



Analisa Laju Korosi Pipa Elbow Jenis Baja Karbon Rendah Pada Larutan Asam Sulfat (H_2SO_4) Dan Larutan Asam Nitrat (HNO_3)

Imam Agung Giri Subekti (Mahasiswa), Ir.Ismail,M.sc (Dosen Pembimbing)
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia
email: imamagunggiri@gmail.com

ABSTRAK

Korosi yaitu peristiwa fenomena alamiah yang umum terjadi pada logam yang sering mengganggu akibat dari kerusakan material pada benda tersebut, Penelitian ini membahas laju korosi yang rawan terjadi pada pipa elbow. Penelitian menggunakan metode eksperimen, yaitu dengan cara mengalirkan larutan kimia asam sulfat (H_2SO_4) dan larutan kimia asam nitrat (HNO_3) dengan pompa akuarium. Pipa elbow akan dialiri fluida kimia selama 96 jam, dengan variable PH air ditentukan 1, 1.5 dan 2, setiap 24 jam akan dihitung pengurangan berat serat laju korosi menggunakan metode kehilangan berat. Hasil data yang diperoleh pada kecepatan aliran pompa sebesar 0,514 m/s laju korosi PH air 1 asam nitrat berat rata-rata sebesar 9,0957 gr sedangkan asam sulfat sebesar 6,4595 gr, korosi rata-rata asam nitrat sebesar 0,0735 mpy dan asam sulfat sebesar 0,074 mpy. PH air 1,5 asam sulfat memiliki pengurangan berat 4,5702 gr, sedangkan pada larutan asam nitrat pengurangan berat rata-rata yaitu 1,6502 gr. laju korosi rata-rata asam sulfat 0,05375 mpy, sedangkan pada asam nitrat 0,01875 mpy. PH air 2 berat rata-rata asam sulfat memiliki pengurangan berat yaitu 5,78725 gr, sedangkan pada larutan asam nitrat pengurangan berat rata-rata yaitu 0,72875 gr. Jadi waktu, PH dan kecepatan aliran berpengaruh terhadap lajunya korosi, Asam sulfat memiliki tingkat laju korosi yang lebih tinggi dibandingkan asam nitrat.

Kata kunci: korosi, Pipa elbow Karbon rendah, Larutan H_2SO_4 dan HNO_3

PENDAHULUAN

Pipa telah menjadi komponen penting dalam kehidupan seperti penggunaannya untuk mengalirkan air. Penggunaan pipa berbahan cast iron telah lama dilarang pada negara – negara maju dikarenakan kandungan air dapat tercemar oleh material logam dan berbahaya bagi kesehatan manusia. Akan tetapi, pipa jenis cast iron masih tetap digunakan selama bertahun – tahun dikarenakan alasan ekonomis. Pada dasarnya sebuah aliran fluida dapat

menyebabkan terjadinya korosi erosi dibagian permukaan sebuah logam.

Impingement pada logam pipa merupakan terjadinya proses yang diakibatkan oleh aliran fluida, high wall shear stress diakibatkan penipisan pada logam pipa. Akibatnya dapat menurunkan kekuatan pada pipa serta mempercepatnya kebocoran yang terjadi.

Pada bagian sambungan elbow komponen utama yang penting dan juga satu titik lemah pada sambungan di sebuah

system perpipaan, bilamana terjadinya sebuah aliran fluida dengan perubahan yang besar akan maka berdampak pada kerusakan pada dinding pipa. Permasalahan korosi dalam kasusnya lebih cenderung banyak diperhatikan pada kasus korosi di pipa. beberapa korosi yang mungkin terjadi pada lairan didalam pipa diantaranya korosi erosi. Kecepatan aliran yang kuat disertai terdapat partikel bersifat korosif dapat menyebabkan korosi permukaan dinding pipa.

Asam mineral organik atau yang disebut asam sulfat yang mudah terlarut dalam air. Mempunyai masa molar yaitu 98,08g/mol dengan rumus kimianya (H_2SO_4). Sedangkan asam nitrat atau asam anorganik dengan rumus kimianya (HNO_3) merupakan asam yang sangat kuat, mempunyai sifat korosif dan beracun dan berbahaya bila terkena kulit.

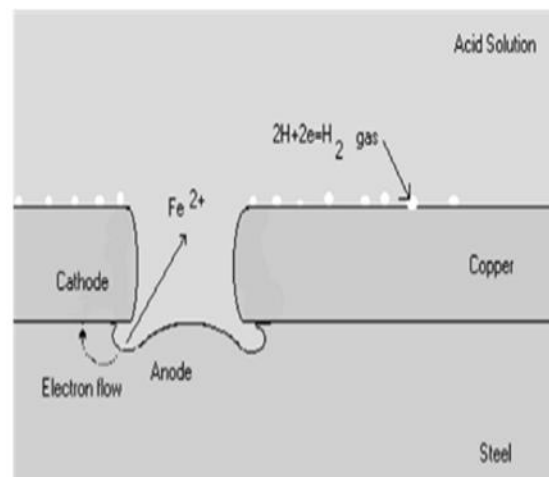
Di dalam penelitian ini, penulis akan membuat sebuah pengujian atau percobaan dalam menganalisa laju korosi erosi pada pipa elbow dengan larutan kimia Asam sulfat dan larutan kimia Asam nitrat guna memperoleh data perbandingan laju korosi dari baja terhadap larutan tersebut.

Disamping ruang lingkup agar tidak meluas, untuk penelitian ini dibatasi sebagai berikut yaitu, pertama larutan yang digunakan adalah larutan Asam Sulfat (H_2SO_4) dan larutan asam nitrat (HNO_3), kedua material baja karbon yang digunakan adalah pipa elbow jenis baja karbon rendah serta juga variabel PH menggunakan 1, 1,5 dan 2.

TINJUAN PUSTAKA

Pada terjadinya peristiwa korosi yaitu, suatu logam akan terjadi proses oksidasi sedangkan oksigen terjadi proses reduksi. Karbonat atau oksida yaitu bentuk dari pengkaratan sebuah logam mempunyai

rumus kimia Fe_2O_3 dan Nh_2O . Pergeseran adanya elektro negatif dari katoda ke anoda dapat menimbulkan arus listrik, proses korosi ini adalah korosi elektrokimia. Korosi ini bisa dimaksudkan perusakan logam yang mengganggu dikarenakan logam akan bereaksi secara kimia maupun secara elektrokimia dengan kondisi lingkungan yang berbeda. Pada definisi lain adalah korosi merupakan kebalikan proses ekstraksi dari biji logam ke mineralnya. misalnya, dari biji mineral logam besi yang terdapat di alam, terdapat wujud senyawa besi oksida ataupun besi sulfida, habis itu diekstraksi serta diolah, hendak menciptakan besi yang digunakan untuk pembuatan baja paduan. Sepanjang pemakaian baja tersebut hendak bereaksi dengan area yang menimbulkan korosi.



Gambar 2.1 mekanisme terjadinya korosi

Tebal material atau pengikisan logam yang hilang dalam waktu dikarenakan proses reaksi lingkungan disebut laju korosi, untuk satuan laju korosi dapat ditentukan berdasarkan standar internasional (mm/year) atau (mill per year). (Supriyanto, 2007)

Ketahanan Relatif Korosi	Mpy (mill per year)	mm/yr	µm/yr	mm/h
Outstanding	<1	<0,02	<25	<2
Excellent	1-5	0,02-0,1	25-100	2-10
Good	5-20	0,1-0,5	100-500	10-150
Fair	20-50	0,5-1	500-1000	50-150
Poor	50-200	1-5	1000-5000	150-500
Unacceptable	200+	5+	5000+	500+

Tabel 2.2 Kerusakan material

Untuk Perhitungan laju korosi menggunakan metode wight loss atau pengurangan berat sebagai dalam rumus (ASTM G1,1999) Standard Praticce for Preparing,Cleaning,and Evaluating Corrosion Test Spesimen.

$$\text{Laju korosi} = \frac{K.W}{D.A.T} \text{ mpy}$$

Keterangan :

K = Konstanta Laju Korosi

A = Luas permukaan sampel (in²)

W= Kehilangan berat sampel (gr)

T= Variasi waktu (jam)

D = Berat jenis sampel (gram/cm³)

Bahan material atau metalurgi dan kondisi lingkungan merupakan factor yang sangat berpengaruh terhadap laju korosi. Seperti unsur bahan, unsur Kristal, cara pencampuran dll merupakan dari factor bahan. Sedangkan seperti pencemaran udara ,kelembaban ,suhu dll adalah factor lingkungan.

Berikut factor metalurgi :

1. logam jenis dan kompositnya

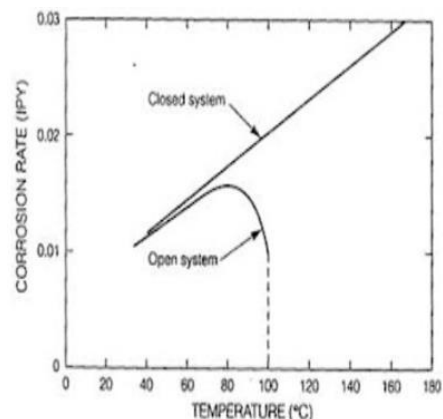
Dalam kondisi tertentu, logam dapat tahan terhadap erosi. Misalnya, aluminium dapat membentuk lapisan terpisah di iklim, sementara Fe, Zn dan beberapa logam yang berbeda dikonsumsi secara efektif.

2. Perlakuan panas

Perubahan struktur Kristal logam yang melalui heat treatment , pada perlakuan panas di temperature 500-1000 C baja akan mengalami perubahan terbentuknya endapan karbida pada batas butir

Faktor lingkungan:

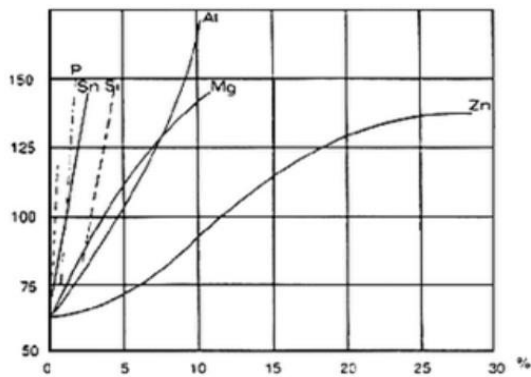
1. pengaruh zat terlarut atau konsentrasi larutan asam dapat terlihat dari laju korosi yang terjadi misalnya sebuah logam yang tercelup larutan asam pekat dan tidak terlihat akan berbeda laju korosinya, logam akan mudah larut pada asam pekat,.



Gambar 2.3 Pengaruh zat terlarut material terhadap laju korosi

2. Komposisi kimia

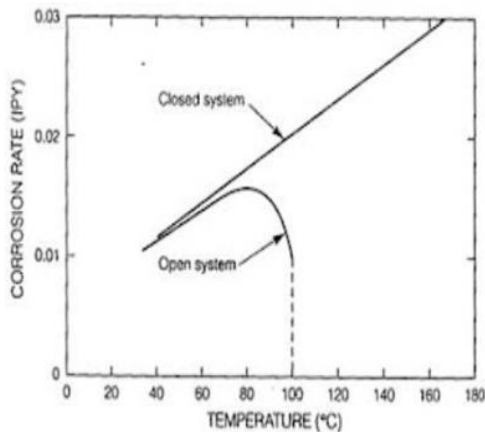
Komposisi kimia yang ada dalam lingkungan berbeda mengakibatkan laju korosi yang berbeda, dan juga jenis korosi yang berbeda. Berikut adalah pengaruh komposisi elemen pada kategaoro tetahan korosi tembaga paduan.



Gambar 2.4 persentase komposisi kimia laju korsi.

3. suhu/ temperature

Laju korsi pada suhu yang lebih tinggi pada system terbuka akan menyebabkan percepatan korsi disebabkan kinetic kimia. misalnya pada Fe pada kondisi temperature tinggi dan kondisi system tertutup akan mempercepat laju korsi dan menurunkan kadar O₂. Pada saat suhu tinggi dan system terbuka laju korsi semakin cepat dikarenakan adanya reaksi oksigen yang terlarut.



Gambar 2.5 temperature terhadap laju korsi

4. kandungan zat cair, gas atau padat

Di sebuah lingkungan yang mengandung gas atau zat asam maka laju korsi akan tinggi. Penanganan pada medium gas, cair dan padat berbeda pada korsi di udara proteksi katodik tidak dapat dilakukan,

sedangkan pada zat.cair dan padatproteksi Katodik dapat dilakukan.

Perhitungan debit air

$$Q = A \times V$$

Keterangan :

Q= debit (m³/s)

A= luas penampang (m²)

V= kecepatan aliran(m/s)

erhitungan kecepatan rata-rata aliran

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$$

Keterangan:

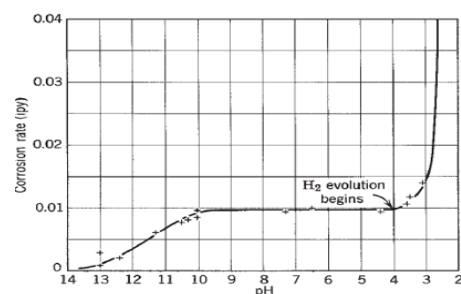
Q= debit (m³/s)

A= luas penampang (m²)

V= kecepatan aliran(m/s)

D= diameter

Pengaruh pH (*Power of Hydrogen*) apabila semakin kecil angka PH kemungkinan besar laju korsi akan cepat, dikarenakan tingkat keasaman tinggi. Pada PH yang rendah maka laju korsi akan menurun biasanya diatas PH 7 .sedangkan PH diatas 7 senyawa kimia basah.



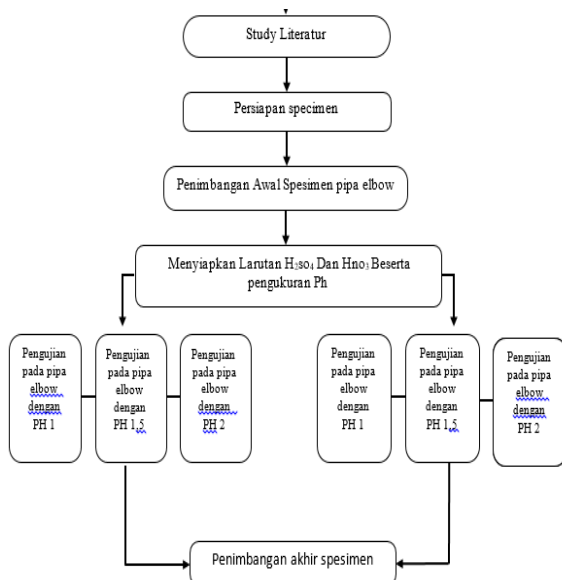
Gambar 2.15 Pengaruh PH pada korsi baja

Besi dan karbon merupakan paduan unsur atas baja karbon yang terdiri sebesar 0,2% sampai 2,14% semakin rendah kandungan carbon dalam baja karbon disebut baja karbon rendah maka sifat yang dimiliki ulet lunak dan biasanya digunakan pada bahan baku bangunan. Sedangkan kandungan karbon menengah disebut medium carbon steel mempunyai kandungan sekitar 0,30-0,6 % serta memiliki sifat yang lebih kuat tapi cenderung getas. Dan yang terakhir kandungan karbon yang tinggi sekitar 0,6-1,4 % dan disebut baja karbon tinggi yang mempunyai sifat getas mudah patah biasanya digunakan sebagai pahat mesin bubut .

METODOLOGI PENELITIAN

Pada ,metode eksperimen kali ini yaitu menggunakan pipa elbow, untuk pengujian laju korosi pipa tersebut akan dibuat saluran sambungan pipa kemudian pompa akan dialiri fluida (H_2SO_4 dan HNO_3) selama kurang lebih 96 jam hingga mendapatkan laju korosi yang terjadi. Metode ini menggunakan perbandingan dengan mengalirkan larutan asam kimia pada material dengan sifat korosif yang baik.

Flow chart penelitian:



1. study literature

Untuk mencari materi dan teori yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan Materi yang dibutuhkan antara lain teori korosi, teori baja karbon, Teori tentang fluida dan pipa elbow.

2. Persiapan specimen

Sebelum dilakukan pengujian specimen perlu dilakukan persiapan specimen yang berhubungan dengan proses penelitian supaya bisa memudahkan proses saat pengujian berlangsung. Specimen yang perlu disiapkan yaitu jangka sorong, pipa elbow, PH meter, kertas gosok larutan asam sulfat dan asam nitrat dan lain sebagainya.

3. Proses pengujian dan perhitungan

Untuk Pengujian berlangsung selama 96 jam dengan cara mengalirkan media korosi berupa asam sulfat dan asam nitrat di dalam pipa elbow ,setiap 24 jam akan dihitung berat kemudian akan di analisa untuk memperoleh data dari hasil uji.

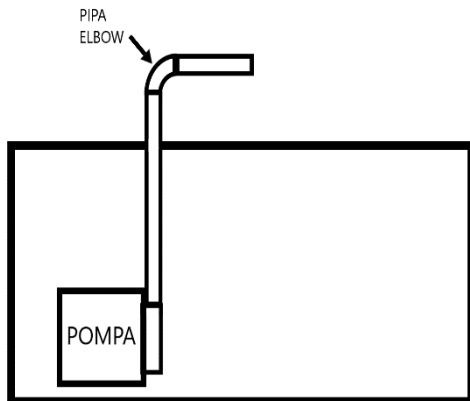
4. analisis dan data

Data dari hasil pengujian akan dianalisis dan diolah sesuai dengan dasar teori yang ada di studi literature.

5. kesimpulan dan saran

Menyimpulkan hasil analisis tentang laju korosi elbow sch 40 dan pengurangan berat.

HASIL DAN PEMBAHASAN



Tempat ujicoba spesimen Pipa elbow dengan larutan asam sulfat dan asam nitrat harus di pisahkan, dikarenakan akan terjadinya proses korosi yang berbeda. untuk penelitian menggunakan wadah uji berbeda dengan, ukuran yang sama antara Asam sulfat dan asam nitrat Wadah uji yang digunakan berupa bak penampung air yang berukuran diameter 50 cm tinggi 30 cm.

Data hasil penimbangan berat awal:

Tabel 4.1 Berat awal pipa elbow larutan H2SO4

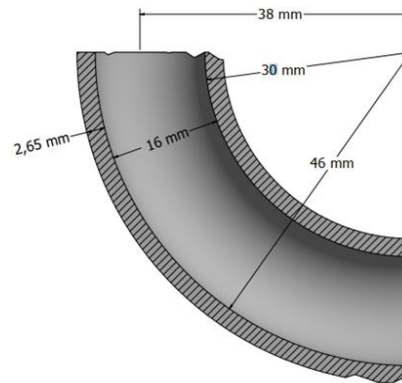
NO	Kode Spesimen	Berat specimen (gr)
1	PH 1	66,986
2	PH 1,5	67,670
3	PH 2	65,442

Tabel 4.2 Berat awal pipa elbow larutan HNO3

NO	Kode spesimen	Berat specimen (gr)
1	PH 1	67,068
2	PH 1,5	68,458
3	PH 2	66,657

Perhitungan.laju.korosi.pada penelitian ini metode yang digunakan weight loss.

Contoh Perhitungan Laju korosi specimen H²SO⁴ PH = 1 waktu 24 jam.
Densitas baja ρ= 7,86 gr/cm³



Luas Permukaan pipa $\pi^2.R.r = 3,14^2 .38.8 = 2997 \text{ mm}^2 = 117 \text{ in}^2$

$$\begin{aligned} \text{mmpy} &= \frac{534 \cdot W}{D.A.T} \\ &= \frac{534 \times 4,838}{7,86 \times 117 \times 24} \quad \text{dengan larutan waktu 24 jam} \\ &= 0,117\text{mpy} \end{aligned}$$

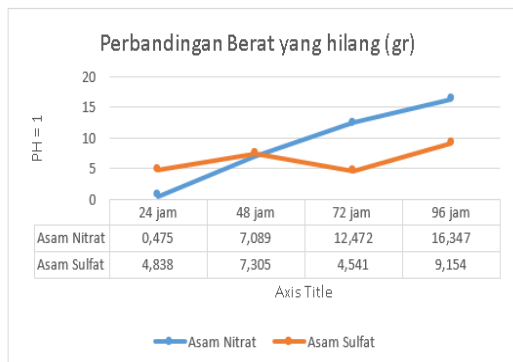
Perhitungan Kehilangan Berat waktu 96 jam dengan PH air 1

Tabel 4.3 Laju Korosi Asam sulfat (H2SO4) dengan PH air 1

Waktu (jam)	Pengurangan Berat specimen	Jumlah yang hilang(gr)	Laju korosi (mpy)	ASAM SULFAT (H2SO4)
24	62,148	4,838	0,117	
48	54,843	7,305	0,088	
72	50,302	4,541	0,036	
96	41,148	9,154	0,055	

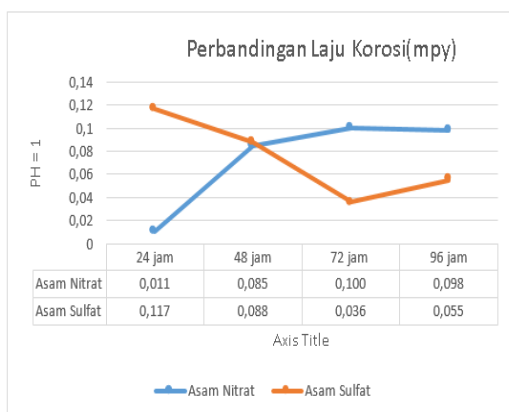
Tabel 4.4 Laju Korosi Asam Nitrat (HNO3) dengan PH air 1

Waktu (jam)	Pengurangan Berat specimen	Jumlah yang hilang (gr)	Laju korosi (mpy)	ASAM NITRAT (HNO3)
24	66,593	0,475	0,011	
48	59,504	7,089	0,085	
72	47,032	12,472	0,100	
96	30,685	16,347	0,098	



Gambar 4.7 jumlah kehilangan berat Asam Sulfat dan Asam Nitrat PH 1

Nilai berat yang hilang pada asam Nitrat di 24 jam pengujian bernilai 0,475 di 48 jam pengujian 7,089 di 72 jam pengujian 12,472 di 96 jam pengujian 16,347 . Sementara untuk asam Sulfat di 24 jam pengujian bernilai 4,838 di 48 jam pengujian bernilai 7,305 di 72 jam pengujian bernilai 4,541 di 96 jam pengujian bernilai 9,154. Nilai rata –rata kehilangan berat pada asam nitrat 9,0957 gr dan Asam sulfat 6,4595 gr.



Gambar 4.8 Laju korosi Asam Sulfat dan Asam Nitrat PH 1

Nilai besar nilai laju korosi pada asam Nitrat di 24 jam pengujian bernilai 0,011 di 48 jam pengujian 0,085 di 72 jam pengujian 0,100 di 96 jam pengujian 0,098. Sementara untuk asam Sulfat di 24 jam pengujian bernilai 0,117 di 48 jam pengujian bernilai 0,088 di 72 jam pengujian bernilai

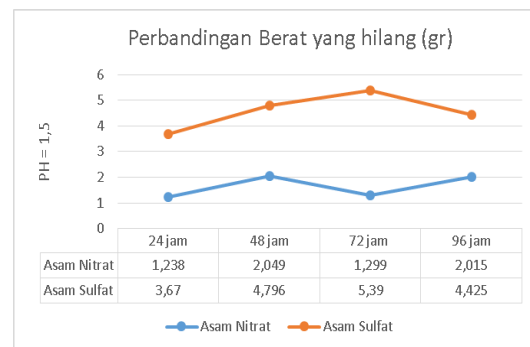
0,036 di 96 jam pengujian bernilai 0,055. Nilai rata –rata lju korosi pada asam nitrat 0,0735 mpy dan Asam sulfat 0,074 mpy. Perhitungan korosi waktu 96 jam dengan PH air 1,5

Tabel 4.5 Laju korsi Asam sulfat (H2SO4) dengan PH air 1,5

Waktu (jam)	Pengurangan Berat specimen	Jumlah yang hilang(gr)	Laju korosi (mpy)	ASAM SULFAT (H2SO4)
24	64,000	3,670	0,088	
48	59,204	4,796	0,058	
72	53,814	5,390	0,043	
96	49,389	4,425	0,026	

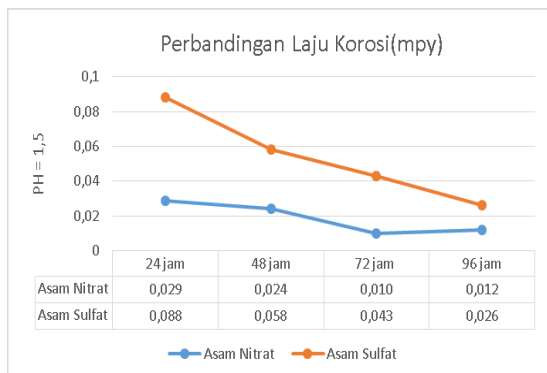
Tabel 4.6 Laju korsi Asam Nitrat (HNO3) dengan PH air 1,5

Waktu (jam)	Pengurangan Berat specimen	Jumlah yang hilang(gr)	Laju korosi (mpy)	ASAM NITRAT (HNO3)
24	67,220	1,238	0,029	
48	65,171	2,049	0,024	
72	63,872	1,299	0,010	
96	61,857	2,015	0,012	



Gambar 4.9 kehilangan berat Asam Sulfat dan Asam Nitrat PH 1,5

Nilai berat yang hilang pada asam Nitrat di 24 jam pengujian bernilai 1,238 di 48 jam pengujian 2,049 di 72 jam pengujian 1,299 di 96 jam pengujian 2,015 . Sementara untuk asam Sulfat di 24 jam pengujian bernilai 3,670 di 48 jam pengujian bernilai 4,796 di 72 jam pengujian bernilai 5,390 di 96 jam pengujian bernilai 4,425. Nilai rata –rata kehilangan berat pada asam nitrat 1,6502gr dan Asam sulfat 4,5702 gr.



Gambar 4.10 Grafik Laju korosi Asam Sulfat dan Asam Nitrat PH 1,5

Nilai besar nilai laju korosi pada asam Nitrat di 24 jam pengujian bernilai 0,029 di 48 jam pengujian 0,024 di 72 jam pengujian 0,010 di 96 jam pengujian 0,012 . Sementara untuk asam Sulfat di 24 jam pengujian bernilai 0,088 di 48 pengujian bernilai 0,058 di 72 jam pengujian bernilai 0,043 di 96 jam pengujian bernilai 0,026. Nilai rata –rata lju korosi pada asam nitrat 0,01875 mpy dan Asam sulfat 0,05375 mpy.

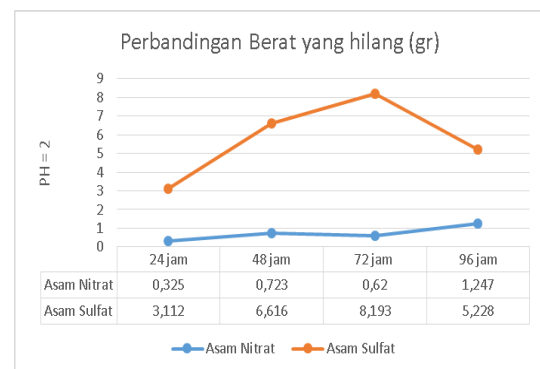
Perhitungan korosi waktu 96 jam dengan PH air 2.

Tabel 4.7 Laju korsi Asam sulfat (H₂SO₄) dengan PH air 2

Waktu (jam)	Pengurangan Berat specimen	Jumlah yang hilang (gr)	Laju korosi (mpy)	ASAM SULFAT (H ₂ SO ₄)
24	62,330	3,112	0,075	
48	55,714	6,616	0,080	
72	47,521	8,193	0,066	
96	42,293	5,228	0,031	

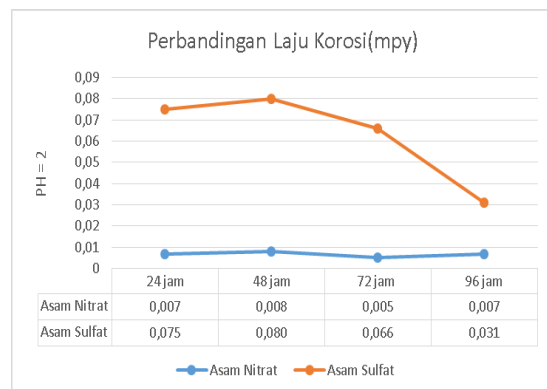
Tabel 4.8 Laju korsi Asam Nitrat (HNO₃) dengan PH air 2

Waktu (jam)	Pengurangan Berat specimen	Jumlah yang hilang (gr)	Laju korosi (mpy)	ASAM NITRAT (HNO ₃)
24	66,322	0,325	0,007	
48	65,609	0,723	0,008	
72	64,989	0,620	0,005	
96	63,742	1,247	0,007	



Gambar 4.11 jumlah kehilangan berat Asam Sulfat dan Asam Nitrat PH 2

Nilai berat yang hilang pada asam Nitrat di 24 jam pengujian bernilai 0,325 di 48 jam pengujian 0,723 di 72 jam pengujian 0,620 di 96 jam pengujian 1,247. Sementara untuk asam Sulfat di 24 jam pengujian bernilai 3,112 di 48 pengujian bernilai 6,616 di 72 jam pengujian bernilai 8,193 di 96 jam pengujian bernilai 5,228. Nilai rata –rata kehilangan berat pada asam nitrat 0,72875gr dan Asam sulfat 5,78725gr.



Gambar 4.12 Grafik Laju korosi Asam Sulfat dan Asam Nitrat PH 2

Nilai besar nilai laju korosi pada asam Nitrat di 24 jam pengujian bernilai 0,007 di 48 jam pengujian 0,008 di 72 jam pengujian 0,005 di 96 jam pengujian 0,007. Sementara untuk asam Sulfat di 24 jam pengujian bernilai 0,075 di 48 pengujian bernilai 0,080 di 72 jam pengujian bernilai 0,066 di 96 jam pengujian bernilai 0,031.

Nilai rata –rata lju korosi pada asam nitrat 0,00675 mpy dan Asam sulfat 0,063 mpy.

Jenis larutan	PH Air	Rata rata Laju Korosi (mpy)	Kategori Ketahanan
H ₂ SO ₄	1	0,074	<i>Outstanding</i>
H ₂ SO ₄	1,5	0,05375	<i>Outstanding</i>
H ₂ SO ₄	2	0,063	<i>Outstanding</i>
HNO ₃	1	0,0735	<i>Outstanding</i>
HNO ₃	1,5	0,01875	<i>Outstanding</i>
HNO ₃	2	0,00675	<i>Outstanding</i>

Tabel 4.10 hasil uji Ketahanan Material Terhadap Laju Korosi.

Dari data laju korosi didapatkan bahwa nilai ketahanan material terhadap laju korosi baja karbon rendah pada larutan asam sulfat dan asam nitrat dengan variasi tingkat keasaman air dengan kecepatan sama, baja karbon memiliki tingkat ketahanan “outsanding” dengan kisaran < 1 Mpy.

KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah dilakukannya uji coba penelitian tentang analisis laju korosi pada pipa elbow.pada larutan kimia H₂SO₄ dan HNO₃ Dalam kisaran waktu 24 jam,48 jam,72jam dan 96 jam dengan variasi tingkat keasaman air 1, 1.5 dan 2,dengan menggunakan pompa akuarium kecepatan aliran 0,514 m/s Dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Tingkat keasaman air 1

- Pada kehilangan berat rata-rata larutan asam nitrat memiliki pengurangan berat lebih tinggi sebesar 9,0957 gr sedangkan asam sulfat memiliki pengurangan lebih rendah sebesar 6,4595 gr

- Pada nilai laju korosi rata-rata mempunyai nilai relative sama asam nitrat sebesar 0,0735 mpy dan asam sulfat sebesar 0,074 mpy.

2. Tingkat keasaman air 1,5

- Pada kehilangan berat rata-rata larutan asam sulfat memiliki pengurangan berat yang lebih besar yaitu 4,5702 gr, sedangkan pada larutan asam nitrat pengurangan berat rata-rata lebih kecil yaitu 1,6502gr.

- Pada nilai laju korosi rata-rata asam sulfat memiliki laju korosi yang lebih tinggi sebesar sulfat 0,05375 mpy, sedangkan pada asam nitrat 0,01875 mpy.

3. Tingkat keasaman air 2

- Pada kehilangan berat rata-rata larutan asam sulfat memiliki pengurangan berat yang lebih besar yaitu 5,78725 gr, sedangkan pada larutan asam nitrat pengurangan berat rata-rata lebih kecil yaitu 0,72875 gr.

- Pada nilai laju korosi rata-rata asam sulfat memiliki laju korosi yang lebih tinggi sebesar sulfat 0,063 mpy., sedangkan pada asam nitrat 0,00675 mpy.

Untuk saran penelitian lebih lanjut sebagai berikut:

1. pada penelitian kedepannya dapat dikembangkan dengan variasi larutan yang berbeda dan variasi waktu yang lebih lama serta variable PH air yang bervariasi, sehingga dapat diketahui ketahanan dari suatu material.

2. kedepannya penelitian dapat dikembangkan dengan menggunakan bahan/material sebagaimana untuk mengembangkan penelitian lanjut.

PENGHARGAAN

Penghargaan saya berikan setinggi-tingginya kepada orang tua yang selalu mendukung untuk menyelesaikannya penelitian ini, dan juga kepada bapak ismail selaku dosen pembimbing serta juga teman-teman yang selalu mendukung atas terselainya penelitian ini.

REFERENSI

- ASTM-G31. (2004) . Standard Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals. American Society for Testing and Materials.
- ASTM Internasional. (2005) . Corrosion Test and Standar: Application and Interpretation Second Edition ASTM International.
- ASTM-G01. (2011). Standard Practice for Preparing,Cleaning,and Evaluating Corrosion Test Specimens. Annual Book of ASTM Standards .
- Bayuseno,A.P,HandokoE.D.2012.”Analisa Korosi Erosi Pada Baja Karbon Rendah dan Baja Karbon Sedang Akibat Aliran Air Laut”. Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro
- Fontana, Mars G. (1986) Corrosion Engineering Third Edition, New York : Mc GrawHill
- Irwanto Deddy,yuslan basir,muhni pamuji.(2013). “studi Korosi Pada Pipa Menggunakan Metode Impressed Current Di Petrochina International Jambi.Ltd” Jurnal Desiminasi Teknologi, Volume 1, No. 2
- Jones, Denny.(1992). Principles and Prevention of Corrosion. New York: Macmillan Publishing Company
- Kumar, N., Singh, A. K., Ajit, K And Sushi, Pp. (2014). Corrosion Behaviour Of Austenitic Stainless Steel Grade 316 In Strong Acid Solution. International Journal Of Advanced Research.
- Roberge,Pierre R.(2008). Corrosion Engineering Principles And Practice. International Book.
- Schweitzer, Philip A.(2010). Fundamental Of Corrosion. International Standrat Book.
- Surbakti,Yani Cordoba. (2017). Skripsi. “Analisa Laju Korosi Pada Pipa Baja Carbon Dan Pipa Galvanis Dengan Metode Kehilangan Berat”.Surabaya: institute teknologi sepuluh nopember.
- Trethewey, K.R., J, Chamberlain. (1991). Korosi, Edisi Pertama[diterjemahkan oleh Widodo T.K]. Jakarta: Gramedi Pustaka Utama.
- Yudha Kurniawan Afandi, Irfan.Syarif, Admiaji .(2012). “Analisa.Laju.Korosi Pada Pelat Baja Karbon Dengan Variasi Ketebalan Coating”, Jurusan T.Sistem