

Analisis Laju Korosi dan Kekerasan pada *Stainless Steel 304* dan Baja Nikel Laterit dengan Variasi Kadar Ni (0, 3, dan 10%) dalam Medium Korosif

Sinta Novita^{(1)*}, Ediman Ginting⁽¹⁾, Widi Astuti⁽²⁾

⁽¹⁾Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung, Bandar Lampung, 35145

⁽²⁾Balai Penelitian Teknologi Mineral –Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Lampung Selatan

*E-mail: sinta.novita001@gmail.com

Diterima (11 Agustus 2017), Direvisi (30 Agustus 2017)

Abstract. *In this research, the analysis of corrosion rate and hardness on stainless steel 304 and lateritic nickel steel in corrosive medium has been done. The lateritic nickel steel used has different Ni content of 0, 3, 4, 6, and 10%. The corrosion rate was calculated using the weight loss method while the hardness was measured by the Rockwell method. The test results showed that the corrosion rate was highest in samples immersed in the corrosive medium H_2SO_4 3.5% for 7 days, that is equal to 8.39×10^{-3} mm/year for the SS-304. For lateritic nickel steel, the highest corrosion rate occurred in the sample with 0% Ni in corrosive medium H_2SO_4 3.5% which is equal to 50.85 mm/year. The hardness of the samples decreased after corrosion. The result of XRD analysis showed that SS-304 steel has an Fe- γ (ferrite) and Fe- γ (austenite) phase while the lateritic nickel steel has Fe phase. However, Ni phase was also formed in lateritic nickel steel with Ni content of 6% and Fe- γ (austenite) phase in lateritic nickel steel with Ni content of 10%. The result of SEM characterization showed that the corrosion product formed is pitting corrosion with different hole diameter. The result of EDX analysis showed the presence of elements of O, Na, and Cl on corroded samples in the corrosive medium NaCl 3.5%.*

Keyword: *stainless steel 304, lateritic nickel steel, corrosion, hardness*

Abstrak. *Pada penelitian ini telah dilakukan analisis laju korosi dan kekerasan pada stainless steel 304 dan baja nikel laterit dalam medium korosif. Baja nikel laterit yang digunakan memiliki kadar Ni yang berbeda yaitu 0, 3, 4, 6, dan 10%. Laju korosi dihitung menggunakan metode kehilangan berat sedang kekerasan diukur dengan metode Rockwell. Hasil pengujian menunjukkan laju korosi tertinggi terjadi pada sampel yang direndam dalam medium korosif H_2SO_4 3,5% selama 7 hari, yaitu sebesar $8,39 \times 10^{-3}$ mm/tahun untuk SS-304. Untuk baja nikel laterit laju korosi tertinggi terjadi pada baja dengan kadar Ni 0% dalam medium korosif H_2SO_4 3,5% yaitu sebesar 50,85 mm/tahun. Kekerasan sampel menurun setelah mengalami korosi. Hasil analisis XRD menunjukkan baja SS-304 memiliki fasa Fe- γ (ferit) dan Fe- γ (austenit), sedangkan baja nikel laterit memiliki fasa Fe. Namun, pada baja nikel laterit dengan kadar Ni 6% dan 10% terbentuk fasa Fe- γ (austenit). Hasil karakterisasi SEM memperlihatkan produk korosi yang terbentuk adalah korosi sumuran (pitting corrosion) dengan diameter lubang yang berbeda. Hasil analisis EDX memperlihatkan adanya unsur O, Na, dan Cl pada sampel yang terkorosi dalam medium korosif NaCl 3,5%.*

Kata kunci: *stainless steel 304, baja nikel laterit, korosi, kekerasan*

PENDAHULUAN

Logam merupakan salah satu jenis bahan yang banyak diaplikasikan dalam bidang industri. Logam dapat mengalami kerusakan

akibat adanya korosi. Korosi merupakan reaksi elektrokimia antara logam dengan lingkungannya yang menyebabkan pengkaratan dan menurunkan mutu logam [1]. Material logam yang banyak

diaplikasikan dalam dunia industri adalah baja. Setiap baja memiliki sifat sesuai dengan unsur paduan yang terkandung di dalamnya. Nikel (Ni), krom (Cr), dan mangan (Mn) merupakan unsur paduan yang dapat menjadikan baja tahan terhadap korosi.

Saat ini Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) tengah mengembangkan baja nikel laterit sebagai substitusi baja nasional. Baja nikel laterit adalah baja yang diolah dari bijih nikel laterit kadar rendah. Baja ini dapat digolongkan ke dalam baja paduan rendah dengan kandungan Ni dan Cr lebih sedikit dibandingkan *stainless steel* [2]. *Stainless steel* merupakan baja anti karat yang tahan terhadap korosi karena memiliki unsur paduan minimal 18% Cr dan 8% Ni.

Berdasarkan struktur kristalnya, *stainless steel* dikelompokkan menjadi lima yaitu *austenitic stainless steel*, *ferritic stainless steel*, *martensitic stainless steel*, *duplex stainless steel*, dan *precipitation hardening stainless steel*. *Austenitic stainless steel* adalah baja yang mempunyai ketahanan korosi baik, sifat mampu bentuk, dan sifat mampu las serta non feromagnetik. *Austenitic stainless steel* yang mengandung unsur Cr dan Ni diberi nomor seri 300 dan 200 untuk Cr, Ni, dan Mn [3]. Salah satu jenis *austenitic stainless steel* yang banyak diaplikasikan dalam bidang industri maupun non industri adalah seri SS 304. Jenis baja ini dapat dimanfaatkan dalam berbagai industri seperti industri kimia, makanan, dan farmasi [4].

Meskipun *stainless steel* merupakan baja tahan karat, namun masih dapat terserang korosi seperti korosi seragam, korosi pitting, ataupun korosi retak tegang. Sehingga, diperlukan penelitian mengenai ketahanan korosi dari *stainless steel* itu sendiri. Loto (2013) melakukan uji ketahanan korosi pada *stainless steel* 304 dengan cara mereaksikannya ke dalam larutan asam. Reaksi antara baja SS 304 dan asam sulfat

menyebabkan adanya korosi pitting yang signifikan pada permukaan logam. Di sisi lain penambahan NaCl dapat mengurangi adanya korosi pitting, namun laju korosinya meningkat [6]. Selain konsentrasi medium korosif, laju korosi juga dipengaruhi oleh suhu dan lamanya waktu perendaman [7].

Selain menyebabkan karat dan menurunkan mutu logam, korosi juga berdampak pada sifat mekanik baja. Kekerasan pada baja akan menurun jika terkena korosi [8]. Menurut penelitian sebelumnya, ketahanan korosi baja nikel laterit lebih baik dibandingkan baja karbon [9].

Pada penelitian kali ini, baja yang digunakan adalah baja nikel laterit dengan kadar Ni (0, 3, 4, 6, dan 10%). Variasi kadar Ni dipilih karena nikel adalah salah satu unsur paduan yang dapat meningkatkan ketahanan korosi dan kekerasan pada baja. Sebagai acuan digunakan SS 304 yang merupakan baja dengan ketahanan korosi baik. SS 304 akan direndam dalam larutan NaCl dan H₂SO₄ dengan konsentrasi 3,5% selama 7, 14, dan 21 hari. Waktu perendaman yang menghasilkan laju korosi paling tinggi akan digunakan untuk merendam sampel baja nikel laterit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis medium korosif, unsur paduan, dan waktu perendaman terhadap laju korosi dan kekerasan pada baja. Sampel uji akan dikarakterisasi menggunakan *Optical Emission Spectroscopy* (OES), mikroskop metalurgi, *Scanning Electron Microscopy* (SEM), dan *X-Ray Diffraction* (XRD). Laju korosi diukur menggunakan metode kehilangan berat berdasarkan ASTM G31-72. Kekerasan diukur menggunakan metode Rockwell dengan mengacu pada ASTM E15-18.

METODE PENELITIAN

Sampel baja yang digunakan adalah *stainless steeltipe* 304 dan baja nikel laterit dari hasil pembuatan NPI di Balai Penelitian Teknologi Mineral – LIPI Lampung. Terdapat 5 (lima) sampel baja nikel laterit yang digunakan dengan kadar nikel berbeda yaitu 0, 3, 4, 6, dan 10%. Komposisi kimia penyusun baja yang digunakan ditunjukkan pada **Tabel 1**.

Baja yang telah dipotong kemudian diampelas menggunakan kertas abrasif (dengan grit 360, 600, 800, dan 1000) lalu dibersihkan dengan alkohol dan akuades agar kotoran atau karat yang menempel pada baja hilang sehingga logam yang digunakan dalam pengujian berwarna metalik. Selanjutnya baja ditimbang dan diuji kekerasannya untuk mengetahui massa awal dan kekerasan sampel sebelum terjadi pengkorosian. Setelah itu baja dimasukkan ke dalam medium korosif NaCl dan H₂SO₄ dengan konsentrasi 3,5%. Untuk baja SS-304 pengujian dilakukan selama 7 hari, 14 hari, dan 21 hari sedangkan baja nikel laterit selama 7 hari.

Setelah perendaman baja dibersihkan menggunakan alkohol dan akuades, kemudian ditimbang dan diuji kekerasan kembali untuk melihat massa dan nilai kekerasan setelah mengalami korosi. Nilai laju korosi ditentukan menggunakan metode kehilangan berat berdasarkan ASTM G31-72. Dan kekerasan pada sampel diuji menggunakan metode Rockwell dengan mengacu pada ASTM E18 – 15.

Menurut ASTM International [10] pengukuran laju korosi dengan metode kehilangan berat dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$CR = \frac{KW}{ATP} \quad (1)$$

Dimana, CR = Laju korosi (mm/tahun), K = Konstanta, W = Selisih massa (gram), A = Luas permukaan (cm²), T = Waktu perendaman (jam).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Laju Korosi

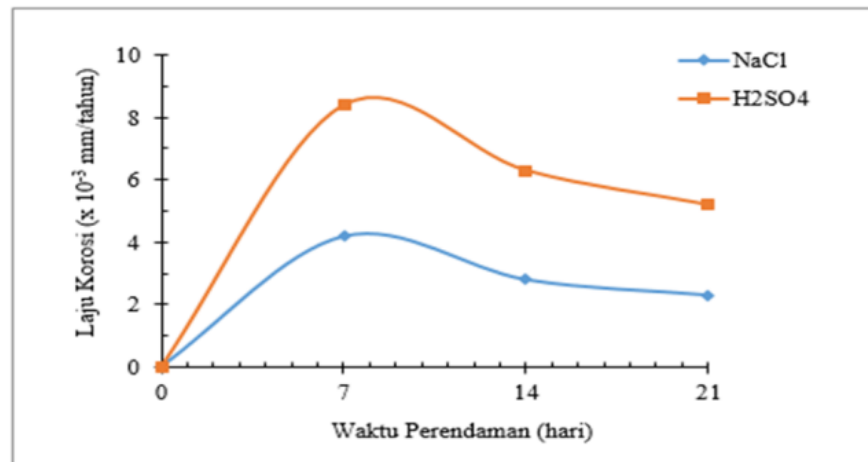
Nilai laju korosi pada sampel SS-304 yang direndam dalam medium korosif 3,5% NaCl dan 3,5% H₂SO₄ selama 7, 14, dan 21 hari ditampilkan pada **Gambar 1**.

Laju korosi akan menurun seiring dengan bertambahnya waktu perendaman. Laju korosi paling tinggi terjadi pada waktu perendaman 7 hari, baik dalam medium korosif NaCl maupun H₂SO₄. Laju korosi baja dalam larutan H₂SO₄ selama 7 hari, 14 hari, dan 21 hari masing-masing sebesar $8,39 \times 10^{-3}$ mm/tahun, $6,29 \times 10^{-3}$ mm/tahun, dan $5,12 \times 10^{-3}$ mm/tahun. Sedangkan untuk baja yang direndam dalam larutan NaCl sebesar $4,20 \times 10^{-3}$ mm/tahun, $2,8 \times 10^{-3}$ mm/tahun, dan $2,33 \times 10^{-3}$ mm/tahun dengan waktu perendaman masing-masing 7 hari, 14 hari, dan 21 hari.

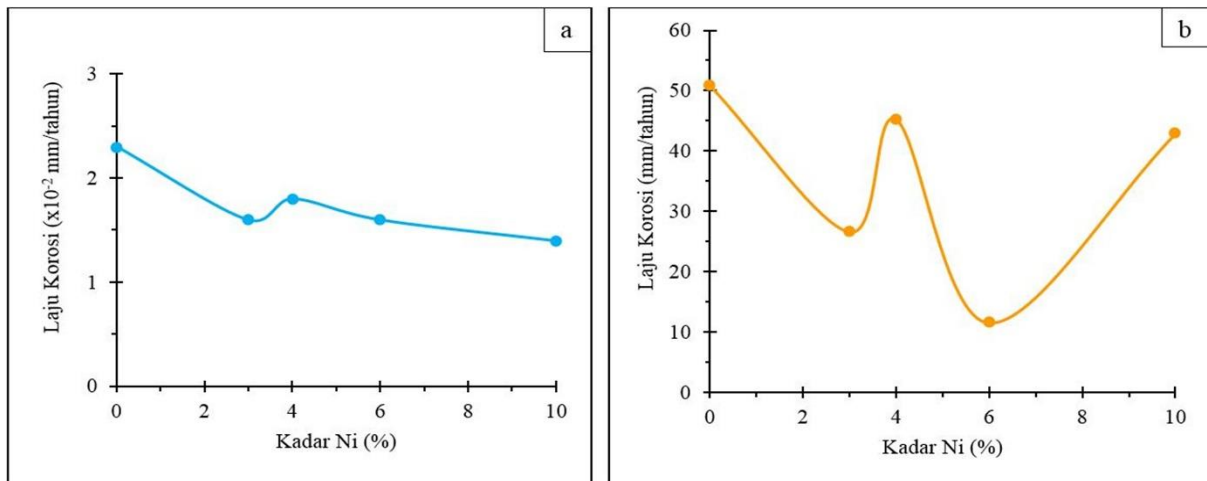
Penelitian terkait yang dilakukan oleh Iliyasa [7] melaporkan bahwa dengan bertambahnya waktu perendaman maka laju korosi pada baja akan menurun. Hal ini disebabkan adanya pembentukan lapisan pasif yang terbentuk pada permukaan baja. Korosi yang terjadi pada SS-304 relatif rendah karena tingginya kandungan Cr dan rendahnya kandungan C. Tingginya kandungan karbon memungkinkan terbentuknya krom karbida (CrC) pada batas butir sehingga akan mengurangi konsentrasi Cr pada batas butir dan mempermudah terjadinya korosi [11]. Laju korosi pada baja nikel laterit ditunjukkan pada **Gambar 2**.

Tabel 1. Komposisi kimia (%berat) SS-304 dan baja nikel laterit

Kode Sampel	Jenis Baja	Komposisi Unsur (%)							
		Fe	Ni	Cr	Mn	Mo	Al	C	S
SS-304	<i>Stainless steel</i>	71,4	7,99	17,93	1,40	0,10	0,003	0,05	0,006
S-0N	Baja laterit	90,4	0,03	0,52	1,07	0,01	0,004	4,16	0,31
S-3N	Baja laterit	84,4	3,00	1,88	0,69	0,007	0,014	4,33	0,17
S-4N	Baja laterit	88,9	3,91	1,33	0,09	0,005	0,006	>4,35	0,21
S-6N	Baja laterit	85,3	6,02	2,66	0,15	<0,001	0,002	>4,35	0,33
S-10N	Baja laterit	76,8	10,63	2,05	0,16	0,009	0,009	3,77	>0,43



Gambar 1. Grafik perbandingan nilai laju korosi SS-304 dalam medium korosif NaCl dan H₂SO₄



Gambar 2. Grafik nilai laju korosi pada medium korosif (a) NaCl (b) H₂SO₄

Laju korosi baja nikel laterit dalam medium korosif NaCl sebesar $2,3 \times 10^{-2}$ mm/tahun, $1,6 \times 10^{-2}$ mm/tahun, $1,8 \times 10^{-2}$ mm/tahun, $1,6 \times 10^{-2}$ mm/tahun, dan $1,4 \times$

10^{-2} mm/tahun dengan kadar Ni masing-masing 0%, 3%, 4%, 6%, dan 10%. Sedangkan laju korosi dalam medium korosif H₂SO₄ dengan kadar Ni 0%, 3%, 4%, 6%,

dan 10% masing-masing sebesar 50,85 mm/tahun, 26,62 mm/tahun, 45,25 mm/tahun, 11,55 mm/tahun, dan 42, 87 mm/tahun. Tingginya kandungan Ni dalam baja tidak menjadikan baja tahan terhadap korosi. Hal ini ditunjukkan dari hasil penelitian di mana semakin tinggi kadar Ni, laju korosi tidak cenderung menurun. Ni adalah salah satu unsur yang menjadikan baja tahan terhadap korosi selain Mn, Cr, Cu, dan Mo. Tingginya kadar Fe, C dan S dalam baja juga menjadikan baja rentan terserang korosi.

Tingginya kadar C menyebabkan unsur Cr dalam batas butir keluar dan berikatan dengan C membentuk krom karbida (CrC) sehingga ketahanan korosi pada batas butir akan berkurang. Laju korosi baja dalam medium H_2SO_4 lebih tinggi dibandingkan dengan larutan NaCl. Hal ini disebabkan karena NaCl merupakan suatu padatan ionik yang mengandung ion Na^+ dan Cl^- yang tersusun secara teratur [12].

Kekerasan

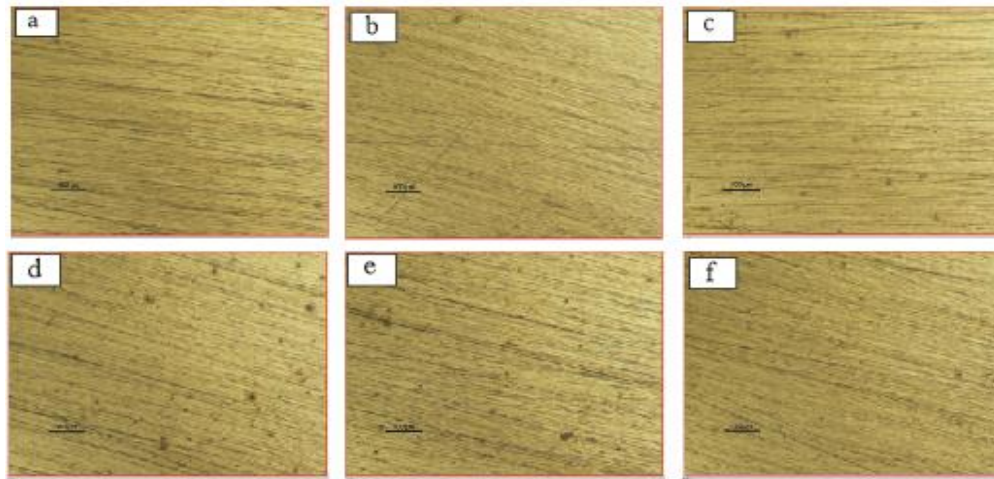
Baja nikel laterit memiliki tingkat kekerasan lebih tinggi dibandingkan SS-304. Hal ini dikarenakan kandungan unsur karbon (C) dalam baja SS-304 lebih rendah. Karbon merupakan salah satu unsur yang dapat meningkatkan kekerasan pada baja selain nikel, molibdenum, mangan, dan kromium. Tingkat kekerasan baja akan menurun apabila mengalami korosi. Hasil penelitian menunjukkan penurunan tingkat kekerasan pada SS-304 tidak terlalu signifikan, berbeda dengan baja nikel laterit di mana penurunan kekerasan sampel cukup tinggi. Kedua sampel menunjukkan hasil yang serupa di

mana penurunan tingkat kekerasan baja yang direndam dalam medium H_2SO_4 lebih tinggi dibandingkan NaCl. Penelitian yang dilakukan Kataru (2016) melaporkan bahwa penurunan kekerasan baja yang direndam dalam larutan HCl lebih besar dibandingkan larutan 3,5% NaCl.

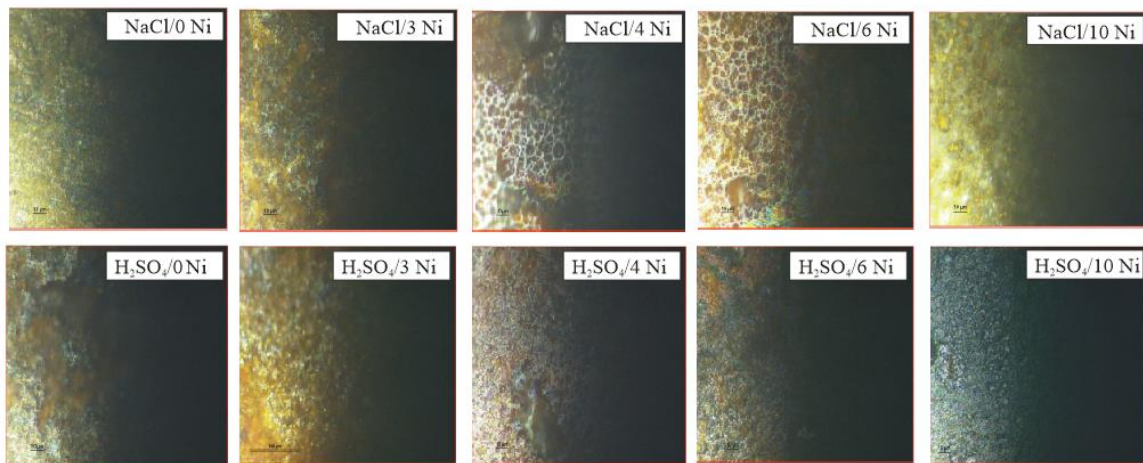
Analisis Mikroskop Metalurgi

Baja yang bereaksi dengan medium korosif akan menghasilkan produk korosi akibat reaksi elektrokimia. Produk korosi yang dihasilkan dapat berupa korosi seragam, korosi sumuran, korosi celah dan lain-lain. Hasil analisis mikroskop metalurgi menunjukkan adanya lubang-lubang pada permukaan sampel setelah mengalami korosi. Diameter lubang yang dihasilkan berbeda-beda. Foto permukaan sampel hasil analisis mikroskop metalurgi ditunjukkan pada Gambar 3 dan 4.

Lubang yang dihasilkan pada sampel dengan waktu perendaman selama 7 hari lebih banyak dibandingkan 14 hari dan 21 hari. Hal ini disebabkan adanya lapisan pasif Cr_2O_3 yang bersifat stabil dan protektif yang melindungi baja dari korosi selanjutnya, sehingga lubang yang dihasilkan pada waktu 14 hari dan 21 hari lebih sedikit. Pada baja nikel laterit, lubang yang dihasilkan cukup signifikan. Hampir seluruh permukaan sampel terdapat lubang. Lubang-lubang yang terdapat pada permukaan sampel uji dinamakan korosi sumuran (*pitting corrosion*). Korosi ini merupakan jenis korosi lokal yang menyerang bagian permukaan logam dan membentuk suatu rongga atau lubang pada material [5].



Gambar 3. Foto permukaan sampel SS-304 setelah direndam dalam medium korosif (a) NaCl 7 hari; (b) NaCl 14 hari; (c) NaCl 21 hari; (d) H₂SO₄ 7 hari; (e) H₂SO₄ 14 hari; (f) H₂SO₄ 21 hari



Gambar 4. Foto permukaan sampel baja nikel laterit setelah uji korosi

Penyebab terbentuknya korosi ini yaitu adanya ion Cl⁻ dan H⁺. Ion Cl⁻ yang terserap akan bereaksi dengan ion logam pada lapisan film dan menghasilkan lubang. Interaksi ion H⁺ pada permukaan baja menyebabkan kerusakan pada permukaan sampel dalam bentuk lubang-lubang [13]. Kerusakan ini disebabkan karena reaksi antara hidrogen dengan karbida pada baja sehingga terbentuk metana dan menyebabkan adanya rongga atau retak pada permukaan sampel [14].

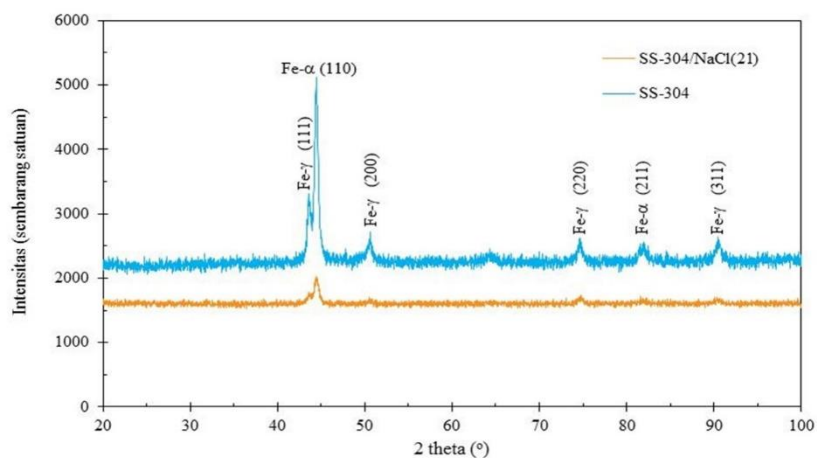
Analisis XRD

Analisis XRD bertujuan untuk mengetahui fasa dan struktur kristal yang terbentuk pada sampel. Untuk mengetahui fasa kristal yang terbentuk pada sampel uji dilakukan analisis kualitatif menggunakan perangkat lunak *X'pert High Score Plus* versi 3.0.5 melalui metode pencocokan data (*search match analysis*). Difraktogram hasil analisis XRD ditunjukkan pada **Gambar 5, 6,** dan **7**. Hasil analisis XRD menunjukkan baja SS-304

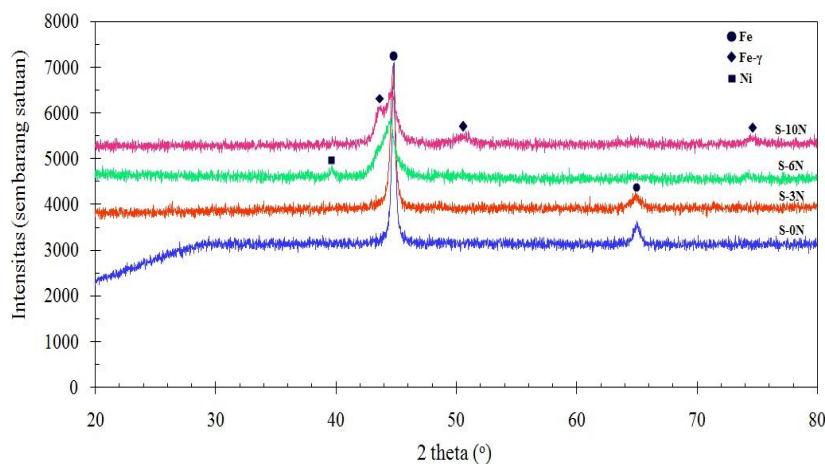
memiliki fasa Fe- α (ferit) dan Fe- γ (austenit) dengan struktur kristal *Body Center Cubic* (BCC) dan *Face Center Cubic* (FCC). Berdasarkan data parameter kristalografi yang diperoleh dari *software X'pert HighScore* fasa ferit memiliki *space group* Im-3m (229), parameter kekisi ($a = b = c = 2,8662$), sudut kekisi ($\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$), volume sel $23,55 \times 10^6 \text{pm}^3$, dan struktur kristal *Body Center Cubic* (BCC). Sedangkan fasa austenit memiliki *space group* Fm-3m (225), parameter kekisi ($a = b = c = 3,598$), sudut kekisi ($\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$), volume sel $46,58 \times 10^6 \text{pm}^3$, dan struktur kristal *Face Center Cubic* (FCC). Struktur kristal yang teramati pada puncak difraksi

terdiri dari campuran BCC dan FCC sesuai dengan karakteristik dari fasa SS-304 yaitu Fe- α (ferit) dan Fe- γ (austenit) [15]. Penelitian yang dilakukan Pozio [16] melaporkan bahwa SS-304 menghasilkan fasa Fe- α dan Fe- γ dengan bidang yang sama yaitu (111), (110), (200), (220), (211), dan (311). Struktur kristal yang terbentuk yaitu BCC dan FCC.

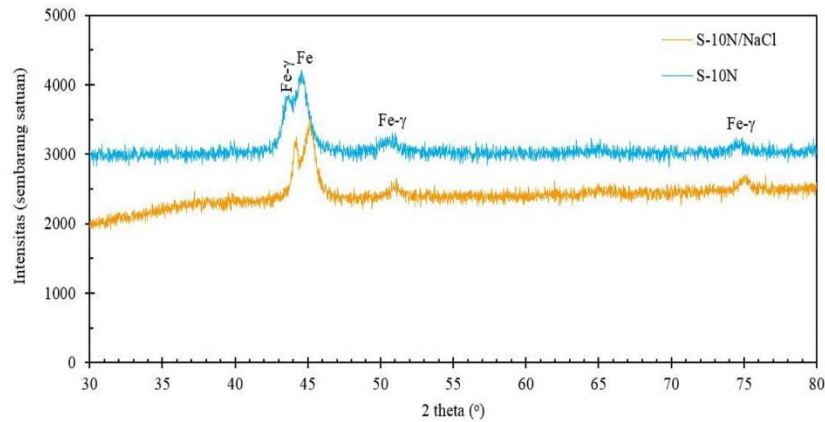
Mekipun kedua sampel membentuk fasa yang sama, tetapi intensitas yang dihasilkan berbeda. Intensitas yang dihasilkan pada sampel SS-304 lebih tinggi dibandingkan SS-304/NaCl(21) yang mengindikasikan laju korosinya masih sangat kecil



Gambar 5. Difraktogram sampel SS-304 dan SS-304/NaCl(21)



Gambar 6. Difraktogram sampel baja nikel laterit



Gambar 7. Difraktogram sampel S-10N dan S-10N/NaCl

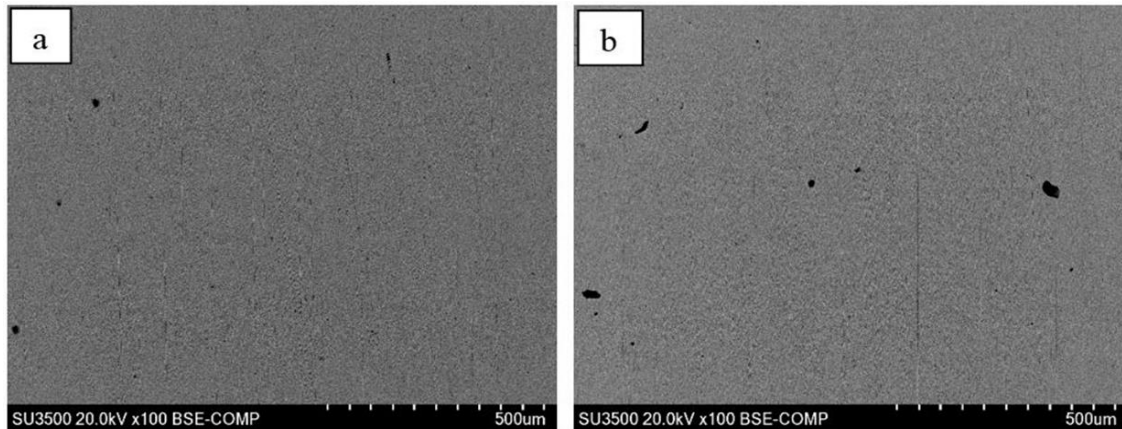
Terbentuk fasa Fe pada seluruh sampel. Pada sampel S-0N dan S-3N kedua puncak menunjukkan fasa Fe. Terdapat fasa Ni selain fasa Fe pada sampel S-6N. Terbentuknya fasa Ni ini kemungkinan karena kadar Ni yang cukup tinggi pada sampel S-6N yaitu sebesar 6%. Sedangkan pada sampel S-10N terbentuk fasa Fe dan Fe- γ (austenit). Fasa austenit ini terbentuk karena kadar Ni yang cukup tinggi untuk berikatan dengan Fe membentuk FeNi (*ferronickel*). Suhu yang digunakan pada proses peleburan sangat tinggi, sehingga fasa FeNi yang terbentuk merupakan fasa Fe- γ (austenit). Ni merupakan unsur penstabil austenit dan meningkatkan daerah pasif.

Baja nikel laterit dengan label S-10N merupakan baja dengan kadar Ni 10% dan memiliki tingkat ketahanan korosi paling baik. Hasil analisis XRD menunjukkan kedua sampel memiliki fasa yang sama. Intensitas pada sampel S-10N/NaCl lebih rendah dibandingkan S-10N. Dari data kristalografi didapatkan fasa Fe memiliki parameter kekisi ($a = b = c = 2,8664 \text{ \AA}$), sudut kekisi ($\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$), volume sel $23,55 \times 10^6 \text{ pm}^3$, dan *space group* Im-3m (229) dengan struktur kristal BCC. Sedangkan fasa austenit memiliki parameter kekisi ($a = b = c = 3,598$

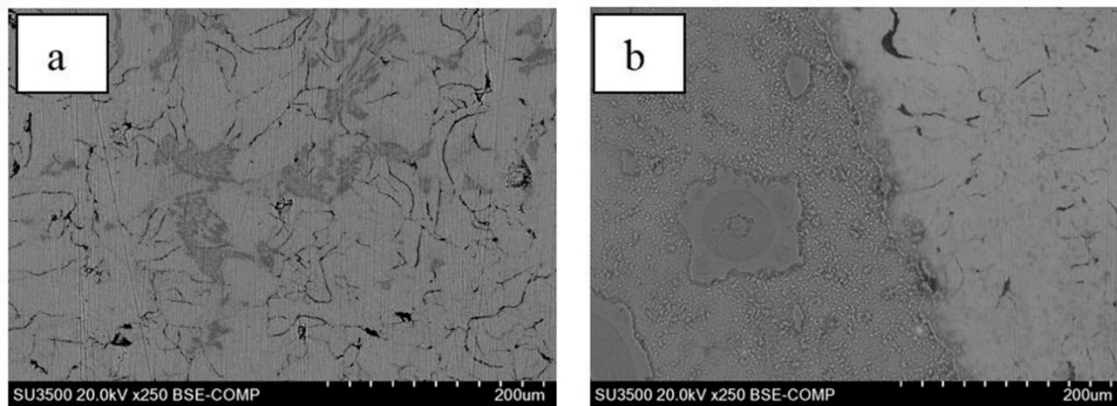
\AA), sudut kekisi ($\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$), volume sel $46,58 \times 10^6 \text{ pm}^3$, dan *space group* Fm-3m (225) dengan struktur kristal FCC.

Analisis SEM/EDX

Analisis SEM bertujuan untuk mengetahui struktur mikro pada permukaan sampel. Selain analisis SEM juga dilakukan analisis EDX untuk mengetahui komposisi unsur atau senyawa yang terdapat pada sampel. Foto permukaan sampel hasil analisis SEM dapat dilihat pada **Gambar 8** dan **9**. Pada **Gambar 8** terlihat adanya garis-garis pada permukaan sampel. Garis-garis tersebut adalah hasil dari proses pengamplasan. Permukaan baja pada **Gambar 8(a)** belum terlihat adanya lubang yang signifikan pada sampel. Pada **Gambar 8(b)** terlihat adanya bintik – bintik hitam pada permukaan sampel. Bintik – bintik hitam tersebut adalah produk korosi yang dihasilkan akibat interaksi antara baja dengan medium korosif NaCl. Produk korosi yang dihasilkan berupa korosi sumuran (*pitting corrosion*). Hasil analisis EDX menunjukkan adanya unsur oksigen (O) pada sampel setelah uji korosi yang menandakan terdapat produk korosi pada permukaan baja akibat pembentukan oksida logam.



Gambar 8. Foto SEM sampel SS-304 (a) Raw material (b) Setelah uji korosi



Gambar 9. Foto SEM sampel S-10N (a) Raw material (b) Setelah uji korosi

Belum terlihat adanya produk korosi yang terbentuk pada sampel raw material, namun terdapat retakan dan lubang. Retakan dan lubang-lubang pada permukaan baja disebabkan oleh logam Ni yang dihasilkan saat peleburan. Logam Ni yang terdapat pada produk NPI hasil peleburan berbentuk pori atau poros [17]. Terlihat adanya retakan dan gumpalan pada permukaan baja setelah direndam dalam larutan 3,5% NaCl. Gumpalan-gumpalan tersebut merupakan produk korosi yang terbentuk akibat reaksi antara ion Cl^- dan ion-ion logam yang terdapat pada baja. Gumpalan yang dihasilkan tidak tersebar merata pada permukaan sampel.

Hal ini dikarenakan penyebaran unsur yang tidak merata, dimana terdapat bagian permukaan logam yang kekurangan unsur Cr dan Ni sehingga mudah terserang korosi. Dalam gumpalan tersebut terdapat lubang yang menandakan adanya korosi sumuran seperti yang terlihat pada hasil analisis mikroskop metalurgi. Hasil analisis EDX menunjukkan terdapat unsur O, Na, dan Cl pada logam yang telah mengalami korosi. Unsur O dan Cl adalah unsur yang menandakan adanya produk korosi. Presentasi unsur O dan Cl masing-masing sebesar 28% dan 0,24%. Meskipun kadar Cr pada baja nikel laterit S-10N relatif rendah, namun dapat membentuk lapisan karat dengan ukuran partikel yang lebih halus dan

rapat. Sehingga, dapat meningkatkan ketahanan korosi dari baja nikel laterit walaupun tidak signifikan.

KESIMPULAN

Laju korosi sampel dalam medium korosif H₂SO₄ lebih tinggi dibanding NaCl. Laju korosi pada sampel SS-304 yang direndam dalam larutan 3,5% NaCl selama 7 hari, 14 hari, dan 21 hari masing-masing sebesar $4,20 \times 10^{-3}$ mm/tahun, $2,80 \times 10^{-3}$ mm/tahun, dan $2,33 \times 10^{-3}$ mm/tahun. Semakin lama waktu perendaman maka laju korosinya semakin menurun. Tingkat kekerasan sampel menurun setelah mengalami korosi. Tingginya kadar Ni dalam baja tidak menjadikan baja tahan terhadap korosi. Hal ini disebabkan terdapat unsur lain yang menjadikan baja tahan terhadap korosi dan rentan terserang korosi.

Hasil karakterisasi XRD memperlihatkan baja SS-304 memiliki fasa Fe- α (ferit) dan Fe- γ (austenit). Fasa yang terbentuk pada baja nikel laterit adalah Fe murni. Baja dengan kadar Ni 6% memiliki fasa Ni dan Fe. Untuk kadar Ni 10% terbentuk fasa Fe dan Fe- γ (austenit). Hasil analisis mikroskop metalurgi dan SEM menunjukkan adanya korosi sumuran pada sampel setelah bereaksi dengan H₂SO₄ dan NaCl baik pada SS-304 maupun baja nikel laterit. Hasil analisis EDX menunjukkan adanya unsur oksigen (O), natrium (Na), dan klorida (Cl) pada baja setelah mengalami korosi. Adanya unsur O dan Cl menandakan baja telah terkorosi akibat pembentukan oksida logam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Badan Teknologi Mineral Lampung (BPTM) – LIPI, Lampung Selatan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Fontana, *Corrosion Engineering*, 1987, no. 3rd. Singapore, 1987.
- [2] S. Herbirowo and B. Adjiantoro, "Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Struktur Mikro dan Kekuatan Mekanik Baja Nikel Laterit," *Widyariset*, vol. 2, no. 2, pp. 153–160, 2016.
- [3] Outokumpu, *Handbook of Stainless Steel*. Sweden, 2013.
- [4] Sumarji, "Studi Perbandingan Ketahanan Korosi Stainless Steel Tipe Ss 304 Dan Ss 201 Menggunakan Metode U-Bend Test Secara Siklik Dengan Variasi Suhu Dan PH," *J. ROTOR*, vol. 4, no. 1, pp. 1–8, 2011.
- [5] R. T. Loto, "Pitting corrosion evaluation of austenitic stainless steel type 304 in acid chloride media," *J. Mater. Environ. Sci.*, vol. 4, no. 4, pp. 448–459, 2013.
- [6] R. T. Loto, Loto C. A., A. P. I. Popola and M. Ranyaoa, "Corrosion resistance of austenitic stainless steel in sulphuric acid," *Int. J. Phys. Sci.*, vol. 7, no. 10, pp. 1677–1688, 2012.
- [7] I. Iliyasu, D. S. Yawas, and S. Y. Aku, "Corrosion Behavior of Austenitic Stainless Steel in Sulphuric Acid at Various Concentrations," *Adv. Appl. Sci. Res.*, vol. 3, no. 6, pp. 3909–3915, 2012.
- [8] V. Kataru, M. Subhan, V. K. Bhosle, and T. Prashanth, "Evaluation Of Corrosion , Hardness For Stainless Steel – 304 In Varied Corrosive Environments," *Adv. Mater. Manuf. Charact.*, vol. 6, no. 2, pp. 61–63, 2016.
- [9] C. Desiana, "Pengaruh Temperatur Terhadap Laju Korosi Baja Karbon dan Baja Laterit Pada Lingkungan Air," Universitas Indonesia, 2008.

- [10] A. International, *Corrosion Tests and Standards: Application and Interpretation--Second Edition*. United States of America, 2005.
- [11] Febrianto, "Analisis Laju Korosi Material Bejana Tekan Pwr Dalam Berbagai Konsentrasi H₂SO₄ Dan Temperatur," *Sigma Epsil.*, vol. 14, no. 1, pp. 10–13, 2010.
- [12] N. Kumar, A. K. Singh, A. Kumar, S. Kumar, and S. Patel, "Corrosion Behaviour of Austenitic Stainless Steel (Grade 316) in 3 . 5 wt % NaCl Authors Nitesh Kumar," *Int. J. Sci. Res. Educ.*, vol. 2, no. 6, pp. 1029–1036, 2014.
- [13] S. Risandi, Yulia, Emriadi, dan Yeni, "Ekstrak Daun Pepaya (Carica Papaya) Sebagai Inhibitor Korosi Baja St.37 Dalam Medium Asam Sulfat," *J. Kim. Unand*, vol. 1, no. 1, pp. 27–33, 2012.
- [14] M. F. Sidiq, "Analisa Korosi dan Pengendaliannya," *J. Foundry*, vol. 3, no. 1, pp. 25–30, 2013.
- [15] F. J. Baldenebro-Lopez, C. D. Gomez-Esparza, R. Corral-Higuera, S. P. Arredondo-Rea, M. J. Pellegrini-Cervantes, J. E. Ledezma-Sillas, R. Martinez-Sanchez, and J. M. Herrera-Ramirez, "Influence of size on the microstructure and mechanical properties of an AISI 304L stainless steel-a Comparison between bulk and fibers," *Materials (Basel).*, vol. 8, no. 2, pp. 451–461, 2015.
- [16] A. Pozio, R. F. Silva, and A. Masci, "Corrosion study of SS430/Nb as bipolar plate materials for PEMFCs," *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 33, no. 20, pp. 5697–5702, 2008.
- [17] T. Hidayat, M. A. Rhamdhani, E. Jak, and P. C. Hayes, "The characterization of nickel metal pore structures and the measurement of intrinsic reaction rate during the reduction of nickel oxide in H₂-N₂ and H₂-H₂O atmospheres," *Miner. Eng.*, vol. 21, no. 2, pp. 157–166, 2008.

Sinta dkk.: Analisis Laju Korosi dan Kekerasan pada *Stainless Steel* 304 dan Baja Nikel Laterit dengan Variasi Kadar Ni (0, 3, dan 10%) dalam Medium Korosif