

# **ANALISA LAJU KOROSI PADA PIPA DISTRIBUSI AIR BERSIH PDAM TIRTANADI**

## **TUGAS AKHIR**

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan  
Ujian Sarjana**

Oleh :

**TINO SUCIONO**  
**07.813.0013**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2011**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 24/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
  2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
  3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
- Access From (repository.uma.ac.id)24/7/24

# ANALISA LAJU KOROSI PADA PIPA DISTRIBUSI AIR BERSIH PDAM TIRTANADI

TUGAS AKHIR

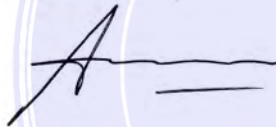
Oleh :

TINO SUCIONO

07.813.0013

Disetujui :

Pembimbing I



(Ir. H. Amru Siregar, MT)

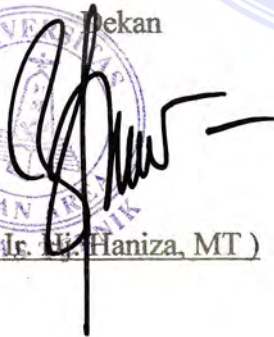
Pembimbing II



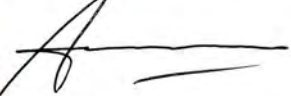
(Ir. Syafrian Lubis, MM)

Mengetahui :

Dekan

  
(Ir. Haniza, MT)

Ka. Program Studi

  
(Ir. H. Amru Siregar, MT)

Tanggal Lulus :

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 24/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
  2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
  3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
- Access From (repository.uma.ac.id)24/7/24

## DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	
KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	iii
DAFTAR GAMBAR .....	vi
DAFTAR GRAFIK .....	vii
ABSTRAK .....	viii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	4
1.4. Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI</b>	
2.1. Tinjauan pustaka.....	5
2.2. Landasan Teori .....	7
2.3. Proses Terjadinya Korosi.....	8
2.4. Jenis-Jenis Korosi .....	9
2.4.1. Korosi Merata .....	10
2.4.2. Korosi Galvanis .....	10
2.4.3. Korosi Sumuran .....	11
2.4.4. Korosi Celah .....	11
2.4.5. Korosi Selektif .....	12
2.4.6. Korosi Antar Butir .....	13
2.4.7. Korosi Erosi .....	13
2.4.8. Korosi Tegangan .....	14
2.4.9. Kelelahan Korosi .....	14
2.4.10. Korosi Gesekan .....	14

2.4.11. Korosi Endapan .....	15
2.5. Mekanisme Korosi .....	15
2.6. Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Laju Korosi .....	16
2.6.1. Lingkungan Atmosfer .....	18
2.6.2. Pengaruh Iklim .....	20
2.7. Menyatakan Laju Korosi .....	21
2.8. Menghitung Laju Korosi pada Industri .....	22
2.9. Pengendalian Korosi .....	23
2.9.1. Proteksi Katodik .....	23
2.9.2. Impressed Current .....	23
2.9.3. Proteksi Katodik Metode Anoda Korban .....	24
2.9.4. Inhibisi .....	26
2.9.5. Menghilangkan Reaktan.....	26
2.9.6. Pemaduan .....	26
2.9.7. Dengan cara anodisasi .....	27
2.9.8. Pelapisan (Coating).....	27
<b>BAB III</b> <b>METODE PENELITIAN</b>	
3.1. Jenis Penelitian .....	28
3.2. Bahan dan Peralatan Penelitian .....	28
3.3. Lokasi Penelitian .....	32
3.4. Jenis Data .....	32
3.5. Prosedur Penelitian .....	33
3.6. Teknik Pengumpulan Data .....	34
3.7. Teknik Analisis Data .....	34
<b>BAB IV</b> <b>HASIL ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1. Data-data Pipa .....	36
4.2. Analisa Data .....	38
4.2.1. Pada Minggu 1 (7 hari) .....	38

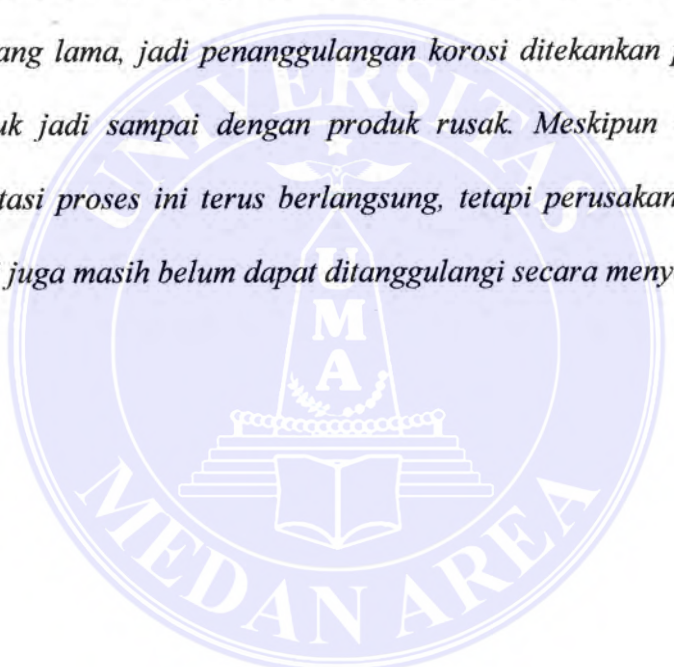
4.3. Pembahasan Hasil Data .....	41
4.3.1. Laju Korosi Berdasarkan Karat Pada Pipa .....	41
4.3.2. Laju Korosi Berdasarkan Kehilangan Berat vs Waktu .....	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	50
DAFTAR PUSTAKA .....	53
DAFTAR LAMPIRAN .....	54



## **ABSTRAK**

*Laju korosi pada pipa sangat di pengaruhi oleh lingkungan sekitar dan waktu yang dapat mempercepat proses terjadinya korosi. Laju korosi pada pipa distribusi PDAM tidak dapat dihindari tetapi hanya dapat dikendalikan dan diperlama proses terbentuknya korosi pada logam tersebut.*

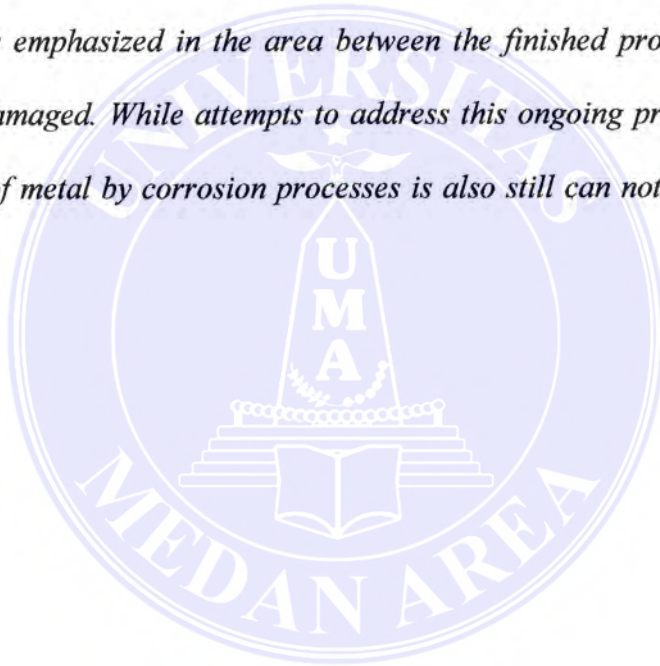
*Pada kenyataanya, pengendalian korosi banyak ditekankan agar produk memiliki ketahanan terhadap korosi yang memadai supaya diperoleh pemakaian yang lama, jadi penanggulangan korosi ditekankan pada daerah antara produk jadi sampai dengan produk rusak. Meskipun usaha-usaha untuk mengatasi proses ini terus berlangsung, tetapi perusakan logam oleh proses korosi juga masih belum dapat ditanggulangi secara menyeluruh.*



## **ABSTRACT**

*The rate of corrosion on the pipe is influenced by environment and time that can accelerate the process of corrosion in pipes distribusi korosi. Laju taps can not be avoided but can only be controlled and prolonged process of formation of corrosion on the metal.*

*In fact, many emphasized that corrosion control products have adequate resistance to corrosion in order to obtain long service, so corrosion prevention is emphasized in the area between the finished product until the product is damaged. While attempts to address this ongoing process, but the destruction of metal by corrosion processes is also still can not be addressed thoroughly*



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Korosi adalah suatu proses perusakan logam oleh suatu aksi kimia atau elektrokimia. Hal tersebut terjadi akibat suatu interaksi antara logam dengan sekelilingnya. Korosi terjadi selama ada kontak dengan lingkungan, sehingga prosesnya sudah mulai terjadi sejak logam itu sendiri ada. Hampir semua jenis logam yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari dimulai dari peralatan rumah tangga, mobil, anjungan minyak lepas, pipa-pipa bawah tanah, pipa air minum dapat terkorosi.

Korosi bersifat merusak dan memperpendek usia logam dalam pemakaian berbagai macam konstruksi. Kerugian ekonomi akibat korosi diperkirakan antara \$ 8 milyar dan \$ 126 milyar pertahun di Amerika Serikat (Denny A Jones, 1992). Korosi juga dapat mendatangkan maut bagi umat manusia. Seperti tahun 1985 di kolam renang yang berusia 13 tahun telah rubuh dan menewaskan 13 orang serta melukai yang lainnya di Swiss (KR Trethwey and J Chamberlain, 1991). Begitu juga dengan peristiwa tenggelamnya kapal Titanic tahun 1914 di lautan Atlantik yang menewaskan sekitar 2000 orang. Tenggelamnya kapal ini diduga karena terjadinya korosi sumuran dan celah pada logam di bagian lambung kapal sehingga kapal itu terbelah dua (Discovery, 2002).

Di Indonesia kerusakan akibat korosi sangat menonjol karena keadaan alamnya yang khas, lingkungan udara lembaba, kondisi laut, curah hujan yang tinggi, serta pengotoran dari industri.



Pada kenyataannya, pengendalian korosi banyak ditekankan agar produk memiliki ketahanan terhadap korosi yang memadai supaya diperoleh pemakaian yang lama, jadi penanggulangan korosi ditekankan pada daerah antara produk jadi sampai dengan produk rusak. Meskipun usaha-usaha untuk mengatasi proses ini terus berlangsung, tetapi perusakan logam oleh proses korosi juga masih belum dapat ditanggulangi secara menyeluruh. Di Indonesia kerusakan logam karena korosi diperkirakan berharga lebih dari 240 juta dolar ([www.korosipipa.com](http://www.korosipipa.com)).

Pada skripsi ini penulis akan membahas korosi yang terjadi pada pipa PDAM. Tingginya tingkat kebocoran pipa air di PDAM karena korosi merupakan suatu yang sangat krusial dan harus ditangani. Pada saat menghadapi krisis ekonomi di tahun 1997 dari sekitar 300 perusahaan air minum perkotaan, hanya paling banyak 10% saja yang dapat dikategorikan sehat sedangkan selebihnya *kolaps*.

Disamping tingkat kebocoran yang tinggi PDAM juga dihadapkan dengan masalah efisiensi yang rendah pada instalasinya, misalnya penggunaan pompa-pompa yang sudah sangat tua sehingga efisiensi pompa turun, *purity*/kemurnian bahan kimia yang rendah sehingga sekalipun harganya murah tapi akan menimbulkan biaya tinggi.

Tingkat kebocoran teknis berkisar 60-40% dan kebocoran pipa akibat korosi termasuk didalamnya, sedangkan non-teknis bisa mencapai 70-60% dari total tingkat kebocoran pipa.

PDAM sendiri seringkali mengalami masalah dengan data-data perpipaian pada jaringan distribusi. Mereka sering tidak memiliki pemetaan yang lengkap mengenai : usia pipa, jenis pipa, posisi dan diameter pipa yang ditanam.

Dengan tidak adanya data-data yang lengkap ini maka PDAM tidak dapat melakukan suatu management pengendalian kebocoran yang tepat, mereka hanya menunggu kapan suatu pipa terkorosi kemudian bocor dan segera memperbaikinya.

Pengendalian tingkat kebocoran pipa yang terjadi di PDAM perlu dilakukan secara baik, benar, berkesinambungan dan menyeluruh (Teknis dan Non Teknis) meliputi berbagai aspek seperti legal, sosial, budaya, teknis dan komunikasi masa karena PDAM sendiri tidak bisa terlepas dan tanggung jawab sosialnya dimana PDAM menguasai hayat hidup masyarakat menyangkut air bersih.

## 1.2. Perumusan Masalah

Masalah utama dalam penelitian ini adalah mengkaji kehilangan berat pipa selama 28 hari perendaman dan melihat laju korosi yang terjadi di pipa tersebut.

Konsep proteksi korosi logam dengan mengubah potensial antarmuka. Proteksi katodik dengan anoda sacrificial dan dengan arus yang dipaksakan serta criteria proteksi. Interferensi dan stray current. Rancangan proteksi katodik, cara-cara instalasi, inspeksi dan perawatannya untuk pipa dalam tanah, bangunan laut dan struktur beton bertulang. Proteksi anodik dan cara penentuan potensial proteksi dan kebutuhan arus proteksinya.

### 1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini difokuskan pada tujuan berikut :

1. Menghitung Laju korosi dengan mengkaji berat ( $\Delta W$ ) pipa selama 28 hari perendaman.
2. Mengkaji hubungan antara Potensial dan Kuat Arus yang terjadi pada pipa.

### 1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Lebih memperdalam pengkajian mengenai permasalahan korosi pada logam. Khususnya korosi yang terjadi pada pipa baja PDAM yang dialiri fluida air.
2. Menambah ilmu pengetahuan bagi penulis dan pembaca mengenai korosi.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Menurut *Sutrisna* dalam judul penelitian "*Pengaruh Konsentrasi Larutan  $Al_2(SO_4)_3$  - 0,1% NaOCl Terhadap Ketahanan Korosi Baja Galvanis Pada Pipa Air Minum*" merupakan baja karbon rendah dengan lapisan galvanisnya mengandung unsur seng (Zn) 99,7% dan biasanya diaplikasikan sebagai pipa pada air minum. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui laju korosi dari pengaruh konsentrasi larutan  $Al_2(SO_4)_3$  (Aluminium Sulfat) ditambah 0,1 % NaOCl (Sodium Hypoclorit) terhadap baja galvanis.

Penelitian ini menggunakan bahan pipa baja galvanis, untuk mengetahui laju korosi dari pengaruh konsentrasi larutan  $Al_2(SO_4)_3$  10 ml, 20 ml, 30 ml, 40 ml ditambah 0,1 % NaOCl digunakan teknik polarisasi dengan metode sel tiga elektroda. Pengujian lain yang dilakukan yaitu pengujian mekanis (tarik, kekerasan) dan pengujian struktur mikro.

Hasil pengujian komposisi menunjukkan pipa baja galvanis mengandung unsure karbon sebesar 0,091% sehingga tergolong dalam baja karbon rendah sedangkan lapisan galvanis mengandung unsur seng sebesar 99,691%. Struktur mikro pipa baja galvanis adalah ferit dan perlit sedangkan struktur lapisan galvanis adalah baja digalvanisasi yang unsur utamanya adalah seng (Zn).

Pada uji tarik, pipa baja galvanis bersifat ulet, dari pengujian kekerasan pipa baja galvanis mempunyai sifat yang lunak sedangkan dari uji korosi, laju

korosi terendah pada larutan 10 ml  $Al_2(SO_4)_3$  ditambah 0,1 % NaOCl sebesar 1,27 mm/tahun, sedangkan laju korosi tertinggi yaitu pada larutan 40 ml  $Al_2(SO_4)_3$  ditambah 0,1 NaOCl sebesar 2,58 mm/tahun. Semakin tinggi rentang konsentrasi larutan  $Al_2(SO_4)_3$  ditambah larutan NaOCl maka laju korosi yang terjadi adalah aktif.

Menurut Febrianto, Geni Rina Sunaryo dan Sofia L. Butarbuta dalam judul penelitian "*Analisa Laju Korosi Pada Pipa Sekunder Reaktor RSG-GAS*" telah memasuki usia 23 tahun dan telah diganti sebagian dari pipa pendingin sekundernya karena penuaan. Seberapa besar tingkat laju korosi dari pipa yang baru terhadap kondisi kimia air pendingin sekunder sangat penting dipahami untuk menerapkan sistem pengelolaan kualitas air pendingin yang paling tepat didalam menjaga integritas pipa pendingin tersebut.

Air pendingin sekunder berasal dari air Puspiptek yang ditambahkan inhibitor dengan rekomendasi konsentrasi dari fabrikannya. Tetapi, data laboratorium yang nyata mengenai laju korosi baja karbon tersebut dengan inhibitor korosi yang diaplikasikan belum diketahui. Oleh karena itu tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan nilai optimum dari inhibitor yang efektif dan efisien di dalam menekan laju korosi baja karbon pipa pendingin sekunder reaktor RSG -GAS. Metoda yang dipakai adalah metoda elektrokimia dengan menggunakan Potensiostat.

Material yang digunakan adalah baja karbon yang berasal dari pipa pendingin sekunder reaktor RSG-GAS. Media air yang digunakan sama dengan media air yang dipakai sebagai air pendingin sekunder, begitu pula dengan

inhibitor. Konsentrasi inhibitor mulai dari nol hingga 150 ppm disesuaikan dengan rentang konsentrasi yang diaplikasikan di reaktor RSG-GAS. Analisis data dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak EDAQ.

Dari hasil pengukuran diketahui bahwa laju korosi tanpa inhibitor adalah  $0,2 \pm 0,01$  mpy dan menurun  $0,13 \pm 0,02$  mpy pada penambahan inhibitor 100 ppm. Dapat disimpulkan bahwa konsentrasi optimum inhibitor yang ditambahkan adalah 100 ppm, dimana penambahan konsentrasi lebih lanjut tidak menunjukkan adanya penurunan laju korosi yang signifikan sehingga tidak efisien dalam hal biaya.

## 2.2. Landasan Teori

Menurut definisi klasik, korosi adalah fenomena reaksi kimia atau elektrokimia dari logam dengan sekeliling. Hal ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

Secara termodinamik umumnya sistem logam dengan lingkungan (Bearir atau udara) tidak berada dalam kesetimbangan. Dengan berjalannya waktu, sistem akan bergerak kearah kesetimbangan atau logam akan cenderung membentuk oksida logam atau membentuk senyawa kimia.

Dari beberapa literatur korosi didefinisikan sebagai berikut :

### 1. Menurut NACE :

Korosi adalah peristiwa penurunan sifat logam akibat berinteraksi dengan lingkungan (Pourbaix, 1996;76).

## 2. Menurut Sherier :

Korosi adalah suatu proses dimana logam atau paduannya sebagai bahan konstruksi bertransformasi dari keadaan semula menjadi produk yang lain (oksida/senyawa) karena berinteraksi dengan lingkungan (Pourbaix, 1996;76).

## 3. Menurut Evans :

Korosi adalah perusakan logam/paduan oleh adanya perubahan kimia / elektrokimia atau oleh adanya proses disolusi fisik (Pourbaix, 1996;76).

Bagaimanapun definisinya, korosi mengakibatkan menurunnya karakteristik / sifat logam. Penurunan sifat logam akibat fenomena / proses tidak disebut korosi melainkan didefinisikan sebagai erosi, galling atau aus. Tetapi juga penurunan sifat tersebut akibat kombinasi serangan kimia/eletrokomia dengan fenomena fisik maka dikenal istilah : misalnya korosi aus atau *Fretting corrosion*.

### 2.3. proses terjadinya korosi

Proses korosi terjadi secara alamiah, sehingga tidak dapat dicegah tetapi hanya dapat dikendalikan.

Adapun daya pemicu yang menyebabkan terjadinya korosi suatu logam adalah

#### 1. Besarnya energy yang tersimpan didalam logam.

Agar berubah menjadi zat metalik, setiap biji logam membutuhkan energy yang spesifik, semakin besar energy yang di butuhkan dalam proses tersebut semakin cepat logam tersebut akan korosi.

## 2. Faktor lingkungan.

- a. Keasaman
- b. Kelembaban

Kedua keadaan ini akan mempercepat proses alamiah reaksi elektrokimia dari korosi dengan mendorong logam untuk melepaskan energy lebih cepat dari keadaan normal.

Faktor “ *uap air* “ mendapat perhatian utama karena keberadaanya yang sangat melimpah di alam.

### 2.4. Jenis-jenis Korosi

Jenis-jenis Korosi dapat dibagi dalam sebelas bagian, yaitu :

1. Korosi merata (general corrosion)
2. Korosi galvanis (galvanic corrosion)
3. Korosi sumuran .
4. Korosi celah (crevice corrosion)
5. Korosi selektif (selective corrosion)
6. Korosi antar butir (intergranular corrosion)
7. Korosi erosi (erosion corrosion)
8. Korosi tegangan (stress corrosion)
9. Kelelahan korosi (corrosion fatigue)
10. Korosi Gesekan (corrosion fretting)
11. Korosi Endapan (corrosion deposition)



### 2.4.1. Korosi merata (general corrosion)

Korosi merata 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.

Adapun 2 kerugian yang terjadi akibat korosi merata:

a. Kerugian langsung

Kerugian langsung berupa kehilangan metal, konstruksi, keselamatan kerja dan pencemaran lingkungan akibat produk korosi dalam bentuk senyawa yang mencemarkan lingkungan.

b. Kerugian tidak langsung.

Kerugian tidak langsung berupa penurunan kapasitas dan peningkatan biaya perawatan. (*preventive maintenance*).

### 2.4.2. Korosi galvanis (galvanic corrosion)

Karat galvanis merupakan proses pengkaratan elektro kimiawi apabila dua macam metal yang berbeda potensial dihubungkan langsung di dalam elektrolit yang sama. Elektron mengalir dari metal yang kurang mulia (anodik) menuju ke metal yang lebih mulia (katodik). Akibatnya metal yang kurang mulia berubah menjadi ion-ion positif karena kehilangan electron. Ion-ion positif metal bereaksi dengan ion negative yang berada di dalam elektrolit menjadi garam metal. Sehingga terbentuklah sumur-sumur karat atau jika merata disebut *Surface Attack* atau serangan karat permukaan. Korosi ini tingkat kerusakan yang tinggi terdapat pada daerah sambungan / kontak antara kedua logam.

Kerusakan akibat korosi ini dapat dikendalikan dengan cara, antara lain ;

- a. Memasang insulasi antara dua logam.
- b. Inhibitor.
- c. Pelapisan permukaan logam yang terkorosi.

#### 2.4.3. Korosi Sumuran

Korosi sumuran adalah korosi lokal yang terjadi pada permukaan yang terbuka akibat pecahnya lapisan pasif. Terjadinya korosi sumuran ini diawali dengan pembentukan lapisan pasif dipermukaanya, pada antar muka lapisan pasif dan elektrolit terjadi penurunan pH, sehingga terjadi pelarutan lapisan pasif secara perlahan-lahan dan menyebabkan pasif terpecah sehingga terjadi korosi sumuran. Korosi sumuran ini sangat berbahaya karena lokasi terjadinya sangat kecil tetapi dalam, sehingga dapat menyebabkan peralatan atau struktur patah mendadak.

Korosi sumuran dapat dikendalikan dengan cara :

1. Penggunaan logam tahan korosi sumuran.
2. Permukaan logam diperhalus.
3. Inihibitor.

#### 2.4.4. Korosi celah (crevice corrosion)

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

diluar celah masih banyak, akibatnya permukaan logam yang berhubungan dengan bagian luar menjadi anoda sehingga terbentuk celah yang terkorosi.

Pengendalian korosi ini dapat dilakukan dengan cara :

1. Menghindarkan terbentuknya celah-celah dalam suatu konstruksi.
2. Penggunaan gasket yang baik .
3. Pembersihan karat basah.

#### **2.4.5. Korosi selektif (selective corrosion)**

Korosi ini adalah suatu bentuk korosi yang terjadi karena pelarutan komponen tertentu dari paduan logam (alloynya). Pelarutan ini terjadi pada salah satu unsur pepadu atau komponen dari paduan logam yang lebih aktif yang menyebabkan sebagian besar dari pepadu tersebut hilang dari paduannya.

Korosi selektif akibat dari efek galvanik antara unsure-unsur berlainan yang membentuk paduan (walaupun Faktor-faktor lain seerti kandungan udara dan temperature yang berbeda juga sangat penting). Dimana terlihat dari contoh logam paduan yang memiliki esel lebih rendah akan mengalami korosi karena berperan sebagai anoda dan yang lebih murni sebagai katođa. Contohnya adalah "*dezincfication*".

Korosi selektif dapat dikendalikan dengan cara berikut :

1. Inhibitor.
2. Proteksi katodik.
3. Penggunaan paduan yang tahan korosi selektif.

#### 2.4.6. Korosi antar butir (*intergranular corrosion*)

Korosi antar butir sering terjadi pada baja tahan karat sebagai akibat dari proses *Heat Treatment* (Perlakuan Panas) atau pengelasan. Dalam kondisi tertentu "*grain interface*" (bidang antar muka butiran) menjadi sangat reaktif dan menyebabkan korosi antar butir, yaitu korosi lokal pada dan dekat sekitar batas butiran, tanpa terjadi korosi pada butirannya sendiri, atau walaupun terjadi relatif kecil.

#### 2.4.7. Korosi erosi (*erosion corrosion*)

Korosi ini adalah gejala kerusakan permukaan metal yang disebabkan oleh aliran fluida yang sangat cepat. Proses erosi dipercepat oleh kandungan partikel padat dalam fluida yang mengalir tersebut, atau oleh adanya gelembung-gelembung gas. Dengan rusaknya permukaan metal, rusak pula lapisan film pelindung sehingga memudahkan terjadinya karat. Kalau hal ini terjadi maka proses ini disebut karat erosi.

Erosi dapat pula terjadi pada permukaan yang bergerak cepat, sementara fluida di sekitar mengandung partikel-partikel padat, misalnya impeller pompa sentrifugal yang memompakan fluida penuh dengan serbuk katalis atau bahan bubuk (*slurry*).

Ada lima cara pencegahan atau penanggulangan kerusakan karena korosi erosi :

1. Pemakaian bahan yang mempunyai daya tahan lebih baik terhadap korosi erosi.
2. Desain peralatan yang lebih baik.

3. Merubah kondisi lingkungan.
4. Pemakaian bermacam-macam coating untuk melindungi logam terhadap kondisi lingkungan.
5. Dengan proteksi katodik.

#### 2.4.8. Korosi tegangan (stress corrosion)

Peretakan korosi tegangan didefinisikan oleh Dix sebagai kegagalan spontan suatu logam oleh retakan sebagai akibat dari pengaruh gabungan antara stress yang tinggi dengan korosi.

Pencegahan korosi tegangan dilakukan antara lain dengan :

1. Menurunkan tegangan dibawah harga batasnya.
2. Meniadakan kondisi lingkungan yang kritis.
3. Mengganti paduan apabila baik lingkungan atau tegangan dapat dirubah.
4. Menggunakan proteksi katodik.
5. Menambah bahan inhibitor yang sistem apabila menguntungkan.

#### 2.4.9. Kelelahan Korosi (*Corrosion Fatigue*)

Kelelahan korosi didefinisikan sebagai berkurangnya daya tahan terhadap kelelahan dalam media korosi.

#### 2.4.10. Korosi Gesekan (*Corrosion Fretting*)

Korosi ini adalah suatu jenis korosi yang terjadi pada dua permukaan yang sedang berhubungan secara rapat sehingga kadang-kadang ada bagian-bagian yang lengket karena terkena beban. Jenis karat ini juga kadang-kadang disebut

bringnelling palsu (*false Brinelling*) karena cacatnya berbentuk cacat akibat uji kekerasan dengan brinell atau disebut pula "*friction oxidation*" atau oksidasi gesek karena produk karatnya berupa oksida.

#### 2.4.11. Korosi Endapan (*Corrosion Deposition*)

Korosi endapan adalah sejenis karat sumuran (*pitting*) yang terjadi di lingkungan yang cair di mana metal yang lebih katodik terdeposisi (*Plated Out*) dari larutan ke permukaan metal yang biasanya lebih anodik misalnya: Magnesium, Aluminium dan Seng, sedangkan zat yang lazim menjadi aktifator adalah ion merkuri atau ion tembaga yang berada didalam larutan.

### 2.5. Mekanisme Korosi

1. Secara umum mekanisme korosi antara lain :

1. Larutan logam pada anoda (proses anoda) :

Atom-atom logam "larut" ke dalam lingkungan menjadi ion-ion dengan melepaskan elektron-elektron pada bahan.



2. Perpindahan elektron-elektron dari logam kesuatu penerima elektron pada katoda (proses katoda).

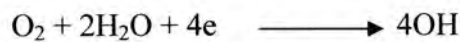
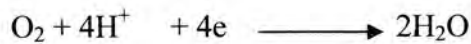


Adanya arus ion dalam larutan disamping itu pada katoda juga terjadi :

a. Pembentukan gas hydrogen.



b. Reduksi Oksigen.



3. Adanya arus ion dalam larutan.
4. Adanay arus elektron di dalam logam.

Laju korosi ditentukan oleh tahapan-tahapan mekanisme tersebut diatas. Tahap 4 sangat cepat, sedangkan tahap 3 laju korosinya tergantung pada konduktivitas sistem, sedangkan pada tahap 1 dan 2 dapat dengan mudah dipengaruhi oleh tahap 3 dan 4.

## 2.6. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Laju Korosi

Pada industri proses, faktor-faktor yang mempengaruhi laju korosi dapat dianalisis dengan seksama, seperti :

### 1. Temperatur.

Temperatur berpengaruh terhadap laju korosi, bahkan dalam suatu larutan yang bertemperatur mendekati temperatur kamar, jika sebagian dari logam memiliki temperatur yang lebih tinggi dibanding bagian lainnya, maka bagian yang lebih tinggi akan menjadi lebih anodik

### 2. Perbedaan Potensial.

Jika suatu pasangan logam dengan potensial yang berbeda di expose pada suatu lingkungan, seperti Zn dengan Fe pada larutan garam NaCl, maka logam yang berbeda lebih tinggi pada deret galvanic akan terkorosi sedangkan logam yang berada paling rendah deret akan terlindungi.

### 3. Perlakuan Panas.

Kelakuan suatu bahan sangat dipengaruhi oleh perlakuan termal yang dialami bahan tersebut. Perlakuan panas dapat merubah struktur logam, kekuatan, dan kekerasan. Adanya perubahan pada struktur logam akan berpengaruh pula terhadap karakteristik korosi bahan yang bersangkutan

### 4. Erosi.

Proses erosi adalah bukan peristiwa korosi, tetapi dengan bahan abrasif, lapisan korosi dapat dihilangkan dari permukaan logam. Pada hakikatnya, lapisan korosi merupakan lapisan pelindung. Jadi dengan menghilangkan lapisan tersebut, sama dengan mengekspos logam terhadap proses korosi yang baru sehingga dapat mempercepat laju korosi.

### 5. Kondisi Permukaan.

Kebersihan suatu permukaan, ada/tidaknya lapisan tipis dan keberadaan zat-zat asing dapat memberikan pengaruh yang kuat terhadap inisiasi dan kecepatan korosi.

### 6. Ketidakmurnian (Impurities).

Hal ini merupakan faktor yang penting yang perlu mendapat perhatian yang seksama.

### 7. Waktu.

Jumlah produk korosi biasanya bertambah dengan meningkatnya waktu. Dalam beberapa hal, hubungannya adalah linear. Bahkan pada kasus-kasus tertentu, laju korosi menurun dengan bertambahnya waktu.



## 8. Tegangan .

Logam yang mengalami pembebanan biasanya terkorosi lebih cepat. Kecepatan korosi makin besar bila beban yang diberikan mendekati batas mulur logam yang bersangkutan.

## 9. Tekanan.

Tekanan diketahui mempengaruhi reaksi kimia dan proses oksidasi. Dengan demikian faktor ini harus diperhatikan.

10. Faktor lain yang ikut berperan dalam tumbuhnya proses korosi adalah :

- Aerasi yang berbeda.
- Konsentrasi yang berbeda.
- Efek biologi.

### 2.6.1. Lingkungan Atmosfer.

Dalam pengertian umum, faktor-faktor seperti temperatur, tekanan, aerasi, dan konsentrasi menyatakan aspek lingkungan (*environment*). Korosi terjadi karena logam berinteraksi dengan lingkungannya. Korosi di atmosfer dan air laut mempunyai kesamaan yaitu termasuk korosi basah yang merupakan proses elektron kimia.

Penyebab korosi di Atmosfer yang serius ialah oxygen, air dan pengotor udara tertentu. Oksigen selalu ada di atmosfer dan aksesnya kepermukaan metal tidak terbatas, oleh sebab itu faktor kendali korosi atmosfer lebih ditentukan oleh air dan pengotor udara.

Air dapat mencapai permukaan metal melalui hujan, embun atau uap air yang selalu ada di udara sungguhpun berada di bawah titik jenuhnya dapat

menyebabkan korosi pada kondisi tertentu. **Vernon** telah membuktikan pengaruh kandungan uap air (komidity) terhadap laju korosi dan menyatakan dalam atmosfer yang lembab dan korosif ada kelembaban kritis, dibawahnya laju korosi sangat lambat dan diatasnya korosi berlanjut dengan cepat.

Adanya tipis air pada permukaan metal mungkin disebabkan oleh suatu mekanisme sarpan adanya material *higroskopis* dipermukaan metal. Berdasarkan experiment kelembaban kritis untuk baja, Cu, Ni, Zn terletak antara 60-70% kelembaban relatif.

Pengaruh kelembaban relatif dan pencemaran udara terhadap pengkaratan besi. Dapat dilihat pada gambar dibawah ini ;

Untuk besi produk korosi (karat) yang telah terbentuk, kelembaban relatif mempengaruhi korosi selanjutnya karena ia sangat *Higroskopis*.

Adanya lapisan air dipermukaan melarutkan gas-gas seperti SO<sub>2</sub> dan SO<sub>3</sub> oksigen sehingga lapis air menjadi elektrolite. Tipisnya lapis air tidak menjadi halangan bagi difusi oksigen kepermukaan metal. Mudahnya oksigen mencapai permukaan metal merupakan kenyatana bahwa proses korosi atmosfer ialah dengan *Depolarisasi Oksigen*, akan tetapi bila produk korosi basah misalnya karat, tetap pada tempatnya maka akses oksigen kebagian tersebut menjadi berkurang dan menjadi anodic dibandingkan dengan yang lain dan korosi tetap berlangsung.

Atmosfer pantai dan laut mengandung partikel-partikel garam yang umumnya terdiri dari natrium dan magnesium chloride. Garam-garam ini sangat higroskopis, bila menempel pada permukaan metal membentuk elektrolit dan

sangat korosif. Penyebaran garam laut kearah daratan tergantung pada angin. Umumnya tersebar sekitar 2 km dari garis pantai.

Padatan (debu) di udara yang umumnya hanya dianggap sebagai pengotor metal, seringkali korosif. Hal ini betul karena debu tersebut mengandung partikel-partikel *hygroscopis* dan bersifat asam.

### 2.6.2. Pengaruh Iklim

Kelembaban dan pengotor udara adalah penyebab langsung korosi, tetapi konsentrasi pengotor udara dipengaruhi oleh faktor fisik atmosfer, dengan demikian juga korosi.

Korosi atmosfer dapat dibedakan :

- |           |                 |              |
|-----------|-----------------|--------------|
| - Kering. | - Tropis.       | - Pedesaan.  |
| - Lembab. | - Iklim Sedang. | - Perkotaan. |
| - Laut.   | - Aretic.       | - Industri.  |

Korosi di tempat terlindung dimana metal tidak terekspos langsung pada atmosfer. Korosi semata-mata tergantung pada penyerapan uap air dari udara oleh material *hygroscopis* kepermukaan metal. Pengeringan terjadi perlahan dan produkl korosi tetap ditempat. Untuk melihat laju korosi di dalam ruangan dapat dilihat pada lampiran 1.

## 2.7. Menyatakan Laju Korosi

Logam dan non logam dalam kaitannya dengan masalah korosi diperbandingkan satu dengan lainnya dari aspek ketahanan korosinya. Agar perbandingan tersebut memiliki arti. Laju korosi dari setiap material harus dinyatakan secara kuantitatif.

Secara umum, laju korosi dinyatakan dalam laju pengurangan tebal bahan atau laju penipisan bahan. Dalam beberapa literatur, laju pengurangan tebal bahan disebut juga *laju penetrasi* atau *laju pengurangan* (kehilangan berat).

Laju penetrasi umumnya dinyatakan sebagai berikut :

- IPY : inci per tahun.
- MPY (Mills Per Years) ; seperseribu inchi per tahun.

Rumus untuk mencari laju korosi (Keneth, 1991, hal 37) adalah :

$$\frac{\Delta W}{A.t} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.5.1}$$

Dimana :

W = Kehilangan Berat Dalam (W1 – W2) (gr).

A = Luas daerah yang mengalami serangan korosi dalam (cm).

T = Waktu dalam (jam).

Sedangkan laju pengurangan berat umumnya dinyatakan dalam ;

- MDD; milligram per diameter persegi per hari.
- Kilogram permeter persegi pertahun.

Satuan yang dapat diubah ke satuan lain dengan bantuan tabel konversi dapat dilihat pada lampiran 2.

### 2.8. Menghitung Laju Korosi pada Industri

Untuk menghitung laju korosi pertama-tama harus ada beberapa hal penting yang harus diketahui, antara lain :

1. Luas pipa / bahan uji yang terendam (cm).
2. Berat awal bahan atau material uji (gr).
3. pH fluida yang digunakan (air).
4. Potensial dari material yang diuji ( $E^0$ ).
5. Waktu yang dibutuhkan untuk pengujian.

Dari nilai-nilai diatas maka dapat dicari laju korosi dari material uji tersebut, yaitu:

$$\frac{\Delta W}{A.t} \text{ gr/cm}^2 \text{ (hari)} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.6.1}$$

$$MPY = \frac{534.W}{P.A.T} \text{ Mills per years} \dots\dots \text{Persamaan 2.6.2}$$

$$\frac{Mm}{Years} = \frac{87,6.W}{P.A.T} \text{ Years} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.6.3}$$

Dimana

- W = Berat Material uji (gr).
- $E^0$  = Potensial material (V).
- A = Luas Material (mm).
- T = Waktu (Hari).
- P = Densitas.

## 2.9. Pengendalian Korosi

Ada beberapa hal yang dapat dilakukan mengendalikan korosi. Kelanjutan dari penelitian ini dapat dilakukan proteksi yang efisien yaitu proteksi dengan menggunakan noda korban Magnesium (Mg), tetapi disini tidak dibahas secara mendalam mengenai proteksi tersebut. Proteksi-proteksi yang dapat dilakukan terhadap korosi yang terjadi pada logam, yaitu :

### 2.9.1. Proteksi Katodik

Menurut Shreir, salah satu cara pengendalian korosi logam yang berada dalam suatu elektrolit adalah dengan cara membanjiri logam tersebut dengan electron. Sehingga potensialnya terhadap lingkungan menjadi turun sampai potensial proteksi.

### 2.9.2. Proteksi Katodik Metode Arus Paksa (Impressed Current)

Arus yang dibutuhkan untuk memproteksi logam pada metode arus pakas diperoleh dari sumber luar, yaitu sumber arus listrik searah (DC), dapat berupa generator arus searah, *transformator rectifier* ataupun sumber listrik searah lain. Kutub negatif (-) sumber arus dibuhungkan ke material yang akan diproteksi sedangkan kutub positif (+) dihubungkan ke anoda. Anoda yang digunakan tidak harus mempunyai potensial lebih rendah dari logam yang dilindungi.

Menuru Parker, pada perencanaan sistem proteksi katodik metode arus paksa ada tiga unsur yang paling penting diperhatikan antara lain, yaitu :

- Pemilihan sumber tegangan DC.
- Pemilihan anoda.

- Pemilihan kabel penghubung.

Pemilihan jenis dan material anoda yang digunakan menurut Shreir harus didasarkan pada kondisi lingkungan serta karakteristik anoda yang dibutuhkan diantaranya menyangkut kapasitas arus dan konsumsinya.

Menurut Shreir anoda yang digunakan pada proteksi katodik metode arus paksa dapat dikategorikan dalam dua kelompok, yaitu :

1. Anoda Termakan (*Consumable Anode*.)

Anoda jenis ini penggunaannya relatif singkat, karena akan habis terkorosi dalam angka waktu tertentu. Penggunaannya antara lain pada struktur dalam tanah, ondasi, fasilitas pelabuhan dan galangan kapal.

2. Anoda Permanen (*Permanent Anode*.)

Anoda jenis ini umumnya digunakan secara permanen untuk jangka waktu yang panjang. Penggunaannya antara lain untuk struktur terendam, kapal laut dan stasiun tenaga (*power station*.)

### 2.9.3. Proteksi Katodik Metode Anoda Korban

Bila dua jenis logam yang berada dalam suatu elektrolit dihubungkan secara listrik, maka akan terjadi arus elektron dari logam yang lebih negatif (aktif) ke logam yang lebih mulia (noble) akibat adanya perbedaan potensial diantara keduanya. Logam yang aktif lebih akan menjadi anoda dan logam yang lebih mulia akan menjadi katoda. Aliran electron tersebut akan menghambat pembentukan ion-ion logam pada katoda.

Menurut Shreir anoda yang digunakan pada perencanaan proteksi katodik secara anoda korban harus dipilih dari bahan-bahan yang memiliki beda potensial

yang lebih rendah atau negatif dari material yang akan diproteksi. Anoda yang digunakan juga harus mempunyai energi listrik yang cukup dan mempunyai efisiensi yang baik, sehingga pemidnahan elektron dari anoda ke katoda dapat terjadi.

Anoda berfungsi sebagai sumber elektron, dimana elektron ini dapat melindungi logam dari pengaruh korosi. Dalam pemeliharaan harus disesuaikan dengan kondisi lingkungan serta karakteristik anoda itu sendiri, diantaranya kapasitas arus dan konsumsinya.

Material anoda yang dipilih pada kelanjutan penelitian ini adalah Magnesium (Mg), hal ini dikarenakan anoda ini memiliki beda potensial yang lebih rendah atau negatif dari beda potensial logam yang akan diproteksi anoda jenis ini dapat memberikan.

Adapun keuntungan dan kerugian proteksi katodik anoda korban menurut J.H. Morgan antara lain, yaitu ;

#### Keuntungan Proteksi Katodik dengan Anoda Korban :

- Tidak membutuhkan sumber arus dari luar.
- Instalasinya lebih mudah dan sederhana.
- Tidak membutuhkan biaya operasi dan perawatan yang besar.
- Efisiensi dan ekonomis untuk proteksi logam dengan permukaan yang tidak terlalu luas.
- Kemungkinan terjadinya interfrensi arus sangat kecil.

#### Kerugian Proteksi Katodik dengan Anoda Korban :

- Tegangan dan arus keluar sangat terbatas .
- Kurang efisiensi untuk memproteksi permukaan yang luas.



#### 2.9.4. Inhibisi

Yaitu dengan zat yang ditambahkan kedalam larutan yang korosi. Jika penambahan zat tersebut dapat memperlambat korosi maka zat tersebut dinamakan inhibitor.

Tipe-tipe inhibitor, antara lain ;

- Inhibitor Absorpsi.

Umumnya molekul organik (misalnya quinoline dan thio urea). Zat ini akan diserap oleh permukaan logam dan melindungi dari serangan korosi

- Inhibitor Anodik .

Misalnya : sodium karbonat, sodium pospat, sodium chromat dan nitrit.

- Inhibitor Katodik.

Misalnya : garam-garam Ca dan Mg.

#### 2.9.5. Menghilangkan Reaktan

Suatu logam tidak akan terkorosi jika tidak ada elektron-elektron yang menunjang reaksi korosi. Bahkan dalam hal pipa Cu berhubungan dengan pipa baja atau besi cor dalam jaringan air pemanas domestic. Laju korosinya menurun drastis jika kandungan oksigennya menurun.

#### 2.9.6. Pemaduan

Yaitu dengan memadukan beberapa jenis logam seperti : ketahanan korosi dari baja tahan karat 18 Cr/8 Ni lebih baik dari ketahanan korosi baja karbon karena pada permukaan baja tahan karat terdapat lapisan tipis  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  yang stabil.

### 2.9.7. Dengan cara Anodisasi

Dengan membentuk lapisan yang ketahanan terhadap korosi, seperti pada proses anodisasi pada Al akan membentuk lapisan  $Al_2O_3$  makin tebal lapisannya makin lama daya lindungannya. Untuk penggunaan diluar ruangan, tebal lapisan yang direkomendasikan minimal  $25 \mu m$  ( $25 \text{ mm}^{-6}$ )

### 2.9.8. Pelapisan (Coating)

- Unable coating.

Misalnya : Baja galvanis yaitu baja yang dilapis Cu, Mg.

- Noble coating.

Chrom adalah logam reaktif, tapi lapisan  $Cr_2O_3$  dapat menurunkan serangan korosi sampai ke tingkat paling rendah, karena itu Chrom banyak digunakan sebagai bahan pelapis. Pelapisan Cr pada baja secara elektrolisa menghasilkan lapisan yang porois dan mengandung sejumlah reaktan. Karena itu untuk memperbaiki hal tersebut pelapisan Cr biasanya didahului oleh pelapisan Ni

- Chemical Coating.

Misalnya logam dilapisi plastik, karat, semen, keramik atau cat.

Jadi pada dasarnya logam pasti akan mengalami korosi tetapi banyak hal yang dapat dilakukan untuk mengendalikan dan mencegah agar korosi tersebut tidak terlalu merugikan bagi industri maupun hal-hal lainnya.

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1. Jenis Penelitian

Berdasarkan masalah yang diangkat pada Tugas Akhir, maka penulis menentukan bentuk penelitian yang sesuai dengan kondisi penelitiannya, yaitu penelitian yang berbentuk pengambilan data secara langsung melalui percobaan atau riset.

Untuk analisis data penulis riset atau pengambilan data secara langsung. Pengambilan data melalui riset dilakukan setiap 1 minggu sekali (selama 28 hari) dengan melihat perubahan pada material uji yang mengalami korosi. Riset ini menggunakan 1 set alat elektro kimia untuk menghitung laju korosi yang ada pada laboratorium dengan material uji Pipa.

#### 3.2. Bahan dan Peralatan Penelitian

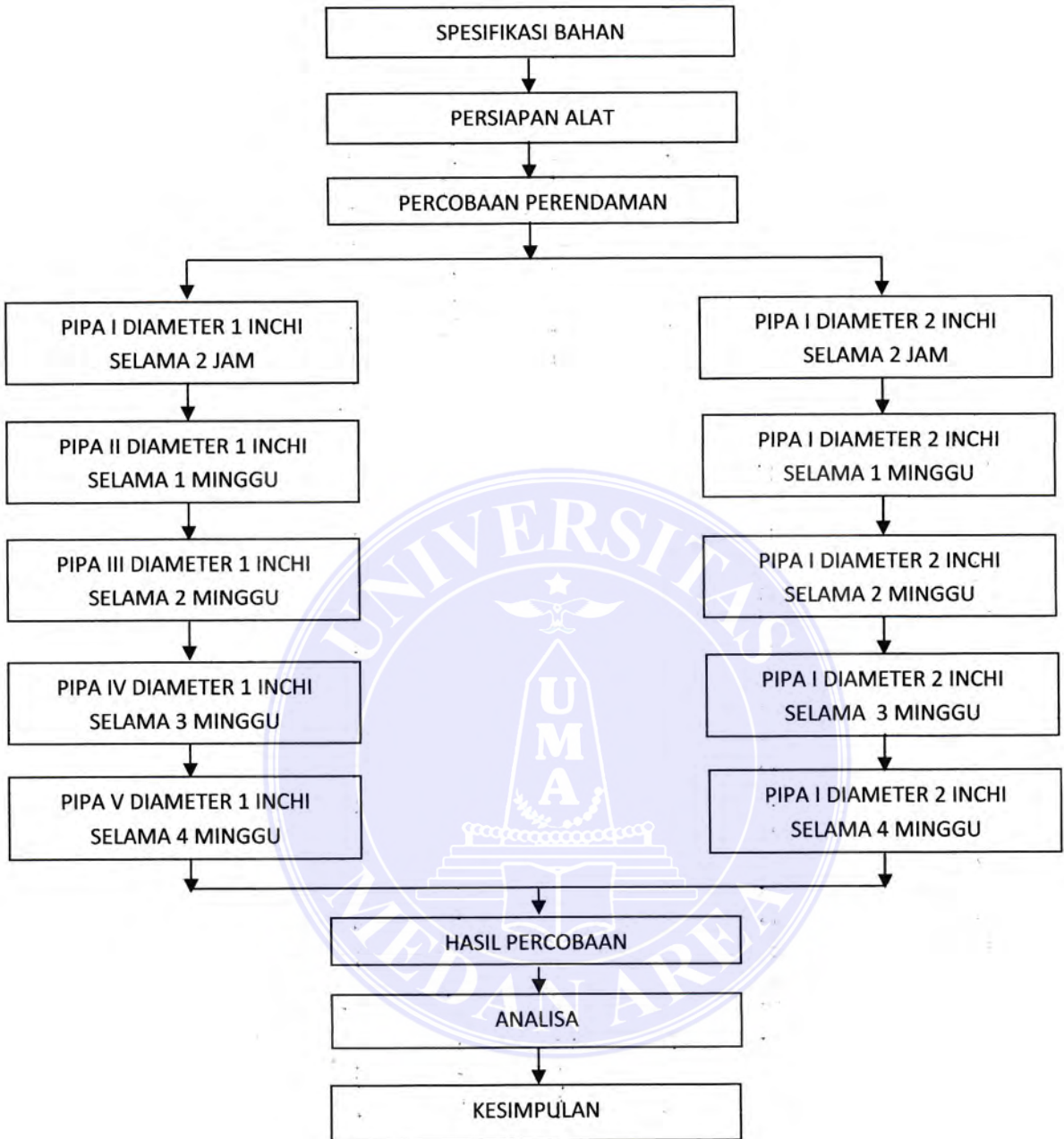
Pada penelitian ini bahan-bahan yang digunakan, adalah :

1. Pipa PDAM, bahan pipa tersebut adalah logam paduan Fe
  - Pipa berdiameter 1 inci, dengan panjang 50 mm = 5 buah
  - Pipa berdiameter 2 inci, dengan panjang 50 mm = 5 buah
2. Air PDAM yang digunakan sebagai larutan untuk merendam pipa PDAM.
3. Resin, larutan yang digunakan untuk menutupi bagian logam yang tidak diuji.
4. Larutan kimia, yang berfungsi untuk membersihkan permukaan logam agar mendapatkan hasil permukaan logam yang baik untuk digunakan

sebagai material uji korosi. Larutan kimia yang digunakan adalah : NaOH, Hcl, Alkohol.

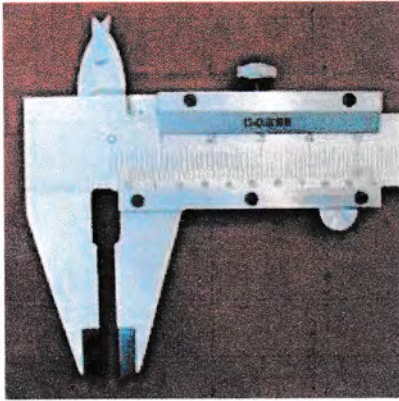
Sedangkan alat-alat yang digunakan pada percobaan ini adalah :

1. Mistar, untuk menghitung luas permukaan dari pipa uji sebelum dan sesudah pengujian
2. Neraca (Timbangan), untuk menghitung berat pipa sebelum dan sesudah pengujian.
3. Voltmeter, digunakan untuk menghitung tegangan yang terjadi
4. pH meter, digunakan untuk menghitung pH fluida yang digunakan (Air)
5. Tabung air, media tempat untuk fluida air (H<sub>2</sub>O) dan tempat untuk meletakkan pipa yang berada pada posisi tercelup pada air.
6. Multitester, untuk menghitung arus pipa sebelum dan sesudah pengujian
7. Kertas Pasir, berfungsi untuk menghaluskan pipa yang terkorosi.
8. Digital camera, untuk mengambil gambar pipa sebelum dan sesudah penelitian.



Gambar 3.2 Alur penelitian

### Gambar. Alat Penelitian



Mistar



pH Meter



Neraca



Multitester



Volt Meter

### 3.3. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada laboratorium PDAM Tirtanadi. Dengan lama pengamatan 4 minggu untuk mengamil 4 data pengkorosian yang terjadi pada pipa baja PDAM.

### 3.4. Jenis Data

Dalam penelitian ini diperlukan dua jenis data yaitu, data primer dan data sekunder.

#### a. Data Primer

Data primer adalah data utama yang diperoleh dengan melakukan percobaan mengenai pengkorosian yang dialami material uji berbentuk pipa dengan bahan paduan Fe, yang dilakukan pada laboratorium PDAM Tirtanadi.

## b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data pendukung yang bersumber dari bimbingan, buku-buku, internet dan catatan mata kuliah mengenai korosi.

### 3.5. Prosedur Penelitian

Adapun beberapa prosedur penelitian yaitu:

- Sediakan pipa PDAM berdiameter 1 dan 2 inci dengan panjang 50 mm sebanyak masing-masing 5 buah.
- Sediakan tabung air untuk perendaman pipa.
- Sebelum melakukan perendaman ambil mistar untuk menghitung luas permukaan dari pipa kemudian ambil nerca (timbangan) untuk menghitung berat pipa sebelum pengujian.
- Rendam pipa PDAM masing-masing kedalam tabung air yang telah disediakan. Lamanya perendaman.
  1. Pipa I dengan diameter 1 dan 2 inci direndam selama 2 jam
  2. Pipa II dengan diameter 1 dan 2 inci direndam selama 1 minggu.
  3. Pipa III dengan diameter 1 dan 2 inci direndam selama 2 minggu.
  4. Pipa IV dengan diameter 1 dan 2 inci direndam selama 3 minggu.
  5. Pipa V dengan diameter 1 dan 2 inci direndam selama 4 minggu.



- Setelah masing-masing pipa direndam dengan waktu yang telah ditentukan, ambil pipa kemudian bersihkan dengan larutan NaOH, HCl dan alcohol. Setelah dibersihkan, hitung berat pipa dengan menggunakan neraca (timbangan) setelah pengujian.
- Hitung hasil pengujian dengan rumus:

$$\frac{\Delta W}{A.t} \left( \frac{gr}{cm^2} \right) jam \dots\dots\dots \text{Persamaan 3.6.1}$$

### 3.6. Teknik Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data yang diperlukan dalam penyusunan Tugas Akhir ini, yang digunakan adalah :

#### a. Observasi

Yaitu melihat secara langsung proses perubahan pipa yang terjadi dan korosi yang dialami oleh pipa tersebut

#### b. Analisis

Yaitu dengan menganalisis proses-proses yang dialami pipa dilingkungan H<sub>2</sub>O kemudian dari data-data yang diperoleh dilakukan perhitungan laju korosi.

### 3.7. Teknik Analisis Data

Analisis dilakukan dengan analisa data, penyajian data dan penarikan kesimpulan.

1. Analisis Data dilakukan dengan urutan sebagai berikut :

- Menimbukan berat awal material uji

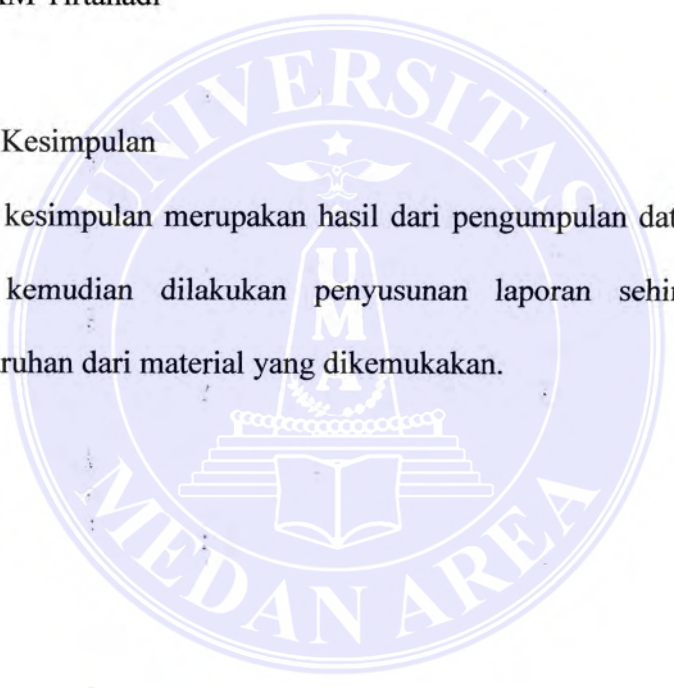
- Mengukur luas permukaan dari specimen uji
- Mengukur PH, potensial dan Arus air PDAM
- Menimbang berat akhir material setelah pengujian
- Menghitung laju korosi yang terjadi.

## 2. Penyajian Data

Penyajian data merupakan rangkaian informasi dari hasil penelitian di laboratorium PDAM Tirtanadi

## 3. Penarikan Kesimpulan

Penarikan kesimpulan merupakan hasil dari pengumpulan data penelitian yang dianalisis kemudian dilakukan penyusunan laporan sehingga dapat memahami keseluruhan dari material yang dikemukakan.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### V.1 Kesimpulan

Kesimpulan mengenai laju koros yang dialami pipa PDAM yang direndam dengan air, adalah :

- I. Logam tidak dapat terhindar dari korosi, tetapi dapat diproteksi dan diperlama proses terbentuknya korosi pada logam tersebut.
- II. Ada tiga aspek penting yang menyangkut mengenai masalah korosi :
  - Aspek ekonomi ; korosi dapat menimbulkan kerugian materiil yang sangat besar
  - Aspek keselamatan : korosi dapat membahayakan orang dan lingkungan sekitar
  - Aspek konservasi : dapat memboroskan pemakaian bahan-bahan
- III. Laju korosi pada pipa sangat dipengaruhi oleh lingkungan sekitar dan waktu.
- IV. Penggantian pipa dengan jenis yang sesuai dan penggunaan proteksi terhadap korosi perlu diterapkan dengan konsisten
- V. Data-data hasil penelitian

#### 1. Berat akhir pipa

No. Pipa	Pipa 1 in (gr)	Pipa 2 in (gr)
1	0	0
2	87.1	188.7
3	86.5	186.2
4	85.2	188.4
5	84.9	188.0

Sumber : Hasil Penelitian

## DAFTAR PUSTAKA

Jones, D.A. 1992, Principles and Prevention of Corrosion, Int. Ed. Maxwell Mac  
Milan, Singapore.

Fontana, M.G. 1997, Corrosion Engineering, Mc. Graw-Hill, Singapore

Threhtwey, R. Kenneth, 1991, Korosi Untuk Mahasiswa Sains dan Rekayasa, PT.  
Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Pourbaix, Marcel, 1996, Atlas of electrochemical equilibria in Aqueous Solution,  
NACE Cebelcor, Texas

Surdia M. S. Tata, 1995, Pengetahuan Bahan Teknik, Pradya Paramita, Jakarta

