

## ANALISIS LAJU KOROSI BAJA KARBON ST 60 TERHADAP LARUTAN HIDROGEN KLORIDA (HCl) DAN LARUTAN NATRIUM HIDROKSIDA (NaOH)

Muhamad Rusdi Wildanurdi Khasibudin  
Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Majapahit

Contact Person :

Email : [Rusdii141196@gmail.com](mailto:Rusdii141196@gmail.com)

### ABSTRACT

Corrosion is the damage of metal material caused by a reaction between metal and its environment which produces metal oxides, metal sulfides or other reactions which are better known as rusting. This research is using experimental method. The object of the study used carbon steel plate st 60 with a specimen size of 28 mm x 18 mm x 3 mm. Using the specimen immersion method in a test container with a volume of 50 ml from each test container. For immersion in HCl solution with pH 2 the greatest corrosion rate was 22.903 mmpy. Whereas for immersion in NaOH solution with pH 13 the biggest corrosion rate was 0.036 mmpy. For immersion in HCl solution and NaOH solution the greatest corrosion rate occurred on day 2 when testing with HCl solution and the greatest corrosion rate on the 3rd day when testing with NaOH solution. While the smallest corrosion rate of 12,785 mmpy was tested using HCl solution occurred on the 4th day of testing and the smallest corrosion rate of 0,032 mmpy which was tested using NaOH solution occurred on day 1 of the test. Time and pH affect the corrosion rate. The greatest corrosion rate occurs at acidic pH.

*Keywords : Corrosion, St 60, HCl, NaOH.*

### ABSTRAK

Korosi merupakan kerusakan material logam yang disebabkan reaksi antara logam dengan lingkungannya yang menghasilkan oksida logam, sulfida logam atau hasil reaksi lainnya yang lebih dikenal sebagai pengkaratan. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Objek penelitian menggunakan plat baja karbon st 60 dengan ukuran spesimen 28 mm x 18 mm x 3 mm. Menggunakan metode perendaman spesimen dalam wadah uji dengan volume 50 ml dari setiap wadah uji. Untuk perendaman dalam larutan HCl dengan pH 2 laju korosi terbesarnya adalah 22,903 mmpy. Sedangkan untuk perendaman dalam larutan NaOH dengan pH 13 laju korosi terbesarnya adalah 0,036 mmpy. Untuk perendaman dalam larutan HCl dan larutan NaOH laju korosi terbesarnya terjadi pada hari ke 2 saat pengujian dengan larutan HCl dan laju korosi terbesarnya pada hari ke 3 saat pengujian dengan larutan NaOH. Sedangkan laju korosi terkecil sebesar 12,785 mmpy yang di uji menggunakan larutan HCl terjadi pada hari ke 4 pengujian dan laju korosi terkecil sebesar 0,032 mmpy yang di uji menggunakan larutan NaOH terjadi pada hari ke 1 pengujian. Waktu dan pH berpengaruh terhadap laju korosi. Laju korosi terbesar terjadi pada pH asam.

*Kata kunci : Korosi, St 60, HCl, NaOH.*

### 1. PENDAHULUAN

Kebutuhan hidup manusia semakin lama semakin kompleks

dan semakin berkembang. Begitu juga dengan kebutuhan akan sarana dan prasarana fisik seperti rumah, jembatan, gedung, pabrik, industri,

pertambangan dan lain-lain, yang dalam penggunaannya material yang tahan dan layak terhadap berbagai kondisi sebagai bahan baku bangunan menjadi tolak ukur yang penting. Salah satu material yang akan dipilih adalah material yang berasal dari logam paduan dan diantara logam paduan yang sering digunakan adalah baja karbon. Baja merupakan suatu material yang banyak dijumpai dan banyak digunakan sebagai logam konstruksi dan pemilihan elemen mesin. Sebagai salah satu contoh pada dunia industri yang menggunakan peralatan-peralatan berat seperti katrol, ketel uap, pipa-pipa saluran (air dan minyak).

Korosi merupakan fenomena alamiah yang terjadi pada material logam, dimana korosi merupakan proses kerusakan material karena reaksi kimia atau elektrokimia dengan lingkungannya. Lingkungan yang dimaksud dapat berupa lingkungan asam, udara, embun, air tawar, air laut, air danau, air sungai dan air tanah. Sama halnya dengan dengan tulang manusia yang menjadi rapuh karena penuaan, logam yang terkorosi juga menjadi rapuh akibat proses perkaratan. Akibat kerusakan yang ditimbulkan korosi tersebut, maka dapat diperkirakan secara kasar bahwa biaya penanggulangan korosi mencapai 1,5 % dari (Pattireuw : 2013), maka dapat dibayangkan besarnya biaya yang harus dikeluarkan untuk penanggulangan korosi tersebut.

Baja karbon merupakan logam yang sering dipakai dalam sarana kehidupan manusia maupun industri, yang mudah terserang oleh korosi dan material ini dipilih karena relatif mudah didapatkan. Pada penelitian tugas akhir ini, yang akan dibahas tentang analisis laju korosi baja karbon st 60 terhadap larutan

Hidrogen Klorida (HCl) dan larutan Natrium Hidroksida (NaOH).

Berdasarkan latar belakang penelitian diatas, maka penelitian bertujuan sebagai berikut :

1. Membandingkan korosi yang terjadi pada baja karbon st 60 dari segi fisik sebelum dan sesudah diuji dengan larutan HCl dan larutan NaOH.
2. Melihat perbedaan baja karbon st 60 dari segi berat awal samapai berat akhir dan laju korosi yang terjadi pada baja karbon st 60 yang sudah diuji korosi.

Dari tujuan penelitian tersebut maka dapat dirumuskan masalah yaitu sebagai berikut :

1. Seperti apa perbedaan baja karbon st 60 sebelum dan sesudah diuji korosi dengan menggunakan larutan HCl dan NaOH ?
2. Bagaimana pengaruh waktu perendaman terhadap laju korosi yang terjadi pada baja karbon st 60 yang di uji menggunakan larutan HCl dan NaOH ?

Disamping itu agar ruang lingkup permasalahan dalam penelitian ini tidak meluas, maka penelitian dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

1. Larutan yang digunakan adalah larutan HCl (pH asam kuat) dan larutan NaOH (pH basa kuat).
2. Material baja karbon yang digunakan adalah baja karbon medium jenis st 60.

Baja adalah logam paduan dengan besi sebagai unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Kandungan karbon dalam baja berkisar antara 0.2% hingga 2.1% berat sesuai ukurannya. Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur penguat dengan mencegah dislokasi pada kisi kristal atom besi. Unsur paduan lain yang biasa ditambahkan selain karbon

adalah Mangan, Krom, Vanadium dan Tungsten. Dengan memvariasikan kandungan karbon dan unsur paduan lainnya, berbagai jenis kualitas baja bisa didapatkan. Penambahan kandungan karbon pada baja dapat meningkatkan kekerasan dan kekuatan tariknya, namun disisi lain membuatnya menjadi getas serta menurunkan keuletannya (Amanto dan Daryanto; 1999).

Baja merupakan logam yang paling banyak digunakan dalam bidang teknik. Baja dalam pencetakannya biasanya berbentuk plat, lembaran, batangan, pipa, profil, dan sebagainya. Baja karbon dapat diklasifikasikan berdasarkan kandungan karbonnya. Baja karbon terdiri atas tiga macam yaitu, baja karbon rendah, sedang dan tinggi.

Larutan hidrogen klorida ( HCl ) adalah cairan kimia yang sangat korosif, berbau menyengat dan sangat iritatif dan beracun, larutan HCl termasuk bahan kimia berbahaya atau B3. Bahaya terhadap kesehatan tergantung pada konsentrasi larutannya, < 5% bersifat iritan lemah, 5 – 10% bersifat iritan kuat, > 10 % bersifat korosif (Mulyono; 2006).

Natrium hidroksida mengandung tidak kurang dari 95,0% dan tidak lebih dari 100,3% alkali jumlah, dihitung sebagai NaOH, mengandung Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> tidak lebih dari 3%. Sifat kimia dari NaOH yaitu sangat mudah menyerap gas CO<sub>2</sub>, senyawa ini sangat mudah larut dalam air. NaOH merupakan larutan basa kuat, bersifat sangat korosif terhadap jaringan organik, tidak berbau (Mulyono; 2006).

Korosi merupakan penurunan mutu logam akibat adanya reaksi elektrokimia antara logam dengan lingkungannya. Korosi diawali dengan reaksi hidrolisis yang

mengakibatkan keasaman meningkat. Pada reaksi tersebut molekul air pecah menjadi ion H<sup>+</sup> dan OH<sup>-</sup>. Ion OH<sup>-</sup> berikatan dengan besi (Fe) membentuk Besi II Oksida (Fe(OH)<sub>2</sub>) dan kemudian teroksidasi membentuk besi III oksida (Fe(OH)<sub>3</sub>) yang menghasilkan endapan berwarna merah atau karat (Thretewey and Chamberlein; 1991).

Terdapat dua faktor yang mempengaruhi korosi yaitu jenis bahan (logam) dan lingkungan. Jenis bahan meliputi kemurnian bahan, struktur bahan, bentuk kristal, dan unsur yang terkandung dalam bahan. Baja merupakan logam transisi yang cenderung membentuk ion atau senyawa kompleks (Wahyuni dkk; 2013). Lingkungan dapat berasal dari udara, air, tanah, dan zat-zat kimia seperti asam. Selain itu, korosi juga dipengaruhi oleh pH, temperatur, ataupun bakteri pereduksi (Fontana, 1987). Kerusakan yang disebabkan karena adanya korosi dapat berupa oksida logam, kerusakan permukaan logam secara morfologi, perubahan sifat mekanis, dan perubahan sifat kimia (Muzkantri dan Kusumawati; 2015). Korosi dapat berjalan cepat ataupun lambat bergantung pada medium pengkorosifnya (Fontana; 1987).

Berdasarkan bentuk kerusakan yang dihasilkan, penyebab korosi, lingkungan tempat terjadinya korosi, maupun jenis material yang diserang, korosi terbagi menjadi, diantaranya adalah (Utomo; 2009) :

1. *Uniform Corrosion* (Korosi Menyeluruh).
2. *Galvanic Corrosion* (Korosi Galvanik).
3. *Crevice Corrosion* (Korosi Celah).
4. *Pitting Corrosion* (Korosi Sumuran).
5. *Stress Corrosion Cracking* (SCC).
6. *Errosion Corrosion* (Korosi Erosi).
7. Korosi Mikroba.
8. *Fatigue Corrosion* (Korosi Lelah).

Beberapa faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi proses korosi antara lain, yaitu :

1. Suhu

Suhu merupakan faktor penting dalam proses terjadinya korosi, di mana Kenaikan suhu akan menyebabkan bertambahnya kecepatan reaksi korosi. Hal ini terjadi karena makin tinggi suhu maka energi kinetik dari partikel-partikel yang bereaksi akan meningkat sehingga melampaui besarnya harga energi aktivasi dan akibatnya laju kecepatan reaksi (korosi) juga akan makin cepat, begitu juga sebaliknya. (Fogler; 1992).

2. Kecepatan Alir Fluida atau Kecepatan Pengadukan

Laju korosi cenderung bertambah jika laju atau kecepatan aliran fluida bertambah besar. Hal ini karena kontak antara zat pereaksi dan logam akan semakin besar sehingga ion-ion logam akan makin banyak yang lepas sehingga logam akan mengalami kerapuhan (korosi). (Kirk Othmer; 1965).

3. Konsentrasi Bahan Korosif

Hal ini berhubungan dengan pH atau keasaman dan kebasaan suatu larutan. Larutan yang bersifat asam sangat korosif terhadap logam dimana logam yang berada didalam media larutan asam akan lebih cepat terkorosi karena merupakan reaksi anoda. Sedangkan larutan yang bersifat basa dapat menyebabkan korosi pada reaksi katodanya karena reaksi katoda selalu serentak dengan reaksi anoda (Djaprie; 1995).

4. Oksigen

Adanya oksigen yang terdapat di dalam udara dapat bersentuhan dengan permukaan logam yang lembab. Sehingga kemungkinan menjadi korosi lebih besar. Di dalam air (lingkungan terbuka), adanya

oksigen menyebabkan korosi (Djaprie;1995).

5. Waktu Kontak

Dalam proses terjadinya korosi, laju reaksi sangat berkaitan erat dengan waktu. Pada dasarnya semakin lama waktu logam berinteraksi dengan lingkungan korosif maka semakin tinggi tingkat korosifitasnya. Kemampuan inhibitor untuk melindungi logam dari korosi akan hilang atau habis pada waktu tertentu, hal itu dikarenakan semakin lama waktunya maka inhibitor akan semakin habis terserang oleh larutan. (Uhlrig; 1958).

Laju korosi merupakan kecepatan merambatnya proses korosi terhadap waktu pada suatu material. Secara eksperimen, laju korosi dapat diukur menggunakan beberapa metode yaitu, metode pengurangan massa, metode elektrokimia, dan metode perubahan tahanan listrik (Yusuf; 2008). Metode pengurangan berat merupakan metode pengukuran laju korosi paling sederhana. Massa sampel sebelum dan setelah dilakukan uji ditimbang untuk mengetahui selisih massanya (Kumar; 2014). Menurut (ASTM International 2005) perhitungan laju korosi dengan metode pengurangan berat dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Laju korosi} = \frac{K \cdot W}{D \cdot A \cdot T} \text{ mmpy}$$

K = konstanta laju korosi ( $3,45 \times 10^4$ ) (mmpy).

W = kehilangan berat sampel (gr).

D = berat jenis sampel ( $\text{gr/cm}^3$ ).

A = luas permukaan sampel ( $\text{cm}^2$ ).

T = variasi waktu pencelupan (jam).

Tabel 1.1 Konstanta perhitungan laju korosi berdasarkan satuannya (Bunga; 2008)

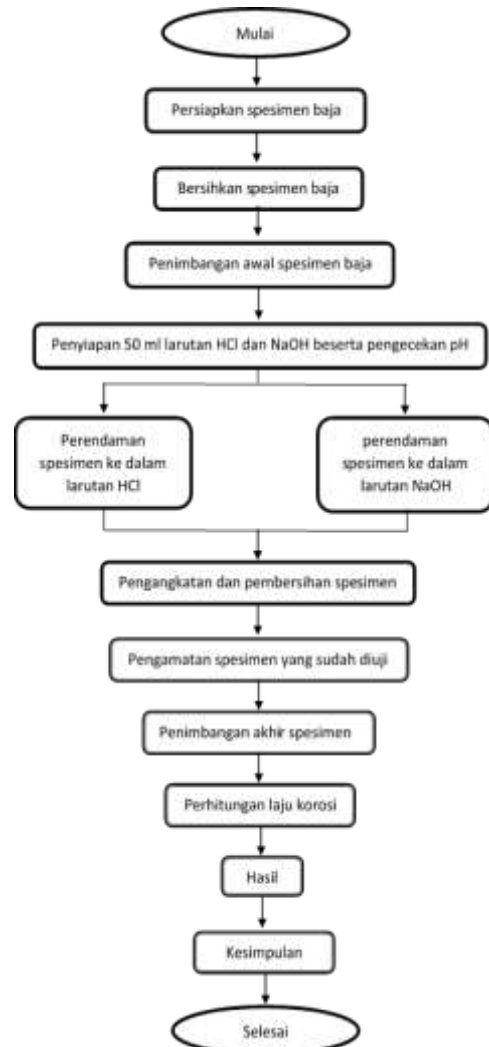
Satuan Laju Korosi / Corrosion Rate	Konstanta
Mils per year (mpy)	$3,45 \times 10^6$
Inches per year (ipy)	$3,45 \times 10^4$
Milimeters per year (mm/y)	$8,76 \times 10^4$
Micrometers per year ( $\mu\text{m}/\text{y}$ )	$8,76 \times 10^1$

Tabel 1.2 Konversi perhitungan laju korosi ditunjukkan (Bunga; 2008)

	$\text{mA cm}^{-2}$	$\text{mm year}^{-1}$	mpy	$\text{g m}^{-2} \text{day}^{-1}$
$\text{mA cm}^{-2}$	1	11,6	456	249
$\text{mm year}^{-1}$	0,0863	1	39,4	21,6
Mpy	0,00219	0,0254	1	0,547
$\text{g m}^{-2} \text{day}^{-1}$	0,00401	0,0463	1,83	1

## 2. METODE

Rancangan penelitian skripsi ini dimulai dengan tahap – tahap sabagai berikut, diagram alir penelitian ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.2 Diagram alir penelitian

Beberapa alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Alat :
  - a. Gelas atau tempat pengujian digunakan untuk tempat pengujian spesimen.
  - b. Gerinda tangan digunakan untuk memotong spesimen.
  - c. Amplas digunakan membersihkan spesimen awal sebelum diuji korosi dari kerak dan kotoran yang menempel.
- 2) Bahan :
  - a. Spesimen baja karbon st 60 dengan ukuran panjang 28 mm, lebar 18 mm, dan tinggi 3 mm.
  - b. Larutan hidrogen klorida (HCl) dengan pH 2.

- c. Larutan natrium hidroksida (NaOH) dengan pH 13.
- d. Alkohol digunakan untuk membersihkan spesimen awal sebelum diuji korosi.
- e. Air aquades digunakan membilas spesimen yang sudah diuji.

Beberapa instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Timbangan digital digunakan untuk menimbang berat awal sampel sebelum proses uji rendam dan berat akhir sampel setelah proses uji rendam.
- b. kertas pH meter digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaaan yang dimiliki oleh suatu larutan.
- c. Penggaris digunakan untuk mengukur spesimen.
- d. Stopwatch digunakan untuk membantu menghitung waktu perendaman sampel.

Berikut beberapa prosuder penelitian yang berkaitan di diagram alir penelitian.

#### 1. Persiapan Penelitian

Sebelum melakukan penelitian perlu dipersiapkan sebagai berikut :

- a. Persiapan bahan
- b. Persiapan alat-alat.

#### 2. Pembuatan Spesimen

Pembuatan spesimen dilakukan sebelum perendaman dimulai yang nantinya akan di analisa laju korosinya. Pembuatan spesimen disini maksudnya proses pembentukan spesimen yang akan dipotong sesuai ukuran yang ditentukan. Langkah-langkahnya sebagai berikut :

- a. Bahan dipotong berbentuk lempengan dengan ukuran panjang 28 mm, lebar 18 mm, dan tinggi 3 mm.
- b. Setelah bahan yang sudah terbentuk selanjutnya dirapikan dan dibersihkan permukaan

maupun samping spesimen dengan diampas sampai halus.

#### 3. Pembersihan spesimen awal

Spesimen yang telah diampas kemudian dibersihkan dengan cairan alkohol dengan cara membasahi tissu atau kapas kemudian menggosokkan keseluruhan permukaan maupun samping spesimen sampai bersih.

#### 4. Proses Penimbangan

Berat Awal Spesimen Sebelum spesimen direndam dalam larutan HCl dan larutan NaOH perlu dilakukan proses penimbangan berat awal spesimen. Tujuannya untuk mengetahui perbedaan sebelum dan sesudah dilakukan perendaman.

#### 5. Menentukan Volume

Uji rendam akan menggunakan 50 ml tiap – tiap wadah pengujian dimana keseluruhan spesimen akan terendam dalam larutan. Berdasarkan (ASTM G31-72 2004) volume minimum medium korosif adalah  $(0,2 - 0,4 \text{ ml/mm}^2) \times (\text{luas permukaan sampel})$ . Sehingga, pada penelitian ini volume larutan yang digunakan adalah 50 ml/sampel.

#### 6. Pengangkatan Spesimen

Pengangkatan spesimen dari uji rendam, selanjutnya dilakukan proses pickling pada spesimen yang mengalami korosi selama uji rendam. Proses pickling adalah sebagai berikut :

- a. Keluarkan spesimen dari wadahnya.
- b. Cuci spesimen dengan aquades hingga larutan HCl dan NaOH hilang dari spesimen.
- c. Kemudian dibiarkan mongering selama  $\pm 15$  menit.

#### 7. Pengamatan Fisik Spesimen

Setelah kering spesimen dilakukan pengamatan fisik guna melihat perbedaan dari spesimen yang belum terkorosi dan spesimen yang sudah terkorosi.

#### 8. Spesimen ditimbang

Spesimen ditimbang dengan menggunakan timbangan elektrik untuk mengetahui berat akhir setelah proses perendaman dan selanjutnya dilakukan perhitungan laju korosi dengan rumus (ASTM International 2005) sebagai berikut :

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

Dalam pengolahan data dalam penelitian dapat dijabarkan sebagai berikut :

#### 1. Metode Eksperimen

Penelitian ini dipoleh dengan cara melakukan percobaan terhadap objek yang akan diteliti dan mencatat data-data yang diperlukan. Data-data yang diperlukan adalah segi fisik spesimen, nilai khilangan berat spesimen, nilai laju korosi terhadap variasi waktu dan pH larutan HCl maupun NaOH. Dalam pengolahan data penelitian yang dilakukan ada 2 cara pengolahan datanya yaitu :

- a. Dari pengamatan segi fisik spesimen baja karbon sebelum dan sesudah mengalami korosi.
  - b. Dari berat awal sampai akhir dan laju korosi pada spesimen baja karbon.
- #### 2. Metode Kehilangan Berat (berdasarkan ASTM G31-72)

Berdasarkan ASTM G31-72, untuk mengukur laju korosi terdapat dua metode yang digunakan untuk menghitungnya, kedua metode tersebut adalah dengan menggunakan metode kehilangan berat (*weight loss*) dan metode polarisasi. Dalam penelitian ini pengukuran laju korosi yang digunakan ialah metode kehilangan berat. Metode kehilangan berat adalah metode pengukuran laju korosi yang paling banyak digunakan. Sampel ditempatkan di dalam sistem pengujian dan dibiarkan untuk terkorosi. Setelah itu dihitung laju korosinya melalui

kehilangan berat yang terjadi pada sampel.

#### 3. Metode Literatur

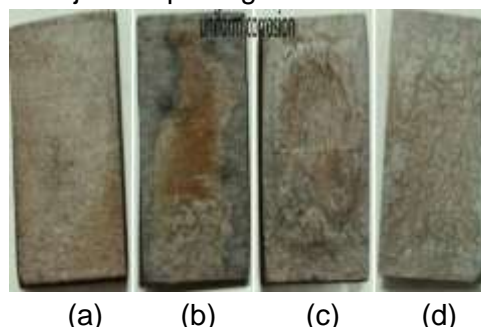
Dalam metode literatur ini dilakukan pengumpulan data berupa teori, gambar dan tabel yang diperoleh dari buku-buku dan jurnal yang berkaitan dengan penelitian ini.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian untuk material baja karbon st 60 pada larutan HCl dan larutan NaOH dilakukan 2 penelitian sebagai berikut:

#### 1. Hasil penelitian fisik spesimen.

Dari hasil penelitian fisik dimana terjadinya korosi pada baja karbon st 60 dalam larutan HCl (pH asam kuat) dan larutan NaOH (pH basa kuat), dapat dilihat pada gambar-gambar spesimen sebelum korosi dan spesimen yang sudah terkorosi. Berikut ialah spesimen baja karbon "a" (pengujian 1 hari), "b" (pengujian 2 hari), "c" (pengujian 3 hari) dan "d" (pengujian 4 hari) sesudah diuji menggunakan larutan HCl ditunjukkan pada gambar 3.2.

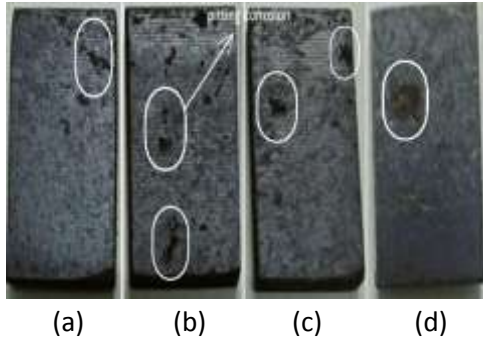


Gambar 3.2 Spesimen (a), (b), (c) dan (d) sesudah diuji larutan HCl

Dari spesimen baja karbon st 60 yang telah diuji menggunakan larutan HCl (asam kuat) dapat disimpulkan, bahwa korosi yang terjadi pada spesimen yang diuji dengan larutan HCl (asam kuat) korosi yang terjadi merata atau menyeluruh (*Uniform corrosion*).

Dan berikut adalah spesimen baja karbon karbon "a" (pengujian 1

hari), “b” (pengujian 2 hari), “c” (pengujian 3 hari) dan “d” (pengujian 4 hari) sebelum diuji dengan larutan NaOH ditunjukkan pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Spesimen (a), (b), (c) dan (d) sesudah diuji larutan NaOH

Dari spesimen baja karbon st 60 yang telah diuji menggunakan larutan NaOH (basa kuat) dapat disimpulkan, bahwa korosi yang terjadi pada spesimen yang diuji dengan larutan NaOH (basa kuat) korosi yang terjadi membentuk rongga korosi atau disebut dengan korosi sumuran (*Pitting Corrosion*).

2. Hasil penelitian kehilangan berat spesimen dan laju korosi spesimen.

Dari hasil penelitian untuk material baja karbon st 60 yang telah diuji pada larutan HCl, diperoleh data kehilangan berat dan laju korosi pada spesimen baja karbon st 60. Berikut ialah hasil penelitian spesimen baja karbon yang di uji dengan larutan HCl yang ditunjukkan pada tabel 3.3.

Tabel 3.3 Hasil penelitian spesimen baja karbon yang diuji dengan larutan HCl

JENIS SPESIMEN	JENIS LARUTAN	WAKTU (Hari)	WAKTU (Jam)	BERAT AWAL (gr)	BERAT AKHIR (gr)	TOTAL KEHILANGAN BERAT (gr)	LAJU KOROSI (mmpy)
Baja St 60	HCl	1 hari	24 jam	15,041	13,178	1,863	20,967
		2 hari	48 jam	15,994	11,666	4,328	22,903
		3 hari	72 jam	17,100	12,696	4,404	14,532
		4 hari	96 jam	16,805	11,728	5,077	12,785

Dari tabel 3.3 diperoleh beberapa grafik diantaranya ialah total kehilangan berat spesimen baja

karbon st 60 dan laju korosi spesimen baja karbon st 60, berikut ialah total kehilangan berat spesimen baja karbon yang sudah diuji dengan larutan HCl ditunjukkan pada grafik 3.1.



Grafik 3.1 Total kehilangan berat spesimen yang sudah diuji larutan HCl

Dari tabel 3.3 bahwa pengurangan berat spesimen baja karbon st 60 sebelum diuji dan setelah diuji menggunakan larutan HCl pada hari pertama pengujian (spesimen “a”) mengalami pengurangan berat mencapai 1,863 gram, sedangkan pada hari kedua pengujian (spesimen “b”) mengalami nilai kenaikan pengurangan berat yang pesat yaitu mencapai 4,328 gram, sedangkan pada hari ketiga (spesimen “c”) mengalami pengurangan berat mencapai 4,404 gram, dan pada hari keempat atau hari terakhir pengujian (spesimen “d”) mengalami pengurangan berat paling tinggi yaitu mencapai 5,077 gram.

Sementara laju korosi yang terjadi pada spesimen baja karbon st 60 yang sudah diuji dengan larutan HCl ditunjukkan pada grafik 3.2.





Grafik 3.2 Laju korosi pada spesimen yang sudah diuji larutan HCl

Dan untuk laju korosi ditunjukkan pada tabel 3.3 bahwasannya laju korosi yang terjadi pada spesimen baja karbon st 60 yang di uji menggunakan larutan HCl pada hari pertama (spesimen "a") adalah 20,967 mmpy, sedangkan laju korosi yang terjadi pada hari kedua (spesimen "b") adalah 22.903 mmpy dimana laju korosi yang terjadi pada hari kedua pengujian spesimen baja karbon dengan larutan HCl paling tinggi, sedangkan laju korosi yang terjadi pada hari ketiga (spesimen "c") adalah 14,532 mmpy, dan laju korosi yang terjadi pada hari keempat atau hari terakhir pengujian (spesimen "d") adalah 12,785 mmpy.

Dan dari hasil penelitian untuk material baja karbon st 60 yang telah diuji pada larutan NaOH, diperoleh data kehilangan berat dan laju korosi pada spesimen baja karbon st 60. Berikut ialah hasil penelitian spesimen baja karbon yang di uji dengan larutan NaOH yang ditunjukkan pada tabel 3.4.

Tabel 3.4 Hasil penelitian spesimen baja karbon yang diuji dengan larutan NaOH

JENIS SPESIMEN	JENIS LARUTAN	WAKTU (Hari)	WAKTU (Jam)	BERAT AWAL (gr)	BERAT AKHIR (gr)	TOTAL KEHILANGAN BERAT (gr)	LAJU KOROSI (mmpy)
Baja St.60	NaOH	1 hari	24 jam	16,074	16,071	0,003	0,002
		2 hari	48 jam	14,766	14,760	0,006	0,004
		3 hari	72 jam	15,700	15,690	0,010	0,006
		4 hari	96 jam	15,735	15,723	0,012	0,002

Dari tabel 3.4 diperoleh beberapa grafik diataranya ialah total kehilangan berat baja karbon st 60 dan laju korosi baja karbon st 60, berikut ialah total kehilangan berat spesimen baja karbon yang sudah diuji dengan larutan NaOH ditunjukkan pada grafik 3.3.



Grafik 3.3 Total kehilangan berat spesimen yang sudah diuji larutan NaOH

Dari tabel 3.4 pada spesimen baja karbon st 60 pengurangan berat yang terjadi sebelum pengujian dan setelah pengujian menggunakan larutan NaOH pada hari pertama pengujian (spesimen "a") mengalami pengurangan berat mencapai 0,003 gram, sedangkan hari kedua pengujian (spesimen "b") mengalami pengurangan berat mencapai 0,006 gram, sedangkan pada pengujian berat pada hari ketiga (spesimen "c") mengalami pengurangan berat mencapai 0,010 gram, dan pengujian pengurangan berat hari keempat atau pengujian terakhir (spesimen "d") mengalami pengurangan berat yang paling tinggi mencapai 0,012 gram.

Sementara laju korosi yang terjadi pada spesimen baja karbon st 60 yang sudah diuji dengan larutan NaOH ditunjukkan pada grafik 3.4.



Grafik 3.4 Laju korosi pada spesimen yang sudah diuji larutan NaOH

Sedangkan laju korosi ditunjukkan pada tabel 3.4 bahwasannya laju korosi yang terjadi pada spesimen baja karbon st 60

yang diuji menggunakan larutan NaOH pada hari pertama (spesimen "a") adalah 0,032 mmpy, sedangkan laju korosi pada hari kedua (spesimen "b") adalah 0,034 mmpy, sedangkan laju korosi yang terjadi pada hari ketiga (spesimen "c") adalah 0,036 mmpy dimana laju korosi yang terjadi pada hari ketiga pengujian spesimen baja karbon dengan larutan NaOH paling tinggi, dan laju korosi yang terjadi pada hari keempat atau hari terakhir pengujian (spesimen "d") adalah 0,032 mmpy.



Grafik 3.6 Perbandingan laju korosi pada spesimen yang sudah diuji dilarutan HCl dan NaOH

Dari tabel 3.3 dan tabel 3.4 yang di peroleh dalam hasil penelitian dapat dibandingkan total kehilangan berat dan laju korosi yang terjadi pada spesimen baja karbon st 60 yang diuji dengan larutan HCl dan NaOH. Berikut perbandingan total kehilangan berat spesimen baja karbon st 60 yang sudah diuji dilarutan HCl dan NaOH ditunjukkan pada grafik 3.5.



Grafik 3.5 Perbandingan total kehilangan berat spesimen yang sudah diuji dilarutan HCl dan NaOH

Sementara perbandingan laju korosi yang terjadi pada spesimen baja karbon st 60 yang sudah diuji dilarutan HCl dan NaOH ditunjukkan pada grafik 3.6.

Untuk analisa dalam penelitian laju korosi ini sehingga bisa di sajikan laju korosi pada tabel 3.3 dan tabel 3.4, berikut adalah salah satu contoh perhitungan laju korosi menggunakan rumus (ASTM International 2005) dimana yang dijadikan contoh ini adalah pada spesimen baja karbon st 60 yang di uji menggunakan larutan HCl selama satu hari (spesimen "a"), berikut penyelesaiannya.

Diketahui :

- Konstanta (K) :  $3,45 \times 10^4$  (mpy)
- Kehilangan berat (W) : 1,863 gr (data dapat dilihat pada tabel 3.3)
- Densitas (D) :  $9,948 \text{ gr/cm}^3$

$\rho$  = massa jenis ( $\text{gr/cm}^3$ )

m = massa (gr)

v = volume ( $\text{cm}^3$ )

$$D = \rho = \frac{m}{v}$$

$$= \frac{15,041}{P \times L \times T}$$

$$= \frac{15,041}{2,8 \times 1,8 \times 0,3}$$

$$= \frac{15,041}{1,512}$$

$$= 9,948 \text{ gr/cm}^3$$

- Luas Spesimen (A) :  $12,84 \text{ cm}^3$
- $$A = 2 (P \times L) + 2 (P \times T) + 2 (L \times T)$$
- $$= 2 (2,8 \times 1,8) + 2 (2,8 \times 0,3) + 2 (1,8 \times 0,3)$$
- $$= (2 \times 5,04) + (2 \times 0,84) + (2 \times 0,54)$$
- $$= 10,08 + 1,68 + 1,08$$
- $$= 12,84 \text{ cm}^3$$

➤ Waktu perendaman (T) : 24 jam  
Perhitungan laju korosi pada media larutan HCl dengan waktu perendaman 1 hari. = 24 jam.

Ditanya : laju korosi ?...

Jawab : ....

$$\begin{aligned} \text{Laju korosi} &= \frac{K.W}{D.A.T} \\ &= \frac{34500 \times 1,863}{9,948 \times 12,84 \times 24} \\ &= \frac{64273,5}{3065,499} \\ &= 20,9667333 \text{ mmpy (mm/tahun)} \\ &= 20,967 \text{ mmpy (milimeter/tahun)} \end{aligned}$$

#### 4. PENUTUP

Setelah dilakukan penelitian tentang analisis laju korosi pada baja karbon st 60 terhadap larutan HCl dan larutan NaOH. Dalam waktu 1 hari, 2 hari, 3 hari dan 4 hari. Dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Bahwa korosi yang terjadi pada spesimen yang diuji dengan larutan HCl (asam kuat) korosi yang terjadi merata atau menyeluruh (*Uniform corrosion*) sedangkan pada spesimen yang diuji dengan larutan NaOH (basa kuat) korosi yang terjadi membentuk rongga korosi atau korosi sumuran (*Pitting Corrosion*).
2. Untuk spesimen baja karbon st 60 yang diuji menggunakan larutan HCl dimana pengurangan berat yang paling besar ditunjukkan pada hari keempat (spesimen "d") dengan pengurangan berat sebesar 5,077 gram, sedangkan pada spesimen baja karbon yang diuji menggunakan larutan NaOH pengurangan berat yang paling besar di tunjukkan pada hari keempat (spesimen "d") dengan pengurangan berat 0,012 gram. Untuk laju korosi yang terjadi pada baja karbon st 60 yang diuji menggunakan larutan HCl laju korosi terbesar terjadi pada hari kedua (spesimen "b") dengan laju korosi sebesar 20,903 mmpy,

sedangkan laju korosi yang terjadi pada spesimen baja st 60 yang diuji menggunakan larutan NaOH laju korosi terjadi pada hari ketiga (spesimen "c") dengan laju korosi sebesar 0,036 mmpy. Pengurangan berat dan laju korosi yang terjadi terbesar adalah pada larutan asam (HCl). Semakin lama masa perendaman terhadap spesimen yang diuji semakin menurun laju korosi yang terjadi dikarenakan meningkatnya kadar pH pada larutan HCl dan penurunan kadar pH pada larutan NaOH.

Berdasarkan kesimpulan tersebut di atas, maka perlu disarankan sebagai berikut :

1. Untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan variasi larutan yang berbeda dan variasi waktu yang lebih lama, sehingga dapat diketahui ketahanan dari suatu material terhadap serangan korosi.
2. Perlu diadakan penelitian lanjutan dengan menggunakan material lain untuk mengetahui tingkat laju korosi yang dihasilkan setiap material logam.
3. Usahakan untuk mempersiapkan alat penelitian sesuai yang akan dibutuhkan agar bisa mendapatkan hasil penelitian yang maksimal.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amanto, Hari., Daryanto. (1999). *Ilmu bahan*. Jakarta : Bumi aksara.
- [2] ASTM Internasional. (2005). *Corrosion Test and Standar: Application and Interpretation*. Second Edition. ASTM International.
- [3] ASTM Standards G31-72. (2004). *Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals*. Philadelphia. American Standard Testing and Material.

- [4] Djaprie, S. (1995). *Ilmu dan Teknologi Bahan*. Jakarta : Erlangga.
- [5] Fogler. (1992). *Elements of Chemical Reaction Engineering*. USA : Prentice – Hall International.
- [6] Fontana, M. G. (1987). *Corrosion Engineering*. Singapore : McGraw-Hill Book.
- [7] Kirk and Othmer. (1965). *Encyclopedia of Chemical Technology*. New York : John Wiley and Sons.
- [8] Kumar, N., Singh, A. K., Ajit, K and Sush, PP. (2014). *Corrosion Behaviour of Austenitic Stainless Steel Grade 316 in Strong Acid Solution*. International Journal of Advanced Research.
- [9] Mulyono. 2006. *Kamus Kimia Edisi Pertama*. Jakarta : Bumi Aksara.
- [10] Muzkantri, V. R dan Kusumawati, D. H. (2015). *Pengaruh Variasi TiO<sub>2</sub> dalam Komposit PANi-TiO<sub>2</sub>/Cat sebagai Pelapis Anti Korosi pada Baja Karbon ASTM A36*. Jurnal Inovasi Fisika Indonesia.
- [11] Pattireuw, Kevin.J. (2013). *Analisis Laju Korosi Pada Baja Karbon Dengan Menggunakan Air Laut Dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>*. Universitas Sam Ratulangi Manado : Teknik Mesin.
- [12] Prameswari, Bunga. (2008). *Studi Efektifitas Lapis Galvanis Terhadap Ketahanan Korosi pipa basa ASTM A53 didalam tanah*. Skripsi. Jakarta: Universitas Indonesia.
- [13] Trethewey, K.R., J, Chamberlain. (1991). *Korosi, Edisi Pertama, [diterjemahkan oleh Widodo T.K]*. Jakarta: Gramedi Pustaka Utama.
- [14] Uhlig, H. (1985). *Corrosion and Corrosion Control*. New York: JohnWiley & Sons
- [15] Utomo, Budi. (2009). *Jenis Korosi dan Penanggulagannya*. Universitas Diponegoro : Program Diploma III Teknik Perkapalan.
- [16] Wahyuni, M., Djamas, D dan Ratnawulan. (2013). *Pengaruh Waktu Perendaman Baja dengan Ekstrak Buah Pinang dan HCl terhadap Laju Korosi dan Potensial Logam*. Pillar of Physics
- [17] Yusuf, S. (2008). *Laju Korosi Pipa Baja Karbon A106 sebagai Fungsi Temperatur dan Konsentrasi NaCl pada Fluida yang Tersaturasi Gas CO<sub>2</sub>*. Jakarta : Universitas Indonesia. Jakarta.