

ANALISA LAJU KOROSI CRACKING AISI 430 DENGAN VARIASI WAKTU PADA MEDIA HCL 0,80

Mochammad Nur Ihamsyah¹⁾, Dicki Nizar Zulfika²⁾, Luthfi Hakim³⁾

1) Program Studi Teknik Mesin Universitas Islam Majapahit

Email: mochammadnurilhamsyah@gmail.com

Abstrak

Stress corrosion cracking [SCC] adalah istilah yang diberikan untuk peretakan intergranular atau transgranular pada logam akibat kegiatan gabungan antara tegangan dan lingkungan khusus. Bentuk korosi ini lazim sekali dijumpai di lingkungan industri seperti : industri perkapalan, perminyakan, dan industri – industri konstruksi logam. Dalam tugas akhir ini dimaksudkan untuk memahami fenomena Stress Corrosion Cracking secara teoritis dalam material dan mengkaji pengaruh variasi pembebanan terhadap Stress Corrosion Cracking Stainless Steel AISI 430 sehingga dapat mengetahui pengaruh media korosi terhadap pertambahan panjang, lamanya waktu patah dan jenis retak yang terjadi pada benda. Kondisi korosif dapat dihasilkan dari bak yang diisi dengan larutan sesuai dengan rencana pengujian yang dilakukan. Hasil pengujian kekerasan menunjukkan peningkatan nilai kekerasan spesimen setelah dilakukan pembebanan dari kekerasan awal 163 naik menjadi 165,5 Pada beban 3 kgN, 181,3 pada beban 4 kgN dan 189,1 pada beban 5 kgN. Kehilangan berat dan laju korosi dipengaruhi besarnya beban dan lamanya waktu perendaman. Kehilangan berat dan laju korosi terbesar terjadi pada spesimen dengan beban 5 kgN dan waktu perendaman 72 Jam dan yang terkecil terjadi pada beban 3 kgN dan perendaman 24 jam. Spesimen yang memiliki area retak terbesar terjadi pada spesimen dengan beban 5 kgN dengan waktu perendaman 72 jam dan spesimen yang memiliki area retak terkecil ialah spesimen dengan beban 3 kgN pada waktu perendaman 24 jam. Penelitian ini menunjukkan bahwa beban yang diberikan sebaiknya maksimal hanya sebesar 4 kgN, karena peningkatan beban di atas nilai tersebut menyebabkan laju korosi meningkat tajam.

Kata Kunci : Laju Korosi, Waktu , HCL

Pendahuluan

Dalam dunia industri, barang hasil produksi dibuat dan dirancang supaya memiliki ketahanan yang baik terhadap lingkungan, terutama produk yang berbahan logam. Logam merupakan salah satu jenis bahan yang banyak dimanfaatkan dalam peralatan penunjang bagi kehidupan manusia. Suatu logam dapat mengalami kerusakan akibat adanya korosi. Korosi merupakan reaksi elektrokimia antara logam dan lingkungan yang menyebabkan pengkaratan dan menurunkan mutu logam.

Dikehidupan manusia banyak sekali menggunakan suatu peralatan yang terbuat dari material logam, dimulai dari hal-hal paling sederhana, seperti peralatan rumah tangga sampai pada hal-hal yang kompleks seperti konstruksi, kerangka kendaraan, hingga alat-alat produksi di dunia industri. Logam banyak digunakan karena sifatnya yang kuat dan tahan lama, dibanding dengan material lain yang cocok untuk fungsi-fungsi tertentu.

Umumnya, penggunaan logam baja tahan karat (stainless steel) sebagai material utama peralatan proses dan penyimpanan makanan dan minuman. Alasan utama penggunaan material tersebut dibandingkan logam lainnya antara lain tahan korosi, tahan abrasif, kekuatan mekanik yang baik dan relatif tahan terhadap reaksi kimia yang ditimbulkan saat penggunaan peralatan tersebut. Di Indonesia, peralatan proses dan penyimpanan bahan makanan berbahan dasar logam stainless steel sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Di dunia, logam stainless steel yang digunakan sebagai bahan logam foodgrade mempunyai banyak tipe antara lain seri 200, seri 304 dan 316, dan seri 430, dimana tergantung dari penggunaan dan lingkungan. Penggunaan stainless steel seri 304 dan 316 lebih ditekankan pada bahan makanan atau minuman bersifat asam dan garam yang tinggi, jika dibandingkan dengan seri 200 dan seri 430. Konsentrasi keunggulan seri 304 dan 316 adalah harga jual peralatan yang mahal, jika dibandingkan seri lainnya.

Studi Pustaka

1. Material Teknik

Besi adalah material logam yang banyak digunakan dalam dunia industri dan aplikasi, keberadaan unsur lain dalam komposisi besi, seperti karbon, juga dapat mempengaruhi sifat-sifat materialnya. Misalnya, baja merupakan campuran besi dengan kandungan karbon yang memberikan sifat-sifat khusus, seperti kekuatan yang lebih tinggi. Sifat-sifat logam, termasuk besi, memungkinkannya untuk digunakan dalam berbagai aplikasi, mulai dari konstruksi bangunan, pembuatan kendaraan, peralatan elektronik, hingga alat-alat rumah tangga. Keberagaman sifat-sifat logam dan kemampuannya untuk dicetak, ditempa, dan dibentuk membuatnya menjadi bahan yang sangat serbaguna dalam industri. Penting untuk diingat bahwa selain besi, terdapat juga banyak logam lainnya dengan karakteristik yang berbeda. Setiap logam memiliki keunikan dan kegunaannya, tergantung pada aplikasi dan persyaratan yang diinginkan.[4]

Baja karbon umumnya diklasifikasikan sebagai berikut:

1. **Baja Rendah**
 Kandungan unsur yang dimiliki yaitu 0,05-0,30% karbon berdasarkan beratnya. Baja ini kekuatan luluhnya sekitar 275 MPa (40.000 psi), kekuatan tariknya kisaran 415 hingga 550 MPa (60.000 hingga 80.000 psi), dan memiliki elastisitas 25%.
2. **Baja Menengah**
 Kandungan karbonnya dari 0,30 hingga 0,60% berdasarkan beratnya.
3. **Baja Tinggi**
 Kandungan 0,60–1,4% karbon berdasarkan beratnya.
4. **Baja Galvanis**
 Galvanis adalah kategori baja yang dilapisi dengan lapisan galvanis, yang terdiri dari seng berkualitas tinggi dengan tingkat kemurnian yang tinggi, biasanya sekitar 99,7%.

2. Korosi

Korosi adalah proses degradasi atau kerusakan pada bahan oleh reaksi kimia dengan lingkungan sekitarnya. Salah satu tujuan dari corrosion monitoring adalah untuk mengetahui laju korosi pada logam dari suatu struktur sehingga dengan mengetahui laju korosi, dapat diprediksi kapan dan berapa lama material 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 Kinetika (Weight Loss): Metode ini melibatkan pengukuran perubahan berat atau kehilangan berat logam sebagai indikator laju korosi. Logam yang dipantau ditempatkan dalam lingkungan yang menginduksi korosi, dan setelah periode waktu tertentu, perubahan beratnya diukur. Dari perubahan berat tersebut, laju korosi dapat dihitung.

$$\Delta W = W_0 - W_1 \tag{1}$$

Keterangan :

- ΔW = Selisih berat (gram)
- W_0 = Massa sebelum dilakukan perendaman (gram)
- W_1 = Massa setelah dilakukan perendaman (gram)

$$CR \text{ (Corrosion Rate)} = (K.W) / (A \times T \times D) \tag{2}$$

Keterangan :

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

Table 1. Konstanta perhitungan laju korosi berdasarkan satuannya

Satuan Laju Korosi/Corrosion Rate	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

3. Laju Korosi

Laju korosi mengacu pada kecepatan di mana material mengalami degradasi atau kerusakan seiring berjalannya waktu akibat proses korosi. Satuan umum yang digunakan dalam pengukuran laju korosi adalah millimeter per tahun (mm/tahun) atau mill/millennium (mpy).

Table 2. Perbandingan tingkat klasifikasi laju korosi dengan tingkat ekspresi secara

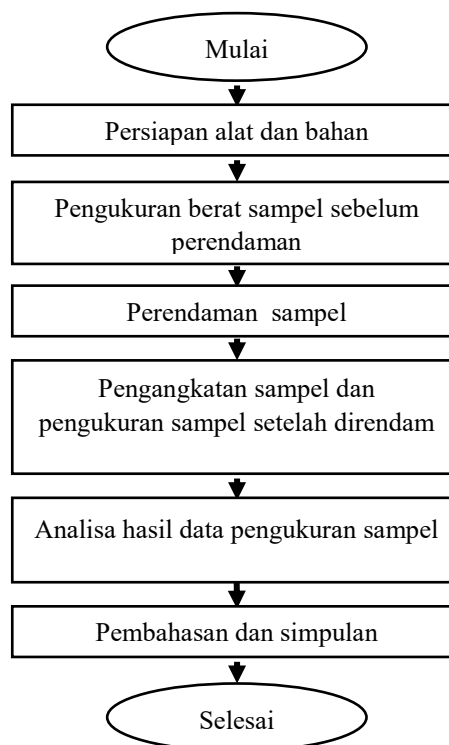
<i>Relative corrosion resistance</i>	Mpy	mm/yr	μm/yr	nm/yr	Pm/s
<i>Outstanding</i>	< 1	< 0,02	< 25	< 2	< 1
<i>Excellent</i>	1-5	0,02-0,1	25-100	2-10	1-5
<i>Good</i>	5-2	0,1-0,5	100-500	10-50	20-50
<i>Fair</i>	20-50	0,5-1	500-1000	20-150	20-50
<i>Poor</i>	50-200	1-5	1000-5000	150-500	50-200
<i>Unacceptable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

Metodologi Penelitian

Metode yang diterapkan dalam pengujian ini adalah analisis statistik deskriptif kuantitatif. Teknik ini melibatkan pemeriksaan data dari hasil eksperimen uji rendam, di mana data yang diperoleh berupa data kuantitatif. Data tersebut kemudian diorganisir dalam bentuk tabel dan grafik untuk memberikan gambaran yang jelas tentang karakteristik dan pola data. Dan berikut ini adalah diagram alir penelitian ini

Langkah-langkah pengujian:

- 1 Mempersiapkan alat penelitian yaitu gerinda, alat ukur, wadah perendaman, gelas ukur, alat tulis, dan alat pendukung lainnya.
- 2 Mempersiapkan material penelitian yaitu baja karbon dan galvanis dipotong dengan dimesin 50mm x 20mm dan berbentuk coupon.
- 3 Proses pembersihan permukaan spesimen menggunakan gerinda.
- 4 Proses mengamplasan spesimen bertujuan untuk menghaluskan permukaan yang kasar dan tajam bekas dari goresan batu gerinda.
- 5 Mempersiapkan cairan tetes tebu yang digunakan untuk perendaman dan mengatur volume cairan yang dimasukkan ke wadah perendaman sebanyak 500ml per wadah.
- 6 Penimbangan berat awal spesimen dan dokumentasi.
- 7 Proses uji rendam spesimen sesuai variabel waktu yang ditentukan yaitu selama 7hari, 14hari dan 21hari.
- 8 Proses pengakatan, pembersihan dan penimbangan material uji, sesuai dengan waktu yang sudah ditentukan.
- 9 Pengambilan foto specimen sesudah dilakukan pengujian.
- 10 Proses pengumpulan data dari setiap spesimen, dan selanjutnya proses pengolahan data untuk mengetahui nilai kecepatan korosi dari setiap spesimen.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Hasil dan Pembahasan

1. Hasil data pengukuran

Berikut adalah tabel data pengukuran massa awal, massa akhir dan laju korosi sampel baja karbon dan galvanis sesuai dengan lama perendaman.

Table 3. Hasil data pengukuran sampel baja karbon C1

No	Sampel	Waktu (hari)	Massa awal (gram)	Massa akhir (gram)	Penurunan berat (gram)	Laju korosi (mppy)
1	C1	7	35,6313	35,3000	0,3313	0,96395
2	C1	14	35,5860	35,2865	0,2995	0,43571
3	C1	21	35,2752	35,1500	0,1252	0,12142

Table 4. Hasil data pengukuran sampel baja karbon C2

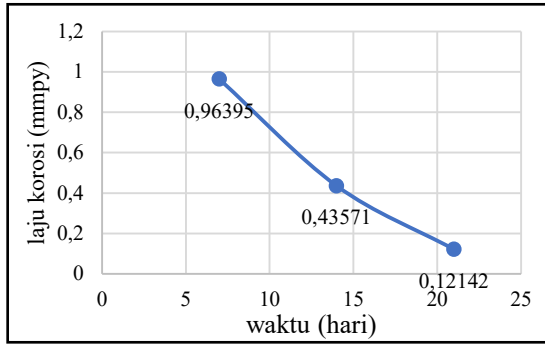
No	Sampel	Waktu (hari)	Massa awal (gram)	Massa akhir (gram)	Penurunan berat (gram)	Laju korosi (mppy)
1	C2	7	35,5913	35,2814	0,3099	0,90169
2	C2	14	35,7830	35,5020	0,2810	0,40880
3	C2	21	35,7298	35,5956	0,1342	0,13015

Table 5. Hasil data pengukuran sampel baja karbon C3

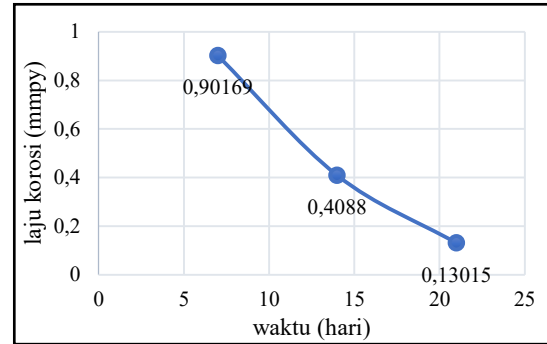
No	Sampel	Waktu (hari)	Massa awal (gram)	Massa akhir (gram)	Penurunan berat (gram)	Laju korosi (mppy)
1	C3	7	35,375	35,0585	0,3165	0,92089
2	C3	14	35,1401	34,8505	0,2896	0,42131
3	C3	21	35,5995	35,4715	0,1280	0,12414

Table 6. Hasil data pengukuran sampel baja karbon C4

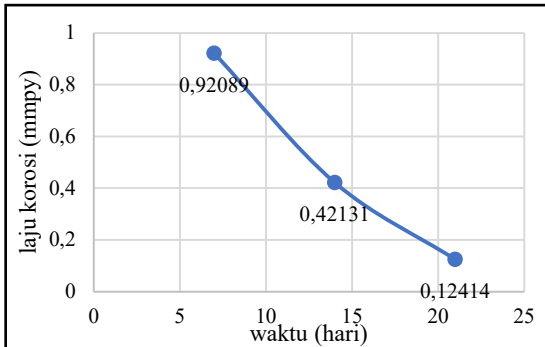
No	Sampel	Waktu (hari)	Massa awal (gram)	Massa akhir (gram)	Penurunan berat (gram)	Laju korosi (mppy)
1	C4	7	35,6182	35,2879	0,3303	0,96105
2	C4	14	35,4553	35,1649	0,2904	0,42247
3	C4	21	35,5772	35,4563	0,1209	0,11725



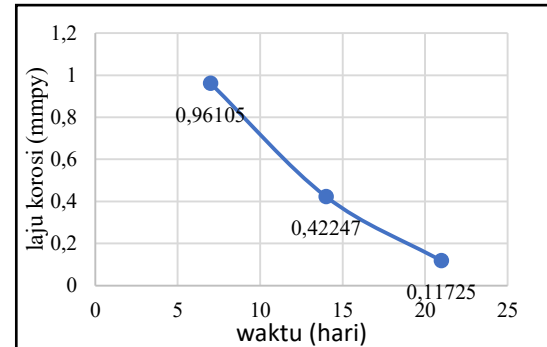
Gambar 2. Grafik laju korosi sampel C1



Gambar 3. Grafik laju korosi sampel C2



Gambar 4. Grafik laju korosi sampel C3



Gambar 5. Grafik laju korosi sampel C4

Table 7. Hasil data pengukuran sampel galvanis G1

No	Sampel	Waktu (hari)	Massa awal (gram)	Massa akhir (gram)	Penurunan berat (gram)	Laju korosi (mmpy)
1	G1	7	30,8418	30,7273	0,1145	0,33315
2	G1	14	30,5781	30,4574	0,1207	0,17559
3	G1	21	30,7594	30,6562	0,1032	0,10009

Table 8. Hasil data pengukuran sampel galvanis G2

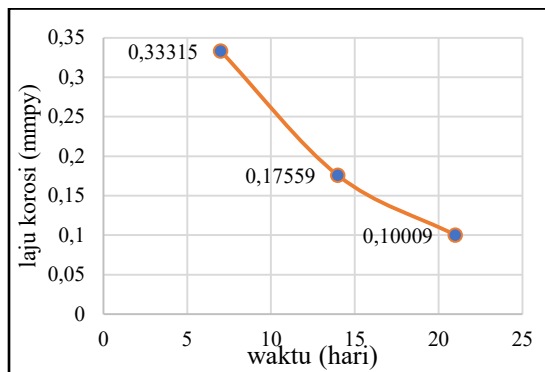
No	Sampel	Waktu (hari)	Massa awal (gram)	Massa akhir (gram)	Penurunan berat (gram)	Laju korosi (mmpy)
1	G2	7	30,8995	30,7847	0,1148	0,33402
2	G2	14	30,5125	30,3889	0,1236	0,17981
3	G2	21	30,2606	30,0805	0,1801	0,17467

Table 9. Hasil data pengukuran sampel galvanis G3

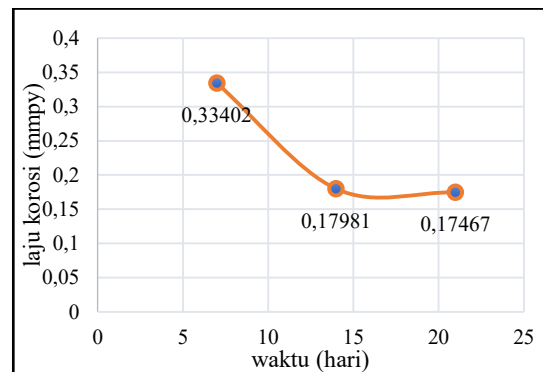
No	Sampel	Waktu (hari)	Massa awal (gram)	Massa akhir (gram)	Penurunan berat (gram)	Laju korosi (mmpy)
1	G3	7	30,7142	30,6450	0,0692	0,20134
2	G3	14	30,6587	30,5429	0,1158	0,16846
3	G3	21	30,6302	30,5429	0,0873	0,08467

Table 10. Hasil data pengukuran sampel galvanis G4

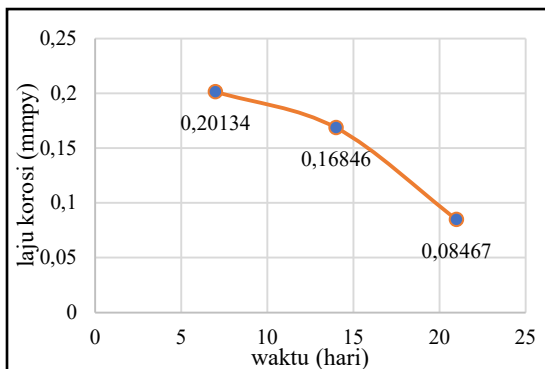
No	Sampel	Waktu (hari)	Massa awal (gram)	Massa akhir (gram)	Penurunan berat (gram)	Laju korosi (mmpy)
1	G4	7	30,7985	30,5998	0,1987	0,57814
2	G4	14	30,5867	30,4613	0,1254	0,18243
3	G4	21	30,5621	30,3274	0,2347	0,22762



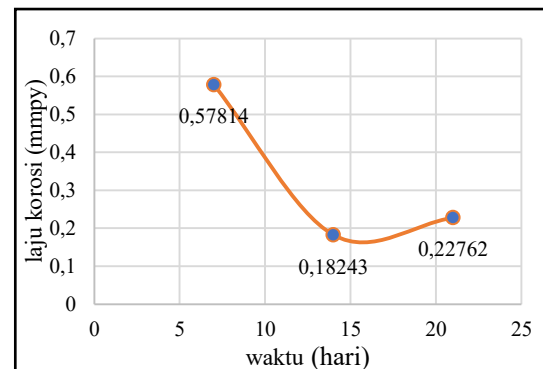
Gambar 6. Grafik laju korosi sampel G1



Gambar 7. Grafik laju korosi sampel G2



Gambar 8. Grafik laju korosi sampel G3



Gambar 9. Grafik laju korosi sampel G4

Berdasarkan tabel dan grafik sampel baja karbon dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu perendaman laju korosi semakin mengalami penurunan, penurunan laju korosi yang terjadi pada 7hari ke 14 hari adalah 0,5 mmpy dan dilanjut 14 hari ke 21 hari penurunan laju korosi sebesar 0,3 mmpy sedangkan pada sampel galvanis penurunan laju korosi pada 7hari ke 14 hari adalah 0,2 mmpy dan dilanjut pada 14 hari ke 21 hari penurunan laju korosi sebesar 0,08 mmpy.

Kesimpulan Dan Saran

1. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil analisa penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

- Semakin lama waktu perendaman laju korosi akan semakin menurun.
- Baja galvanis memiliki nilai penurunan laju korosi lebih kecil dibandingkan baja karbon dimana pada baja galvanis didapatkan nilai penurunan laju korosi dari 7 hari ke 14 hari sebesar 0,2 mmpy sedangkan baja karbon sebesar 0,5 mmpy, selanjutnya pada 14 hari ke 21 hari baja galvanis mengalami penurunan laju korosi sebesar 0,08 mmpy, sedangkan baja karbon sebesar 0,3 mmpy.
- Berdasarkan dari hasil penurunan laju korosi di setiap minggunya maka dapat disimpulkan bahwa baja galvanis lebih baik dibandingkan baja karbon untuk diaplikasi pada cairan tetes tebu.

2. Saran

- Berdasarkan dari hasil penelitian diatas untuk sistem perpipaan yang dilalui cairan tetes tebu disarankan untuk menggunakan material pipa baja galvanis, karena pipa baja galvanis lebih tahan terhadap korosi dibandingkan dengan pipa baja karbon.

Daftar Pustaka

- [1] R. A. Apriansyah and G. Jatisukamto, “ANALISIS KETAHANAN KOROSI PIPA A53 PADA LINGUNGAN OIL SLUDGE DENGAN METODE C-RING Corrosion is the degradation of the material surface due to reaction with the environment . Steel pipe is one of the materials vulnerable to corrosion because the piping sys,” vol. 10, no. April, pp. 30–

- 35, 2017.
- [2] F. Y. Hutaaruk, “Analisa Laju Korosi pada Pipa Baja Karbon dan Pipa Galvanis dengan Metode Elektrokimia,” *Inst. Teknol. Sepuluh November, Surabaya*, pp. 1–138, 2017, [Online]. Available: <http://repository.its.ac.id/44852/>
- [3] ASTM G31 – 72, “ASTM G31: Standard Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals,” *ASTM Int.*, vol. i, no. Reapproved, pp. 5–7, 2004.
- [4] A. K. Samlawi and R. Siswanto, “Diktat Bahan Kuliah Material Teknik,” *Univ. Lambung Mangkurat*, pp. 3, 8, 56–59, 2016.