

**LAJU KOROSI AKIBAT PERBEDAAN POTENSIAL PADA PIPA
GALVANIS DAN KUNINGAN DALAM
LARUTAN ELEKTROLIT NaCl**

SKRIPSI

***Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan program Srata Satu pada
program Pendidikan Teknik Otomotif Jurusan Teknik Otomotif Fakultas
Teknik Universitas Negeri Padang***



Oleh

**Rio Denny Fatresa
2009/97756**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF
JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2013**

PENGESAHAN SKRIPSI

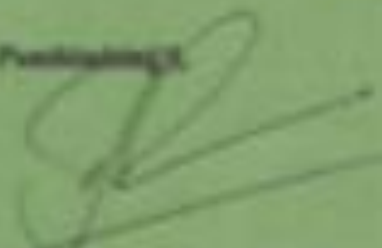
LAJU KOROSI AKIBAT PERBEDAAN POTENSIAL PADA PIPA
CALVANDI DAN KUNINGAN DALAM LARUTAN ELEKTROLIT NaCl

Nama : Rio Denny Feryana
NIM/ID : 477962009
Program Studi : Pendidikan Teknik Kimia
Jurusan : Teknik Kimia
Fakultas : Teknik

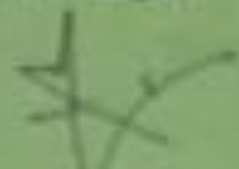
Padang, Agustus 2013

Ditandatangani oleh

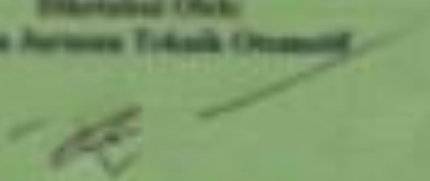
Pembimbing I,


Prof. Dr. H. H. H. H. H.
NIP. 1952090401960010002

Pembimbing II,


Denny Feryana, S.Pd, M.Sc
NIP. 197901182003121003

Diketahui Oleh:
Korban Jurusan Teknik Kimia


Ihs. Martono, M.Pd
NIP. 19640801 199201 1 003

PENGESAJIAN SKRIPSI

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertimbangkan di Depan Tim Penguji Skripsi

Program Studi Pendidikan Teknik Kimia Jurusan Teknik Kimia

Fakultas Teknik Negeri Padang

Judul : **Laju Kinetik Akibat Perbedaan Potensial Pada Pipa Galvani Dan Kavitasi Dalam Larutan Garam NaCl**

Nama : **Riz Denny Fatmahan**

Nomor BP : **0770012008**

Prodi : **Pendidikan Teknik Kimia**

Jurusan : **Teknik Kimia**

Fakultas : **Teknik**

Padang, Agustus 2013

Tim Penguji

	Nama
1. Ketua	Drs. Suwardana, M.Pd
2. Sekretaris	Denny Dendran, S.Pd, M.Sc
3. Penguji	Drs. Fauzi Ismet, M.Pd
4. Penguji	Drs. Dharma, M.Pd
5. Penguji	Iren Yaka Duri, S.Pd, M.Ts

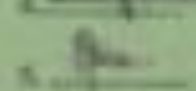
Tanda Tangan

1. 

2. 

3. 

4. 

5. 

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamualaikum wr wb.

Alhamdulillah.....

puji syukur ku persembahkan pada Allah SWT yang telah memberikan kesempatan untuk meraih keberuntungan yang tak terhingga, semoga ini awal dari kesuksesan yang selalu di idam-idamkan beranjak dari segala keinginan yang telah tercapai Engkau Lah yang mempermudah segala jalan ku ke depannya.

Amin..

To family :

Hari takkan indah tanpa mentari dan rembulan, begitu juga hidup takkan indah tanpa tujuan, harapan serta tantangan. Meski terasa berat, namun manisnya hidup justru akan terasa, apabila semuanya terlalui dengan baik dengan adanya doa papa dan mama meski harus memerlukan pengorbanan. Kupersembahkan karya kecil ini, untuk cahaya hidup, yang senantiasa ada saat suka maupun duka, selalu setia mendampingi, saat kulemah tak berdaya papa dan mama tercinta yang selalu memanjatkan doa kepada putra tercinta dalam setiap sujudnya. Makasi apa j ama lah bakarajo kareh tuk menguliahkan rio sampai kapanpun ndak kan balupoan jaso apa j ama. Kepada adek- adek ku (assiki dan triadmoko) jangan bandel dan selalu semangat belajarnya.

To Dosen :

Saya ucapkan banyak terima kasih pada pak daswarman, pak donny fernanndezen beserta dosen – dosen lain yang telah mengajar dan membimbing saya, semoga semua dosen diberi rahmat dan diberi balasan yang setimpal oleh Allah SWT atas semua kebaikannya.

Terima kasih untuk semuanya.

To teman otomotif :

Untuk ribuan tujuan yang harus dicapai, untuk jutaan impian yang

akan dikejar, untuk sebuah pengharapan, agar hidup jauh lebih bermakna, karena tragedi terbesar dalam hidup bukanlah kematian tapi hidup tanpa tujuan. Teruslah bermimpi untuk sebuah tujuan, pastinya juga harus diimbangi dengan tindakan nyata, agar mimpi dan juga angan, tidak hanya menjadi sebuah bayangan semu. Kepada sahabat ku yang selalu memberi semangat (codoik, febro, mira, rinal, fauza, tarriq, da zul, da heng, nanda gambuang, monyong, juli, si prof, muklis, ihksan camaik, mas erli, arvan kumbang,) dan tuk semua ajo-ajo yang lain, tingkatkan terus semangat kalian demi kesuksesan kita. Hidup otomotif

To teman dikampus

Trim's

Kepada otoks (rona pingkok, ayu, uni cory, tara maiden, amak ndut, dwi, dll)

Jangan lupa kenangan kita y dan selalu semangat..

To teman touring ku,

(mamex, kodon, yeka, lanai, ucok, bg ary, pak angah, inang Cb, bg rudi, dll) pacu motor kalian tiada batas..



Rio denny fatresa

97756/2009

Riodenny23@mail.com

ABSTRAK

Rio Denny Fatresa: Laju Korosi Akibat Perbedaan Potensial Pada Pipa Galvanis Dan Kuningan Dalam Elektrolit NaCl

Korosi adalah reaksi kimia yang mengalami penurunan mutu karena reaksi kimia yang berhubungan langsung dengan lingkungan sekitar. Korosi dapat mengakibatkan terjadinya keluhan pelanggan seperti terdapat kehilangan tekanan, pendeknya daerah pelayanan dan untuk memperbaiki masalah korosi ini memerlukan biaya yang besar. Korosi pada besi atau baja paling banyak dan umum dari korosi logam (*metallic corrosion*), seperti pada sistem saluran gas buang (*exhaust system*), korosi terdapat pada mobil akan menyebabkan kerugian bagi si pengguna yang akan menjadi korbannya.

Penelitian dengan pendekatan eksperimen, Penelitian ini dilakukan dengan mencari laju korosi pipa galvanis dengan kuningan sebagai anoda tumbalnya yang di uji dengan memasukan kedaalam larutan elektrolit NaCl. Dalam penelitian ini menggunakan metode kehilangan berat $M_{py} = (K \times W) / (A \times T \times D)$. Korosi yang terjadi pada katoda pada waktu 24 jam pertama lebih kecil dibandingkan dengan anodiknya, sementara anoda nya mengalami korosi cukup besar dibandingkan perubahan beratnya dengan katoda. Setelah waktu 48 jam korosi menurun terhadap anoda tetapi selisih sedikit perubahan berat antara anoda dengan katoda. Sementara pada waktu 72 jam terakhir bahwa benda uji katoda itu semakin lama semakin meningkat tingkat korosinya. dilihat bahwa anoda pun pada waktu 96 jam terakhir mengalami korosi yang cukup drastis jauh menurun perubahan berat antara anoda dengan katoda yang terkorosi. semakin lama waktu proses pencelupan semakin besar pula perubahan berat (Δw) yang terjadi dengan mempresentasikan dengan rumus : $P = \frac{n}{N} \times 100 \%$

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis sampaikan kepada Allah SWT karena telah memberikan Rahmat dan petunjuknya sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul : **“Laju Korosi Akibat Perbedaan Potensial Pada Pipa Galvanis Dan Kuningan Dalam Larutan Elektrolit Nacl.”**

Penyusunan skripsi ini bertujuan untuk melengkapi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S1) Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif di Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Dalam penulisan skripsi ini, tidak terlepas bantuan dari berbagai pihak sehingga dengan bantuan tersebut skripsi ini dapat diselesaikan. Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih dengan hati yang tulus ikhlas kepada :

1. Bapak Drs. Ganefri, M.Pd, Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
2. Bapak Drs. Martias, M.Pd selaku Ketua Jurusan Teknik Otomotif FT UNP.
3. Bapak Drs. Daswarman, M.Pd selaku Dosen Pembimbing I yang membimbing dan memberikan arahan dalam penulisan skripsi ini.
4. Bapak Donny Fernandez , S.Pd M.Sc selaku Dosen Pembimbing II yang membimbing dan memberikan berbagai masukan dalam penulisan skripsi ini.
5. Ibu Irma Yulia Basri, S.Pd, M.Eng selaku Sekretaris Jurusan Teknik Otomotif FT UNP.
6. Bapak Drs. Darman, M.Pd selaku Penasehat Akademik.
7. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Otomotif FT UNP.

8. Kepada orang tua tercinta yang telah memberikan dukungan, baik secara moril maupun materil dalam penyelesaian skripsi ini.
9. Rekan-rekan Jurusan Teknik Otomotif Angkatan 2009 Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang yang ikut memberikan saran, masukan, dan semangat selama penulis menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dikarenakan keterbatasan dan kemampuan penulis, untuk itu penulis mengharapkan saran yang bersifat memperbaiki dalam kesempurnaan skripsi ini.

Padang, Agustus 2013

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
 BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	5
C. Pembatasan Masalah	7
D. Rumusan Masalah	7
E. Tujuan Penelitian	7
F. Manfaat Penelitian	7
 BAB II KAJIAN TEORI	
A. Landasan Teori	8
B. Penelitian Yang Relevan	31
C. Kerangka konseptual	32
D. Hipotesis	33
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
A. Desain Penelitian	34
B. Objek Penelitian	34
C. Jenis dan sumber data	35

D. Definisi operasional	36
E. Instrumen penelitian	36
F. Prosedur penelitian	37
G. Variabel penelitian	38
H. Teknik pengambilan data	39
I. Teknik analisa data	41
 BAB IV HASIL PENELITIAN	
A. Deskripsi Data	42
B. Analisa data	52
C. Pembahasan	67
 BAB V PENUTUP	
A. Kesimpulan	69
B. Saran	70
 DAFTAR PUSTAKA	 71
LAMPIRAN	72

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Persoalan usaha dalam memenuhi kebutuhan dan taraf hidup masyarakat, maka salah satu bidang pembangunan yang sangat vital adalah pembangunan dibidang teknologi dan industri. Besi merupakan bahan vital khususnya dalam menunjang kemajuan, dengan banyak bukti dan usaha yang jelas manusia untuk menemukan bahan-bahan dasar industri yang murah. Tahan lama tidak mengalami korosi selama dalam pemakaian. Korosi merupakan salah satu masalah utama yang paling sering terjadi dalam sektor industri.

Dunia industri tidak akan mengambil resiko dengan korosi, korosi menjadi masalah yang serius seperti industri yang memproduksi mobil, sepeda motor, mesin pemotong rumput, mesin genset, dan masih banyak yang lain. Termasuk katargori barang mewah, maka yang tidak kalah pentingnya diperhatikan adalah perawatan kendaraan tersebut, agar tidak cepat rusak. kerusakan yang dapat terjadi pada mobil yang disebabkan oleh korosi. Perbaikan korosi ini memakan biaya yang tidak sedikit, malahan bisa melebihi dari harga kendaraan.

Menurut Tewthewey dan Chamberlain (1991:5) “Dari segi biaya korosi itu sangat mahal, korosi sangat memboroskan sumber daya alam, korosi sangat tidak nyaman bagi manusia.” Menurut Sumantri (1999:3) “Kerugian korosi di

Indonesia diperkirakan sebesar 1,5 milyar dollar AS (1997) atau kurang lebih 10,5 triliyun rupiah per tahun atau kurang lebih 5% dari APBN tahun 1999/2000.”

Korosi adalah rusak atau lapuknya suatu material karena berinteraksi dengan lingkungan sekitar. Korosi merupakan peristiwa alami dan reaksi yang terjadi adalah reaksi elektrokimia sehingga setiap material memiliki laju korosinya masing masing. Ada 4 elemen yang diperlukan sehingga reaksi korosi dapat berlangsung yaitu : Anoda, Katoda, Tempat yang mengalir dari anoda ke katoda dan Larutan elektrolit. Korosi ada beberapa macam seperti :

1. Korosi Seragam (*Uniform Attack*), Korosi yang terjadi pada permukaan logam akibat reaksi kimia karena pH air yang rendah dan udara yang lembab, sehingga makin lama logam makin menipis.
2. Korosi sumur (*Pitting Corrosion*), Korosi yang disebabkan karena komposisi logam yang tidak homogen yang dimana pada daerah batas timbul korosi yang berbentuk sumur.
3. Korosi Erosi (*Errosion Corrosion*), Korosi yang terjadi karena keausan dan menimbulkan bagian-bagian yang tajam dan kasar, Bagian-bagian inilah yang mudah terjadi korosi dan juga diakibatkan karena fluida yang sangat deras dan dapat mengikis film pelindung pada logam.
4. Korosi Galvanik (*Galvanik Corrosion*), Korosi yang terjadi karena adanya 2 logam yang berbeda dalam satu elektrolit sehingga logam yang lebih anodic akan terkorosi.

5. Korosi Tegangan (*Stress Corrosion*), Terjadi karena butiran logam yang berubah bentuk yang diakibatkan karena logam mengalami perlakuan khusus (seperti diregang, ditekuk dll) sehingga butiran menjadi tegang dan butiran ini sangat mudah bereaksi dengan lingkungan.
6. Korosi Celah (*Crevice Corrosion*), Korosi yang terjadi pada logam yang berdempetan dengan logam lain diantaranya ada celah yang dapat menahan kotoran dan air menyimpan air, lumpur dan zat korosif sehingga konsentrasi O_2 kaya dibanding pada bagian dalam sehingga bagian dalam lebih anodik dan bagiannya jadi katodik
7. Korosi Mikrobiologi, Korosi yang terjadi karena mikroba, Mikroorganisme yang mempengaruhi korosi : antara lain bakteri, jamur, alga dan protozoa.
8. Korosi Lelah (*Fatigue Corrosion*), Korosi ini terjadi karena logam mendapatkan beban siklus yang terus berulang sehingga semakin lama logam akan mengalami patah karena terjadi kelelahan logam.

Hal-hal yang telah disebutkan di atas itu adalah jenis-jenis korosi, disini akan membahas jenis korosi galvanik. Lebih lengkapnya, “ **Laju Korosi Akibat Perbedaan Potensial Pada Pipa Galvanis Dan Kuningan Dalam Elektrolit NaCl.**”

Pipa galvanis adalah salah satu jenis logam yang paling banyak digunakan dalam bidang teknik. Kegunaan dari pipa sangat tergantung pada sifatnya yang bervariasi. Pipa dipergunakan di dalam bidang yang luas bukan

saja dipakai untuk keperluan kapal laut, perumahan, aliran air, konstruksi juga dipakai untuk peralatan-peralatan sederhana. Hanya sayangnya mutu logam akan menurun akibat adanya suatu hubungan sehingga menyebabkan daya guna suatu logam tersebut tidak maksimal.

Salah satu faktor yang banyak menurunkan mutu logam itu adalah korosi. Dengan mengacu kepada kerugian-kerugian yang ditimbulkan akibat korosi ini, Ternyata kebutuhan penanggulangannya sangat diperlukan walaupun dalam banyak hal korosi tidak dapat dihindarkan namun dapat dan berusaha untuk kita kendalikan.

Kuningan adalah logam yang merupakan campuran dari tembaga dan seng. Tembaga merupakan komponen utama dari kuningan, dan kuningan biasanya diklasifikasikan sebagai paduan tembaga. Warna kuningan bervariasi dari coklat kemerahan gelap hingga ke cahaya kuning keperakan tergantung pada jumlah kadar seng. Seng lebih banyak mempengaruhi warna kuningan tersebut. Kuningan lebih kuat dan lebih keras dari pada tembaga, tetapi tidak sekuat atau sekeras seperti baja. Kuningan sangat mudah untuk dibentuk ke dalam berbagai bentuk, sebuah konduktor panas yang baik, dan umumnya tahan terhadap korosi dari air garam. Karena sifat-sifat tersebut, kuningan kebanyakan digunakan untuk membuat pipa, tabung, sekrup, radiator, alat musik, aplikasi kapal laut, dan casing cartridge untuk senjata api.

Penggunaan kuningan banyak juga dijumpai dalam pekerjaan arsitektural, pipa kondensor, Keran, inti radiator, Pegas, Mur-baut, Alat musik, Pipa,

Perhiasan, Baling-baling, Roda gigi cacing, Alat penukar panas, Peralatan kelautan, dll.

Pemahaman tentang korosi dan pengetahuan yang cukup mengenai cara pengendaliannya dirasakan sangatlah penting, sehingga nilai daya guna pemanfaatan logam akan maksimum. Dengan melihat alasan dasar tersebut, disini penulis mencoba akan meneliti tentang proses pengaruhnya laju korosi pada baja dan kuningan. Alasan pemilihan larutan NaCl adalah karena larutan NaCl lebih cepat terpengaruh korosinya terhadap pipa galvanis dan kuningan, karena pipa galvanis hanya bagian dari logam yang lunak, Sedangkan kuningan hanya campuran dari bahan seng dan logam, Kedua benda ini mempunyai potensial yang berbeda-beda.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Biaya perbaikan material akibat korosi cukup mahal.
2. Korosi merupakan proses pelapukan yang dapat merusak material.
3. Kerusakan yang ditimbulkan oleh korosi sangat mahal.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, maka penelitian ini dibatasi pada “Laju Korosi Akibat Perbedaan Potensial pada Pipa Galvanis dan kuningan dalam Larutan Elektrolit NaCl .”

D. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah: Berapa laju korosi pada pipa galvanis dan kuningan dalam larutan NaCl?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh komposisi NaCl dalam air terhadap laju korosi galvanik pada pipa galvanis dan kuningan.
2. Mengetahui perubahan yang terjadi pada pipa galvanis dan kuningan setelah terjadi reaksi korosi.
3. Mengetahui laju korosi pada pipa galvanis dan kuningan.

F. Manfaat Penelitian

1. Untuk mengetahui lamanya pipa galvanis dan kuningan terkorosi oleh larutan NaCl.
2. Untuk mengetahui laju korosi pada pipa galvanis dan kuningan.
3. Dapat mengukur perbandingan massa dari pipa galvanis dan kuningan yang telah di uji.

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Landasan Teori

1. Logam secara umum.

Menurut Hari Amanto (2003)” logam terbagi dua yaitu logam ferro atau logam besi dan logam non ferro yaitu bukan besi.”Logam ferro adalah suatu logam paduan yang terdiri dari campuran unsur karbon dengan besi. Logam ferro terdiri dari komposisi yang sederhana antara besi dan logam, Masuknya unsur karbon dalam besi dengan berbagai cara. Jenis logam ferro adalah:

a. Logam ferro.

1) Besi Tuang

Campuran besi dan karbon, kadar karbon sekitar 4% sifatnya rapuh dan tidak bisa ditempa baik untuk dituang, liat untuk pemadatan, lemah dalam tegangan.

2) Besi Tempa

Komposisi besi tempa terdiri dari 99% besi murni, sifat dapat ditempa, liat, dan tidak dapat dituang.

3) Baja Lunak

Komposisi campuran dan karbon, kadar karbon 0,1% - 0,3%, mempunyai sifat dapat ditempa dan liat.

4) Baja Karbon Sedang

Komposisi campuran besi dan karbon, kadar karbon 0,4% - 0,6%. Sifatnya lebih kenyal dari yang keras.

5) Baja karbon Tinggi

Komposisi campuran besi dan karbon, kadar karbon 0,7% - 1,5%.

Sifat dapat ditempa dan dapat disepuh.

6) Baja Karbon Tinggi Dengan Campuran

Komposisi baja karbon tinggi ditambah nikel atau kobalt, krom atau tungsten. Sifatnya rapuh tahan suhu tinggi tanpa kehilangan kekerasan, dapat disepuh keras dan dimudakan.

b. Logam Non Ferro

1) Tembaga (Cu)

Warna coklat kemerah-merahan, sifatnya dapat ditempa, liat, baik untuk penghantar panas, listrik, dan kukuh.

2) Aluminium

Warna biru putih. Sifatnya dapat ditempa, liat, bobot ringan, penghantar panas dan listrik yang lebih baik, mampu dituang.

3) Tmbal (Pb)

Warna biru kelabu, sifatnya dapat ditempa, sangat liat, tahan korosi air asam, dan bobot sangat berat.

4) Timah (Sn)

Warna perak- pakean, sifat dapat ditempa, liat, dan tahan korosi.

2. Klasifikasi Jenis Pipa Galvanis.

Pipa galvanis adalah pipa besi lunak yang dilapisi dengan timah, Produksi dan konsumsi dunia akan produk pipa besi dan baja mencakup

hampir 14 persen dari penggunaan baja mentah diseluruh dunia. Berkembang seiring dengan pertumbuhan industri serta meningkatnya populasi.

Perbedaan tingkat kebutuhannya tentu saja bergantung pada tingkat perkembangan kegiatan ekonomi tiap negara seperti kegiatan eksplorasi minyak, pembangunan pembangkit listrik, atau produksi otomotif. Sebagai contoh, pada negara dengan harga minyak yang rendah, kegiatan investasi untuk eksplorasi minyak akan melemah. Konsekuensinya, produksi pipa untuk kegiatan tersebut akan berkurang.

3. Jenis-jenis dari pipa galvanik

a. Pipa besi tuang.

Pipa besi tuang dalam pekerjaan sistem saluran dan pembuangan digunakan untuk instalasi air bersih dan air kotor, pipa ini diproduksi dengan Ø2" – 15" dengan panjang 3-6 m.

b. Pipa tembaga.

Pipa tembaga dalam pekerjaan sistem saluran dan pembuangan dipakai untuk instalasi air bersih, terutama untuk instalasi air panas karena tembaga merupakan bahan pengantar panas yang baik, ringan, mudah disambung, tahan terhadap karat.

4. Sifat-sifat Pipa Galvanis :

- a. permukaan licin
- b. kuat

- c. mudah dibentuk
- d. tahan karat jika tidak terkelupas



Gambar 1. Contoh Knalpot Atau Pipa Galvanis Yang Terkorosi
(mechanicalengboy.wordpress.com)

5. Kuningan.

Menurut W.Both (1984:141) menyatakan bahwa “kuningan adalah paduan dari tembaga dan seng (Zn)”. Sedangkan kuningan menurut Hari Amanto (2003:127)” kuningan merupakan paduan antara tembaga dan 45% seng, kadang juga mengandung sejumlah logam lain terutama timah putih, timah hitam, aluminium, mangan dan besi.”

Menurut Tata Surdia (2005:125) menyatakan bahwa “paduan dengan kira-kira 45%Zn mempunyai kekuatan yang paling tinggi akan tetapi tidak dapat dikerjakan, jadi hanya digunakan untuk paduan coran.”

Selama produksi kuningan tunduk pada evaluasi konstan dan pengendalian material pada proses yang digunakan untuk membentuk kuningan tertentu. komposisi kimia bahan baku diperiksa dan disesuaikan sebelum mencair. Pemanasan dan pendinginan dan temperatur ditentukan

dan dipantau. Ketebalan lembaran dan strip diukur pada setiap langkah. Akhirnya, sampel produk jadi diuji untuk kekerasan, kekuatan, dimensi, dan faktor lainnya untuk memastikan apakah mereka memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan.



Gambar 2. Korosi Kuningan
(hghouston.com)

6. Korosi

Korosi menurut Sumantri (1999) “berkaitan dengan logam, ketekaitan atom-atom logam mengalami suatu reaksi korosi maka atom-atom logam tersebut diubah menjadi oin-ion melalui reaksi dengan unsur di lingkungan.” Menurut Trethewey (1991:25) menyatakan bahwa “korosi adalah penurunan mutu logam akibat reaksi elektrokimia dengan lingkunganya.” Dapat disimpulkan bahwa korosi adalah reaksi kimia yang mengalami penurunan mutu karena reaksi kimia yang berhubungan langsung dengan lingkungan sekitar.

Korosi dapat menyebabkan perisai bakteri, ragi, dan mikro-organisme dan memungkinkan mereka mereproduksi dan menimbulkan masalah tambahan. Karat pada besi atau baja paling banyak dan umum dari korosi logam (*metallic corrosion*), seperti pada sistem saluran gas buang (*exhaust system*), korosi terdapat pada mobil akan menyebabkan kerugian bagi si pengguna yang akan menjadi korbannya.

Menurut Sumantri (1999:3) “Kerugian korosi di Indonesia diperkirakan sebesar 1,5 milyar dollar AS (1997) atau kurang lebih 10,5 triliyun rupiah per tahun atau kurang lebih 5% dari APBN tahun 1999/2000.”

7. Proses Korosi

Menurut Aly et al, (1998) bahwa “Korosi merupakan proses elektrokimia dimana logam bereaksi dengan lingkungannya untuk membentuk oksida atau senyawa lainnya.” Terdapat persyaratan dasar untuk korosi logam terjadi. Persyaratan ini meliputi:

- a. Perbedaan potensial listrik antara daerah sekitarnya pada permukaan logam terkena memberikan anoda (situs di mana logam corrodes) dan katoda (situs-korosi logam non);
- b. Kelembaban untuk memberikan elektrolit;
- c. Seorang agen pengoksidasi harus dikurangi pada katoda; dan
- d. Sebuah jalur listrik dalam logam untuk aliran elektron dari anoda ke katoda.

8. Terbentuknya Anoda Dan Katoda.

Daerah anoda dan katoda pada prinsipnya dapat terbentuk bila pada permukaan logam atau paduan terdapat perbedaan potensial atau energi bebas dari titik yang satu terhadap yang lain disekitarnya. Perbedaan potensial ini dapat dihasilkan misalnya oleh dua jenis logam yang berhubungan secara listrik, perbedaan rasa, perbedaan suhu, perbedaan tegangan, perbedaan besar butiran, daerah pinggir dan tengah butiran dan juga pengaruh konsentrasi dari lingkungan.

Menurut Sumantri (1999:16) menyatakan bahwa “setiap elektron yang dihasilkan pada anoda yang terkorosi harus diambil oleh katoda, dimana reaksi pengambilan elektron oleh katoda adalah sangat penting.”



Gambar 3. Anoda dan Katoda
(Asakoindonesia.com)

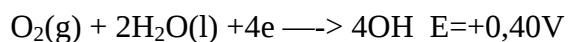
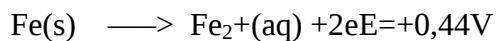
Kondisi-kondisi yang dapat membentuk daerah anoda dan katoda dapat dilihat dalam Tabel 1 berikut ini

Tabel 1. Terbentuknya anoda dan katoda

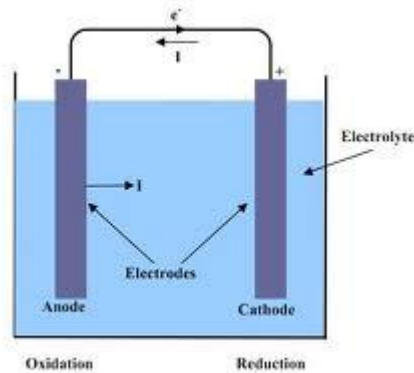
KONDISI	ANODA	KATODA
Logam berbeda		
Fe dan Cu	Fe	Cu
Zn dan Fe	Zn	Fe
Fasa berbeda		
α dan Fe ₃ C	A	Fe ₃ C
Suhu	Panas	Dingin
tegangan	Tegang	Kasar
Butiran	Halus	Tengah
Konsentrasi oksigen	Rendah	Tinggi
kotoran	Tengah	Pinggir

Sumber.(chem-is-try.org)

Selain contoh reaksi sebelumnya kita juga dapat lihat peristiwa korosi lainnya yaitu pada peristiwa perkaratan (korosi) logam Fe mengalami oksidasi dan oksigen (udara) mengalami reduksi. Rumus kimia dari karat besi adalah $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ dan berwarna coklat-merah. Pada korosi besi, bagian tertentu dari besi itu berlaku sebagai anoda, dimana besi mengalami oksidasi.



Proses korosi secara galvanis dapat kita lihat pada gambar berikut :



Gambar 4. Korosi Elektrolit
(Civicsolar.com)

Menurut Nemst korosi terjadi karena :

- “1. Adanya kontak antara anoda dan katoda sehingga terjadi sel galvanik yang membuat korosi.
2. Endapan pada suatu paduan (adanya fasa pada fasa induk) akan bersifat katodik terhadap matriksnya sehingga terjadi korosi interkristalin.
3. Daerah yang pada proses pendinginan memiliki tegangan dalam yang besar maka daerah tersebut akan mudah terserang korosi.”

Permasalahan korosi adalah permasalahan yang umum dan sering juga kita temui pada logam-logam yang kita gunakan setiap hari. Perhatian masyarakat industri mengenai peningkatan penanggulangan permasalahan korosi dimulai pada awal tahun 1990.

Menurut R.J Eiber, (1992), bahwa “Permasalahan tersebut muncul seperti yang terekspos dimana korosi adalah penyebab utama kecelakaan kejadian di Amerika Utara korosi juga penyebab utama kegagalan jaringan pipa di Teluk Mexico.” Menurut J.S. Mandke, (1990) bahwa “sehingga korosi untuk fasilitas pemipaan minyak on-shore di Amerika

Utara membutuhkan \$ 1.000.000.000 untuk biaya perbaikan.” J.Keen, (1990) bahwa “juga *Internal Corrosion* sepanjang Jaringan Pipa terjadi pada saat penggantian.”

Mengantisipasi dan menangani korosi perlu dilakukan kebijakan/strategi secara komprehensif yaitu dari tahap awal sampai akhir proses yang disebut Manajemen Korosi. Manajemen Korosi meliputi tahap pencarian dan pengolahan Database, aktivitas, perencanaan dan implementasi. Aktivitas dalam manajemen Korosi adalah *corrosion monitoring, routine scientific data analysis strategy, facility audit and recommendation, intelligence pigging, mechanical cleaning, corrosion engineering support, failure analysis, data management, corrosion inhibitor strategy, awarness campaign* dan *management system*.

9. Jenis-jenis Korosi

a. Korosi Merata

Korosi merata adalah proses korosi yang terjadi pada seluruh permukaan material yang berinteraksi dengan lingkungannya. Korosi merata terjadi karena reaksi kimia (proses anodik dan katodik) yang berlangsung pada permukaan logam terdistribusi secara merata, akibat pengaruh dari lingkungan sehingga kontak yang berlangsung mengakibatkan seluruh permukaan logam terkorosi. Sehingga material akan terjadi pengurangan dimensi secara merata pada permukaannya.



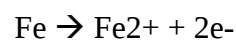
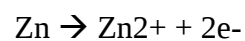
Gambar 5. Contoh Korosi Merata
(*Mechanicalvian.com*)

Kerugian akibat korosi merata terdiri atas kerugian langsung dan kerugian tidak langsung, antara lain :

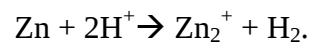
1. Kerugian langsung berupa kehilangan material konstruksi, keselamatan kerja dan pencemaran lingkungan akibat produk korosi dalam bentuk senyawa yang mencemarkan lingkungan.
2. Kerugian tidak langsung, antara lain berupa penurunan kapasitas dan peningkatan biaya perawatan (*preventive maintenance*).
 - a. Skematis Pelarutan Logam menjadi ion M^{n+} dilarutan dan elektron logam e^- yang direduksi oleh H^+ menjadi H_2 . Pada korosi logam, reaksi yang terjadi pada anoda adalah :



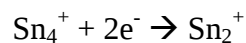
Contoh :



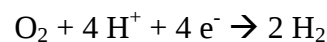
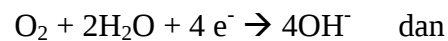
Sedangkan reaksi reduksi yang umumnya terjadi pada katoda adalah reduksi ion hidrogen. Pada larutan asam misalnya terjadi reaksi :



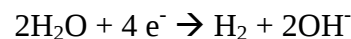
- b. Reduksi lain yang dapat terjadi dari ion dilarutan adalah reaksi redoks, seperti : $\text{Fe}_3^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}_2^+$



- c. Sedangkan reduksi oksigen terlarut pada larutan berlangsung dengan reaksi :



- d. Jika reaksi diatas tidak terjadi, air akan tereduksi dengan reaksi



Terjadinya korosi merata adalah akibat terjadinya reaksi antara anoda dan katoda pada berbagai tempat secara serentak.

b. Korosi Galvanik

Menurut Tretthewey (1991:109) menyatakan bahwa “ korosi logam tak sejenis (*disssimilar metals*) adalah yang terpakai untuk korosi akibat dua logam yang tak sejenis yang tergandeng (*coupled*) membentuk sebuah sel korosi basah sederhana, sebutan lain yang juga sering digunakan adalah korosi dwilogam atau korosi galvanik.”

Korosi galvanik adalah korosi yang terjadi jika dua logam yang tidak sama dihubungkan dan berada di lingkungan korosif, maka 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.

Menurut Tretthewey (1991:109) menyatakan bahwa:

“Efek dari penggandengan dua logam tak sejenis sebagai berikut:

1. Deret galvanik meramalkan bahwa logam lebih aktif akan menjadi anoda apabila gandengan itu membentuk sebuah sel korosi basah, sementara logam yang lebih mulia akan menjadi katoda.
2. Laju korosi logam lebih aktif mengalami percepatan, sementara laju korosi logam lebih mulia terhambat. Perhatikan bahwa katoda mungkin masih terkorosi, tergantung besar polarisasi katodik yang diinduksikan.”



Gambar 6. Contoh Korosi Galvanik
(mechanicalviancom)

3. Korosi Sumuran

Korosi sumuran adalah korosi lokal yang terjadi pada permukaan yang terbuka akibat pecahnya lapisan pasif. Mekanisme terjadinya korosi sumuran ini adalah :

- a. Logam yang terkorosi akan menghasilkan terbentuknya lapisan pasif dipermukaannya.
- b. Pada antarmuka lapisan pasif dan elektrolit terjadi :
 - 1) Untuk elektrolit yang mengandung Cl^- , terjadi penurunan pH, karena HCl larut.
 - 2) Untuk elektrolit yang tidak mengandung Cl^- , terjadi pelarutan lapisan pasif secara perlahan-lahan.
- c. Lapisan pasif pecah.
- d. Terjadi korosi sumuran.



Gambar 7. Contoh Korosi Sumuran
(ibnusallim.com)

4. Korosi Celah

Korosi celah adalah korosi lokal yang terjadi pada celah diantara dua komponen logam yang tertutup rapat dan dalam media yang korosif. Mekanisme :

- a. Terjadi korosi merata diluar dan didalam celah, sehingga terjadi oksidasi logam dan reduksi oksigen (O_2).
- b. Pada suatu saat oksigen (O_2) di celah habis, sedangkan oksigen (O_2) diluar celah banyak, akibatnya permukaan logam yang berhubungan dengan bagian luar menjadi katoda dan permukaan logam yang didalam celah menjadi anoda.
- c. Celah terkorosi.
- d. *Propagasi* : Sama dengan korosi sumuran.



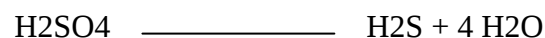
Gambar 8. Korosi Celah
(mechanialengboy.wordpress.com)

10. Penyebab Korosi

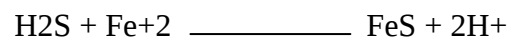
Aagotness dkk., (2000) menyatakan bahwa:

”Korosi yang disebabkan oleh garam klorida, asam organik, dan gas CO₂ pada temperatur tinggi merupakan masalah utama pada pertambangan minyak bumi dan gas alam. Material tersebut dapat menyebabkan korosi merata dan/atau setempat Dalam sumur produksi minyak bumi, korosi pada permukaan bagian luar pipa dapat ditanggulangi dengan pelapisan atau proteksi katodik, tetapi pada permukaan bagian dalam pipa hanya dapat dikendalikan dengan cara menambahkan inhibitor korosi.”

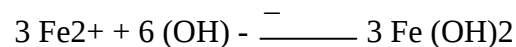
Menurut Dexter (1996) menyatakan bahwa”bakteri pereduksi sulfat yang sangat berperan dalam proses korosi pada besi dan baja yaitu dari genus *Desulfovibrio*, *Desulfotomaculum* dan *Desulfomonas*, yang semuanya hidup secara anaerob.” Peranan bakteri pereduksi sulfat adalah sebagai aseptor yang akan menghasilkan H₂S secara anaerob. Dalam suasana anaerob, asam sulfat (H₂SO₄) akan direduksi oleh bakteri pereduksi sulfat menghasilkan gas H₂S dan H₂O.



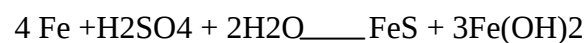
H₂S yang dihasilkan akan bereaksi dengan besi di anoda



Sewaktu membentuk FeS, juga dibentuk Fe (OH)₂ sebagai hasil korosi, pada reaksi antara besi dengan ion hidroksil bebas.



Hasil akhir berupa



Jika di lingkungan tidak tersedia sulfida tetapi material lain misal karbon dioksida , maka akan terbentuk besi karbonat.



Reaksi ini didahului oleh reaksi antara CO₂ dan air membentuk asam karbonat.

Dexter (1996) menyatakan bahwa “Hidrogen sulfida yang terbentuk oleh mikrobia pada penguraian secara anaerob, oleh mikrobia lain disintesa menjadi bagian bahan organik atau berubah menjadi senyawa sulfida logam di alam.”

Menurut Trethewey (1991:234) menyatakan bahwa:

“Dengan demikian kita tahu agar korosi dapat terjadi, maka ke empat komponen harus ada seperti :

1. Anoda
Biasa terkorosi dengan melepaskan elektron-elektron dari atom-atom logam netral.
2. Katoda
Biasanya tidak mengalami korosi walaupun mungkin menderita kerusakan.
3. Elektrolit
Istilah yang diberikan pada larutan, yang dalam hal ini harus bersifat menghantarkan listrik.
4. Hubungan listrik
Antaran anoda dan katoda harus ada terdapat kontak listrik agar harus dalam sel korosi dapat mengalir.”

11. Macam-macam Penyebab Korosi

Penyebab korosi ada dua macam, yaitu korosi kimia dan korosi elektrolit.

a. Korosi Kimia

Menurut Sumantri (1999:22) menyatakan bahwa: “ pada reaksi kimia seluruh logam bereaksi dengan lingkungannya yaitu dengan tidak ada perpindahan muatan.”

Logam akan berkarat karena suatu proses yang dapat dikatakan sebagai suatu proses kimia yang sederhana. Oksigen yang terdapat pada atmosfer dapat bergabung dengan logam-logam membentuk lapisan oksidasi pada permukaannya. Apabila lapisan ini lepas, proses oksidasi dapat dilanjutkan dan logam secara perlahan-lahan berkarat.

Berkaratnya besi dan baja tidak dalam oksidasi yang sederhana, diperlukan adanya udara dan air (udara lembab). Besi tidak akan berkarat pada udara yang kering dan juga pada air murni. Akan tetapi, apabila udara dan air ada bersama-sama, besi dan khususnya baja akan berkarat dengan cepat. Kecepatan berkarat tidak akan berkurang. Sebab, lapisan dari hasil korosi yang terbentuk akan lepas sehingga lapisan karat yang baru terbentuk di bawahnya dan melepaskan lapisan yang di atasnya.

b. Korosi Elektrolit

Korosi elektrolit pada dasarnya merupakan korosi kimia juga, tapi sedikit lebih kompleks. Kita lihat prinsip suatu sel listrik yang

sederhana, terdiri dari peralatan tembaga dan pelat seng keduanya tercelup dalam larutan asam sulfat.

Apabila pelat-pelat tersebut tidak bersentuhan di dalam larutan ataupun tidak ada hubungan diluar larutan, tidak akan ada aksi yang ambil bagian. Tetapi begitu mereka menghubungkan suatu arus listrik yang mampu menyalakan lampu kecil, mengalir membuat suatu rangkaian.

Suatu arus listrik terdiri dari arus partikel bermuatan negatif (elektron) mengalir dari seng ke tembaga (atau dari anode ke katode). Bagian yang harus paling diingat yaitu bahwa seng adalah "anodic" terhadap tembaga. Sehingga apabila logam-logam itu dihubungkan dan dicelupkan kedalam suatu elektrolit, seng akan mengurai atau berkorosi lebih cepat dari pada dicelupkan sendiri dalam elektrolit.

Beberapa logam murni mempunyai daya tahan karat yang baik dan korosi atmosfer. Logam itu biasanya mahal dan beberapa diantaranya sifat mekaniknya lemah. Pelapisan tipis dan sama di antara logam-logam itu sering digunakan untuk melindungi baja ringan. Timah murni mempunyai daya tahan korosi yang baik sekali, tidak hanya dalam atmosfer dan air, akan tetapi juga dalam beberapa cairan dan larutan.

Baja karbon murni akan mengalami korosi, hampir semua lingkungan bila kelembaban relative melebihi 60 persen. Begitu

lapisan butir-butir air terbentuk pada permukaannya, laju korosi ditentukan oleh berbagai faktor lingkungan, tetapi yang paling penting adalah pemasukan oksigen, PH, dan hadirnya ion-ion agresif, terutama oksida-oksida belerang dan klorida.

Komposisi baja, kondisi permukaan, dan sudut bukannya juga berpengaruh terhadap laju korosi, walaupun adanya mangan sulfida dalam baja bubut memproduksi sel-sel galvanik lokal dan mengurangi hambatan terhadap korosi. Penambahan tembaga mempunyai efek yang menguntungkan dan baja giling atau baja yang diasamkan akan lebih cepat terkorosi dibandingkan baja yang dibubut atau digosok.

Menurut Sumantri (1999:15) menyatakan bahwa “Kerak giling (*Mill scale*), yaitu lapisan oksida besi yang terbentuk selama perlakuan panas, penggilingan dan pengepresan dalam keadaan panas merupakan katoda yang sangat efektif pada permukaan baja asalkan tidak dibuang dahulu sampai logam akan dioperasikan.” Lapisan itu terdiri dari FeO yang langsung berbatasan dengan logam Fe_3O_4 dan Fe_2O_3 sebagai kulit paling luar. Walaupun kerak giling mungkin bertindak sebagai lapisan penghalang yang dapat menghalangi korosi oleh udara, namun perlindungan yang diberikannya tidak awet. Kerak ini mudah pecah apabila beban mengalami beban kejutan atau getas, dan akibat muai termal yang

berbeda, sebagian permukaan logam akan tersingkap dan terkorosi dengan cepat. Zat yang dilapiskan pada permukaan terak tidak ada gunanya karena akan pasti terkelupas bersama kerak.

12. Perhitungan Laju Korosi

Laju korosi adalah kecepatan rambatan atau kecepatan penurunan kualitas bahan terhadap waktu. Untuk menghitung laju korosi pada umumnya menggunakan dua cara yaitu:

1. Metode kehilangan berat
2. Metode Elektrokimia

a. 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:

$$\text{rumus sebagai berikut: } mpy = \frac{K \times W}{A \times D \times T}$$

Dimana: W = Berat (Miligram)

A = Luas Permukaan (In^2)

D = Berat jenis (Density) gram/cm^3

T = Waktu

K= Konstanta

Metode ini adalah mengukur kembali berat awal dari benda uji (specimen yang diuji untuk mengetahui laju korosi yang terjadi), kekurangan berat dari pada berat awal merupakan nilai kehilangan berat. Kekurangan berat dikembalikan kedalam rumus untuk mendapatkan laju kehilangan beratnya.

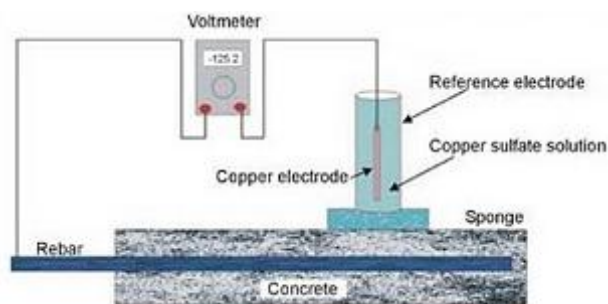
Metode ini bila dijalankan dengan waktu yang lama dan suistainable dapat dijadikan acuan terhadap kondisi tempat objek diletakkan (dapat diketahui seberapa korosif daerah tersebut) juga dapat dijadikan referensi untuk treatment yang harus diterapkan pada daerah dan kondisi tempat objek tersebut.

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. Berikut merupakan gambar metode yang dilakukan untuk mendapatkan hasil pada penelitian laju korosi dengan metode elektrokimia yang diuraikan diatas.

2. Metode Elektrokimia

Menurut Sumantri (1999:22) menyatakan bahwa: ”proses elektrokimia berlangsung melalui dua proses, yaitu reaksi anodik dan katodik.” 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.



Gambar 9. Pengukuran korosi dengan metode elektroda
(julialinahharsari.wordpress.com)

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

$$\text{Corrothion penetrate rate} = k \frac{ai}{nD}$$

a = atomic weight

i = current density ($\frac{\mu a}{cm^3}$)

n = jumlah electron yang hilang

D = density of specimen (in^2)

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.

B. Penelitian Yang Relevan

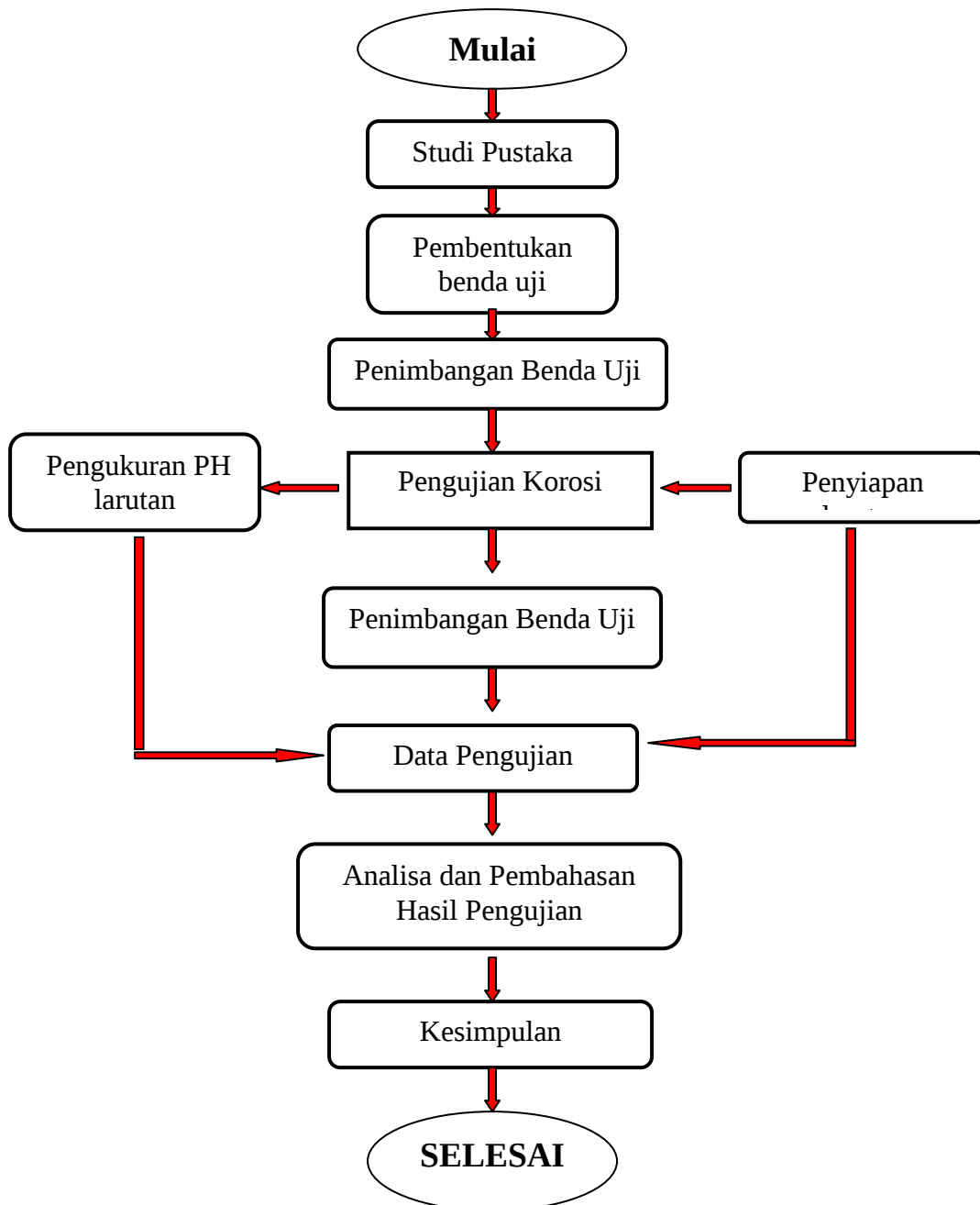
Berdasarkan studi yang dilakukan,

1. Alimmudin Sam tentang analisa kecepatan korosi pipa galvanis pada tanah dengan tingkat kehalusan yang berbeda dan menyimpulkan bahwa galvanisasi menyebabkan reduksi kekuatan akibat korosi pada baja tulangan dapat dikurangi menjadi 9,79%.
2. Rahman Hadi (2012) studi laju korosi galvanik pada pipa distribusi air minum. Dapat disimpulkan bahwa Pada metoda proteksi laju korosi semakin menurun, terbukti dari penurunan berat (Δw) pada spesimen. Sedangkan metoda tanpa proteksi, laju korosi pada spesimen

semakin cepat terbukti dari penurunan berat (Δw) Semakin tinggi konsentrasi larutan NaCl, maka semakin cepat laju korosi yang terjadi.

C. Kerangka Koseptual

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui laju korosi galvanik terhadap pipa gavanik dan kuningan, pada penelitian ini melihat dengan waktu yang ditetapkan. Untuk lebih jelasnya lihat diagram berikut:



D. Pertanyaan Penelitian

Bertitik tolak dari tujuan yang ingin dicapai yang telah dikemukakan, maka peneliti mengajukan pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Berapa laju korosi pada specimen pipa galvanis dan kuningan dalam larutan elektrolit NaCl dengan lama 24 jam, 48 jam, 72 jam, dan 96 jam.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Pada metoda proteksi laju korosi semakin menurun, terbukti dari penurunan berat (Δw) pada spesimen.
2. Semakin tinggi konsentrasi larutan NaCl, maka semakin cepat laju korosi yang terjadi.
3. Hasil dari pengujian
 - a. Pada kelompok percobaan A variasi larutan 0,9 M terjadi perubahan berat pada spesimen kuningan dan pipa galvanis mulai dari 24 jam – 96 jam mengalami perubahan massa berkisar 41,22 mpy. Persentasenya 1,13%
 - b. Pada kelompok percobaan B variasi larutan 1,1 M terjadi perubahan berat pada spesimen kuningan dan pipa galvanis mulai dari 24 jam – 96 jam mengalami perubahan massa berkisar 37,84 mpy dengan persentase 1,22 %.
 - c. Pada kelompok percobaan C variasi larutan 1,3 M terjadi perubahan berat pada spesimen kuningan dan pipa galvanis mulai dari 24 jam – 96 jam mengalami perubahan massa berkisar 19,59 mpy dengan persentase 1,55 %. Jadi rata-rata dari pesentase adalah 1,3 %.

B. Saran

1. Dalam melakukan pengujian dan ketelitian dalam pengukuran dan penimbangan harus tepat, agar tidak terjadi kesalahan dan pada tahapan analisis untuk menghitung laju korosi.
2. Pemasukan larutan $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ harus sesuai ketentuan pengujian yang dilakukan, agar keakuratan dalam penghitung laju korosi nya tepat (mpy)

DAFTAR PUSTAKA

Amanto, Hari. 2003. *Ilmu Bahan*. Jakarta: Bumi Aksara.

J. Eiber 1997. *Masalah pada biaya ekonomi korosi*. Pada:
<http://igs.nigc.ir/STANDS/ARTIC/CP-50.PDF>

J.S.Mandke,1990.*Biaya korosi pada fasilitas internal corrosion*.Pada:
http://interscience.in/IJARME_Vol2Iss2/13.pdf

KR.Trethewey 1991. *Korosi Untuk Mahasiswa dan Rekayasa*. Jakarta:Gramedia
 Pustaka Utama

Sumantri. 1999. *korosi*. Padang : DIP Proyek Universitas Padang .

Surdia, Tata. 2005. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Yogyakarta: Pradnya Paramita.

Suharsimi Arikunto. 2002. *Prosedur Penelitian*. Jakarta : Rineka Cipta.,

W. Both. 1984. *Teknologi Untuk Bangunan Mesin dan Bahan-Bahan*. Jakarta:
 Erlangga

Try, chem. 2009. Gambar korosi pada pipa galvalnis dan kuningan. Pada:
http://www.chem-is-try.org/materi_kimia/kimia-industri/bahan-baku-dan-produk-industri/terbentuknya-anoda-dan-katoda/&h