

ANALISA LAJU KOROSI PADA PIPA BAJA KARBON API 5L-X65 DENGAN METODA PEMBEBANAN TIGA TITIK PADA LINGKUNGAN GAS H₂S KONDISI JENUH CO₂ DALAM LARUTAN ASAM ASETAT

Nendi Suhendi Syafei¹⁾, Darmawan Hidayat²⁾, Bernard Y Tumbelaka³⁾, Zaida⁴⁾, Liu Kin Men⁵⁾

^{1,2,3)} Teknik Elektro, Fakultas Matematika dan ilmu Pengetahuan Alam,

⁴⁾ Program Studi Teknologi Industri Pangan, Fakultas Teknologi Industri Pertanian

⁵⁾ Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam; Universitas Padjadjaran

Jl. Raya Bandung Sumedang Km. 21 Jatinangor

Email : n.suhendi@unpad.ac.id

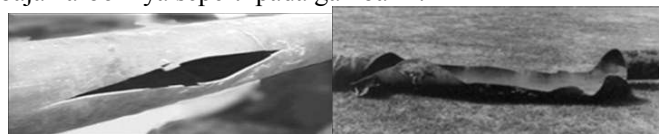
Abstrak . Akibat terjadi korosi pada pemipaan jalur migas menjadi permasalahan utama pada industri minyak bumi dan gas karena dapat menghambat proses produksi. Korosi retak tegang (SCC, *Stress Corrosion Cracking*) adalah peristiwa pembentukan dan perambatan retak dalam logam yang terjadi secara simultan antara tegangan yang bekerja pada bahan dengan lingkungan yang korosif (*sweet gas*). *Sweet gas* pada tekanan yang tinggi akan mengakibatkan korosi retak tegangan dan akan mengakibatkan pipa itu pecah. Dalam penelitian ini digunakan rumah sampel dengan spesimen tiga titik pembebanan untuk melihat perilaku korosi retak tegang pada pipa baja karbon di lingkungan gas H₂S kondisi jenuh CO₂ dalam larutan Asam Asetat. Dari hasil penelitian bahwa sampel yang berbeda dengan defleksi yang sama dalam waktu paparan berbeda maka laju korosinya berbentuk polinomial kuadrat, dan sampel dengan waktu paparan yang sama tetapi defleksinya berbeda ternyata makin besar defleksi maka laju korosi akan meningkat. Hasilnya bahwa sampel pipa baja karbon terjadi korosi retak tegangan baik **korosi transgranular ataupun korosi intergranular** berdasarkan analisa mikrostruktur. Dan kedalaman cracknya 0,0558 mm, 0,231 mm dan 0,06237mm untuk perlakuan waktu paparan yang sama dengan defleksi yang berbeda.

Kata kunci: korosi retak tegangan, laju korosi, pembebanan tiga titik, *sweet gas*.

1 Pendahuluan

Korosi menjadi permasalahan utama pada industri minyak bumi dan gas karena dapat menghambat proses produksi. Korosi retak tegang (SCC, *Stress Corrosion Cracking*) adalah peristiwa pembentukan dan perambatan retak dalam logam yang terjadi secara simultan antara tegangan yang bekerja pada bahan dengan lingkungan yang korosif. Dalam penelitian ini digunakan rumah sampel dengan spesimen tiga titik pembebanan untuk melihat perilaku korosi retak tegang pada pipa baja karbon di lingkungan gas H₂S kondisi jenuh CO₂ dalam larutan Asam Asetat.

Sumur produksi di industri migas, saluran pipa buangan, hasil pengolahan bahwa **sweet gas** (gas H₂S dan CO₂ yang keluar jumlah relatif besar merupakan faktor korosi internal. Dan sumur migas relatif waktu cukup lama digunakan, sehingga dengan cara reinjeksi fluida maka hidrokarbon pada reservoir dibawah lapisan bumi ikut keluar. Akibatnya hidrokarbon yang keluar bercampur dengan air, H₂S, CO₂ dan sejumlah gas penyerta bersifat sangat korosif. **Sweet gas** pada tekanan yang tinggi akan mengakibatkan korosi retak tegangan, dan diprediksi pola korosinya adalah SCC serta akan mengakibatkan pipa baja karbonnya seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Kerusakan pipa akibat peristiwa korosi SCC.

2 Pembahasan

Bahwa tabel 1 menyatakan makin tinggi defleksi y yang diberikan, maka regangannya σ yang terjadi pada sampel uji semakin besar sesuai dengan persamaan (4). persamaan (2). Dari beberapa sampel uji yang dimasukkan dalam ruang chamber setiap penelitian ada tiga buah holder dengan variasi defleksi

y seperti pada gambar 7, yaitu dengan variasi waktu 7 hari (168 jam), 14 hari (336 jam), 21 hari (504 jam) dan 30 hari (720 jam) seperti pada tabel 1.

Laju korosi terhadap variasi defleksi y pada waktu paparan yang sama dan grafik laju korosi terhadap variasi defleksi y dengan waktu paparan yang sama seperti pada gambar 3. Berdasarkan gambar 3 bahwa laju korosi akan meningkat seiring dengan meningkatnya besarnya defleksi y pada waktu yang sama.

Hasil pengamatan mikrostruktur bahwa pengujian korosi dalam variasi waktu paparan terdiri atas tiga sampel uji dengan variasi defleksi y, dan ternyata besarnya regangan σ seperti pada tabel 1 besarnya sesuai dengan besarnya defleksi y. Dan mikrostrukturnya seperti pada gambar 4 bahwa yang tanda panah merupakan crack transgranular yang terjadi, tetapi yang dilingkari adalah crack intergranular yang terjadi. Dan gambar 5 menunjukkan kedalaman crack dari tiap sampel, yaitu bahwa sampel J kedalaman crack korosinya 0,0558 mm (gambar a), sampel K kedalaman crack korosinya 0,231 mm (gambar b) dan sampel I kedalaman crack korosinya 0,06237 mm (gambar c).

2.1 Tabel

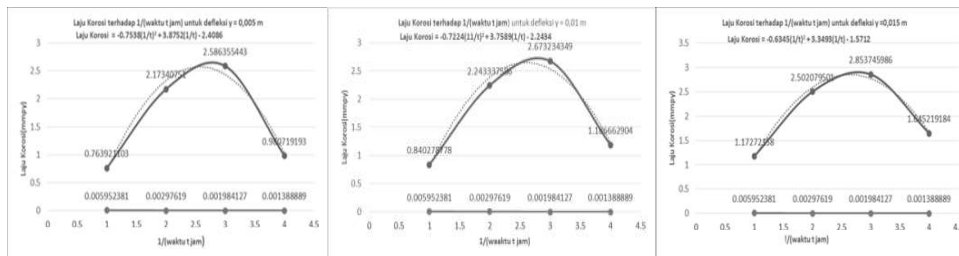
Tabel 1. Tabel Perhitungan Regangan (stress).

No.	E (modulusYoung) (N/m ²)	t (m)	y (m)	H (m)	H ² (m ²)	σ (N/m ²)
1	2.05E+11	0.0015	0.005	0.097	0.0094	9.8E+08
2	2.05E+11	0.0015	0.01	0.097	0.0094	1.96E+09
3	2.05E+11	0.0015	0.015	0.097	0.0094	2.94E+09

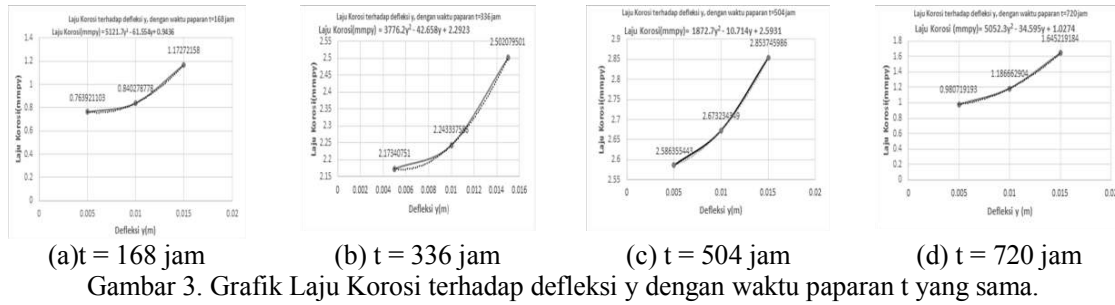
Tabel 2. Laju Korosi Variasi Regangan dan Waktu Dalam Larutan aquades 4,75 liter, asam asetat 0,25 liter (5,2632 %), H₂S dan CO₂ Jenuh Pada Suhu Ruang.

No.	Sampel (cm)	Waktu (jam)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Luas (cm ²)	Berat Plat yang dikorosi		Sesilih B Laju Korosi (mmpy)	
							Sebelum (gr)	Sesudah (gr)		
1	A; y=0,5	168	12.49	2.32	2.05	28.9768	46.03	45.7	0.33	0.763921103
2	B; y=1,0	168	12.495	2.3	2.05	28.7385	45.66	45.3	0.36	0.840278778
3	C; y=1,5	168	12.52	2.33	2	29.1716	44.51	44	0.51	1.17272158
4	D; y=0,5	336	12.505	2.32	2.1	29.0116	46.19	44.31	1.88	2.17340751
5	E; y=1,0	336	12.48	2.36	2.5	29.4528	46.97	45	1.97	2.243337586
6	F; y=1,5	336	12.202	2.285	2.5	27.88157	45.43	43.35	2.08	2.502079501
7	G; y=0,5	504	12.5	2.31	2.5	28.875	45.96	42.62	3.34	2.586355443
8	H; y=1,0	504	12.51	2.3	2.5	28.773	45.94	42.5	3.44	2.673294349
9	I; y=1,5	504	12.515	2.21	2.5	27.65815	46.03	42.5	3.53	2.853745986
10	J; y=0,5	720	12.505	2.31	2.5	28.88655	46.6	44.79	1.81	0.980719193
11	K; y=1,0	720	12.407	2.275	2.5	28.22925	45.29	43.15	2.14	1.186662904
12	L; y=1,5	720	12.5	2.405	2.1	30.0625	47.71	44.95	3.16	1.645219184

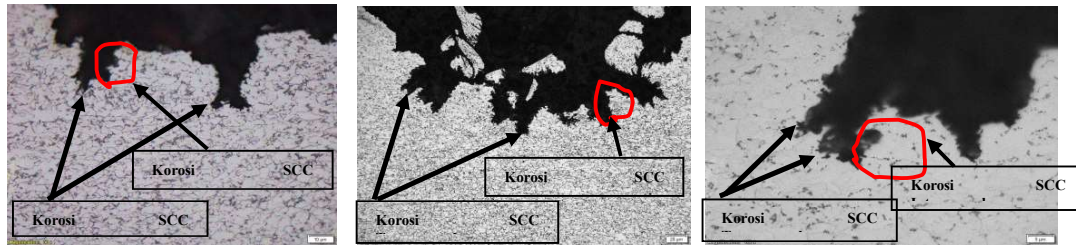
2.2 Gambar Dan Keterangan Gambar.



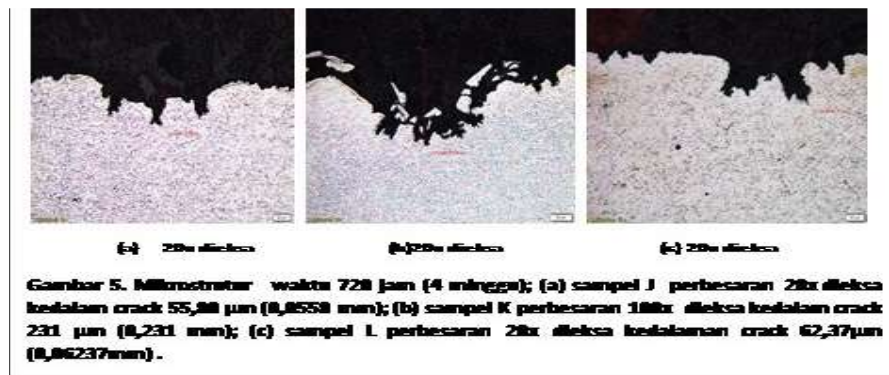
Gambar 2. Grafik laju korosi terhadap variasi waktu paparan sampel pada defleksi yang sama.



Gambar 3. Grafik Laju Korosi terhadap defleksi y dengan waktu paparan t yang sama.



Gambar 4. Mikrostruktur Sampel J 50x, Sampel K 100x dan Sampel J 100x.



2.3 Persamaan.

Untuk mengukur kedalaman pit dapat dilakukan dengan beberapa cara, diantaranya pemeriksaan metalografi, menggunakan mikrometer skrup atau alat ukur kedalaman dan metode mikroskopik. Hasil metalografi pada permukaan yang dikorosi setelah di polis dan etsa diletakkan dibawah mikroskop kemudian kedalaman pit-nya diukur perbedaan antara panjang pit awal dan pit akhir menyatakan laju korosi.

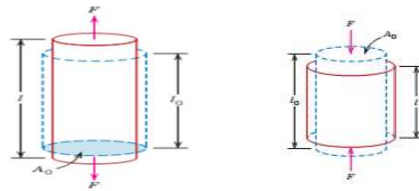
Uji Tarik adalah salah satu uji stress-strain mekanik yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan bahan terhadap gaya tarik. Dalam pengujiannya, bahan uji ditarik sampai putus. Banyak hal yang dapat kita pelajari dari hasil uji tarik. Biasanya yang menjadi fokus perhatian adalah kemampuan maksimum bahan tersebut dalam menahan beban tarik. Kemampuan ini umumnya disebut “Ultimate Tensile Strength” dalam bahasa Indonesia disebut kekuatan tarik maksimum. Perubahan panjang dalam kurva disebut sebagai regangan teknik(stress.), yang didefinisikan sebagai perubahan panjang yang terjadi akibat perubahan statik (ΔL) terhadap panjang batang mula-mula (L_0).Tegangan yang dihasilkan pada proses ini disebut dengan tegangan teknik (σ_{eng}), dimana didefinisikan sebagai nilai pembebanan yang terjadi (F) pada suatu luas penampang awal (A_0). Tegangan normal tersebut akibat beban tekan statik dapat ditentukan berdasarkan persamaan berikut :

$$\sigma = F/A_0 \quad (1)$$

Dengan :

σ = Tegangan normal akibat beban tarik statik (N/mm^2), F = Beban tarik (N) dan A_0 = Luas

penampang spesimen mula-mula (mm^2) seperti gambar dibawah ini.



Gambar 6. Prinsip dasar tegangan/stress.

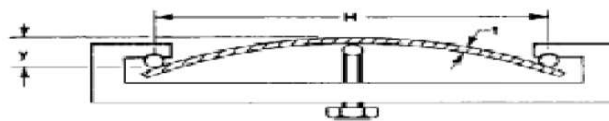
Regangan akibat beban tarik statik dapat ditentukan berdasarkan persamaan berikut :

$$\varepsilon = \Delta L / L_0 \quad (2)$$

Dengan: $\Delta L = L - L_0$, ε = Regangan akibat beban tarik statik, L = Perubahan panjang spesimen akibat beban tarik (mm), L_0 = Panjang spesimen mula-mula (mm).

Spesimen tiga titik pembebanan berbentuk keping datar mempunyai dimensi lebar, panjang, dan ketebalan spesimen biasanya ditentukan produk bahan yang dipakai. Penyangga spesimen dikedua ujung dimana spesimen ditebuk/ditekan dengan sekrup (dilengkapi dengan bola), penyangga berada di pertengahan bidang. Dimensi spesimen yang digunakan dapat dimodifikasi sesuai dengan kebutuhan spesifik (bahan yang digunakan), tetapi diperkirakan dimensinya secara proporsional. Perhitungan tegangan elastik, adalah sebagai berikut seperti pada Persamaan dibawah ini :

$$\sigma = 6 E t y / H^2 \quad (3)$$



Gambar 7 : Bentuk holder pemasangan spesimen.

Laju korosi di definisikan sebagai banyaknya logam yang dilepas tiap satuan waktu pada permukaan tertentu [2]. Laju korosi umumnya dinyatakan dengan satuan mil per year (mpy). Mpy merupakan penghitungan laju korosi yang paling populer di Amerika Serikat. Metode kehilangan berat adalah perhitungan laju korosi dengan mengukur kekurangan berat akibat korosi yang terjadi. Metode ini menggunakan jangka waktu penelitian hingga mendapatkan jumlah kehilangan akibat korosi yang terjadi. Untuk mendapatkan jumlah kehilangan berat akibat korosi digunakan Persamaan 2.1 sebagai berikut:

$$CR(mpy) = \frac{534 w}{DAT} \quad \text{atau} \quad CR(mmpy) = \frac{8,76 \times 10^4 w}{DAT} \quad (4)$$

Dengan:

CR= Corrosion Rate, (laju korosi) (mpy= mils per year= satu per seribu inchi per tahun) atau (mmpy=mili mils per year), W = berat yang hilang (mg), D = massa jenis sampel (g/cm^3), A = luas sampel (in^2) atau cm^2 , T = waktu yang diperlukan (hour)

Metode ini adalah mengukur kembali berat awal dari benda uji (objek yang ingin diketahui laju korosi yang terjadi padanya), kekurangan berat dari pada berat awal merupakan nilai kehilangan berat. Kekurangan berat dikembalikan kedalam rumus untuk mendapatkan laju kehilangan beratnya.

Sedangkan menunjukkan hasil uji retak tegang (SCC) pada sampel ($y=2,70$ cm, waktu 600 jam) di lingkungan gas H_2S dan CO_2 yang dijenuhkan dengan larutan Asam Asetat (CH_3COOH) terjadi *crack* dengan laju korosi 0,040 mpy. Sedangkan sampel dengan defleksi terbesar dan waktu terlama, yaitu sampel ($y=2,90$ cm, waktu 600 jam) nilai laju korosi homogen 0,050 mpy dimana terlihat retakan cenderung putus. Jadi, semakin besar tegangan yang ditunjukkan dalam variasi defleksi semakin besar laju korosi homogen.⁽¹¹⁾

3 Simpulan

- 1 Bahwa laju koros terhadap variasi waktu paparan membentuk grafik persamaan kuadrat dalam defleksi yang sama , sehingga laju korosi akan mengalami kondisi keadaan maksimum seperti pada gambar 2.
- 2 Bahwa laju korosi akan meningkat seiring dengan meningkatnya besarnya defleksi y pada waktu paparan yang sama seperti pada gambar3.
- 3 Bahwa yang tanda panah warna hitam merupakan crack transgranular yang terjadi, tetapi yang dilingkari warna merah adalah crack intergranular juga sudah terjadi seperti pada gambar 4.
- 4 Berdasarkan gambar 5 bahwa yang tanda panah merupakan crack transgranular yang terjadi, tetapi yang dilingkari adalah crack intergranular juga sudah terjadi dan gambar 40 menunjukkan kedalaman crack dari tiap sampel. Bahwa sampel J kedalaman cracknya 0,0558 mm dengan defleksi 0,005 m (gambar 5.a), sampel K kedalaman cracknya 0,231 mm dengan defleksi 0,01 m (gambar 5.b) dan sampel I kedalaman cracknya 0,06237 mm dengan defleksi 0,015 m (gambar 5.c) sedangkan waktu paparannya 720 jam.

Daftar Pustaka

- [1]. Roger E.Pedersen, 2003. *Game Design Foundation*. Wordware Publishing.
- [2]. Suyanto, 2011. *Artificial Intelligence Searching, Reasoning, Planning dan Learning*. Informatika, Bandung.
- [3]. Arif, Nursida, Febriana S.W, “Penggunaan Metode *Machine Learning* Untuk Pengenalan Pola Tutupan Lahan Pada Citra Satelit”, in Proc. Semnasteknomedia 2016, pp1.2-1, 6-7 Februari 2016.
- [4]. Borglet, C, 2003, Finding Association Rules with Apriori Algorithm, <http://www.fuzzy.cs.uniagdeburgde/~borglet/apriori.pdf>, diakses tgl 23 Februari 2007.