

**PENGARUH PERBEDAAN TEMPERATUR TERHADAP
LAJU KOROSI PADA BAJA KARBON RENDAH**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Strata Satu Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang*



Oleh:

**RAHMAD RAHMA DANIL
NIM. 13858 / 2009**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF
JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2016**

HALAMAN PERSETUJUAN

**Pengaruh Perbedaan Temperatur Terhadap Laju Korosi
Pada Baja Karbon Rendah**

Nama : Rahmad Rahma Danil

NIM : 13858 / 2009

Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif

Jurusan : Teknik Otomotif

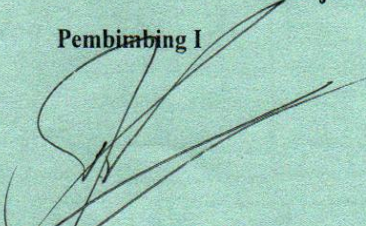
Fakultas : Teknik

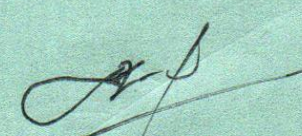
Padang, 11 Februari 2016

Disetujui Oleh:

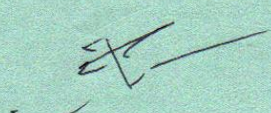
Pembimbing I

Pembimbing II


Drs. Daswarman, M.Pd
NIP. 19520504 198403 1 002


Drs. Erzeddin Alwi, M.Pd
NIP. 19600303 198503 1 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Otomotif


Drs. Martias, M.Pd
NIP.19640801 199203 1 003

PENGESAHAN TIM PENGUJI

Nama : **Rahmad Rahma Danil**
NIM : 13858 / 2009

Dinyatakan lulus setelah mempertahankan skripsi di depan Tim Penguji
Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan Teknik Otomotif
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang
dengan judul

**Pengaruh Perbedaan Temperatur Terhadap Laju Korosi
Pada Baja Karbon Rendah**

Padang, 11 Februari 2016

Tim Penguji:

- | | |
|---------------|-------------------------------|
| 1. Ketua | : Drs. Daswarman, M.Pd |
| 2. Sekretaris | : Drs. Erzeddin Alwi, M.Pd |
| 3. Anggota | : Drs. Faisal Ismet, M.Pd |
| 4. Anggota | : Drs. M. Nasir, M.Pd |
| 5. Anggota | : Donny Fernandez, S.Pd, M.Sc |

Tanda Tangan

1.....

2.....

3.....

4.....

5.....

HALAMAN PERSEMBAHAN



*Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan,
Maka apabila kamu telah selesai dari (sesuatu urusan)
Kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain dan hanya kepada Tuhanlah hendaknya
kamu berharap
(Qs. Alam Nasyrah 6-8)*

*Puji dan syukur pada-MU Ya Allah
Berkat rahmat-Mu, tersusun sebuah karya kecil,
Namun bermakna besar bagiku. Ya Allah..., tiada tempat berlindung
Bagiku, selain dibawah naungan belas kasih-Mu. Aku tahu, tidak mudah bagiku
Menjalani hidup yang penuh tantangan dalam naungan maghfirah-Mu. Karena itu
Aku datang dan memohon rahman dan rahim-Mu. Bila Engkau berkenan memeberikan ujian padaku,
berilah keteguhan hati dan kesabaran, bangunkanlah aku ditengah malam, gerakkanlah bibirku untuk
menyebut kalimat-kalimat yang membesarkan asma-Mu. Basahi sajadahku dengan airmata khusukan
dikala aku merintih dihadapan-Mu dan jadikanlah saat-saat seperti ini saat yang paling
menentramkan dihatiku. Ya Robbiku cintakan aku dan biasakanlah iman itu pada jantungku.
Bencikan aku pada kekhuifuran, kegelisahan Dan kemaksiatan. Harapkanku, semoga aku tidak
tersingkir dari pintu rahmat-Mu.
Ya Tuhanku...terhadap keagunganMu. Engkau Maha mengetahui kepada hambaMu, yang
terbelenggu oleh rantai besi dosa-dosa. Engkau penolong hamba-Mu yang memohon pertolongan.
Tiada tempat untuk melepaskan dahaga,
selain lautan maafMu. Dan tiada pintu yang kutuju
selain rahmat-Mu.*

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis saya, tugas akhir berupa skripsi dengan judul “Pengaruh Perbedaan Temperatur Terhadap Laju Korosi Pada Baja Karbon Rendah”, adalah asli karya saya sendiri.
2. karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali dari pembimbing.
3. di dalam karya tulis ini, tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan di dalam naskah dengan menyebutkan pengarang dan dicantumkan pada kepustakaan.
4. pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila terdapat penyimpangan di dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Padang, 11 Februari 2016
Yang membuat pernyataan



Rahmad Rahma Danil
NIM 2009/13858

ABSTRAK

Rahmad Rahma Danil : Pengaruh Perbedaan Temperatur Terhadap Laju Korosi Pada Baja Karbon Rendah

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perbedaan temperatur terhadap laju korosi pada baja karbon rendah dalam larutan NaCl. Baja karbon rendah (ST37) merupakan baja karbon yang mengandung karbon sekitar 0,2 – 0,22%. Namun baja tersebut tidak bisa terhindar dari korosi dan mahal biaya untuk pencegahan korosi.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode menghitung kehilangan berat. Objek penelitian berdimensi 55 x 40 x 6 dan berjumlah 9 buah yang dibagi menjadi tiga kelompok pengujian, kemudian tiga kelompok spesimen tersebut diberi temperatur 30⁰, 60⁰ dan 90⁰.

Hasil pengujian pengaruh perbedaan temperatur terhadap laju korosi menunjukkan bahwa terjadinya peningkatan laju korosi pada spesimen yang diberi temperatur 30⁰ sebesar 0,000566 mm/year atau 0,566 $\mu\text{m}/\text{year}$, spesimen yang diberi temperatur 60⁰ laju korosinya mencapai 0,000689 mm/year atau 0,689 $\mu\text{m}/\text{year}$, dan untuk spesimen 90⁰ mengalami laju korosi sebesar 0,000849 mm/year atau 0,849 $\mu\text{m}/\text{year}$. Ketiga perlakuan temperatur yang diberikan terhadap kelompok spesimen ternyata mempengaruhi laju korosi, dengan telah dilakukan penelitian dan analisa data peningkatan laju korosi maka dapat diketahui temperatur 90⁰ mengalami laju korosi paling tinggi dibandingkan temperatur 30⁰ dan 60⁰.

Kata kunci: Temperatur, laju korosi dan baja karbon rendah (ST37)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil'alamin, puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT, yang senantiasa melimpahkan rahmat, nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Pengaruh Perbedaan Temperatur Terhadap Laju Korosi Pada Baja Karbon Rendah”**.

Shalawat dan salam semoga selalu teruntuk Nabi Muhammad SAW. Skripsi ini merupakan salah satu rangkaian syarat dalam menyelesaikan jenjang studi Pendidikan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.. Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak sehingga dengan bantuan tersebut skripsi ini telah dapat penulis selesaikan. Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih dengan hati yang tulus dan ikhlas kepada:

1. Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang, Bapak Drs. Syahril, MSCE, ST, Ph.D.
2. Ketua Jurusan Teknik Otomotif, Bapak Drs. Martias, M.Pd.
3. Sekretaris Jurusan Teknik Otomotif, Bapak Donny Fernandez, S.Pd, M.Sc.
4. Dosen Pembimbing I, Bapak Drs. Daswarman, M.Pd, yang membimbing dan memberi masukan dalam penulisan skripsi ini.
5. Dosen Pembimbing II, Bapak Drs. Erzeddin Alwi, M.Pd, yang membimbing dan memberi masukan dalam penulisan skripsi ini.
6. Orang tua yang telah memberikan dorongan dan motivasi baik secara materil maupun non materil dalam mengikuti perkuliahan sampai menyelesaikan skripsi ini.

7. Rekan-rekan Mahasiswa Jurusan Teknik Otomotif dan semua pihak yang banyak membantu dan berpartisipasi dalam penulisan skripsi ini.

Semoga bantuan, bimbingan dan petunjuk yang Bapak/Ibu, Saudara/I berikan menjadi amal shaleh dan mendapatkan balasan yang berlipat ganda dari Allah SWT. 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 penulisan skripsi ini. Mudah-mudahan skripsi ini bermanfaat bagi pengelola pendidikan dimasa yang akan datang. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan taufik hidayah-Nya, Amin.

Padang, Februari 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
 BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar belakang masalah	1
B. Identifikasi Masalah	5
C. Batasan Masalah	5
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian	5
F. Asumsi penelitian	6
G. Manfaat Penelitian	6
 BAB II KAJIAN TEORI	
A. Deskripsi Teori	7
B. Penelitian Yang Relevan	32
C. Kerangka Konseptual	33
D. Pertanyaan Penelitian	34
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
A. Desain Penelitian	35
B. Definisi Operasional	36
C. Variabel Penelitian	36

D. Objek Penelitian	37
E. Jenis dan Sumber Data	37
F. Instrumen Pengumpulan Data.....	37
G. Prosedur Penelitian	38
H. Teknik Pengambilan Data	39
I. Teknik Analisis Data	40
J. Skema Penelitian	41

BAB VI HASIL PENELITIAN

A. Objek Penelitian	42
B. Hasil Pengujian	43
C. Analisa Hasil Pengujian Laju Korosi dan Pembahasan	50
D. Spesimen yang Sudah diuji	52

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan	53
B. Saran	53

DAFTAR PUSTAKA 54

DAFTAR LAMPIRAN 55

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Format Untuk Mengumpulkan Data Hasil Pengujian.....	39
Tabel 2. Data hasil pengujian pada temperatur 30 ⁰ C.....	43
Tabel 3. Data hasil pengujian pada temperatur 60 ⁰ C.....	45
Tabel 4. Data hasil pengujian pada temperatur 90 ⁰ C.....	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Korosi Seragam	12
Gambar 2. Korosi Perbedaan Temperatur.....	13
Gambar 3. Korosi Udara	13
Gambar 4. Korosi Galvanik	14
Gambar 5. Korosi Celah.....	14
Gambar 6. Kerangka Konseptual	34
Gambar 7. Pelaksanaan penelitian	41
Gambar 8. Spesimen benda uji.....	42
Gambar 9. Grafik kehilangan berat pada temperatur 30 ⁰	43
Gambar10. Grafik kehilangan berat pada temperatur 60 ⁰	45
Gambar11. Grafik kehilangan berat pada temperatur 90 ⁰	47
Gambar12. Perbandingan kehilangan berat pada temperatur 30 ⁰ , 60 ⁰ dan 90 ⁰	49
Gambar13. Rata-rata laju korosi	49
Gambar14. Spesimen uji untuk temperatur 30 ⁰ setelah mengalami perendaman	52
Gambar15. Spesimen uji untuk temperatur 60 ⁰ setelah mengalami perendaman	52
Gambar16. Spesimen uji untuk temperatur 90 ⁰ setelah mengalami perendaman	52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Tabel data hasil pengujian	55
Lampiran 2. Data hasil Perhitungan pengujian laju korosi	56
Lampiran 3. dokumentasi penelitian	57

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Kebutuhan hidup manusia semakin lama semakin berkembang, semakin meningkat, dan semakin kompleks. Seperti kebutuhan akan prasarana dan sarana fisik yang akan memudahkan manusia untuk melakukan kegiatan sehari-hari. Prasarana dan sarana fisik tersebut dapat berupa rumah, gedung, pabrik, jalan, jembatan, alat transportasi dan sebagainya. Bangunan dan kendaraan tersebut berlokasi tidak hanya di kota - kota tetapi juga sampai ke pelosok - pelosok daerah. Bangunan dan kendaraan tersebut dapat berlokasi di daerah dengan lingkungan yang ekstrim, dalam arti pada lokasi tersebut banyak mengandung kandungan zat yang bersifat korosif seperti di daerah pantai, di daerah bekas tanah rawa, daerah bekas tempat pembuangan sampah, daerah yang mempunyai kadar polusi tinggi, serta daerah yang memiliki temperatur tinggi seperti ruangan *refinery*, atau di daerah kawasan industri dan lain sebagainya. Dengan demikian keadaan lingkungan akan menjadi alasan terjadinya perbedaan laju korosi.

Baja merupakan bahan dasar yang digunakan untuk berbagai rekayasa teknik. Baja juga sering digunakan untuk membuat alat - alat perkakas, alat - alat pertanian, komponen - komponen otomotif, kebutuhan industri dan lain - lain. Kegunaan dari baja berkaitan dengan sifat mekanik yang baik seperti kekerasan (*hardness*), kekuatan (*strength*) keuletan (*ductility*) dan ketangguhan (*toughness*) yang baik bila dibandingkan dengan material lain.

Baja yang diproduksi oleh industri terdiri dari beragam jenis sesuai dengan kebutuhan. Berdasarkan kandungan karbonnya, baja dikelompokkan menjadi tiga macam, yaitu baja carbon rendah (*low carbon steel*), baja karbon sedang (*medium carbon steel*), dan baja karbon tinggi (*hight carbon steel*). Sedangkan menurut kadar unsur paduan, baja dapat dibagi dalam dua golongan yaitu baja paduan rendah dan baja paduan tinggi atau baja paduan khusus. Baja paduan rendah adalah baja yang sedikit mengandung unsur paduan di bawah 10%, sedangkan baja paduan tinggi dapat mengandung unsur paduan di atas 10%.

Peningkatan pemakaian baja pada saat sekarang ini sangat melonjak, namun kebanyakan dari baja tersebut terserang oleh korosi. Hal ini disebabkan oleh sulitnya perawatan korosi. Korosi yang sering terjadi pada komponen - komponen berbahan baja adalah korosi temperatur, Hampir semua logam dalam perjalanan waktu, pada permukaannya yang tidak terlindung akan mengalami kerusakan atau korosi. Kerusakan akibat korosi mungkin baru tampak sesudah beberapa bulan, atau bahkan beberapa tahun, yaitu sesudah sesuatu yang memicunya. Ada banyak contoh mengenai korosi logam dalam dunia otomotif yang dapat merugikan penggunaanya, seperti korosi pada saluran pembuangan (*exhaust system*), korosi terhadap badan mobil, sudut-sudut blok mesin, bagian bawah pintu, knalpot, radiator, dan lain sebagainya.

Menurut Tretheway (1991 : 206) laju korosi di pengaruhi perubahan faktor sebagai berikut :

1. Kelembaban relatif
2. Temperatur
3. pH
4. Konsentrasi oksigen
5. Bahan pengotor padat atau terlarut
6. Konsentrasi
7. Kecepatan elektrolit

Pada permukaan logam umumnya mengalami korosi ketika berada pada temperatur ruang dan membentuk lapisan oksida sangat tipis (lapisan kusam). Pada temperatur tinggi, hampir semua logam dan paduan bereaksi dengan lingkungan di sekitarnya dengan laju yang cukup berarti dan membentuk lapisan oksida tebal (kerak) yang tidak bersifat melindungi. Di lapisan kerak ini dapat terbentuk fasa cair yang berbahaya karena dapat menimbulkan difusi dua arah dari zat yang bereaksi antara fasa gas dan substrat metalik (Smallman, 1999).

Menurut Trethewey (1991) mengemukakan bahwa “Perubahan temperatur berpengaruh terhadap kelembaban relatif dan dapat menyebabkan pengembunan titik embun, dan udara menjadi jenuh, dan ketika temperatur semakin tinggi, maka kelarutan oksigen akan berkurang”. Hal ini tentu akan menyebabkan temperatur menjadi suatu permasalahan yang dapat menimbulkan korosi pada komponen-komponen yang berada di ruangan terbuka. Pada hal ini tentu temperatur menjadi suatu masalah yang dapat menghasilkan korosi, seperti yang terjadi pada bagian komponen kapal yang

menggunakan baja karbon rendah. Dengan terjadinya korosi pada komponen kapal, yang mungkin disebabkan oleh perubahan temperatur dan peningkatan temperatur.

Korosi temperatur terjadi karena terjadinya perbedaan temperatur yang terus menerus sehingga menyebabkan komponen yang mengalaminya menjadi terkorosi. Adapun penyebab terjadinya korosi temperatur antara lain, perubahan temperatur dan peningkatan temperatur. Korosi temperatur ini bisa saja menyerang tembaga karena bahan tembaga banyak digunakan industri-industri untuk bahan yang berhubungan dengan temperatur tinggi. Seperti halnya yang terjadi pada korosi pada baja contohnya knalpot, kepala silinder, dan komponen-komponen lainnya.

Jenis - jenis korosi terdiri dari beberapa macam namun dalam penelitian ini, peneliti akan membahas jenis korosi perbedaan temperatur yang disebabkan oleh temperatur tinggi atau rendah sehingga menyebabkan terjadinya korosi pada komponen yang mengalami perlakuan seperti halnya pipa. Pada umumnya pipa sering mengalami korosi pada bagian luar, hal ini disebabkan karena terjadinya perbedaan temperatur yang mana menyebabkan laju korosi meningkat dengan terjadinya perbedaan temperatur.

Berdasarkan uraian diatas dapat disimpulkan bahwa temperatur mempengaruhi laju korosi logam, oleh sebab itu penulis tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul “ **Pengaruh Perbedaan Temperatur Terhadap Laju Korosi Pada Baja Karbon Rendah**” Di sini peneliti hanya meneliti tentang korosi yang disebabkan oleh perbedaan temperatur untuk

mengetahui ditemperatur manakah terjadinya peningkatan laju korosi (ditemperatur tinggi atau temperatur rendah).

B. Identifikasi Masalah

Adapun identifikasi masalah yang ditemukan dari pembahasan diatas, antara lain:

1. Baja merupakan bahan dasar yang digunakan untuk berbagai rekayasa teknik, namun kelemahan dari baja tersebut tidak tahan terhadap korosi.
2. Terjadinya perbedaan temperatur yang sering berganti - ganti, sehingga menyebabkan terjadinya korosi pada komponen - komponen seperti pipa industri, knalpot, rantai kendaraan dan lain-lain.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan masalah - masalah di atas, maka peneliti membatasi penelitian pada “Pengaruh Perbedaan Temperatur Terhadap Laju Korosi Pada Baja Karbon Rendah”.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah diatas, maka dalam penelitian ini dapat dirumuskan masalah sebagai berikut: Seberapa besar laju korosi baja karbon rendah akibat pengaruh perbedaan temperatur ?

E. Asumsi Penelitian

Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Bahan uji yang digunakan yaitu plat baja karbon rendah dengan ukuran 55mm x 40mm x 6mm.

2. Bahan yang akan di uji memiliki berat masing-masing 100 gram.
3. Temperatur dalam penelitian ini yaitu 30°C, 60°C, dan 90 °C dengan toleransi $\pm 5^{\circ}\text{C}$.
4. Alat ukur yang digunakan sudah distandarkan.

F. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perbedaan temperatur terhadap laju korosi pada baja karbon rendah.

G. Manfaat Penelitian

Adapun mamfaat yang diinginkan dalam penelitian ini adalah:

1. Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Progam Sarjana Pendidikan Teknik Otomotif di Jurusan Teknik Universitas Negeri Padang.
2. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengetahuan tentang karakteristik laju korosi pada baja karbon rendah.
3. Menambah pengetahuan peneliti tentang laju korosi pada baja karbon rendah akibat pengaruh perbedaan temperatur.
4. Dapat dijadikan sebagai sumber referensi bagi peneliti selanjutnya khususnya penelitian tentang laju korosi.

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Deskripsi Teori

1. Temperatur

Temperatur adalah tinggi rendahnya suhu pada suatu tempat. Menurut Trethewey (1991) “Temperatur sangat berpengaruh terhadap laju korosi, hal ini dinyatakan bahwa bahan - bahan yang terkorosi sering kali berhadapan dengan lingkungan yang temperaturnya sering mengalami perubahan”. Adapun pendapat lain yang dikemukakan oleh Sumantri (1999:28) menyatakan bahwa “ Dua daerah yang mempunyai temperatur yang berbeda mungkin mempunyai perbedaan potensial yang menyebabkan terjadinya perbedaan laju korosi”. Ada beberapa jenis temperatur, antara lain:

a. Temperatur udara

Temperatur udara merupakan tinggi rendahnya suhu yang berada pada udara. Temperatur udara berpengaruh terhadap peningkatan laju korosi pada material seperti baja, hal ini disebabkan karena perubahan temperatur berpengaruh terhadap kelembaban relatif dan dapat menyebabkan pengembunan titik embun. Jika temperatur turun lebih rendah dari titik embun, maka udara akan menjadi jenuh dengan uap air dan titik - titik air akan mengendap pada setiap permukaan yang cukup dingin, baik didalam maupun diluar. Menurut Trethewey (1991:229) menyatakan bahwa “Pada

umumnya, laju reaksi korosi meningkat hampir dua kali lipat setiap kali temperatur naik 10°C.”

b. Temperatur air

Temperatur air merupakan tinggi rendahnya suhu yang berada pada air, atau dapat juga diartikan panasnya suatu air.

2. Korosi

Menurut Trethewey (1991:38) “Korosi adalah penurunan mutu logam akibat reaksi elektrokimia dengan lingkungan sekitarnya”. Sedangkan pendapat lain menurut Daswarman (2013) “Korosi dapat dikatakan suatu proses pelapukan material, atau proses elektro kimia, mengacu pada istilah di atas, maka korosi tidak dapat dihilangkan, hanya mungkin dapat diminimalisir, dan tidak ada material yang tidak akan terkorosi, atau tidak ada material yang terhindar dari korosi”.

Korosi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi penurunan kekuatan konstruksi dan juga penurunan mutu ekonomis dari produk baik diakibatkan oleh keausan, reaksi kimia yang berbeda, perbedaan jenis logam yang berada pada elektrolit yang sama dan juga bisa disebabkan oleh perbedaan temperatur dan yang lain - lain. Faktor yang menyebabkan terjadinya korosi adalah faktor dalam baja dan faktor lingkungan. Penyebab terjadinya reaksi korosi antara lain: Anoda, katoda, tempat yang mengalir dari anoda ke katoda dan larutan elektrolit. Anoda adalah komponen yang terkorosi, sedangkan katoda adalah komponen material yang tidak terkorosi. Dalam hal ini yang akan

menjadi anoda yaitu baja karbon rendah, dan larutan elektrolitnya yaitu NaCl sebanyak 36 gr/L sebagai katoda.

Menurut Trethewey (1991:5) bahwa “Korosi sangat memboroskan sumber daya alam, seperti yang terjadi di Inggris, 1 ton baja diubah seluruhnya menjadi karat setiap 90 detik, korosi juga sangat mahal dari segi biaya, dan juga sangat tidak nyaman bagi manusia”. Hal tersebut jelas menyatakan bahwa korosi sangat merugikan manusia, baik dari segi ekonomi maupun teknis. Pada umumnya korosi tidak dapat dihentikan sama sekali karena merupakan sesuatu proses yang alami yang akan terjadi saat suatu logam yang kontak dengan lingkungannya. Tentunya hal ini akan mengakibatkan berkurangnya nilai material secara teknis, penurunan kualitas material akan menyebabkan berkurangnya umur pakai (*life time*) dari material tersebut, salah satunya adalah pada material baja yang banyak digunakan pada industri, transportasi, prasarana, sarana fisik dalam lingkungan. Selain itu sifat laju korosi juga sangat berpengaruh pada suhu atau yang dinamakan dengan temperatur udara, dimana temperatur udara yang terdapat pada lingkungan yang selalu berubah-ubah akan menimbulkan pengkaratan terhadap baja.

3. Klasifikasi Korosi

a. Korosi Temperatur Tinggi dan Temperatur Rendah

Pada temperatur tinggi walau bagaimanapun laju oksidasi logam-logam meningkat. Jadi, jika sebuah komponen rekayasa mengalami kontak langsung dengan lingkungan bertemperatur tinggi

untuk waktu yang lama, komponen itu mungkin jadi tidak berguna. (Trethewey,1991). Pada temperatur rendah dan basah, korosi terjadi dengan mekanisme reaksi elektrokimia yang membentuk reaksi oksidasi dan reaksi reduksi. Reaksi elektrokimia didefinisikan sebagai reaksi kimia yang melibatkan perpindahan electron dari anoda (-) ke katoda (+) dalam larutan elektrolit.

Pada umumnya logam-logam pada suhu tinggi sangat mudah rusak, karena adanya reaksi yang cepat dengan oksigen dari udara. Kecuali logam mulia yang mempunyai daya *affiniteit* yang sangat rendah terhadap oksigen, sehingga terbentuk lapisan oksida yang sangat tipis. Apabila dipanaskan maka oksida tersebut akan terurai kembali.

Pada logam-logam ringan kecuali alumunium, oksidanya tidak membentuk lapisan yang cukup kedap (tidak dapat tembus air), hingga pada suhu tinggi akan lebih mudah teroksidasi, sambil memancarkan cahaya (magnesium). Pada besi sebenarnya terjadi lapisan oksida yang merata dan kedap, tapi sering retak karena molekul oksida besi lebih besar dari besinya dan timbul dorongan sesamanya, dan oksigen dapat berdifusi lagi ke dalamnya, sehingga proses oksidasi dapat berlangsung lagi. Faktor penentuan terjadinya proses ini adalah suhu dan waktu, maka semakin tinggi suhu maka kecepatan oksidasi juga meningkat dengan cepat.

Penyebab karat suhu tinggi diperkirakan disebabkan oleh salah satu sifat oksida yang dominan yakni sifat elektro kimiawi pada suhu tinggi di samping sifat *fluxing* pada titik cairnya. Hal ini terbukti dengan terbentuknya Fe_3O_4 yang konduktif dan keropos (*porous/spongy*) yang jika dipenuhi dengan elektrolit cair akan menghasilkan sel karat yang terdiri dari Fe_3O_4 sebagai elektroda oksigen dan bahan dasar sebagai anoda. Laju oksidanya menjadi sangat tinggi melebihi oksidasi metal yang langsung berhubungan dengan oksigen, hal ini disebabkan oleh terjadinya migrasi ion-ion oksigen dan metal yang sangat cepat. Untuk mengupayakan agar logam baja tahan terhadap proses oksidasi, diperlukan logam pencampur seperti kromium. Dengan dicampurnya baja atau nikel dengan kromium dapat menaikkan ketahanan terhadap oksidasi.

b. Korosi Kering dan Korosi Basah

Banyak reaksi korosi dapat berlangsung di lingkungan yang dikatakan kering. Korosi dapat terjadi di udara karena kandungan uap air, serta bahan-bahan ionik cukup untuk menyebabkan korosi seperti logam direndam dalam air. Keberadaan air dan bahan ionik saling menunjang arus hanya dapat diangkut melalui air oleh ion-ion bebas, sementara air menyebabkan terurainya padatan ionik menjadi ion-ion bebas yang dibutuhkan. Sebagai contoh untuk menunjukan bahwa arus listrik mengalir dalam larutan hanya bila larutan itu mengandung ion-ion, misalnya larutan natrium klorida berpelarut air,

seandainya ion-ion tidak ada, seperti pada spiritus putih, atau hanya sedikit sekali pada air murni, aliran arus tidak ada dan karena itu aliran listrik tidak terbentuk.

Korosi basah terjadi ketika ada fasa cair yang terlibat dalam proses korosi. Korosi ini biasanya melibatkan larutan berair atau elektrolit. Contoh yang sering dijumpai adalah korosi besi karena berada dilingkungan berair. Korosi kering terjadi karena tidak adanya fasa cair atau fasa diatas titik embun dari lingkungan. Penyebab dari korosi ini adalah uap air dan gas yang ada di lingkungan sekitarnya. Pada korosi basah atau korosi berair, terjadi serangan elektrokimia karena adanya air dan dapat merusak permukaan metalik serta menjadi penyebab berbagai permasalahan diindustri. (Smallman, 1999)

4. Jenis-Jenis Korosi

- a. Korosi seragam (*uniform attack*), korosi yang terjadi pada permukaan logam akibat reaksi kimia karena pH air yang rendah dan udara yang lembab. Seperti pada gambar berikut :



Gambar 1. Korosi Seragam
Sumber: mechanicallengboy.wordpress.com

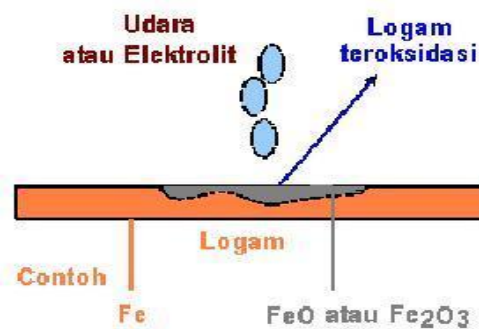
- b. Korosi perbedaan temperatur, pada umumnya laju reaksi korosi akan meningkat hampir dua kali lipat setiap kali temperatur naik 10°C .



Gambar 2. Korosi Perbedaan Temperatur

Sumber: locomotif.com

- c. Korosi udara, korosi yang disebabkan karena pertukaran temperatur udara yang menyebabkan kelembaban.

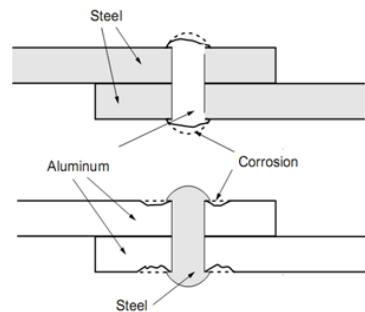


Gambar 3. Korosi Udara

Sumber: civicsolarf.com

- d. Korosi sumur (*Pitting Corrosion*), korosi yang disebabkan karena komposisi logam yang tidak homogen dimana pada daerah batas timbul korosi yang berbentuk sumur.
- e. Korosi erosi (*Erosion Corrosion*), korosi yang terjadi karena keausan.

- f. Korosi galvanik (*Galvanik Corrosion*), korosi yang terjadi karena adanya dua logam yang berbeda dalam satu elektrolit sehingga logam yang lebih anodic akan terkorosi, seperti gambar berikut:



Gambar 4. Korosi Galvanik
 Sumber: *mechanicallengboy.wordpress.com*

- g. Korosi tegangan (*Stess Corrosion*), korosi yan terjadi karena butiran logam berubah bentuk akibat logam mengalami perlakuan khusus.
- h. Korosi celah (*Crevice Corrosion*), korosi yang terjadi pada logam yang berdempetan dengan logam lain.



Gambar 5. Korosi Celah
 Sumber: *mechanicallengboy.wordpress.com*

- i. Korosi mikrobiologi, korosi yang terjadi karena microba, antara lain: bakteri, jamur, alga dan protozoa.

- j. Korosi lelah (*Fatigue Corrosion*), korosi yang terjadi karena logam mendapatkan beban siklus yang terus berulang sehingga semakin lama logam akan mengalami patah karena terjadi kelelahan logam.
- k. *Pitting corrosion*, yaitu korosi yang berbentuk lubang-lubang pada permukaan logam karena hancurnya film proteksi logam yang disebabkan oleh laju kecepatan korosi yang berbeda antara satu tempat dengan tempat yang lainnya pada permukaan logam tersebut.
- l. *Crevice corrosion*, yaitu korosi yang terjadi di sela sela gasket sambung bertindih, sekrup-sekrup atau kelingan yang terbentuk oleh kotoran-kotoran endapan atau timbul dari produk-produk karat.
- m. *Selective corrosion*, yaitu korosi yang berhubungan dengan melepasnya satu elemen dari campuran logam.
- n. Korosi atmosfer, korosi ini terjadi akibat proses elektrokimia antara dua bagian benda padat khususnya metal besi yang berbeda potensial dan langsung berhubungan dengan udara terbuka.
- o. Korosi arus liar, yaitu merasuknya arus searah secara tidak disengaja pada suatu konstruksi baja, yang kemudian meninggalkannya kembali menuju sumber arus. Prinsip serangan karat arus liar ini adalah merasuknya arus searah secara liar tidak sengaja pada suatu konstruksi baja, kemudian meninggalkannya kembali menuju sumber arus.

- p. Korosi pelarutan selektif, korosi pelarutan selektif ini meyangkut larutnya suatu komponen dari zat paduan yang biasa disebut pelarutan selektif. Zat komponen yang larut selalu bersifat anodic terhadap komponen yang lain. Walaupun secara visual tampak perubahan warna pada permukaan paduan namun tidak tampak adanya kehilangan materi berupa takik, Perubahan dimensi, retak atau alu
- q. Kerusakan akibat hidrogen (*Hydrogen damage*), kerusakan ini disebabkan karena serangan hydrogen yaitu reaksi antara hydrogen dengan karbida pada baja dan membentuk metana sehingga menyebabkan terjadinya dekarburasi, rongga, atau retak pada permukaan logam. Pada logam reaktif seperti titanium, magnesium, zirkonium dan vanadium, terbentuknya hidrida menyebabkan terjadinya penggetasan pada logam.
- r. *Dealloying*, adalah lepasnya unsur-unsur paduan yang lebih aktif (anodik) dari logam paduan, sebagai contoh : lepasnya unsur seng atau Zn pada kuningan (Cu -Zn) dan dikenal dengan istilah desulfidation.
- s. Korosi aliran (*Flow induced Corrosion*), korosi aliran digambarkan sebagai efek dari aliran terhadap terjadinya korosi. Meskipun mirip, antara korosi aliran dan korosi erosi adalah dua hal yang berbeda. Korosi aliran adalah

peningkatan laju korosi yang disebabkan oleh turbulensi fluida dan perpindahan massa akibat dari aliran fluida diatas permukaan logam.

5. Prinsip Dasar Elektrokimia Dari Korosi

Korosi pada suatu logam dapat berlangsung baik melalui reaksi kimia dan korosi elektrokimia. Perbedaan dasar antara reaksi kimia dan elektrokimia adalah pada reaksi kimia seluruh logam bereaksi dengan lingkungannya, yaitu tidak ada perpindahan muatan. Pada proses elektrokimia berlangsung melalui dua proses, yaitu reaksi anodik dan katodik. Anoda dan katoda bisa dari logam yang berbeda seperti pada korosi galvanik. (Sumantri, 1999)

a. Reaksi Kimia

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 sehingga membentuk lapisan oksidasi pada permukaannya.

Berkaratnya besi dan baja tidak dalam oksidasi yang sederhana, untuk itu diperlukan adanya udara dan air (udara lembab). Baja tidak akan berkarat pada udara yang kering dan juga pada air

murni, akan tetapi bila udara dan air bersama-sama, baja akan mengalami karat dengan cepat.

b. Reaksi Elektrokimia

Reaksi elektrokimia pada dasarnya merupakan reaksi 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 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.

Ada empat komponen yang harus terpenuhi agar reaksi elektrokimia dapat terjadi. Keempat komponen tersebut adalah:

1. Anoda

Anoda merupakan bagian dari logam yang berperan sebagai elektroda tempat terjadinya reaksi anodik. Reaksi anodik adalah reaksi yang menghasilkan electron dan melepaskan ion-ion positif ke larutan elektrolit.\

2. Katoda

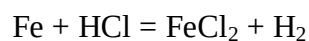
Katoda merupakan bagian logam yang berperan sebagai elektroda yang mengalami reaksi katodik dan menerima elektron dari anoda.

3. Elektrolit

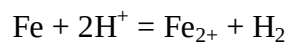
Elektrolit merupakan media yang kontak dengan permukaan logam baik bagian anoda maupun katoda. Media ini merupakan tempat terjadinya transfer ion-ion positif yang dihasilkan dari reaksi di anoda ke katoda. Media harus dapat menghantarkan arus listrik seperti air dan tanah.

4. Penghantar listrik

Agar arus listrik dapat mengalir di antara katoda dan anoda maka harus ada penghantar yang dapat mengalirkan arus listrik atau electron. Sifat elektrokimia dapat digambarkan oleh serangan korosi terhadap besi oleh asam HCl, yaitu reaksi yang berlangsung adalah:



Ion karbida tidak dilibatkan pada reaksi ini, persamaan reaksi diatas dapat dituliskan dalam bentuk sederhana sebagai berikut :



Besi bereaksi dengan ion hidrogen dari larutan asam HCl membentuk ion-ion besi dan gas hidrogen. Dengan demikian reaksi diatas dapat dibagi menjadi dua reaksi, yaitu :



Kedua reaksi di atas berlangsung secara bersamaan dengan laju reaksi yang sama pada permukaan.

Dapat disimpulkan bahwa selama korosi logam, laju oksidasi adalah sama dengan laju reduksi (produksi elektron sama dengan elektron yang dikonsumsi). Korosi terjadi melalui pembentukan sel elektrokimia dimana anoda terkorosi dan katoda diproteksi.

6. Laju Korosi

Perhitungan laju korosi merupakan salah satu cara yang digunakan untuk mengetahui kecepatan suatu material untuk terkorosi, sehingga waktu material tersebut mulai korosi dapat diprediksi. Laju korosi merupakan kecepatan rata-rata perubahan ketebalan atau berat dari logam yang mengalami korosi terhadap waktu melalui proses elektrokimia. (Threteway, 1991)

Ketahanan korosi dari suatu bahan dapat diukur dengan cara seperti kehilangan beratnya. Pengukuran laju korosi dengan kehilangan berat merupakan pengukuran laju korosi yang paling umum digunakan. Menurut Fontana (1987:173) perhitungan laju korosi dengan metoda kehilangan berat, dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\frac{\mu m}{yr} = 87600 \frac{W}{DAT} \qquad \frac{mm}{yr} = 87,6 \frac{W}{DAT}$$

Keterangan :

W	= Kehilangan berat (g)
D	= Massa jenis material (g/cm ³)
A	= Luas (cm ²)
T	= Lama pengujian (jam)

7. Baja

Baja adalah besi karbon campuran logam yang dapat berisi konsentrasi dari elemen campuran lainnya, ada ribuan campuran logam lainnya yang mempunyai perlakuan bahan dan komposisi berbeda. Sifat mekanis adalah sensitif kepada kandungan dari baja karbon, yang mana secara normal kurang dari 1,0%. sebagian dari baja digolongkan menurut konsentrasi karbon, yakni ke dalam rendah, medium dan jenis karbon tinggi.

a. Baja karbon

Menurut Wahyudin K dan Wahjoe Hidayat (1978: 46), baja karbon adalah paduan besi karbon dimana unsur karbon sangat menentukan sifat-sifatnya, sedangkan unsur-unsur paduan lainnya yang biasa terkandung di dalamnya terjadi karena proses pembuatannya. Sifat baja karbon ditentukan oleh persentase karbon. Selain oleh karbon sifat baja ditentukan pula oleh adanya unsur-unsur lain yang terpadu seperti mangan, silisium, pospor, dan belerang, yang umumnya berasal dari bahan-bahan seperti pengoksid, bahan bakar dan lain-lain. Terkandungnya gas-gas seperti O_2 , N_2 dan H_2 yang terjadi pada waktu proses pembuatan baja, juga bisa dipengaruhi sifat baja.

Pengaruh unsur silisium dan mangan akan mengurangi pengaruh buruk dan oksida besi, karena pada waktu proses pemurnian besi oksida tersebut dibebaskan oleh kedua unsur

tersebut. Kadar silisium dalam baja antara 0,35 – 0,4% dan mangan 0,5 – 0,8%. Belerang dan posfor memberikan pengaruh buruk terhadap sifat baja belerang menurunkan sifat mekanis, terutama menurunkan keliatan serta menyebabkan pengaruh tidak baik pada mampu las dan tahan karat pada baja. Kadar belerang berkisar antara 0,06 – 0,35%. Dengan adanya mangan, pengaruh buruk belerang akan berkurang.

Pospor menimbulkan perubahan struktur Kristal sehingga kekuatan tarik dan batas lumer meningkat, tetapi sifat plastis dan keliatannya sangat berkurang. Pospor menjadikan baja mejadi getas dingin. Kadar pospor dalam baja dibatasi antara 0,08 – 0,25%.

Pengaruh nitrogen, oksigen dan hydrogen akan menyebabkan turunnya kekuatan pukul dan batas kelelahan. Unsur-unsur ini merupakan kotoran berupa oksida-oksida, nitrida atau senyawa lainnya. Untuk membatasi unsur-unsur ini penuangan baja kadang dilakukan didalam vakum.

Berdasarkan jumlah kandungan karbon yang terdapat dalam baja, baja dikelompokkan kedalam tiga bagian, yaitu:

1) Baja Karbon Rendah (*low carbon steel*)

Baja ini disebut baja ringan (*mild steel*) atau baja perkakas, baja karbon rendah bukan baja yang keras, karena kandunga karbonnya rendah berkisar 0,05-0,30%.

Baja ini dapat dijadikan mur, baut, ulir sekrup, peralatan senjata, alat pengangkat presisi, batang tarik, perkakas silinder, dan penggunaan yang hampir sama (Hari Amanto dan Daryanto, 1999).

2) Baja Karbon Sedang (*medium carbon steel*)

Baja karbon sedang mengandung karbon 0,3-0,6% dan kandungan karbonnya memungkinkan baja untuk dikeraskan sebagian dengan pengerjaan panas (*heat treatment*) yang sesuai. Baja karbon sedang digunakan untuk sejumlah peralatan mesin seperti roda gigi otomotif, poros penghubung, poros engkol dan alat angkat presisi (Hari Amanto dan Daryanto, 1999).

3) Baja Karbon Tinggi (*hight carbon steel*)

Baja karbon tinggi mengandung karbon 0,6-1,5%, dibuat dengan cara digiling panas. Pembentukan baja ini dilakukan dengan cara menggerinda permukaannya, misalnya batang bor dan batang datar. Apabila baja ini digunakan untuk bahan produksi maka harus dikerjakan dalam keadaan panas dan digunakan untuk peralatan mesin-mesin berat, batang-batang pengontrol, alat-alat tangan seperti palu, obeng, tang, dan kunci mur, baja pelat, pegas kumparan dan sejumlah peralatan pertanian (Hari Amanto dan Daryanto, 1999).

b. Baja Paduan

Menurut Wahyudin K dan Wahjoe Hidayat (1978: 47), baja paduan adalah baja yang mengandung sebuah unsur lain atau lebih dengan kadar yang berlebih dari pada kadar biasanya dalam baja karbon. Unsur-unsur yang biasanya terdapat dalam baja karbon adalah C, Mn, Si, P dan S. untuk memperoleh sifat-sifat yang lebih baik maka kadar Mn atau Si ditambah, atau unsur-unsur lain seperti Cr, Ni, Mo, Co, Ti, W dan sebagainya. Dengan demikian selain memperbaiki sifat-sifat mekanisnya juga memperbaiki sifat tahan korosi, tahan suhu tinggi, tahan aus dan sifat-sifat listrik serta magnetiknya.

Unsur-unsur paduan yang dipakai dalam pembuatan baja paduan terdiri dari satu macam unsur atau lebih dengan kadarnya yang berbeda-beda, tergantung dari keperluan sehingga baja paduan menjadi banyak macam dan jenisnya.

Menurut kadar unsur paduan, baja paduan dapat dibagi dalam dua golongan yaitu baja paduan rendah dan baja paduan tinggi atau baja paduan khusus. Baja paduan rendah adalah baja yang sedikit mengandung unsur paduan dibawah 10%, sedangkan baja paduan tinggi dapat mengandung unsur paduan diatas 10%. Baja paduan rendah dapat dklasifikasikan sebagai berikut:

- 1) Baja paduan rendah kekuatan tinggi
- 2) Baja paduan rendah biasa

Baja paduan rendah berkekuatan tinggi mempunyai sifat mekanis dan tahan korosi yang lebih baik, dari pada baja paduan rendah biasa. Baja paduan rendah dibuat melalui proses pengerolan, baik dalam keadaan dilunakkan atau dinormalkan. Karena kadar karbonnya yang rendah baja ini relatif lunak dan liat, sehingga memudahkan dalam pembentukan dan pengelasan. Silisium, mangan, nikel, khrom ditambahkan dalam baja ini sebagai unsur paduan dengan jumlah total tidak melebihi 5%. Unsur ini membentuk larutan padat dengan ferit sehingga menambah kekuatan

Baja paduan rendah biasa umumnya mengandung paling sedikit 0,3% karbon yang dengan mudah baja dapat dikeraskan. Karena adanya unsur-unsur nikel, khrom, mangan dan molibdenum maka baja ini mempunyai sifat dapat dikeraskan yang baik. Bila dikeraskan dan ditemper sampai kekerasan tertentu atau bila mana seluruhnya berstruktur martensit, maka baja-baja macam ini mempunyai gejala yang menunjukkan sifat mekanis yang sama dengan baja karbon biasa yang berkadar karbon sama.

Menurut George Krauss (1989:), Baja merupakan logam *Allotropic: At atmospheric pressure* artinya baja lebih dari sekedar zat padat yang mengkristal tergantung pada temperaturnya. Pada suhu kurang dari 912 °C (1674 °F) berupa besi *alpha* (α). Pada suhu antara 912-1394 °C (1674-2541 °F) berupa besi *gamma* (γ). Pada suhu 1394-1538 °C (1674-2541 °F) merupakan besi delta (δ).

c. Perubahan Fasa Besi Karbon (Fe-C)

Dalam diagram fasa Fe-C terjadi beberapa perubahan fasa yaitu perubahan fasa *ferrite* (α -Fe), *austenite* (γ -Fe), sementit, perlit dan martensit.

1) Ferit atau Besi Alpha (α -Fe)

Ferit merupakan suatu larutan padat karbon dalam struktur besi murni yang memiliki struktur BCC dengan sifat lunak dan ulet. Fasa ferit mulai terbentuk pada temperatur antara 300 °C hingga mencapai temperatur 727 °C. kelarutan karbon pada fasa larutan padat lainnya. Saat fasa ferit terbentuk, kelarutan karbon dalam besi *alpha* hanyalah sekitar 0,02% C.

2) Austenite atau Besi Gamma (γ -Fe)

Fase austenit merupakan larutan padat intertisi antara karbon dan besi yang memiliki struktur FCC. Fasa austenit terbentuk antara temperatur 912 °C sampai dengan temperatur 1394 °C. kelarutan karbon pada saat berada pada fasa austenit lebih besar hingga mencapai kelarutan karbon sekitar 2,14% C.

3) Sementit atau Besi Karbida

Karbida besi adalah paduan besi karbon dimana pada kondisi ini karbon melebihi batas larutan sehingga membentuk fasa kedua atau karbida besi yang memiliki komposisi Fe_3C dan memiliki struktur kristal BCT. Karbida pada ferit akan meningkatkan kekerasan pada baja, hal ini dikarenakan sementit

memiliki sifat dasar yang sangat keras. Di fasa ini kelarutan karbon bisa mencapai 6.70% C pada temperatur dibawah 1400°C , akan tetapi baja ini bersifat getas.

4) Perlit

Perlit merupakan campuran antara ferit dan sementit yang berbentuk seperti pelat-pelat yang disusun secara bergantian antara sementit dan ferit. Fase perlit ini terbentuk pada saat kandungan karbon mencapai 0.76% C, besi pada fase perlit akan memiliki sifat yang keras, ulet dan kuat.

5) Martensit

Martensit adalah suatu fasa yang terjadi karena pendinginan yang sangat cepat sekali. Jenis masa martensit tergolong kedalam bentuk struktur kristal BCT. Pada fasa ini tidak terjadi proses difusi hal ini dikarenakan terjadinya pergerakan atom secara serentak dalam waktu yang sangat cepat sehingga atom yang tertinggal pada saat terjadi pergeseran akan tetap berada pada larutan padat. Besi yang berada pada fase martensit akan memiliki sifat yang kuat dan keras, akan tetapi besi ini juga bersifat getas dan rapuh.

Daswarman (2013:66) mengemukakan bahwa Baja karbon biasanya digolongkan menurut kandungan carbon yang dimilikinya, yaitu sebagai berikut:

- a. Baja karbon rendah (*mild steel*) yang terdiri daripada carbon 0,15% - 0,30%. Jika karbon terdiri dari kurang 0,15% misalnya 0,07 – 0,15 % maka baja disebut dead mild steel dan baja ini bersifat liat.
- b. Medium karbon steel (baja karbon rendah) yang mengandung carbon 0,30 – 0,80%. Sifatnya kenyal dari yang keras.
- c. Baja karbon tinggi yang terdiri dari kandungan carbon 0,80 – 1,50%. Sifatnya keras dan getas.

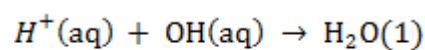
Pada penelitian ini bahan yang digunakan sebagai objek penelitian adalah baja karbon rendah. Alasan memilih baja karbon rendah karena jenis bahan ini paling banyak digunakan sebagai bahan konstruksi, selain itu baja karbon rendah merupakan baja yang sangat mudah diproduksikan antara baja karbon yang lainnya.

Baja jenis ini juga memiliki kekuatan dan ketangguhan yang tinggi, dalam penggunaannya baja jenis ini biasanya digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan struktur bangunan, kendaraan dan lain-lain. Berikut adalah beberapa contoh penerapan penggunaan baja karbon rendah:

- 1) Baja karbon rendah mengandung 0,04% C digunakan untuk plat dan pipa.
- 2) Baja karbon rendah mengandung 0,05% C digunakan untuk keperluan bodi kendaraan.
- 3) Baja karbon rendah mengandung 0,15% - 0,25% C digunakan untuk konstruksi dan jembatan.

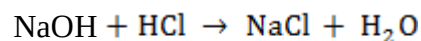
8. Zat Garam (NaCl)

Feni dkk. (2011: 19) menjelaskan bahwa zat garam (NaCl) terbentuk ketika asam dan basa bereaksi dan saling menetralkan satu sama lain sehingga sifat asam dan basa ion hydrogen dari asam dan ion hidroksida dari basa dalam reaksinya satu sama lain akan berbentuk air, seperti persamaan berikut:



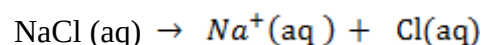
Asam Basa Air

Sebagai contoh pembentukan garam yang mudah kita temui sehari-hari natrium klorida (NaCl) atau garam dapur. Garam dapur ini terbentuk dari reaksi kimia natrium hidroksida (NaOH) dengan asam klorida (HCl) yang ditunjukkan oleh reaksi berikut:



Basa Asam Garam Air

Jika air diuapkan akan kita dapatkan garam NaCl berupa padatan berwarna putih. Jika dilarutkan dalam air maka terbentuk ion natrium (Na^+) dan ion klorida (Cl) dengan reaksi:



a. Asam

Kata asam berasal dari bahasa latin *acidus* yang berarti masam adalah zat (senyawa) yang menyebabkan rasa masam pada berbagai

materi. Asam dalam buku Unggul Sudarmono (2006: 138) juga dapat dibedakan menjadi dua bagian:

1) Asam kuat

Asam kuat merupakan asam yang dianggap terionisasi sempurna dalam larutannya. Sehingga dapat mengganggu kesetimbangan air.

2) Asam lemah

Asam lemah merupakan asam yang hanya sebagian kecil yang dapat terionisasi. Oleh karena itu sedikit terionisasi berarti dalam larutan asam lemah terjadi kesetimbangan reaksi antara ion yang dihasilkan asam tersebut dengan molekul asam yang terlarut dalam air.

b. Basa

Pengertian basa menurut Unggul Sudarmono (2006: 139) yaitu suatu senyawa yang didalam air (larutan) dapat menghasilkan ion (OH^-) didalamnya. Basa juga dapat dibedakan atas dua bagian:

1) Basa kuat

Basa kuat seperti halnya dengan asam kuat, yaitu basa yang dianggap terionisasi sempurna dalam larutannya. Basa kuat akan mengakibatkan kesetimbangan air bergeser kekanan karena adanya ion OH^- yang berasal dari basa yang terlarut tersebut.

2) Basa lemah

Basa lemah sama dengan halnya asam lemah, basa lemah hanya sebagian kecil basa yang mengalami ionisasi, sehingga reaksi ionisasi basa lemah merupakan reaksi kesetimbangan.

c. Garam

Menurut Unggul Sudarmono (2006: 196-198) jika garam ditinjau dari asam dan basa pembentukannya maka ada 4 jenis garam yaitu:

1) Garam yang terbentuk dari asam lemah dan basa kuat

Bila dilarutkan dalam air menghasilkan anion yang berasal dari asam lemah. Dengan kata lain apabila garam terbentuk dari asam lemah dan basa kuat maka akan terhidrolisis sebagian dan bersifat basa.

2) Garam terbentuk dari asam kuat dan basa lemah

Garam yang terbuat dari asam kuat dan basa lemah apabila dilarutkan ke dalam air akan menghasilkan kation yang berasal dari basa lemah. Jadi apabila garam terbentuk dari asam kuat dan basa lemah maka akan terhidrolisis total.

3) Garam terbentuk dari asam lemah dan basa lemah

Garam yang terbentuk dari asam lemah dan basa lemah bila dilarutkan ke dalam air terhidrolisis dan kedua ion tersebut bereaksi dengan air akan terhidrolisis total.

4) Garam terbentuk dari asam kuat dan basa kuat

Ion-ion yang dihasilkan dari ionisasi yang berasal dari asam kuat dan basa kuat tidak ada yang bereaksi dengan air, sebab ion-ion yang bereaksi akan segera terionisasi kembali secara sempurna. Apabila garam terbentuk dari asam kuat dan basa kuat maka tidak akan terhidrilisasi sehingga larutan akan bersifat netral dan akan membentuk Natrium klorida (NaCl)

Trethewey (1991) mengemukakan bahwa 36 gr/L garam yang dilarutkan dalam air tawar menyerupai air laut. sebagaimana yang kita ketahui zat korosif yang paling banyak terdapat yakni di laut. oleh karena itu peneliti menggunakan 36 gr/L zat garam sebagai percepatan pertumbuhan laju korosi.

B. Penelitian Yang Relevan

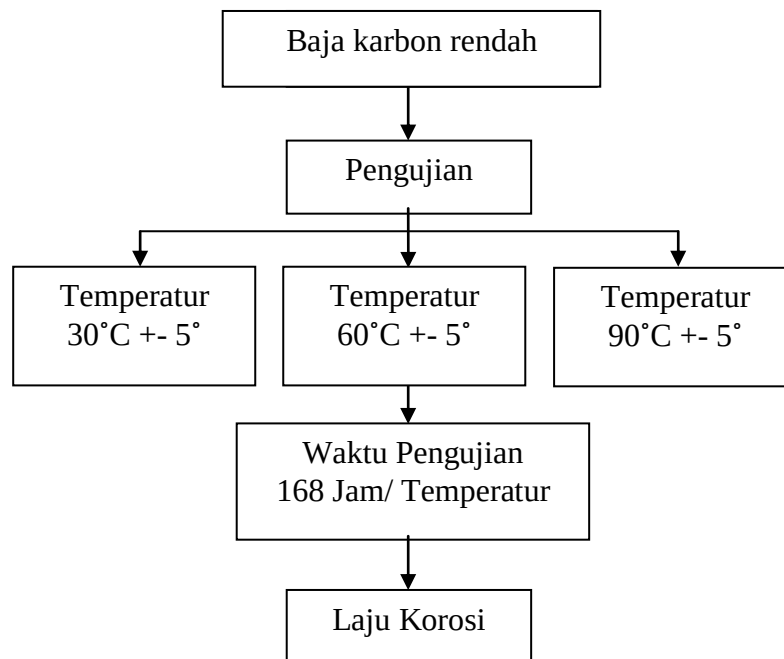
1. Rahman Hadi (2012), dengan judul “ Studi Laju Korosi Galvanik Pada Pipa Distribusi Air Minum”. Menyimpulkan bahwa pada metoda proteksi laju korosi semakin menurun.
2. Rio Denny Fatresa (2013), dengan judul “ Laju Korosi Akibat Perbedaan Potensial Pada Pipa Galvanis Dan Kuningan Dalam Larutan Elektrolit NaCl”. Menyimpulkan bahwa terjadinya korosi pada pipa galvanis dan kuningan dalam larutan NaCl.

C. Kerangka Konseptual

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan temperatur terhadap laju korosi pada baja karbon rendah, dan juga untuk mengetahui di temperatur manakah terjadi peningkatan laju korosi pada baja karbon rendah yang direndam pada larutan NaCl. Baja karbon rendah yang sama diberi temperatur yang berbeda, dan kemudian diberi waktu pengujian yang sama pula. Guna mengetahui kehilangan berat (kecepatan laju korosi) dilakukan penimbangan spesimen tahap dua.

Baja karbon rendah (spesimen uji) direndam dalam larutan NaCl sebanyak 36 gr/L selama 186 jam, 186 jam merupakan satu minggu penuh, sebagai mana yang kita ketahui dalam 1 tahun terdapat kurang lebih 52 minggu atau sekitar 8736 jam, dengan demikian secara hitungan matematis kita bisa menduga atau memprediksi berapa laju korosi pada baja karbon rendah dalam larutan NaCl 36/L selama satu tahun.

Kemudian tiap-tiap spesimen uji akan diberi temperatur, 30°C, 60°C, dan 90°C dengan toleransi $\pm 5^\circ$. Setelah adanya perlakuan perbedaan temperatur pada tiap spesimen akan terjadi peningkatan kelembaban, sehingga mengakibatkan kehilangan berat pada spesimen (laju korosi). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar kerangka konseptual berikut:



Gambar 6. Kerangka Konseptual

D. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan kajian teori dan kerangka konseptual, maka dapat diambil pertanyaan penelitian, yaitu seberapa besar laju korosi baja karbon rendah akibat pengaruh perbedaan temperatur ?

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Perbedaan temperatur mempengaruhi laju korosi baja karbon rendah , semakin tinggi temperatur semakin tinggi pula laju korosi serta mengalami perubahan penampilan fisik dari baja karbon rendah tersebut..

Dengan melakukan pengujian spesimen uji selama 7 hari (168 jam) pada temperatur 30°C laju korosinya adalah 0,566 $\mu\text{m/year}$, temperatur 60°C laju korosinya adalah 0,688 $\mu\text{m/year}$, dan pada temperatur 90°C laju korosinya adalah 0,4564 $\mu\text{m/year}$.

B. Saran

Sesuai dengan hasil penelitian ini, disarankan beberapa hal sebagaiberikut:

1. Dalam pemakaian baja karbon rendah perlu memperhatikan temperatur di tempat penggunaannya sebagai upaya untuk mencegah terjadinya laju korosi lebih tinggi sehingga dapat memperpanjang jangka waktu pemakainya.
2. Dalam melakukan penelitian atau pengujian pengaruh perbedaan temperatur terhadap laju korosi sebaiknya memiliki kelengkapan alat yang memadai dan presisi agar mendapatkan hasil penelitian yang lebih akurat.
3. Perlu diadakannya penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh perbedaan temperatur terhadap lajukorosi pada baja karbon rendah dalam larutan NaCl.

DAFTAR PUSTAKA

- Amanto, Hari dan Daryanto. (2003). *Ilmu Bahan*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Daswarman. (2013). *Material Teknik Otomotif Bahan Ajar Teknik Otomotif*. Padang: UNP.
- Feni, dkk.(2011). *Asam Basa dan Garam*. Bandung: UPI
- Fontana M G. (1987) *Corrosion Engineering* New York. McGraw-Hill Book Company
- George Krauss. (1989). *Steels: Heat Treatment and Processing Principles, ASM International*. United States Of America.
- Guttmaan V, Merz (1981) *corrosion and mechanical stress at high temperatures*. Applied science. Jakarta: Rineka Ciputra.
- Siregar Syofian. (2013). *Statistik Parametrik Untuk Penelitian Kuantitatif*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Smallman, R.E. dan Bishop. R.J. (1999). *Metalurgi Fisik Modern & Rekayasa Material*. Edisi Keenam. Jakarta: Erlangga.
- Sugiyono. (2008). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Suharsimi Arikunto. (2006). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*
- Sumantri. (1999). *Korosi*. Padang: DIP Proyek UNP.
- Trethewey, K.R., & J. Chamberlain, (1991). *Korosi Untuk Mahasiswa dan Rekayasawan*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Unggul Sudarmono. (2006). *Kimia Untuk Kelas XI*. Jakarta: Phibeta Aneka Gama
- Wahyudin K dan Wahjoe Hidayat. (1978). *Pengetahuan Logam 2*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.