

ANALISA PENGARUH LAJU KOROSI PLAT BAJA ST 40 DAN STAINLESS STEEL 304 TERHADAP LARUTAN ASAM SULFAT

Kukuh Adi Santoso
Universitas Islam Majapahhit, Mojokerto
Email: adip2053@gmail.com

ABSTRAK

Korosi merupakan penurunan kualitas suatu logam yang disebabkan oleh terjadinya reaksi elektrokimia antara logam dengan lingkungannya. Dalam penelitian ini material yang digunakan adalah plat baja karbon ST 40 dan *stainless steel* (SS) 304 pada media korosi asam sulfat 1 M selama 48 jam. Metode yang digunakan adalah metode *weight loss*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh asam sulfat (H_2SO_4) terhadap laju korosi plat baja ST 40 dan *stainless steel* (SS) 304, dan Mengetahui perbedaan laju korosi antara kedua material tersebut. Hasil pengujian laju korosi yang dilakukan dengan waktu 72 jam, didapat nilai rata-rata 3,69 mm/y untuk plat baja karbon ST 40, dan 0,18 mm/y untuk plat *stainless steel* (SS) 304. Korosi yang terjadi pada plat baja karbon dan *stainless steel* adalah korosi merata (*uniform attack*) dan korosi sumuran (*pitting corrosion*).

Kata Kunci: Asam Sulfat, Korosi, Laju Korosi, SS 304, ST 40.

ABSTRACT

Corrosion was a decrease in the quality of a metal caused by the occurrence of electrochemical reactions between metals and their environment. In this study the material used was carbon steel plate ST 40 and stainless steel (SS) 304 on 1 M sulfuric acid corrosion media for 48 hours. The method used was the weight loss method. The purpose of this study was to determine the effect of sulfuric acid (H_2SO_4) on the corrosion rate of carbon steel plate ST 40 and stainless steel (SS) 304 steel plates, and determine the difference in corrosion rates between the two materials. Corrosion rate testing results were carried out with a time of 72 hours, obtained an average value of 3.69 mm / y for carbon steel plate ST 40, and 0.18 mm / y for stainless steel plate (SS) 304. Corrosion that occurs on the plate carbon steel and stainless steel were uniform attacks and pitting corrosion.

Keywords: Sulfuric Acid, Corrosion, Corrosion Rate, SS 304, ST 40.

PENDAHULUAN

Korosi merupakan penurunan kualitas suatu logam yang disebabkan oleh terjadinya reaksi elektrokimia antara logam dengan lingkungannya. Pada lingkungan industri terutama industri yang berhubungan dengan bahan kimia memiliki peluang yang besar terhadap korosi karena konstruksi sebagian besar terbuat dari logam yang kontak langsung/tidak langsung dengan cairan yang bersifat asam dan korosi tinggi. Pemilihan bahan yang tepat sangat membantu dalam menghambat terjadi korosi, oleh sebab itu maka dilakukan penelitian tentang analisa laju korosi antara baja ST 40 dan *stainless steel* 304. Laju korosi ini bertujuan untuk menghitung perbandingan laju korosi per tahun dari setiap material.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penelitian laju korosi ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh asam sulfat (H_2SO_4) terhadap laju korosi plat baja ST 40 dan *stainless steel* (SS) 304 dan untuk mengetahui perbedaan laju korosi antara kedua materi tersebut.

Dari tujuan tersebut maka dapat dirumuskan masalah dari penelitian ini yaitu :

1. Adakah pengaruh asam sulfat (H_2SO_4) terhadap laju korosi plat baja ST 40 dan *stainless steel* (SS) 304 ?
2. Bagaimana perbedaan laju korosi antara plat baja ST 40 dan *stainless steel* (SS) 304 ?

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

1. Penelitian laju korosi hanya dilakukan pada plat baja ST 40 dan *stainless steel* (SS) 304.
2. Perendaman dilakukan pada larutan asam sulfat 1 M.
3. Perendaman dilakukan selama 48 jam dengan pengecekan setiap 12 jam sekali.
4. Perhitungan laju korosi dalam penelitian ini menggunakan metode kehilangan berat (*weight loss*).
5. Pengamatan korosi dilakukan dengan visual.

Korosi adalah suatu proses degradasi material dan penurunan kualitas suatu material akibat pengaruh reaksi kimia dan elektrokimia dengan keadaan lingkungannya (Jones, 1992). Korosi (Pengkaratan) juga dapat didefinisikan sebagai fenomena kimia bahan-bahan logam di berbagai macam kondisi lingkungan, yaitu reaksi kimia antara logam dengan zat-zat yang ada di sekitarnya atau dengan partikel-partikel lain yang ada di dalam matriks logam itu sendiri (Dhadhang & Teuku Nanda, 2012).

Berdasarkan bentuk kerusakan yang dihasilkan, penyebab korosi, lingkungan tempat terjadinya korosi, maupun jenis material yang diserang, korosi terbagi menjadi, diantaranya adalah korosi merata, korosi atmosfer, korosi galvanis, korosi regangan, korosi celah, korosi sumuran, korosi erosi, korosi arus liar, dan korosi titik embun (Almira, 2015). Beberapa faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi proses pengkorosian pada besi antara lain, yaitu suhu, kecepatan alir fluida atau kecepatan pengadukan, konsentrasi bahan korosif, pengaruh unsur paduan, oksigen, waktu kontak (Pramiswara, 2015).

Besi murni (ferit) tentulah tidak mengandung karbon. Besi ini relatif lunak dan liat serta mampu tempa, tetapi tidak kuat. Hampir semua besi murni mempunyai suatu kekuatan tarik batas sekitar 40.000 psi. Penambahan karbon ke dalam besi murni dalam jumlah yang berkisar dari 0,05 sampai 1,7 persen, menghasilkan apa yang dikenal sebagai baja.

Bila satu atau lebih logam ditambahkan kedalam baja karbon dalam jumlah yang cukup maka akan diperoleh sifat-sifat baja yang baru, hasil ini dikenal dengan baja paduan. Logam paduan yang umum digunakan adalah nikel, mangan, khrom, vanad, dan molibden. Baja karbon biasanya diklasifikasikan seperti ditunjukkan di bawah ini :

a. Baja karbon rendah

Mengandung karbon antara 0,05 hingga 0,30 wt% C. Memiliki kekuatan luluh (*yield strength*) 275 MPa (40.000 psi), kekuatan tarik (*tensile strength*) antara 415 dan 550 MPa (60.000 dan 80.000 psi), dan keuletan (*ductility*) dari 25% EL. Relatif lunak dan lemah tetapi memiliki ketangguhan dan keuletan yang luar biasa. Di samping itu, baja karbon rendah memiliki sifat mudah ditempa, mudah di mesin, dan mudah di las.

b. Baja karbon menengah

Memiliki konsentrasi karbon berkisar antara 0,30 hingga 0,60 wt% C. Memiliki tingkat kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan baja karbon rendah. Mempunyai sifat yang sulit dibengkokkan, di las, dan dipotong.

c. Baja karbon tinggi

Biasanya mengandung karbon sebesar 0,60 hingga 1,4 wt% C. Merupakan baja karbon yang paling sulit untuk dibentuk, ditempa, di las, dan dipotong tetapi memiliki tingkat keuletan paling tinggi. Memiliki sifat yang sangat keras dan tahan aus. Baja karbon tinggi ini biasa digunakan untuk mesin pemotong, pisau, pisau gergaji besi, per (*spring*), dan kawat baja berkekuatan tinggi (Amiadji; 2015).

Stainless steel merupakan baja paduan yang mengandung sedikitnya 11,5% krom berdasar beratnya. *Stainless steel* memiliki sifat tidak mudah terkorosi sebagaimana logam baja yang lain. *Stainless steel* berbeda dari baja biasa dari kandungan kromnya. Baja karbon akan terkorosi ketika diekspos pada udara yang lembab.

Baja paduan SS 304 merupakan jenis baja tahan karat *austenitic stainless steel* yang memiliki komposisi 0.042%C, 1.19%Mn, 0.034%P, 0.006%S, 0.049%Si, 18.24%Cr, 8.15%Ni, dan sisanya Fe. Beberapa sifat mekanik yang dimiliki baja karbon tipe 304 ini antara lain: kekuatan tarik 646 Mpa, *yield strength* 270 Mpa, *elongation* 50%, kekerasan 82 HRB (Sumarji, 2011).

Salah satu tujuan dari *corrosion monitoring* adalah dengan mengetahui laju korosi pada logam dari suatu struktur sehingga dari dengan mengetahui laju korosi kita dapat memprediksi kapan dan berapa lama struktur itu dapat bertahan terhadap serangan korosi. Teknik monitoring korosi dapat dibagi menjadi beberapa metode yaitu kinetika (*weight loss*) dan elektrokimia (diagram polarisasi, *linear polarization resistance*, *electrochemical impedance spectroscopy*, potensial korosi, dan *electrochemical noise*).

Metode *weight loss* atau kehilangan berat merupakan metode yang dapat digunakan untuk mendapatkan laju korosi. Prinsip dari metode ini adalah dengan menghitung banyaknya material yang hilang atau kehilangan berat setelah dilakukan pengujian rendaman sesuai dengan standar ASTM G 31-72.

Persamaan laju korosi dapat ditunjukkan pada persamaan berikut :

$$\text{Laju Korosi (Corrosion Rate)} = \frac{K.W}{A \times T \times D} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

- K : Konstanta
 T : *Time of exposure*
 A : Luas permukaan yang direndam (cm²)
 w : Kehilangan berat (gram)
 D : Density (gr/cm³)

Konstanta perhitungan laju korosi dapat dilihat pada tabel 2.2. dan konversi perhitungan laju korosi dapat dilihat pada tabel 2.3. berikut ini:

Tabel 1. Konstanta perhitungan laju korosi berdasarkan satuannya (Bunga; 2008)

Satuan Laju Korosi / <i>Corrosion Rate</i>	Konstanta
Mils per year (mpy)	3,45 x 10 ⁶
Inches per year (ipy)	3,45 x 10 ³
Milimeters per year (mm/y)	8,76 x 10 ⁴
Micrometers per year (µm/y)	8,76 x 10 ⁷

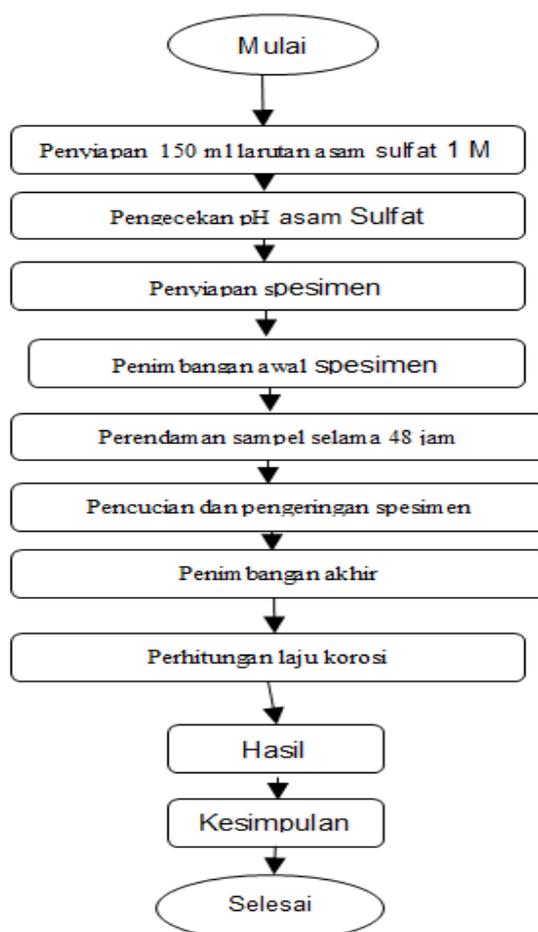
Kualitas ketahanan korosi suatu material dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. perbandingan tingkat klasifikasi laju korosi dengan tingkat ekspresi secara metrik (Fontana; 1986)

<i>Relative corrosion resistance</i>	Mpy	mm/yr	µm/yr	nm/yr	µm/s
<i>Outstanding</i>	< 1	< 0,02	< 25	< 2	< 1
<i>Excellent</i>	1 – 5	0,02 – 0,1	25 – 100	2 – 10	1 – 5
<i>Good</i>	5 – 20	0,1 – 0,5	100 – 500	10 – 50	20 – 50
<i>Fair</i>	20 – 50	0,5 – 1	500 – 1000	20 – 150	20 – 50
<i>Poor</i>	50 – 200	1 – 5	1000 – 5000	150 – 500	50 – 200
<i>Unacceptable</i>	200+	5+	5000+	500+	200+

METODE

Metode yang digunakan pada penelitian laju korosi ini adalah menggunakan metode eksperimen. Langkah-langkah penelitian dapat dituangkan pada diagram alur yang dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Flow chart penelitian

Langkah-langkah penelitian dari gambar 2.1. dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Penyediaan Material Uji

Tahapan awal yang harus dilakukan dalam pengujian korosi adalah mendapatkan bahan uji. Material yang digunakan dalam pengujian ini adalah plat baja karbon ST 40 dan plat *stainless steel* 304. Baja Karbon ST 40 mempunyai ukuran panjang = 20 mm, lebar = 1,8 mm, tinggi = 0,4 mm, dan untuk *stainless steel* 304 mempunyai ukuran panjang = 20 mm, lebar = 1,6 mm, tinggi = 0,9 mm.

2. Pengerjaan awal dan persiapan sample

Sampel plat baja dan *stainless steel* dihaluskan permukaannya dengan menggunakan ampelas besi. Kemudian permukaan yang telah halus ini dicuci dengan detergen kemudian dikeringkan.

3. Pengujian Korosi

Pengujian laju korosi dilakukan dengan menggunakan larutan asam sulfat 1 M pengujian dilakukan selama 48 jam. Adapun tahapannya yaitu:

a) Tahap awal

Tahap awal adalah membersihkan dan mengeringkan spesimen uji lalu dilakukan penimbangan awal (w_0) spesimen. Penimbangan menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,01.

b) Pengecekan pH larutan asam sulfat

Pengecekan pH menggunakan pH indicator strips McolorpHastTM dengan indikator pH dari 0-14. .

c) Tahap Perendaman

Proses perendaman selama 48 jam . Mulanya siapkan wadah uji berupa toples kaca yang telah beri asam sulfat 1 M sebanyak 150 ml, kemudian masukkan spesimen kedalamnya.

d) Tahap penimbangan berat

Mengeluarkan spesimen dari wadah uji, bersihkan dan dikeringkan, kemudian lakukan penimbangan akhir (w_i) setelah dilakukan pengujian.

e) Analisa perhitungan laju korosi

Perhitungan laju korosi dihitung dengan rumus:

$$Laju\ korosi = \frac{k \times w}{A \times t \times D} \dots \dots \dots (2)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengecekan pH dilakukan sebelum dilakukan perendaman material material baja karbon ST 40 dan material *stainless steel* (SS) 304, pH yang dicek adalah pH pada media korosi yaitu larutan asam sulfat. Pengecekan ph menggunakan pH indicator strips, dan hasil dari pH larutan asam sulfat 1 M adalah 1. Dalam penelitian ini dilakukan perlakuan pencelupan material baja karbon ST 40 pada media korosi yaitu asam sulfat 1 M. Satuan laju korosi yang digunakan pada penelitian ini adalah Milimeter per year (mm/y) dengan nilai konstanta (K) yaitu $8,76 \times 10^4$.

Dari hasil penelitian laju korosi material material baja karbon ST 40 dan material *stainless steel* (SS) 304 pada larutan asam sulfat 1 M didapat data sebagai berikut :

1. Hasil Penelitian Plat Baja Karbon ST 40

Pada hasil penelitian untuk material baja karbon pada larutan asam sulfat 1 M selama 48 jam diperoleh data kehilangan berat. Hasil penelitian perubahan berat dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil penelitian perubahan berat material baja karbon ST 40 pada larutan asam sulfat 1 M selama 48 jam

NO	jam	Berat Spesimen Baja ST 40				
		Sp1	Sp2	Sp3	Sp4	ΣSp
1	0	10,22	10,25	10,25	10,23	10,24
2	12	10,11	10,22	10,23	10,11	10,18
3	24	10,05	10,09	10,2	10,07	10,10
4	36	10,03	10,07	10,2	10,05	10,09
5	48	10,01	10,05	10,19	10,05	10,07
6	0	10,22	10,25	10,25	10,23	10,24

Dari hasil perhitungan kehilangan berat yang dilakukan untuk material uji baja karbon ST 40 pada larutan asam sulfat 1 M selama 48 jam dapat diketahui data laju korosi pada setiap spesimen. Perhitungan laju korosi material baja karbon ST 40 pada larutan asam sulfat selama 48 jam dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Laju Korosi (Corrosion Rate)} = \frac{K.W}{A \times T \times D} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

K : Konstanta

t : *Time of exposure*

A : Luas permukaan yang direndam (cm²)

w : Kehilangan berat (gram)

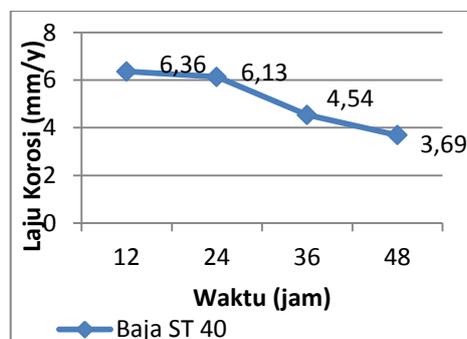
D : Density (gr/cm³)

Dari perhitungan laju korosi material uji baja karbon ST 40 pada larutan asam sulfat 1 M selama 48 jam didapat data laju korosi dari keempat spesimen yang dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Laju korosi material uji baja karbon ST 40 pada larutan asam sulfat 1 M selama 48 jam

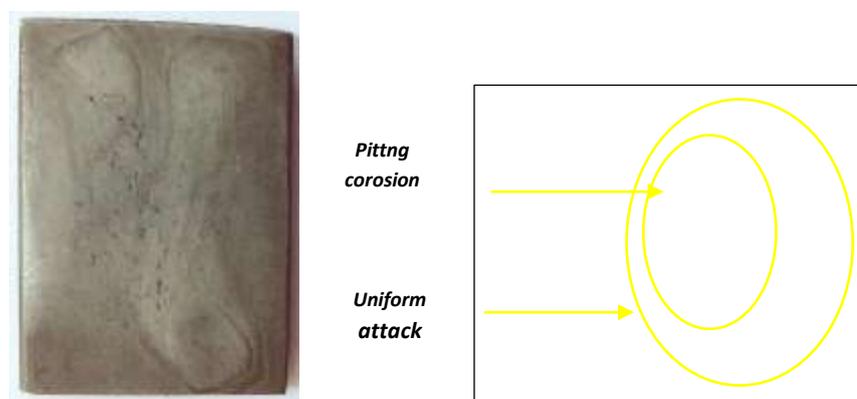
NO	jam	Laju Korosi Baja ST 40				ΣSp
		Sp1	Sp2	Sp3	Sp4	
1	12	9,99	2,72	1,82	10,90	6,36
2	24	7,72	7,26	2,27	7,26	6,13
3	36	5,75	5,45	1,51	5,45	4,54
4	48	4,77	4,54	1,36	4,09	3,69

Dari penelitian tabel 4. dapat diambil rata-rata 4 spesimen sehingga dapat dibuat sebuah grafik laju korosi maetrial baja karbon ST 40 pada larutan asam sulfat 1 M yang dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Perbandingan laju korosi material baja karbon ST 40 pada larutan asam sulfat 1 M selama 48 jam

Setelah dilakukan perhitungan laju korosi dilakukan penelitian secara visual pada baja karbon ST 40 untuk mengetahui korosi apa yang terjadi pada material tersebut dan korosi yang terjadi adalah korosi merata (*uniform attack*) dan korosi sumuran (*pitting corrosion*). Perubahan fisik akibat korosi dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3 jenis korosi yang terjadi pada plat baja karbon ST 40 setelah dilakukan perendaman pada larutan asam sulfat 1 M selama 48 jam

2. Hasil Penelitian Plat *Stainless Steel* (SS) 304

Pada hasil penelitian *stainless steel* pada larutan asam sulfat 1 M diperoleh data dan perubahan berat. Hasil penelitian perubahan berat dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil penelitian perubahan berat material *stainless steel* (SS) 304 pada larutan asam sulfat 1 M selama 48 jam

NO	jam	Berat Spesimen <i>stainless steel</i> 304				
		Sp1	Sp2	Sp3	Sp4	ΣSp
1	0	27,39	27,41	27,41	27,41	27,40
2	12	27,39	27,40	27,40	27,41	27,40
3	24	27,38	27,40	27,40	27,40	27,39
4	36	27,38	27,40	27,40	27,40	27,39
5	48	27,38	27,40	27,40	27,40	27,39

Dari hasil perhitungan kehilangan berat yang dilakukan untuk material uji dan material *stainless steel* (SS) 304 pada larutan asam sulfat dapat diketahui data laju korosi pada setiap spesimen. Perhitungan laju korosi material material *stainless steel* (SS) 304 pada larutan asam sulfat selama 48 jam dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Laju Korosi (Corrosion Rate)} = \frac{K.W}{A \times T \times D}$$

Keterangan:

K : Konstanta

t : *Time of exposure*

A : Luas permukaan yang direndam (cm²)

w : Kehilangan berat (gram)

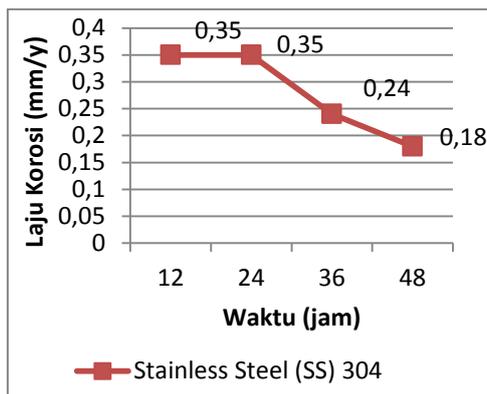
D : Density (gr/cm³)

Dari perhitungan laju korosi material[*stainless steel* (SS) 304 pada larutan asam sulfat 1 M selama 48 jam didapat data laju korosi dari keempat spesimen yang dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Laju korosi material *stainless steel* (SS) 304 pada larutan asam sulfat 1 M selama 48 jam

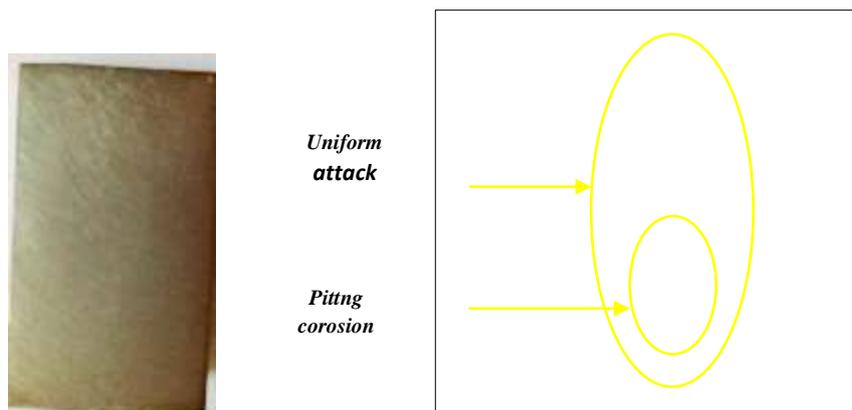
NO	jam	Laju Korosi <i>stainless steel</i> 304				
		Sp1	Sp2	Sp3	Sp4	ΣSp
1	12	0	0,71	0,71	0	0,35
2	24	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
3	36	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
4	48	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18

Dari penelitian tabel 6. dapat diambil rata-rata 4 spesimen sehingga dapat dibuat sebuah grafik laju korosi material *stainless steel* (SS) 304 pada larutan asam sulfat yang dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Perbandingan laju korosi material *stainless steel* (SS) 304 pada larutan asam sulfat 1 M selama 48 jam

Setelah dilakukan perhitungan laju korosi dilakukan penelitian secara visual pada *stainless steel* (SS) 304 untuk mengetahui korosi apa yang terjadi pada material tersebut dan korosi yang terjadi adalah korosi merata (*uniform attack*) dan korosi sumuran (*pitting corrosion*). Perubahan fisik akibat korosi dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. jenis korosi yang terjadi pada plat *stainless steel* (SS) 304 setelah dilakukan perendaman pada larutan asam sulfat 1 M

3. Pembahasan

Berdasarkan data penelitian dan hasil perhitungan laju korosi untuk material baja karbon ST 40 dan *stainless steel* (SS) 304, maka dapat dibandingkan laju korosi dari kedua material tersebut. Material baja karbon ST 40 pada larutan asam sulfat 1 M selama 48 jam didapat nilai rata-rata untuk waktu 12 jam sebesar 6.36 mm/y, pada waktu 24 jam sebesar 6,13 mm/y, pada waktu 36 jam sebesar 4,54 mm/y, dan pada waktu 48 jam sebesar 3,69 mm/y, sedangkan material *stainless steel* (SS) 304 pada larutan asam sulfat 1 M selama 48 jam didapat nilai rata-rata untuk waktu 12 jam sebesar 0,35 mm/y, pada waktu 24 jam sebesar 0,35 mm/y, pada waktu 36 jam sebesar 0,24 mm/y, dan pada waktu 48 jam sebesar 0,18 mm/y.

Material baja karbon ST 40 tergolong *poor* karena dalam waktu 48 jam laju korosi sebesar 3,69 mm/y, sedangkan material *stainless steel* (SS) 304 tergolong *good* karena dalam waktu 48 jam laju korosi sebesar 0,18 mm/y (tabel 1.2.). Baja karbon ST 40 dan *stainless steel* (SS) 304 mengalami korosi yang sama yaitu korosi merata (*uniform attack*) dan korosi sumuran (*pitting corrosion*), sedangkan hasil laju korosi dari kedua material ini mengalami selisih yang cukup jauh. Hasil laju korosi kedua jenis material dapat dibandingkan bahwa *stainless steel* (SS) 304 dan baja karbon ST 40 memiliki selisih laju korosi 13,19 mm/y, beda cukup jauh dan kedua material ini tidak layak bila di kombinasi dalam satu sistem.

SIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan, bahwa:

1. Larutan asam sulfat menyebabkan adanya korosi pada plat baja karbon ST 40 dan plat *stainless steel* (SS) 304. Baja karbon ST 40 dan *stainless steel* (SS) 304 mengalami jenis korosi yang sama yaitu korosi merata (*uniform attack*) dan korosi sumuran (*pitting corrosion*).
2. Hasil perhitungan laju korosi untuk material baja karbon ST 40 pada larutan asam sulfat 1 M selama 48 jam diambil rata-rata sebesar 3,69 mm/y sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa baja karbon ST 40 termasuk *poor* terhadap korosi (tabel 1.2.). Sedangkan hasil perhitungan laju korosi untuk material *stainless steel* (SS) 304 pada larutan asam sulfat 1 M selama 48 jam diambil rata-rata sebesar 0,18 mm/y dan dapat disimpulkan bahwa *stainless steel* (SS) 304 termasuk *good* terhadap korosi (tabel 2.2.). Hasil laju korosi *stainless steel* (SS) 304 dan baja karbon ST 40 memiliki selisih laju korosi 3,51 mm/y.

Berdasarkan kesimpulan di atas, maka perlu disarankan, sebaiknya menggunakan material *stainless steel* (SS) 304 pada larutan asam sulfat atau pada larutan asam kuat lainnya. Baja karbon ST 40 tidak disarankan untuk dikombinasi pada material *stainless steel* (SS) 304 karena memiliki selisih laju korosi yang cukup banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, Y. K., Arief, I. F., & Amiadji. (2015). Analisa Laju Korosi Pada Pelat Baja Karbon Dengan Variasi Ketebalan Coating. *Jurnal Teknik ITS*, 4, 1-5.
- Almaira, Elsa. (2015). *Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Ubi Jalar Ungu Sebagai Inhibitor Alamiah Terhadap Laju Korosi pada Material Besi*, Skripsi, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.

- Bunga Prameswari. (2008). *Studi Efektifitas Lapis*. FT-UI.
- Fontana, Mars G. (1986). *Corrosion Engineer*. McGraw Hill Book Company. Singapore.
- Jones, D. A. (1992). *Principle and Prevention of Corrosion*. MacMillan
- Kurniawan W, Dhadhang & Saifullah S, Teuku Nanda, (2012). *Teknologi Sediaan Farmasi*. Unsoed Press, Purwokerto.
- Pramiswara, D.Y. (2015). *Pemanfaatan Daun Gambir (Uncaria Gambir Roxb) Sebagai Inhibitor Korosi pada Logam Seng*, Skripsi, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.
- Sumarji. (2011). Studi Perbandingan Ketahanan Korosi *Stainless Steel* Tipe Ss 304 dan Ss 201 Menggunakan Metode *U-Bend Test* Secara Siklik dengan Variasi Suhu dan PH. *Jurnal Rotor*, 4, 1-8.