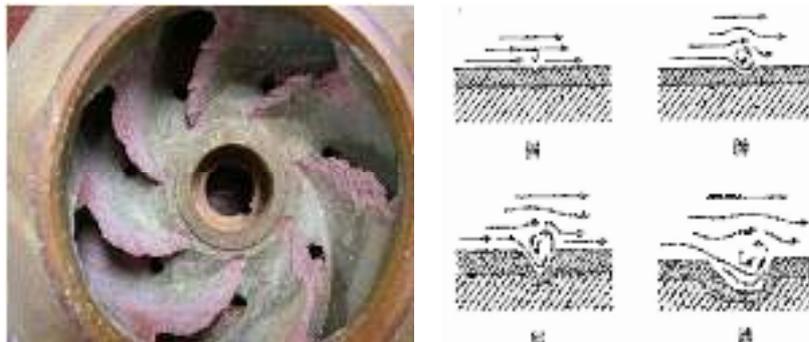
Sebagai contoh, tembaga dan paduan rentan terhadap senyawa ammonia, baja ringan rentan terhadap larutan alkali dan baja tahan karat rentan terhadap klorida.



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.

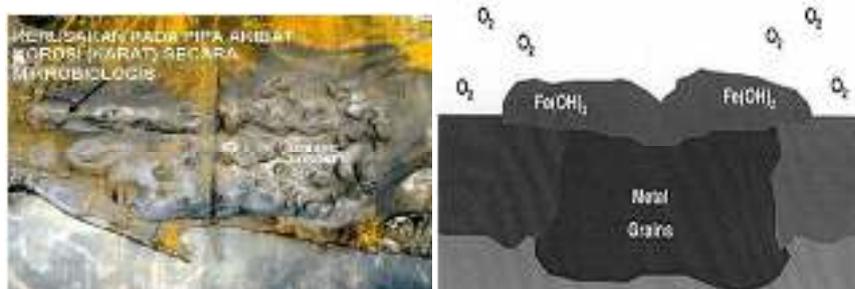


Gambar 2.10 Korosi Erosi

### 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. Sedang 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*. Dibawah 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.



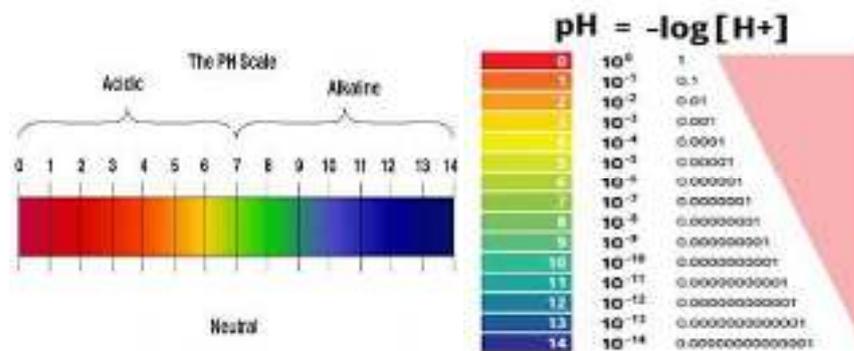
Gambar 2.11 Korosi oleh Mikroba

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

### 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<sup>2</sup>)

T = Waktu (jam)

D = Density Spesimen (gr/cm<sup>3</sup>)

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 diukur, hingga waktu pengukuran tidak memakan waktu yang lama. Metode elektrokimia ini menggunakan rumus yang didasari pada Hukum Faraday yaitu menggunakan rumus sebagai berikut :

$$CR (mpy) = K \frac{ai}{nD}$$

Dimana:

CR = *Corrosion rate*

K = konstanta, mpy = 0,129 μm/yr = 3,27 mm/yr

- a = *atomic weight of metal*
- i = *current density ( $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ )*
- n = *Number of electron lost*
- D = *Density ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )*

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 Kekasaran Permukaan**

Setiap permukaan dari benda kerja yang telah mengalami proses pemesinan akan mengalami kekasaran permukaan. Yang dimaksud dengan kekasaran permukaan adalah penyimpangan rata-rata aritmetik dari garis rata-rata permukaan. Definisi ini digunakan untuk menentukan harga rata-rata dari kekasaran permukaan. Dalam dunia industri, permukaan benda kerja memiliki nilai kekasaran permukaan yang berbeda, sesuai dengan kebutuhan dari alat tersebut. Nilai kekasaran permukaan memiliki nilai kualitas (N) yang berbeda, Nilai kualitas kekasaran permukaan telah diklasifikasikan oleh ISO dimana yang paling kecil adalah N1 yang memiliki nilai kekasaran permukaan ( $R_a$ )  $0,025 \mu$  dan yang paling tinggi N12 yang nilai kekasarannya  $50 \mu$ .

#### **2.3.1 Permukaan**

Permukaan adalah suatu titik yang membatasi antara sebuah benda padat dengan lingkungan sekitarnya. Jika ditinjau dengan skala kecil pada dasarnya konfigurasi permukaan sebuah produk juga merupakan suatu karakteristik geometrik yang dalam hal ini termasuk golongan mikrogeometri. Permukaan produk yang secara keseluruhan membuat rupa atau bentuk adalah termasuk golongan makrogeometri. Sebagai contoh yang termasuk dalam golongan makrogeometri adalah poros, lubang, sisi dan sebagainya. Karakteristik suatu permukaan memegang peranan penting dalam perancangan komponen mesin/peralatan. Hal ini karena karakteristik permukaan dari sebuah komponen mesin sangat erat kaitannya dengan gesekan, keausan, pelumasan dan sebagainya. Maka dalam proses pembuatan sebuah komponen karakteristik permukaan yang dikehendaki harus dapat dipenuhi. Seperti halnya pada toleransi ukuran, bentuk, dan posisi, karakteristik permukaan harus dapat diterjemahkan

kedalam gambar teknik supaya kemauan perancang dapat dipenuhi. Oleh sebab itu, orang berusaha membuat berbagai definisi atas berbagai parameter guna menandai/ mengidentifikasikan konfigurasi suatu permukaan. Dinamakan parameter sebab definisi tersebut harus bisa diukur dengan besaran/ unit tertentu yang mungkin harus dilakukan dengan memakai alat ukuran khusus yang dirancang untuk keperluan tersebut.

### **2.3.2 Permukaan dan Profil**

Karena ketidaksempurnaan alat ukur dan cara pengukuran maupun cara evaluasi hasil pengukuran maka suatu permukaan sesungguhnya (*real surface*) tidaklah dapat dibuat tiruan/ duplikatnya secara sempurna. Tiruan permukaan hasil pengukuran hanya bisa mendekati bentuk/ konfigurasi permukaan sesungguhnya dengan kata lain dapat disebut permukaan terukur (*measured surface*). Karena dalam pembuatan sebuah komponen dapat terjadi penyimpangan maka permukaan geometri ideal (*geometrically ideal surface*), yaitu permukaan yang dianggap mempunyai bentuk yang sempurna tidak lah dapat dibuat. Dalam prakteknya, seorang perancang akan menuliskan syarat permukaan pada gambar teknik. Suatu permukaan yang disyaratkan pada gambar teknik ini disebut sebagai permukaan nominal (*nominal surface*). Karena kesulitan dalam mengukur dan menyatakan besaran yang diukur dari suatu permukaan secara tiga dimensi maka dilakukan pembatasan. Permukaan hanya dipandang sebagai penampang permukaan yang dipotong (yang ditinjau relative terhadap permukaan dengan *geometric ideal*) secara tegak lurus (*normal*), serong (*oblique*) atau singgung (*tangensial*). Ketidak teraturan konfigurasi suatu permukaan bila ditinjau dari profilnya dapat diuraikan menjadi beberapa tingkat, seperti yang dapat dilihat pada Tabel yang terlihat pada Gambar 2.13

Tingkat	Profil terukur bentuk profil hasil pengukuran	Definisi	Contoh kemungkinan penyebabnya
1		Kesalahan bentuk (form error)	Kesalahan bidang-bidang bertumpang mesin pemakanan dan benda kerja, kesalahan proses pemakanan benda kerja
2		Geombang (waviness)	Kesalahan bentuk pemakanan, kesalahan pemertahan pemakanan, getaran dalam proses pemakanan.
3		Alur (grooves)	Jejak/tekanan pemotongan (bentuk ujung pahat, gerak makan)
4		Serpihan (chips)	Proses pembentukan geram, deformasi akibat proses pemakanan, pemakanan modul pada proses elektroplating
			Kombinasi ketidakteraturan dari tingkat 1 sampai dengan 4.

**Gambar 2.13 Tabel ketidak teraturan suatu profil**

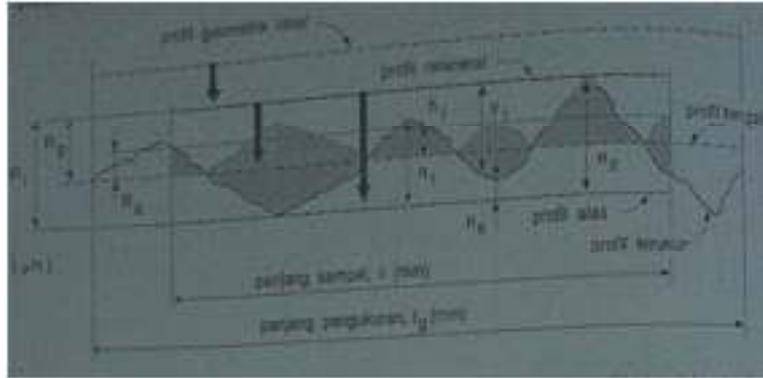
Permukaan merupakan suatu titik yang memisahkan antara suatu benda dengan sekelilingnya. Bentuk dari permukaan suatu benda memegang peranan penting dalam melakukan perancangan sebuah benda. Karena permukaan suatu benda berkaitan dengan gesekan, keausan, pelumasan dan lain sebagainya. Dalam merancang sebuah benda salah satu hal penting yang juga perlu di perhatikan adalah kekerasan permukaannya. Kekerasan permukaan sebuah produk tidak harus memiliki nilai yang kecil atau halus, tetapi terkadang sebuah produk memerlukan nilai kekasaran permukaan yang besar sesuai dengan fungsinya. Namun terkadang dalam praktek di lapangan, di dapati nilai kekasaran permukaan dari sebuah produk tidak sesuai dengan yang di harapkan. Hal-hal yang mempengaruhi nilai kekasaran permukaan sebuah produk tidak sesuai dengan yang di harapkan, di karenakan oleh beberapa faktor seperti, pemilihan mata pahat yang kurang tepat atau pahat yang digunakan sudah aus sehingga berpengaruh pada kemampuan pahat tersebut untuk memotong. Selain itu, kesalahan proses atau tahapan yang dilakukan dalam proses pemesinan untuk membentuk atau membuat sebuah produk juga sangat berpengaruh terhadap nilai kekasaran permukaan sebuah benda. Tingkat pertama merupakan ketidak teraturan makrogeometri. Tingkat kedua yang disebut dengan gelombang (*Waviness*) merupakan ketidak teraturan yang periodic dengan panjang gelombang yang jelas lebih besar dari kedalamannya (amplitudonya). Tingkat ketiga atau alur (*grooves*) serta tingkat keempat

yang disebut dengan serpihan (*Flakes*). Kedua-duanya lebih dikenal dengan kekasaran (*roughness*). Dalam banyak hal ke empat tingkatan ketidak teraturan konfigurasi suatu permukaan jarang ditemukan secara terpisah/ tersendiri melainkan kombinasi beberapa tingkat ketidakteraturan tersebut.

### 2.3.3 Parameter kekasaran permukaan

Untuk memproduksi profil suatu permukaan, sensor/ peraba (*stylus*) alat ukur harus digerakkan mengikuti lintasan yang berupa garis lurus dengan jarak yang telah ditentukan terlebih dahulu. Panjang lintasan ini disebut dengan panjang pengukuran (*traversing length*). Sesaat setelah jarum bergerak dan sesaat sebelum jarum berhenti secara elektronik alat ukur melakukan perhitungan berdasarkan data yang dideteksi oleh jarum peraba. Bagian panjang pengukuran yang dibaca oleh sensor alat ukur kekasaran permukaan disebut panjang sampel. Pada Gambar 2.13 ditunjukkan bentuk profil sesungguhnya dengan beberapa keterangan lain, seperti :

1. Profil *geometric* idelal adalah garis permukaan sempurna yang dapat berupa garis lurus, lengkung atau busur .
2. Profil terukur adalah garis permukaan yang terukur
3. Profil referensi/ puncak/ acuan merupakan garis yang digunakan sebagai acuan untuk menanalisa ketidak teraturan bentuk permukaan
4. Profil alas adalah garis yang berada dibawah yang menyinggung terendah
5. Profil tengah merupakan garis yang berada ditengah-tengah antara puncak tertinggi dan lembah terdalam



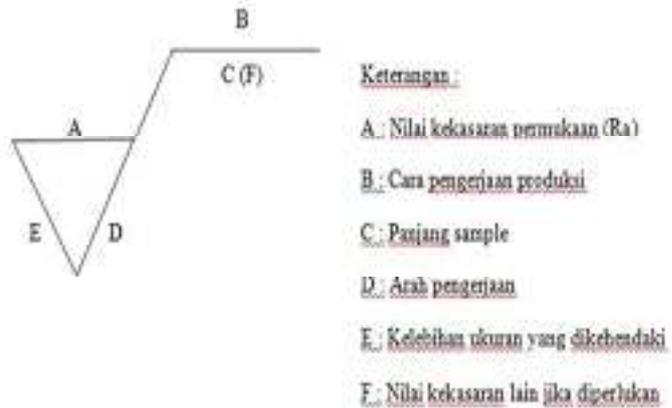
**Gambar 2.14 Bentuk Profil kekasaran permukaan**

Dari gambar diatas, dapat didefinisikan beberapa parameter kekasaran permukaan, yaitu :

1. Kekasaran total ( $R_t$ ) merupakan jarak antara garis referensi dengan garis alas.
2. Kekasaran perataan ( $R_p$ ) merupakan jarak rata-rata antara garis referensi dengan garis terukur.
3. Kekasaran rata-rata aritmatik ( $R_a$ ) merupakan nilai rata-rata aritmatik antara garis tengah dan garis terukur.

#### **2.3.4. Penulisan Kekasaran Permukaan Pada Gambar Teknik**

Pada gambar teknik kekasaran permukaan biasanya dilambangkan dengan simbol yang berupa segitiga sama sisi dengan salah satu ujungnya menempel pada permukaan. Pada segitiga ini juga terdapat beberapa angka dan symbol yang memiliki beberapa arti yang terlihat pada Gambar 2.14.



**Gambar 2.15 Lambang kekasaran permukaan**

Angka yang ada pada symbol kekasaran permukaan merupakan nilai dari kekasaran permukaan aritmatik (Ra). Nilai Ra telah dikelompokkan menjadi 12 kelas kekasaran sebagaimana terlihat pada Tabel 2.1 dibawah ini.

**Tabel 2.1 Angka Kekasaran Permukaan**

Kelas	Harga Ra	Toleransi ( $\mu\text{m}$ )	Panjang
Kekasaran	( $\mu\text{m}$ )	(+50% & - 25%)	sampel (mm)
N1	0,025	0,02– 0,04	0,08
N2	0,05	0,04– 0,08	0,25
N3	0,1	0,08– 0,15	
N4	0,2	0,15– 0,03	
N5	0,4	0,03– 0,06	0,8
N6	0,8	0,6– 1,2	
N7	1,6	1,2– 2,4	
N8	3,2	2,4– 4,8	
N9	6,3	4,8– 9,6	2,5
N10	12,5	9,6 – 18,75	
N11	25	18,5– 37,5	8
N12	50	37,5– 75,0	

### 2.3.5 Alat Ukur Kekasaran Permukaan

Alat ukur kekasaran permukaan yang digunakan adalah *sureface roughnesstester type TR200*, alat ini dapat digunakan untuk mengamati ataupun mengukur kekasaran permukaan dengan standar ISO. Bebarapa data yang dapat di tunjukkan oleh alat uji kekasaran permukaan ini adalah nilai parameter-parameter dari kekasaran permukaan dan grafik kekasaran permukaannya. Alat ukur kekasaran permukaan dapat dilihat pada Gambar 2.16. Cara kerja dari alat ukur kekasaran permukaan ini adalah dengan meletakkan sensor yang dipasangkan pada alat tersebut, selanjutnya sejajarkan alat ukur permukaan tersebut dengan bidang material yang akan di uji. Pada saat pengerjaanya, alat ukur ini tidak boleh bergerak karena akan mengganggu sensor dalam membaca kekasaran dari permukaan material tersebut.



**Gambar 2.16** *sureface roughness tester type TR200*

## 2.4 Larutan Elektrolit Dan Pelapisan

### 2.4.1 Larutan Elektrolit

Larutan elektrolit merupakan larutan yang dapat menghantarkan arus listrik. Hantaran listrik dapat terjadi karena adanya ion positif dan ion negatif yang bergerak. Semakin banyak ion yang dihasilkan, maka semakin kuat pula sifat daya hantar listrik larutan tersebut. Larutan ini tersusun dari zat terlarut yang dapat menghantarkan arus listrik. Ketika dilarutkan dalam air, zat tersebut akan terurai

menjadi ion-ion penyusunnya. Ion tersebut dapat berupa kation yang bermuatan positif (contoh:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ) maupun anion yang bermuatan negatif (contoh:  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{OH}^-$ ). Larutan asam merupakan zat yang jika dilarutkan dalam air akan menghasilkan ion  $\text{H}^+$ , contohnya adalah  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , dan cuka. Sementara itu, larutan basa adalah zat yang jika dilarutkan dalam air akan menghasilkan ion  $\text{OH}^-$ , contohnya adalah  $\text{NaOH}$  dan  $\text{KOH}$ . Jenis larutan yang terakhir adalah larutan garam, yaitu zat yang terbentuk dari reaksi asam dan basa, contohnya adalah  $\text{NH}_4\text{Cl}$  dan  $\text{NaCl}$ . Dalam penelitian kali ini di gunakan bahan alam sebagai pengganti larutan bahan kimia pada umumnya yaitu belimbing wuluh sebagai pengganti  $\text{H}_2\text{SO}_4$

#### **a. Belimbing Wuluh**

Belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) atau disebut juga belimbing asam adalah sejenis pohon yang diperkirakan berasal dari Maluku. Kandungan dari belimbing ini mampu mengobati berbagai penyakit. Belimbing wuluh mengandung zat aktif saponin, flavonoid, tanin, glukosida, asam sitrat, asam format, dan beberapa mineral, terutama kalium dan kalsium. Buah ini juga mengandung beberapa vitamin yaitu vitamin A, B, dan C. Saat ini telah berkembang penelitian tentang sumber pemanfaatan bahan alam sebagai alternatif yang dapat dijadikan sebagai elektrolit yang ramah lingkungan yang bisa didapatkan dari buah-buahan dan sayuran yang mengandung banyak asam. Larutan yang berupa senyawa asam seperti senyawa asam sulfat, asam oksalat, asam format, dan asam sitrat diketahui merupakan larutan elektrolit. Elektrolit digunakan dalam sistem sel Galvani untuk menghantarkan ion-ion dari anoda menuju katoda sehingga dapat digunakan sebagai larutan yang bersifat korosif. Belimbing wuluh mengandung cairan asam format, seperti yang diketahui, belimbing wuluh memiliki tingkat keasaman tinggi.



Gambar 2.17. Belimbing Wuluh

#### **2.4.2 Pelapian logam (coating)**

Proses coating adalah salah satu proses yang sangat dibutuhkan dalam dunia industri. Coating atau pelapisan sendiri dapat dianggap sebagai suatu proses pelapisan yang diterapkan pada suatu benda atau substrat. Tujuan dari coating sendiri adalah untuk dapat meningkatkan sifat permukaan dari benda yang dilapisi. Sifat permukaan tersebut diharapkan dapat ditambah dalam beberapa hal seperti penampilan, ketahanan terhadap air atau korosi, ketahanan dari goresan atau bahkan untuk keausan. Dengan tujuan tersebut, proses coating pun dirasa dapat menambah daya tahan peralatan atau mesin pada dunia industri, atau bahkan dapat membantu proses industri untuk dapat bekerja dengan lebih baik. Banyak sekali jenis proses coating yang ada di dunia industri, salah satunya adalah untuk proses coating yang ada untuk jenis mesin coating tablet. Dalam kasus ini pelapisan logam yg lakukan menggunakan menggunakan chitosan ,Adapun chitosan yang digunakan dari cangkang udang .

##### **a. Chitosan**

Chitosan merupakan senyawa organik turunan dari kitin yang merupakan penyusun kulit hewan-hewan krustasea ,seperti udang ,kerang kepiting dan juga beberapa eksoskeleton dari serangga serta dinding sel dari beberapa jenis fungi .. Bentuk derivatif deasetilasi dari polimer ini adalah kitin. Kitin adalah jenis polisakarida terbanyak ke dua di bumi setelah selulosa dan dapat ditemukan pada

eksoskeleton invertebrata dan beberapa fungi pada dinding selnya. Chitosan banyak dimanfaatkan dalam beragam dunia industri dikarenakan dengan alasan limbah industri makan laut yang begitu besar dan perlu untuk diolah menjadi sesuatu yang bermanfaat bagi kehidupan manusia terutama dalam bidang industri. Chitosan muncul sebagai alat alternatif untuk sistem konvensional berupa pelapisan untuk mencegah degradasi bahan korosif.



Gambar 2.18.Chitosan

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang di pakai adalah : metode ekperimental dimana

### **PENGARUH LAPISAN CHITOSAN TERHADAP KETAHANAN KOROSI BAJA KARBON RENDAH DENGAN LARUTAN HNO<sub>3</sub>, BELIMBING WULUH SEBAGAI PENGGANTI H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.**

Yang dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Logam Fakultas Teknik

Universitas HKBP Nommensen Medan

#### 3.1 Bahan

##### 1. Baja Karbon Rendah

Kemudian dipotong atau dibentuk dengan dimensi panjang 50 mm, lebar 45 mm dan tebal 3 mm.



Gambar 3.1 Spesimen setelah dipotong

Tabel 3.1 Hasil Uji Komposisi Baja Karbon Rendah

C(%)	Si(%)	Mn(%)	P(%)	S(%)	Cmn(%)	Ce(%)	MnSi(%)	V(%)
0,2522	0,1393	0,31667	0,031	0,0326	0,3050	0,3877	2,27199	0,013
2	8		667	8		6		36

Al(%)	Cr(%)	Ni(%)	Mo(%)	Cu(%)	Sn(%)	MnS(%)	Fe(%)
0,00055	0,28992	0,09506	0,02407	0,16427	0,00999	9,69008	98,60715

Ti(%)	B(%)	Zn(%)	Nb(%)	W(%)	As(%)	Co(%)	Pb(%)
0,00028	0,0094	0,00236	0,00123	0,00398	0,00456	0,00761	0,00068

sb(%)	zr(%)	Bi(%)	Ca(%)	Fe(%)
0,00155	-0,00020	0,0008	-0,00016	98,60715

## 2. Asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ )

Asam nitrat adalah larutan asam kuat yang mempunyai nilai pKa sebesar -2. Di dalam air, asam ini terdisosiasi menjadi ion-ionnya, yaitu ion nitrat  $\text{NO}_3^-$  dan ion hidronium ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ). Garam dari asam nitrat disebut sebagai garam nitrat (contohnya seperti kalsium nitrat atau barium nitrat). Dalam temperatur ruangan, asam nitrat berbentuk uap berwarna merah atau kuning.



Gambar.3.2 Asam Sitrat ( $\text{HNO}_3$ )

## 3. Asam Asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ )

Asam asetat adalah senyawa asam organik yang mempunyai rumus  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dan dapat dibuat dengan fermentasi aerob menggunakan *acetobacter*. Asam asetat merupakan pereaksi kimia dan bahan baku industri yang penting. Sehingga industri pembuatan asam asetat menjadi salah satu industri kimia yang berprospek di Indonesia. Asam asetat di gunakan dalam produksi polimer, berbagai macam serat dain kain, juga dalam industri makanan sebagai pemberi rasa asam dan aroma dalam makanan.



Gambar.3.3 Asam Asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ )

#### 4. Etanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ )

Etanol termasuk ke dalam alkohol rantai tunggal, dengan rumus kimia  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  dan rumus empiris  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ . Ia merupakan isomer konstitusional dari dimetil eter. Etanol sering disingkat menjadi **EtOH**, dengan “Et” merupakan singkatan dari gugus etil ( $\text{C}_2\text{H}_5$ ). Etanol adalah cairan tak berwarna yang mudah menguap dengan aroma yang khas. Ia terbakar tanpa asap dengan lidah api berwarna biru yang kadang-kadang tidak dapat terlihat pada cahaya biasa. Etanol adalah pelarut yang serbaguna, larut dalam air dan pelarut organik lainnya, meliputi asam asetat, aseton, benzena, karbon tetraklorida, kloroform, dietil eter, etilena glikol, gliserol, nitrometana, piridina, dan toluena. Ia juga larut dalam hidrokarbon alifatik yang

ringan, seperti pentana dan heksana, dan juga larut dalam senyawa klorida alifatik seperti trikloroetana dan tetrakloroetilena.



**Gambar 3.4 Etanol ( $C_2H_5OH$ )**

### **5. Belimbing Wuluh**

Belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) atau disebut juga belimbing asam adalah sejenis pohon yang diperkirakan berasal dari Maluku. Kandungan dari belimbing ini mampu mengobati berbagai penyakit. Belimbing wuluh mengandung zat aktif saponin, flavonoid, tanin, glukosida, asam sitrat, asam format, dan beberapa mineral, terutama kalium dan kalsium. Buah ini juga mengandung beberapa vitamin yaitu vitamin A, B, dan C.



**Gambar 3.5 Belimbing Wuluh**

## **6. Chitosan**

Chitosan merupakan senyawa organik turunan dari kitin yang merupakan penyusun kulit hewan-hewan krustasea ,seperti udang ,kerang kepiting dan juga bebrapa eksoskaeton dari seranggaserta dinding sel dari beberapa jenis fugnsi .. Bentukan derivatif deasetilasi dari polimer ini adalah kitin. Kitin adalah jenis polisakarida terbanyak ke dua di bumi setelah selulosa dan dapat ditemukan pada eksoskeleton invertebrata dan beberapa fungi pada dinding selnya. Chitosan banyak dimanfaatkan dalam beragam dunia indrustri dikrenakan dengan alasan limbah industry makan laut yang begitu besar dan perlu untuk diolah menjadi sesuatu yang bermanfaat bagi kehidupan manusia terutama dalam bidang indsutri. Chitosan muncul sebagai alat alternatif untuk system konvensional berupa pelapisan untuk mencegah degradasi bahan korosif.



**Gambar.3.6 Chitosan**

### **3.2.Lokasi dan Alat Penelitian**

#### **3.2.1 .Lokasi Penelitian**

Pembuatan spesimen, uji berat, dan uji kekasaran permukaan dilakukan di laboratorium metalurgi Universitas HKBP Nommensen Medan

#### **3.2.2 Alat Penelitian**

##### **1. Alat keselamatan kerja**



**Gambar 3.7 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 3.8 Gergaji besi

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

## 3. Kikir



Gambar 3.9 Kikir

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

## 4. Amplas



Gambar 3.10 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 kepada permukaan benda tersebut.

## 5. Mesin *Polish*(Poles)



Gambar 3.11 Mesin poles

Dalam penelitian ini mesin *polish* digunakan untuk menghaluskan permukaan spesimen dan juga untuk mengurangi ukuran benda kerja yang masih berlebih hingga nantinya didapat ukuran yang tepat.

## 6. Timbangan



Gambar 3.12 Timbangan

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

## 7. Kuas

Kuas digunakan untuk menempelkan cat minyak, akrilik, maupun air pada permukaan yang akan doilesi



Gambar 3.13 Kuas

## 8. Wadah



Gambar 3.14 wadah

Wadah diperlukan pada proses pengkorosian yaitu untuk menampung larutan korosif.

## 9. Kawat Tembaga

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



Gambar 3.15 Kawat Tembaga

### 10. Gelas Ukur

Gelas ukur adalah sebagai alat ukur volume cairan yang tidak memerlukan ketelitian yang tinggi



Gambar 3.16 Gelas Ukur

### 11. Alat Uji Kekasaran Permukaan

Untuk mengukur kekasaran permukaan benda kerja digunakan *Surface Roughness Tester*. Cara penggunaan alat ukur ini adalah dengan menempelkan sensor dari alat ukur ke titik benda kerja yang akan diukur nilai kekasaran permukaannya. Setelah sensor tertempel dengan benar tekan tombol *start* dan

tunggu beberapa saat sampai nilai kekasaran permukaan ditampilkan pada layar alat ukur.



Gambar 3.17 *Surface Roughness Tester*

### 3.2.3 Langkah Kerja Proses Penelitian

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

#### 1. Mempersiapkan spesimen.

Adapun bentuk dan ukuran spesimen yang direncanakan adalah sebagai berikut.

- Panjang = 50 mm
- Lebar = 45 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 700C – 900C selama kurang lebih 10 menit.

#### 3. Penimbangan awal spesimen

#### 4. Pembuatan Larutan Belimbing Wuluh

### **Pembuatan larutan .**

- a. ambil belimbing wuluh dari pohon.
- b. cuci belimbing wuluh hingga bersih.
- c. blender belimbing wuluh hingga halus dan tercampur dengan rata.
- d. masukkan ke dalam tempat atau wadah penyimpanan sementara.

### **5. Pembuatan lapisan chitosan pada baja karbon rendah**

- a. siapkan chitosan (kangkang kerang ).
- b. timbang chitosan 5-10 gram.
- c. lalu tuangkan chitosan yang sudah ditimbang ke dalam wadah sebagai tempat untuk mencampur bahan bahan pembuatan lapisan.
- d. tuangkan larutan asam asetan hingga chitosan tersebut larut dan berubah menjadi bentuk gel .
- e. lempengan logam yang sudah dibentuk (dipotong sesuai dengan ukuran yang diinginkan) di polish menggunakan mesin polish dengan variasi 150,350,500 grit
- f. lempengan logam tersebut di cuci menggunakan etanol .
- g. lempengan logam di keringkan kedalam furnace selama 15 menit dengan temperature penahanan 40 dan ditimbang .
- h. lalu chitosan yang telah tercampur tadi dioleskan ke permukaan logam yang sudah dikeringkan dan di tunggu hingga kering .
- i. oleskan chitosan yang sudah tercampur tadi menggunakan kuas ke permukaan logam yang sudah disiapkan dan di tunggu hingga kering.

### **6. Proses Pengkorosian Logam**

- a. masukkan larutan belimbing wuluh kedalam wadah yang sudah disiapkan dengan variable yang sudah di tentukan.
- b. masukkan larutan HNO<sub>3</sub> ke dalam wadah yang sudah disiapkan dengan variable yang sudah di tentukan.
- c. masukkan logam yang sudah di lapsi chitosan tadi kedalam larutan yang sudah disiapkan tadi sesuaikan dengan variable yang sudah di tentukan.
- d. setelah mencukupi variable yang di tentukan angkat specimen
- e. bersihkan specimen dan keringkn specimen

### **7. Pickling**

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

### **8. Rinsing**

Proses rinsing merupakan pencucian dengan air bersih yang mengalir dan alcohol. Pencucian dengan air mengalir dan alcohol bertujuan untuk membersihkan permukaan benda kerja dari oksida atau kotoran lainnya.

### **9. Penimbangan akhir specimen**

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

### **10. Pengujian kekasaran akhir permukaan**

### **11. Analisa data**

#### **3.2.4 Diagram Alir**

