

Pengaruh pH, Kecepatan Putar, dan Asam Asetat terhadap Karakteristik CO_2 Corrosion Baja ASME SA516 Grade 70

Faris Adham, Budi Agung Kurniawan dan Lukman Noerochim
Jurusan Teknik Material dan Metalurgi, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia
e-mail : agung_bak@mat-eng.its.ac.id

Abstrak—Fenomena korosi merupakan sesuatu yang pasti terjadi pada setiap logam. Laju korosi dari suatu material dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya yaitu nilai pH lingkungan dan karakteristik aliran fluida yang kontak langsung dengan logam. Pada oil and gas industry, Baja ASME SA 516 grade 70 sering ditemui sebagai material dasar flowline dan banyak terjadi CO_2 Corrosion. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan studi laju korosi material baja ASME SA 516 grade 70 yang mengandung CO_2 . Penelitian dilakukan dengan metoda weight loss menggunakan alat Rotating Cylinder Electrode (RCE) selama 10 hari dan metode Polarization selama 1 jam. Selain itu digunakan pula XRD dan SEM guna mendukung data-data analisa. Pada penelitian ini digunakan media elektrolit NaCl 3,5% dengan kandungan CH_3COOH sebesar 0 ppm dan 1500 ppm dengan variasi kecepatan putaran yaitu 0 rpm, 150 rpm, dan 300 rpm, dan 450 rpm pada pH 5 dan 6. Pada pengujian polarization, didapatkan hasil laju korosi tertinggi sebesar 9.9323 mm/y pada larutan CH_3COOH 1500 ppm pH 5 dan kecepatan putar 450 RPM, sedangkan data dari pengujian weight loss selama 10 hari sebesar 4.8795 mm/y. Hasil pengamatan SEM menunjukkan adanya perbedaan morfologi pada permukaan spesimen karena pengaruh kecepatan putaran. Kecepatan putaran mengakibatkan tergerusnya produk korosi oleh aliran. Pada pengujian XRD dengan menggunakan spesimen pH 5 dengan kandungan 0 ppm dan 1500 ppm 0 RPM ditemukan $FeCO_3$, $Fe(OH)_3$ dan senyawa $FeOOH$ sebagai produk korosi.

Kata kunci : CO_2 Corrosion, laju aliran, Acetic Acid, Rotating Cylinder Electrode, pH.

I. PENDAHULUAN

SUMBER daya alam berupa Gas merupakan salah satu sumber daya yang sangat potensial. Gas alam dapat menjadi energy alternative untuk menggantikan bahan bakar berupa minyak yang keberadaanya semakin menipis. Sementara itu, kegunaan dari gas alam saat ini telah dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik ataupun keperluan industry, bahkan rumah tangga.

Cadangan sumber daya alam tersebut di Indonesia sendiri masih sangat besar, hal ini dibuktikan dengan banyaknya sumur-sumur baru yang telah dieksplorasi, dan masih banyak lagi sumur-sumur yang belum tereksplorasi. Berdasarkan status tahun 2008, potensi gas bumi yang ada di Indonesia dapat mencapai 170 TSCF dan produksi per tahun hanya 2,87 TSCF, melihat dari komposisi tersebut *reserve to production* (R/P) dapat mencapai 59 tahun.^[1]

Pemanfaatan sumber daya gas membutuhkan suatu proses eksplorasi dan produksi yang harus aman dan tidak

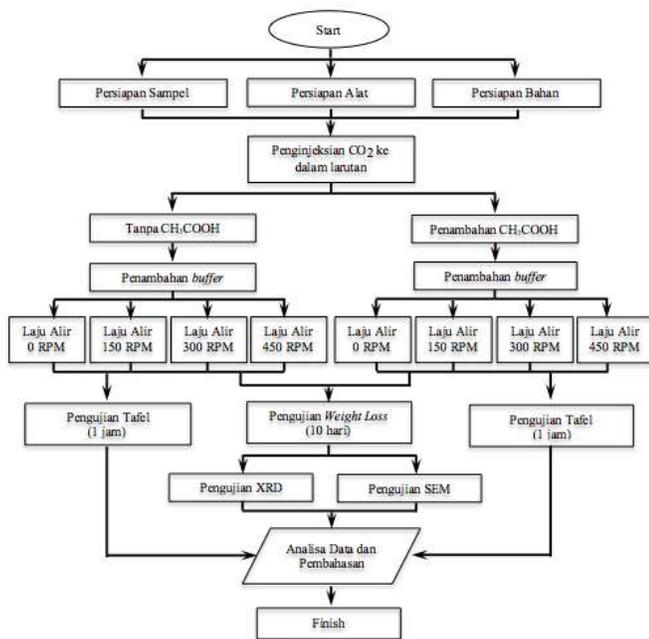
mengenyampingkan masalah kelestarian lingkungan sekitar. Dalam dunia *oil and gas* mempunyai beberapa masalah dalam hal proses pengolahan, salah satunya dalam hal maintenance maupun inspeksi dari peralatan yang terdapat dalam proses itu. Masalah ini dapat disebabkan karena adanya degradasi pada material yang digunakan akibat adanya reaksi elektrokimia dengan lingkungan atau biasa disebut sebagai korosi.

Proses korosi pada umumnya tidak dapat dihentikan karena merupakan suatu proses alami yang akan terjadi saat suatu logam logam mengalami kontak dengan lingkungannya. Ini akan menyebabkan berkurangnya nilai logam secara teknis dan penurunan kualitas logam yang akan mengakibatkan berkurangnya umur logam (*lifetime*) dari material logam tersebut. Sebagai contohnya adalah pada Baja ASME SA516 grade 70 yang banyak digunakan pada industri *oil and gas*.

Dalam *oil and gas industry*, gas CO_2 merupakan gas yang termasuk cukup banyak terkandung di dalamnya, baik berasal dari hasil pengolahan maupun dari sumur. Kandungan CO_2 pada dasarnya jika berada dalam fasa gas tidak terlalu berbahaya terhadap material yang dipakai sebagai penyalur. Pada proses pengolahan terdapat interaksi antara gas CO_2 dengan H_2O dapat menyebabkan CO_2 (CO_2 Corrosion).^[2] Korosi CO_2 ini merupakan masalah utama yang biasa dijumpai pada industri pengolahan gas alam.

Selain CO_2 , terdapat juga pengotor berupa CH_3COOH yang dapat menyebabkan korosi. CH_3COOH memiliki sifat korosi local (*localized corrosion*) dengan menghilangkan lapisan $FeCO_3$ yang merupakan produk korosi dari korosi CO_2 . Produk korosi dari adanya CO_2 mengendap pada permukaan material dasar yang dapat bersifat menekan laju korosi akan terkikis oleh adanya kandungan CH_3COOH menyebabkan korosi terjadi secara berkelanjutan.

II. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

A. Peralatan yang digunakan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini antara lain, toples 1 liter, mesin bor dan mata bor, timbangan digital, gelas ukur, pipet, *Rotating Cylinder Electrode* (RCE), alat uji Tafel, alat uji SEM, alat uji XRD, solder, pH meter, rpm meter, lem tembak, regulator gas dan tabung gas CO₂.

B. Bahan yang digunakan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain, baja ASME SA516 grade 70, Larutan CH₃COOH, kristal NaCl dan aquades.

C. Preparasi Spesimen

Material yang digunakan pada penelitian ini adalah baja ASME SA516 grade 70. Material yang diuji dibentuk menjadi silinder dengan ukuran Ø x t berturut-turut 1 cm x 1 cm

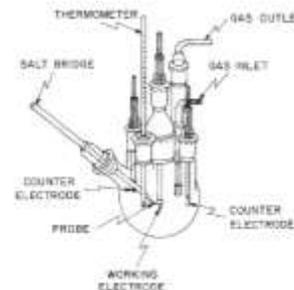
D. Preparasi Larutan Elektrolit

Elektrolit dibuat dengan melarutkan 35,64 mg kristal NaCl ke dalam 1L aquades untuk membuat larutan 3,5%wt NaCl. Dalam 1 Liter larutan 3,5%wt NaCl ditambahkan dengan 1,473mL CH₃COOH untuk mendapatkan kandungan CH₃COOH sebesar 1500ppm. Selanjutnya pH dihitung dengan menggunakan kertas lakmus pH untuk mendapatkan pH 5 yang akurat. Pada setiap larutan elektrolit ditambahkan *buffer* hingga pH 5 dan 6.

E. Pengujian Polarization

Untuk proses pengujian dan pengukuran polarisasi mengacu pada ASTM G5 (ASTM, 1999).^[3] Analisis tafel dilakukan untuk mengetahui laju korosi dari keadaan tanpa penambahan CH₃COOH dan dengan penambahan CH₃COOH 1500 ppm serta perilaku korosi yang terjadi antara elektrolit dengan sample.

Pengujian ini menggunakan alat Potensiostat Autolab (PGSTAT302N). Elektroda bantu (*counter electrode*) yang digunakan adalah anoda platina dan elektroda rujukan adalah Ag/AgCl. Dilakukan interpolasi terhadap kurva yang didapatkan pada pengujian tafel. Dari interpolasi yang dilakukan kemudian didapatkan nilai I_{corr} dan E_{corr} dari kedua variasi tersebut. Sehingga outputan pengujian ini didapatkan nilai *corrosion rate* sebelum dan sesudah penambahan CH₃COOH.^[4]



Gambar 2. Skema Uji Potensiostat^[3]

Tabel 1. Parameter Pengujian Tafel

Elektroda Kerja	ASME SA516 gr 70
<i>Equivalent Weight</i> (g/mol)	27.92
Densitas (g/cm ³)	7.86
Luasan Terekspos (cm ²)	1.68
<i>Counter Electrode</i>	Platina
<i>Reference Electrode</i>	Ag/AgCl
<i>Scan Rate</i> (V/s)	0.001
<i>Start Potential</i> (V)	-0.25
<i>Finish Potential</i> (V)	-0,25

F. Pengujian Weight Loss

Pengujian *weight loss* atau lebih dikenal dengan metode pengurangan berat adalah metode yang dilakukan untuk mengetahui besaran laju korosi (mm/year) pada suatu material berdasarkan pengurangan berat awal dan berat akhir. Dalam metode ini, sample dengan berat tertentu akan dicelupkan dalam larutan atau lingkungan tertentu pada beberapa waktu yang berbeda.^[4] Dengan metode ini, berat hilang yang diakibatkan proses korosi ditentukan. Sehingga bias diketahui efisiensi inhibitor aspirin paling optimal pada kisaran putaran dan konsentrasi tertentu.

G. Pengujian SEM

Pengujian SEM (*Scanning Electron Microscope*) menggunakan mesin SEM menggunakan hamburan elektron dalam membentuk bayangan. Elektron berinteraksi dengan atom-atom yang membentuk sampel menghasilkan sinyal yang berisi profil permukaan yang terkorosi, distribusi produk korosi, komposisi dan pertumbuhan korosi yang terbentuk pada spesimen baja ASME SA516 grade 70 pada kecepatan 0 RPM dan 450 RPM yang dikorosikan selama 10 hari. Pengujian dilakukan dengan tujuan untuk melihat perbedaan lapisan produk korosi dari baja ASME SA516 grade 70 dengan dan tanpa menggunakan kecepatan putar.

H. Pengujian XRD

Analisa difraksi sinar X dilakukan untuk mengetahui senyawa yang terbentuk pada baja ASME SA516 grade 70 yang telah mengalami pengujian korosi selama 10 hari pada larutan elektrolit 3,5% NaCl dengan kandungan 0 ppm dan 1500 ppm CH₃COOH. Karakterisasi XRD dilakukan menggunakan alat *Pan Analytical XRD* di Laboratorium Karakterisasi Teknik Material dan Metalurgi. Memakai spesimen yang telah dilakukan pengujian *Weight Loss* selama 10 hari. Grafik dari pengujian XRD menggunakan *software Highscore!* Untuk mengidentifikasi fasa yang terbentuk pada lapisan baja ASME SA516 grade 70.

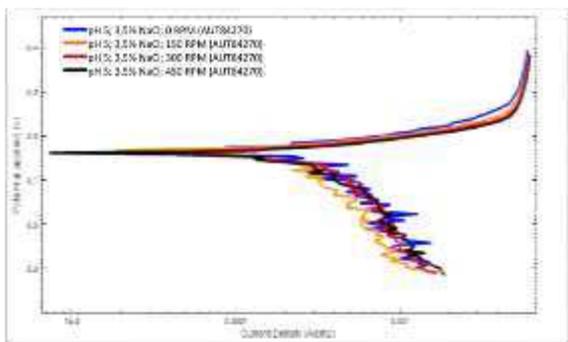
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Tafel

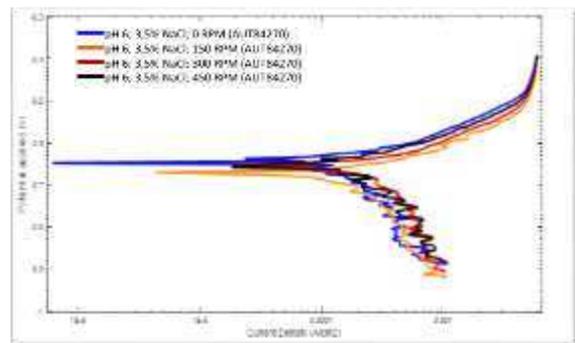
Dari hasil pengujian *Polarization* didapat data berupa grafik antara Log I (A) dan Potensial (V) yang akan ditarik garis dari dua titik belok grafik tersebut, kemudian didapatkan titik potong garis tersebut yang menghasilkan data berupa laju korosi.

Tabel 2 Data Hasil Pengujian Polarisasi pH 5 larutan 3,5% NaCl + 0 ppm CH₃COOH.

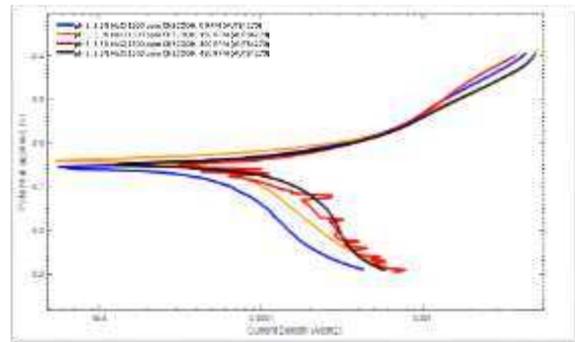
Larutan	pH	Kecepatan Putar (RPM)	E _{corr} (mV)	I _{corr} (µA/cm ²)	Corrosion Rate (mm/year)
3,5% NaCl + 0 ppm CH ₃ COOH	5	0	-630,140	160,000	1.8592
		150	-631,800	162,050	1.8831
		300	-642,150	215,730	2.5068
		450	-658,330	554,380	6.4419
3,5% NaCl + 0 ppm CH ₃ COOH	6	0	-655,860	45,8080	0.5322
		150	-673,310	148,690	1.7278
		300	-651,780	212,680	2.4713
3,5% NaCl + 1500 ppm CH ₃ COOH	5	0	-669,490	41,6760	0.4842
		150	-657,760	239,820	2.7867
		300	-666,250	504,300	5.8599
3,5% NaCl + 1500 ppm CH ₃ COOH	6	0	-688,780	181,620	2.1104
		150	-671,490	289,620	3.3654
		300	-677,530	329,490	3.8287
		450	-662,070	392,060	4.5557



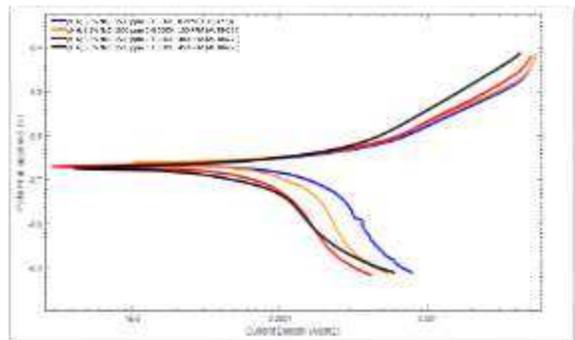
Gambar 3 Kurva Polarisasi E versus Current Density Baja ASME 516 grade 70 pada pH 5 larutan 3,5% NaCl + 0 ppm CH₃COOH



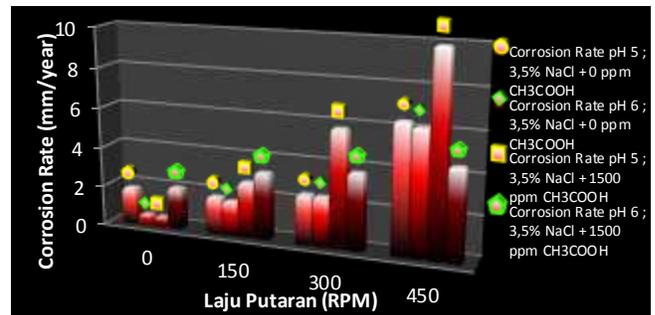
Gambar 4 Kurva Polarisasi E versus Current Density Baja ASME 516 grade 70 pada pH 6 larutan 3,5% NaCl + 0 ppm CH₃COOH



Gambar 5 Kurva Polarisasi E versus Current Density Baja ASME 516 grade 70 pada pH 5 larutan 3,5% NaCl + 1500 ppm CH₃COOH



Gambar 6 Kurva Polarisasi E versus Current Density Baja ASME 516 grade 70 pada pH 6 larutan 3,5% NaCl + 1500 ppm CH₃COOH



Gambar 7 Perbandingan Corrosion Rate pada variasi pH, kecepatan putar, dan komposisi penambahan CH₃COOH menggunakan metode Polarization.

Pada gambar 7, disajikan data *Corrosion Rate* yang didapatkan dari pengujian *Polarization* dengan variasi pH, kecepatan putar, dan komposisi penambahan CH₃COOH. Dapat dilihat, tren yang terbentuk pada gambar cenderung naik seiring dengan besarnya kecepatan putar, baik dari

putaran 0 RPM sampai 450 RPM. Pengaruh dari pH juga dapat terlihat pada grafik, semakin rendah pH yang dipakai semakin besar nilai laju korosi yang didapatkan. Selain hal itu, tren kenaikan nilai *corrosion rate* pada pH 6 terhadap penambahan CH_3COOH lebih rendah dibandingkan dengan kenaikan nilai *corrosion rate* pH 5.

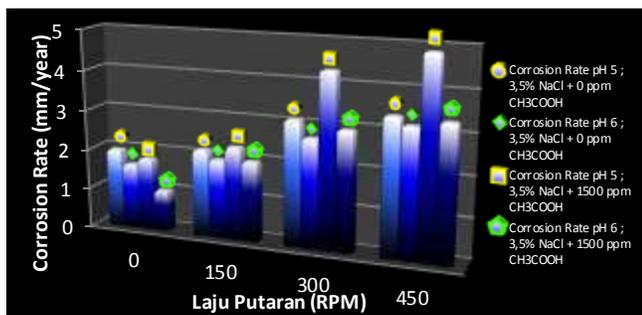
B. Hasil Pengujian Weight Loss

Berikut hasil analisa data mengenai pengaruh pH dan kecepatan putar terhadap laju korosi baja ASME SA516 gr 70, dari pengujian *weight loss* didapatkan data pada tabel 3.

Tabel 3 Data Pengujian *Weight Loss*

Larutan	pH	Kecepatan Putar	Rata- Rata Corrosion Rate
3,5% NaCl + 0 ppm CH_3COOH	5	0 RPM	1.9805
		150 RPM	2.1784
		300 RPM	3.1199
		450 RPM	3.3923
		0 RPM	1.6299
		150 RPM	1.9649
3,5% NaCl + 1500 ppm CH_3COOH	6	0 RPM	1.8144
		150 RPM	2.3183
		300 RPM	4.3338
		450 RPM	4.8795
		0 RPM	1.0362
		150 RPM	1.9989
3,5% NaCl + 1500 ppm CH_3COOH	6	300 RPM	2.9776
		450 RPM	3.3481

Dari tabel tersebut dapat dibuat grafik untuk mengetahui pengaruh kecepatan putar terhadap laju korosi pada setiap pH.

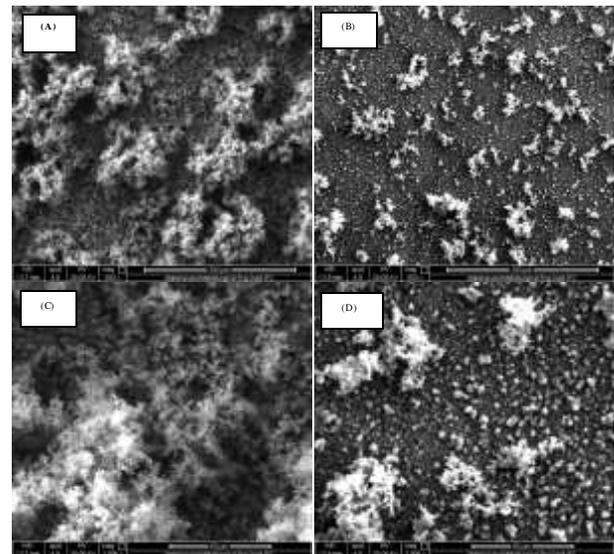


Gambar 8 Perbandingan *Corrosion Rate* pada variasi pH, kecepatan putar, dan komposisi penambahan CH_3COOH menggunakan metode *Weight Loss*.

Pada gambar 8, disajikan data *Corrosion Rate* yang didapatkan dari pengujian *Weight Loss* selama 10 hari dengan variasi pH, kecepatan putar, dan komposisi penambahan CH_3COOH . Dapat dilihat, tren yang terbentuk pada gambar cenderung naik seiring dengan besarnya kecepatan putar, baik dari putaran 0 RPM sampai 450 RPM. Pengaruh dari pH juga dapat terlihat pada grafik, semakin rendah pH yang dipakai semakin besar nilai laju korosi yang didapatkan. Dari data

yang didapat, CH_3COOH berpengaruh menaikkan nilai laju korosi.

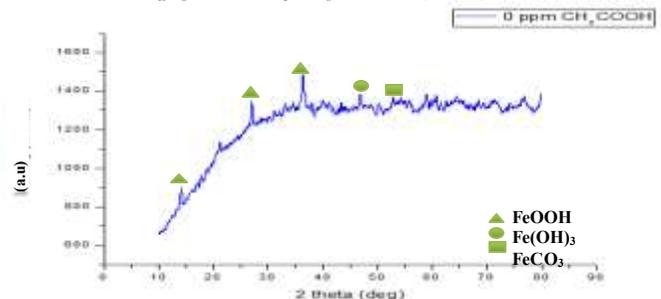
C. Hasil Pengujian SEM



Gambar 9 Hasil Uji SEM ASME SA516 gr 70 setelah Pengujian *Weight Loss* pada pH 5 (A) 0RPM; 500x (B) 450RPM; 500x (C) 0RPM; 2000x (D) 450RPM; 2000x

Gambar 9 (A) menggambarkan perbesaran 500x *specimen* dengan kecepatan 0 RPM, morfologi permukaan logam yang terlihat bercak-bercak yang merata penyebarannya. Bercak yang didapat sangat rapat sehingga permukaan sample hampir tidak terlihat. Namun pada gambar 9 (B) menggambarkan pada perbesaran yang sama pada *specimen* yang diberi kecepatan putar 450 RPM menunjukkan bercak-bercak yang lebih kecil pada permukaan sample. Bercak pada permukaan sample terlihat sangat kecil yang tersebar merata. Hal tersebut merupakan efek dari kecepatan putar yang digunakan. Bercak yang diduga produk korosi tergerus seiring dengan naiknya kecepatan putar dan terlihat merata penyebarannya. Setelah kedua gambar tersebut dilakukan pengambilan gambar pada perbesaran yang lebih besar yaitu pada perbesaran 2000x, didapatkan hasil yang ada pada gambar 9 (C) dan gambar 9 (D). Pada gambar tersebut juga dapat dilihat bahwa pada gambar (C) bercak terlihat sangat besar sedangkan pada gambar (D) bercak yang didapat jauh lebih banyak dan berukuran kecil yang cenderung homogen. Bercak-bercak tersebut diduga lapisan hasil produk korosi.

D. Hasil Pengujian X-Ray Difraction (XRD)

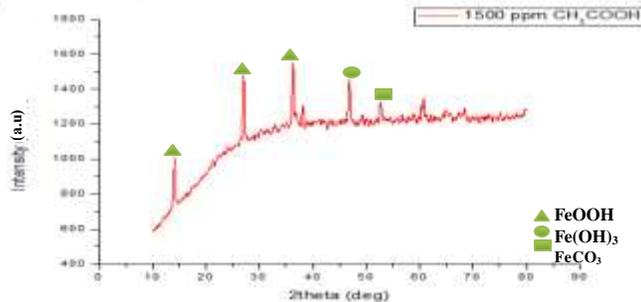


Gambar 10 Hasil XRD Baja ASME SA516 grade 70 pada larutan elektrolit 3,5% NaCl dengan kandungan 0 ppm CH_3COOH .

Tabel 4 Hasil Analisa *peak* pengujian XRD Baja ASME SA516 ade 70 pada larutan elektrolit 3,5% NaCl dengan kandungan 0 ppm CH_3COOH

Post [°2θ]	Height [cts]	FWHM left [°2θ]	Rel. Int. [%]
14.1538	101.03	0.2362	58.82
20.9651	36.12	0.9446	21.03
27.0916	145.53	0.1968	84.72
36.2589	171.77	0.2362	100.00
46.9464	68.58	0.4723	39.93
50.3082	49.85	0.4723	29.02
58.7865	37.05	0.9446	21.57
76.8214	49.53	0.9446	28.84

Hasil pengujian XRD produk korosi dari Baja ASME SA516 grade 70 dengan kandungan CH₃COOH sebesar 0 ppm pada pH 5 ditunjukkan oleh gambar 10 dan tabel 4. Pada data tersebut didapat puncak tertinggi pertama, kedua dan ketiga dengan posisi 2θ secara berturut turut sebesar 36.2589°, 27.0816° dan 14.1538° yang mempunyai intensitas sebesar 100.00, 84.72 dan 58.82 mengindikasikan adanya senyawa FeOOH dan pada puncak tertinggi berikutnya pada 46.9464° dan 50.3082° dengan besar intensitas sebesar 39.93 dan 28.02 berturut-turut terindikasi pada posisi tersebut menunjukkan bahwa adanya senyawa Fe(OH)₃ dan FeCO₃.



Gambar 11 Hasil XRD Baja ASME SA516 grade 70 pada larutan elektrolit 3,5% NaCl dengan kandungan 1500 ppm CH₃COOH

Tabel 5 Hasil Analisa *peak* pengujian XRD Baja ASME SA516 ade 70 pada larutan elektrolit 3,5% NaCl dengan kandungan 1500 ppm CH₃COOH

Post [°2θ]	Height [cts]	FWHM left [°2θ]	Rel. Int. [%]
14.1674	332.82	0.1574	84.38
27.0535	394.45	0.0590	100.00
36.2371	387.59	0.1968	98.26
38.0914	147.94	0.2362	37.50
46.9637	242.15	0.1968	61.39
52.7461	114.39	0.2362	29.00
60.7286	144.23	0.1574	36.57

Sedangkan pada gambar 11 dan tabel 5 yang merupakan hasil analisa XRD Baja ASME SA516 grade 70 dengan kandungan CH₃COOH sebesar 1500 ppm pada pH 5 menunjukkan puncak tertinggi pertama, kedua dan ketiga secara berturut turut pada posisi 2θ sebesar 27.0535°, 36.2371° dan 14.1674° serta besar intensitas sebesar 100.00, 98.26 dan 84.38 sehingga pada posisi tersebut menunjukkan bahwa senyawa yang teridentifikasi adalah senyawa FeOOH. Sedangkan pada posisi 2θ sebesar 46.9637° dan 52.7461° berturut-turut terindikasi sebagai senyawa Fe(OH)₃ dan FeCO₃. Dimana senyawa FeCO₃ merupakan senyawa produk korosi utama dari CO₂ Corrosion.

E. Pembahasan

Jika dilihat dengan kasat mata, bentuk kurva *polarization* dari setiap larutan elektrolit, pH dan kecepatan putar memiliki kurva yang hampir serupa. Pada kurva katodik memiliki bentuk yang lebih tegak dibandingkan dengan kurva katodik

dan itu berlaku pada setiap kurva yang didapat. Gambar 3 dan gambar 4 merupakan kurva *polarization* pada larutan elektrolit 3,5% NaCl dengan kandungan 0 ppm CH₃COOH. Sedangkan pada gambar 5 dan gambar 6 merupakan kurva *polarization* pada larutan elektrolit 3,5% NaCl dengan kandungan 1500 ppm CH₃COOH. Dari kurva kedua larutan elektrolit tersebut, didapatkan perbedaan bahwa bentuk kurva *polarization* pada larutan elektrolit yang mengandung 0 ppm CH₃COOH memiliki lebih banyak *noise* dibandingkan dengan larutan elektrolit yang mengandung 1500 ppm CH₃COOH.

Selain itu bentuk kurva yang didapat seiring dengan tununnya pH dan besarnya kecepatan putar cenderung bergeser keatas. Hal tersebut dapat di artikan bahwa adanya variasi kecepatan putaran atau laju alir dapat menggeser reaksi elektrokimia menjadi lebih anodik, artinya reaksi baja lebih dominan dibanding pada reaksi elektrolit. Dilihat dari kurva katodik, pada larutan elektrolit pH 5 pada penambahan CH₃COOH sebanyak 1500 ppm maupun tanpa penambahan, dan juga pada pH 6 tanpa penambahan CH₃COOH memiliki kurva katodik yang cenderung bergeser keatas dibandingkan dengan kecepatan yang lebih kecil. Sedangkan pada kecepatan putar 450 RPM pada pH 6 dengan penambahan CH₃COOH sebanyak 1500 ppm kecepatan putar 450 RPM memiliki kurva katodik yang bergeser kebawah dibandingkan dengan kecepatan yang lebih rendah.

Data hasil pengujian *polarization* dan *weight loss* selama 10 hari terlihat bahwa adanya peningkatan kecepatan putar meningkatkan laju korosi pada Baja ASME SA516 grade 70. Kecepatan putar dapat dikonversikan sebagai laju aliran fluida, dimana hal tersebut dapat menyebabkan meningkatnya laju korosi, dikarenakan laju difusi juga naik seiring dengan laju aliran pada fluida yang berubah.^[7] Perbedaan juga didapatkan pada besarnya nilai laju korosi yang didapat antara menggunakan metode *polarization* dan *weight loss*. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa nilai *corrosion rate* memiliki kecenderungan naik terhadap fungsi waktu pada 0 ppm CH₃COOH pH 5 dan 6 dengan kecepatan putar 0 RPM, 150 RPM dan 300 RPM, tetapi hal sebaliknya terjadi pada kecepatan 450 RPM. Sedangkan pada larutan yang mengandung 1500 ppm CH₃COOH pH 5 dan 6, bahwa nilai *corrosion rate* memiliki kecenderungan turun terhadap fungsi waktu pada setiap kecepatan putar yang dipakai. Dapat ditarik kesimpulan bahwa seiring berjalanya fungsi waktu, pada larutan yang mengandung 0 ppm CH₃COOH mengalami kenaikan nilai *corrosion rate* sampai dengan kecepatan 300 RPM dan turun pada kecepatan 450 RPM. Sedangkan pada larutan yang mengandung 1500 ppm CH₃COOH mengalami penurunan pada setiap kecepatan putar.

Pengujian *Scanning Electron Microscope* (SEM) yang dilakukan pada material yang telah dilakukan pengujian *weight loss* pada larutan elektrolit 3,5% NaCl dengan kandungan CH₃COOH sebesar 1500 ppm pH 5 yang diberi putaran 0 RPM dan 450 RPM. Dari pengujian tersebut didapatkan hasil berupa gambar morfologi permukaan yang diduga sebagai produk korosi. Pada kecepatan 0 RPM, produk korosi yang didapatkan cenderung lebih rapat yang diindikasikan dari besarnya bercak bercak pada permukaan sample. Sedangkan pada kecepatan 450 RPM, bercak bercak tersebut lebih terlihat kecil dan cenderung merata. Hal tersebut merupakan pengaruh dari kecepatan putar yang dipakai.

Besarnya kecepatan putar diduga menggerus dari lapisan produk korosi yang dihasilkan yang terlihat dari hasil yang didapat pada kecepatan putar 450 RPM. Pada kecepatan tersebut, bercak bercak yang lebih kecil yang cenderung merata merupakan pengaruh gerusan yang ditimbulkan karena adanya abrasi karena adanya kontak antara larutan elektrolit dengan *specimen* saat diputar.

Pengujian *X-Ray Diffraction* (XRD) ditujukan untuk mengetahui senyawa hasil produk korosi. Pada pengujian kali ini sample yang diambil berupa residu dari produk korosi yang berada pada dasar media elektrolit. Pengujian tersebut dilakukan pada material yang telah dilakukan perendaman selama 10 hari di dalam larutan elektrolit 3,5% NaCl dengan kandungan CH₃COOH sebesar 0 ppm dan 1500 ppm pH5. Pada larutan elektrolit yang mengandung 0 ppm dan 1500 ppm CH₃COOH didapatkan produk korosi berupa senyawa FeCO₃, Fe(OH)₃, dan FeOOH. Diantara dua larutan elektrolit tersebut, didapatkan perbedaan pada kuantitas setiap senyawa yang dihasilkan. Pada pada kandungan 0 ppm CH₃COOH didapatkan kadar Fe(OH)₃ yang mendominasi dibandingkan 2 senyawa produk korosi lainnya. Sedangkan kandungan 1500 ppm CH₃COOH, kadar FeOOH mendominasi dibandingkan dengan FeCO₃ dan Fe(OH)₃. Fe(OH)₃ terbentuk karena adanya reaksi Fe²⁺ dari material sample yang bereaksi dengan OH⁻ dari larutan elektrolit yang dijelaskan persamaan 1.



Senyawa FeCO₃ merupakan produk korosi dari CO₂ *Corrosion*.^{[4][5][6]} Selain itu didapatkan senyawa produk korosi lainnya yaitu FeOOH. Reaksi terbentuknya FeOOH sebagai berikut :^[5]



Senyawa FeOOH ini terbentuk akibat reaksi dari Fe dengan ion hidroksil yang berasal dari H₂O pada larutan dan O₂. O₂ dapat muncul jika larutan diberikan perlakuan pada temperature tertentu, tetapi pada penelitian ini menggunakan temperature kamar. Udara yang berada pada lingkungan diindikasikan sebagai factor utama adanya O₂ yang dapat menyebabkan terbentuknya senyawa produk korosi FeOOH. Dapat disimpulkan pada hasil pengujian SEM sebelumnya menunjukkan bahwa bercak-bercak yang muncul merupakan campuran senyawa produk korosi FeOOH, Fe(OH)₃ dan FeCO₃

Dari keseluruhan penelitian yang telah di lakukan pengaruh dari peningkatan kecepatan laju putaran, penurunan pH, maupun penambahan CH₃COOH cenderung berpengaruh pada naiknya nilai *corrosion rate* pada Baja ASME SA516 grade 70 yang digunakan dengan di buktikan pada pengujian *polarization* dan *weight loss* pada tabel 3 dan 4 yang menunjukkan adanya kenaikan laju korosi dalam setiap kenaikan kecepatan putaran serta penurunan pH. Pengaruh fungsi waktu dapat menyebabkan turunnya nilai *corrosion rate* yang didapat pada larutan yang mengandung 1500 ppm CH₃COOH. Selain itu, produk korosi yang terbentuk berupa FeCO₃, Fe(OH)₃, dan FeOOH.

Efek yang terjadi dari kandungan CH₃COOH adalah

menambah senyawa produk korosi baru berupa ion CH₃COO⁻ yang berikatan dengan Fe²⁺, tetapi pada penelitian ini tidak ditemukan produk korosi tersebut. Pada penelitian Nazari (2010) disebutkan bahwa tidak adanya produk korosi dari CH₃COOH. Pada konsentrasi diatas 2000 ppm ditemukan produk korosi lebih yang sedikit dan terindikasi produk korosi larut pada elektrolit. Hal tersebut dikarenakan CH₃COOH dapat mempengaruhi kelarutan dari produk korosi yang terbentuk dan produk korosi tersebut larut pada larutan elektrolit.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Naiknya kecepatan putaran dan turunnya pH berpengaruh pada naiknya *corrosion rate* Baja ASME SA516 grade 70 di lingkungan yang mengandung gas CO₂.
2. Kandungan CH₃COOH mengakibatkan naiknya *corrosion rate* pada Baja ASME SA516 grade 70 di lingkungan yang mengandung gas CO₂. Selain itu kandungan CH₃COOH dapat menyebabkan tren yang turun terhadap fungsi waktu.
3. Naiknya kecepatan putaran mempengaruhi morfologi produk korosi dengan memperlihatkan lapisan produk korosi yang lebih merata penyebarannya dan lebih kecil pada permukaan sample.
4. Produk korosi yang dihasilkan adalah senyawa FeCO₃, Fe(OH)₃ dan FeOOH.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hermantoro,Edy. (2012) . “*Round Tabel Discussion tentang Renegosiasi Harga Jual Gas Bumi dan Permasalahannya*”, Convergence
- [2] _____. 2003. *API Practice 571, Damage Mechanisms Affecting Fixed Equipment in the Refining Industry*. USA: American Petroleum Institute
- [3] _____. 2003. *ASTM G5 (ASTM, 1999), Standard Reference Test Method for Making Potentiostatic and Potentiodynamic*. USA : ASM International
- [4] _____. 2011. *ASTM G1 - 03, Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimens*. USA : ASM International
- [5] Pandyo, Nitiyoga A. (2011). “*Studi Pengaruh pH Lingkungan Terhadap Laju Korosi Baja Karbon API 5L X-52 Sebagai Pipa Penyalur Proses Produksi Gas Alam Yang Mengandung Gas CO₂ Pada Larutan NaCl 3,5% Dengan Variasi Laju Aliran*”. Depok: Universitas Indonesia.
- [6] Rustandi, Andi ; Iandiano, Dito. (2011). “*Studi Laju Korosi Baja Karbon Untuk Pipa Penyalur Proses Produksi Gas Alam Yang Mengandung Gas CO₂ pada Lingkungan NaCl 0.5, 1.5, 2.5, 3.5 %*” , Depok: Universitas Indonesia.
- [7] Nurhamzah, Tezar Prima. (2011). “*Studi Laju Korosi pada Sampel Pipa Baja API 5L X-52 dengan Pengaruh Variasi Kecepatan Putaran dan Gas CO₂ pada pH 6 dalam Larutan NaCl 3,5%*”, Depok: Universitas Indonesia.