



P-ISSN 0126-3188

E-ISSN 2443-3926

LIPI

# METALURGI

MAJALAH ILMU DAN TEKNOLOGI

---

VOLUME 36 Nomor 2, AGUSTUS 2021

AKREDITASI JURNAL ILMIAH NO.3/E/KPT/2019

---

*The Effect of Alkali Roasting of Ferronickel Slag  
Prior to the Leaching and Precipitation Process*

*Atmospheric Plasma Spray Coating of Ni-Al and Al-Si Austenitic  
Stainless Steel Casing with Limited Short Spray Distance*

*Peran N-Doping terhadap Karakteristik Pori Karbon Aktif  
yang Dihasilkan dari Limbah Destilasi Akar Wangi*

*The Effect of ECAP Processing on Hardness, Surface Morphology  
and Corrosion Resistance of 6061 Alloys*

*Increasing of Metal Recovery in Leaching Process of Spent Catalyst  
at Low Temperature: The Addition of Hydrogen Peroxide  
and Sodium Chloride*

*The Effect of Variation in Electrolyte Temperature and Current on  
The Synthesis of Manganese Dioxide from Manganese Sulfate  
Precursors by Electrolysis Method*

Pusat Penelitian Metalurgi dan Material  
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia



# METALURGI

VOLUME 36 NOMOR 2, AGUSTUS 2021

P-ISSN 0126-3188  
E-ISSN 2443-3926

**AKREDITASI : SK No. 3/E/KPT/2019**

**Penanggung Jawab :**

Kapuslit Metalurgi dan Material – LIPI

**Ketua Dewan Redaksi :**

Dr. Ika Kartika, S.T, M.T, P2MM - LIPI

**Dewan Editor :**

Prof. Dr. F. Firdiyono (P2MM - LIPI)  
Prof. Dr. Rudi Subagja (P2MM - LIPI)  
Prof. Dr. Akhmad Herman Yuwono, M.Phil.  
Eng (Teknik Material Metalurgi-Universitas  
Indonesia)  
Dr. I Nyoman Jujur, M.Eng (PTM-BPPT)

**Mitra Bestari :**

Dr. Anawati, M.Sc (Fakultas MIPA,  
Universitas Indonesia)  
Dr. Yuliati Herbani, M.Sc (Pusat Penelitian  
Fisika - LIPI)  
Prof. Dr. mont. Mohammad Zaki Mubarak,  
S.T, M.T (Teknik Metalurgi-Institut  
Teknologi Bandung)  
Dr. Asep Ridwan S. (Teknik Mesin-Institut  
Teknologi Bandung)  
Nofrijon Sofyan, Ph. D (Teknik Material  
Metalurgi-Universitas Indonesia)  
Prof. Dr. Timotius Pasang (Oregon Institute  
of Technology, United State)

**Redaksi :**

Lia Andriyah, M.Si (P2MM- LIPI)  
Tri Arini, M.T (P2MM- LIPI)  
Nadia Natasha, M.Si (P2MM- LIPI)  
Galih Senopati, M.T (P2MM- LIPI)

**Disain Grafis :**

Andri Agus Rahman, A.Md (LIPI Press)  
Arif Nurhakim, M.A (PDDI LIPI)

**Website :**

Daniel Panghuhutan, M.Si (P2MM- LIPI)  
Adi Noer Syahid, A.Md (P2MM- LIPI)

**Sekretariat dan Penerbit :**

Pusat Penelitian Metalurgi dan Material –  
LIPI Ged. 470, Kawasan Puspiptek Serpong,  
Tangerang Selatan, 15314  
Telp: (021) 7560911

E-mail: [jurnalmetalurgi@mail.lipi.go.id](mailto:jurnalmetalurgi@mail.lipi.go.id)

Majalah ilmu dan teknologi terbit berkala setiap  
tahun, satu volume terdiri atas 3 nomor

Pengantar Redaksi.....xiii

Abstrak.....xv

**The Effect of Alkali Roasting of Ferronickel  
Slag Prior to the Leaching and Precipitation  
Processes**

Wahyu Mavangsari, dkk.....43-50

**Atmospheric Plasma Spray Coating of Ni-Al  
and Al-Si on Austenitic Stainless-Steel  
Casing with Limited Short Spray Distance**

Ahmad Sahid, dkk.....51-58

**Peran N-Doping terhadap Karakteristik Pori  
Karbon Aktif yang Dihasilkan dari Limbah  
Destilasi Akar Wangi**

Yohana Fransiska Ferawati, dkk.....59-68

**The Effect of ECAP Processing on  
Hardness, Surface Morphology, and  
Corrosion Resistance of 6061 Alloys**

I Nyoman Gede Putrayasa, dkk .....69-76

**Increasing of Metal Recovery in Leaching  
Process of Spent Catalyst at Low  
Temperature: The Addition of Hydrogen  
Peroxide and Sodium Chloride**

Kevin Cleary Wanta, dkk.....77-86

**The Effect of Variations in Electrolyte  
Temperature and Current on the Synthesis  
of Manganese Dioxide from Manganese  
Sulfate Precursors by Electrolysis Method**

Rizta Febian Adi Endani, dkk.....87-92

Indeks



## **PENGANTAR REDAKSI**

Puji syukur Majalah Metalurgi Volume 36 Nomor 2, Agustus 2021 kali ini dapat menampilkan 6 buah tulisan.

Tulisan pertama merupakan hasil kegiatan penelitian yang disampaikan oleh Wahyu Mayangsari dan kawan-kawan mengenai *The Effect of Alkali Roasting of Ferronickel Slag Prior to the Leaching and Precipitation Processes*. Tulisan kedua disampaikan oleh Ahmad Sahid dan kawan-kawan menampilkan topik *Atmospheric Plasma Spray Coating of Ni-Al and Al-Si on Austenitic Stainless-Steel Casing with Limited Short Spray Distance*. Untuk tulisan ketiga dengan penulis Yohana Fransiska Ferawati dan kawan-kawan mengenai Peran N-Doping terhadap Karakteristik Pori Karbon Aktif yang Dihasilkan dari Limbah Destilasi Akar Wangi. Tulisan selanjutnya memiliki topik *The Effect of ECAP Processing on Hardness, Surface Morphology, and Corrosion Resistance of 6061 Alloys* yang dipaparkan oleh I Nyoman Gede Putrayasa dan kawan-kawan. Tulisan kelima, Kevin Cleary Wanta dan kawan-kawan menyampaikan topik *Increasing of Metal Recovery in Leaching Process of Spent Catalyst at Low Temperature: The Addition of Hydrogen Peroxide and Sodium Chloride*. Tulisan keenam disampaikan oleh Rizta Febian Adi Endani dan kawan-kawan dengan tema *The Effect of Variations in Electrolyte Temperature and Current on the Synthesis of Manganese Dioxide from Manganese Sulfate Precursors by Electrolysis Method*.

Semoga penerbitan Majalah Metalurgi volume ini dapat bermanfaat bagi perkembangan dunia penelitian di Indonesia.

**REDAKSI**



UDC (OXDCF) 553.4

Wahyu Mayangsari<sup>a</sup>, Agus Budi Prasetyo<sup>a</sup>, Eni Febriana<sup>a</sup>, Januar Irawan<sup>a</sup>, Rudi Subagja<sup>a</sup>, Florentinus Firdiyono<sup>a</sup>, Johny Wahyuadi Soedarsono<sup>b</sup> (<sup>a</sup>Pusat Penelitian Metalurgi dan Material-LIPI, <sup>b</sup>Departemen Teknik Metalurgi dan Material, Universitas Indonesia)

Pengaruh Pemanggangan Alkali pada Terak Feronikel sebelum Proses Pelindian dan Pengendapan

Metalurgi, Vol. 36 No. 2 Agustus 2021

Terak feronikel dihasilkan sebagai produk samping dari produksi feronikel. Terak feronikel mempunyai potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku beberapa komponen berharga karena komposisinya melalui proses bertahap. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari proses pemanggangan campuran terak feronikel dan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  sebelum pelindian dengan air panas dan presipitasi untuk menghasilkan endapan silika. Proses pemanggangan terak feronikel dengan penambahan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  telah dilakukan untuk pembentukan natrium silikat. Kemudian dilarutkan melalui proses pelindian menggunakan air panas  $90\text{ }^\circ\text{C}$  selama 120 menit. Endapan silika didapatkan dengan proses presipitasi sodium silikat terlarut diikuti dengan pemeraman selama tiga hari. Berdasarkan hasilnya, pemanggangan menyebabkan perubahan komposisi yang mempengaruhi persen pelindian dan perolehan silika. Reaksi terjadi dari permukaan ke inti yang dibuktikan dengan pengecilan ukuran residu pelindian dari RAF (roasted of alkalized ferronickel slag). Natrium silikat dalam bentuk  $\text{Na}_4\text{SiO}_4$  diketahui terlarut pada tahap pelindian dengan air panas. Pengendapan dan pemeraman larutan natrium silikat telah menghasilkan endapan silika dengan ukuran partikel lebih dari  $100\text{ }\mu\text{m}$ . Proses pemanggangan pada  $1000\text{ }^\circ\text{C}$  selama 240 menit menghasilkan perolehan silika tertinggi.

*Kata Kunci: Feronikel, terak, pemanggangan, pelindian, pengendapan, silika*

*The Effect of Alkali Roasting of Ferronickel Slag Prior to the Leaching and Precipitation Processes*

*As a by-product of ferronickel production, ferronickel slag was created. Because of its composition, it has the potential to be used as a raw material for some valuable elements through a series of processing. The purpose of this research is to determine the effect of roasting ferronickel slag and  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  prior to hot water leaching and precipitation to obtain silica precipitate. To produce sodium silicate, ferronickel slag was roasted with  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  addition. It was then dissolved by leaching for 120 minutes in hot water at around  $90\text{ }^\circ\text{C}$ . Silica precipitate is made by precipitating dissolved sodium silicate and aging it for three days. According to the findings, roasting causes a change in composition, which influences the leaching percentage and silica recovery. Size reduction of leaching residue from its RAF (roasted alkalized ferronickel slag) demonstrated that reactions occurred from the surface to the core. When water is leached, sodium silicate in the form of  $\text{Na}_4\text{SiO}_4$  is observed and dissolved. The precipitation and aging of sodium silicate solution produced silica precipitate with particle sizes greater than  $100\text{ }\mu\text{m}$ . The highest silica recovery is obtained by roasting at  $1000\text{ }^\circ\text{C}$  for 240 minutes*

*Keywords: Ferronickel, slag, roasting, leaching, precipitation, silica*

UDC (OXDCF) 621.004

Ahmad Sahid<sup>a</sup>, Ekavianty Prajatelistia<sup>a</sup>, Ahmad Afandi<sup>b</sup> (<sup>a</sup>Material Science and Engineering Research Group Faculty of Mechanical and Aerospace Engineering, Institut Teknologi Bandung, <sup>b</sup>Research Center for Physics, Indonesian Institute of Sciences)

Lapisan Plasma Spray Ni-Al dan Al-Si pada Selubung Baja Tahan Karat Austenitik dengan Jarak Semprot Terbatas

Metalurgi, Vol. 36 No. 2 Agustus 2021

Proses plasma spray atmosferik merupakan proses pelapisan yang banyak digunakan dalam aplikasi industri. Densitas dan kekuatan ikatan yang tinggi merupakan ciri utama dari proses ini dan diperlukan dalam hampir semua sifat lapisan untuk aplikasi-aplikasi khusus. Keterbatasan jarak semprot antara pistol nozel dan permukaan benda kerja pada saat proses plasma spray memerlukan modifikasi parameter proses standar. Pada penelitian ini, modifikasi parameter proses plasma spray dilakukan pada lapisan Ni-Al dan Al-Si untuk mendapatkan hasil lapisan yang optimum. Lapisan diverifikasi dengan uji kekuatan ikatan tarik, uji keras, dan analisis struktur mikro. Dari modifikasi parameter yang dilakukan, penurunan kecepatan gerak pistol menunjukkan hasil yang paling optimum. Kekuatan ikatan tarik rata-rata yang diperoleh untuk lapisan Ni-Al dan Al-Si berturut-turut sebesar 9110 Psi dan 7283 Psi. Nilai kekerasan rata-rata yang diperoleh untuk lapisan Ni-Al dan Al-Si berturut-turut sebesar 77 HR<sub>B</sub> dan 106 HR<sub>H</sub>. Pengamatan struktur mikro lapisan Ni-Al menunjukkan struktur mikro yang lebih padat dibandingkan dengan struktur mikro lapisan dengan parameter standar. Untuk lapisan Al-Si, selain struktur mikro yang lebih padat, juga diperoleh fasa eutektik yang lebih proporsional dibandingkan dengan struktur mikro lapisan dengan parameter standar.

**Kata Kunci:** Plasma spray atmosferik, lapisan, Ni-Al, Al-Si, kecepatan lintas, kekuatan ikatan tarik, kekerasan

*Atmospheric Plasma Spray Coating of Ni-Al and Al-Si on Austenitic Stainless-Steel Casing with Limited Short Spray Distance*

*The atmospheric plasma spray coating is a coating process that many used in industrial applications. High density and bond strength are the main features of this process. The limited spray distance between nozzle gun and work piece surface during the plasma spray process requires standard process parameters modification. In the present study, an effort carried out a change of process parameters on the Ni-Al and Al-Si for optimum results. Tensile bond strength, hardness, and microstructure tests were used to validate the coating. The Ni-Al and Al-Si layers had average tensile strengths of 9110 and 7283 Psi, respectively. The Ni-Al and Al-Si layers had average hardness values of 77 HR<sub>B</sub> and 106 HR<sub>H</sub>, respectively. When compared to the microstructure with standard parameters, the microstructure of the Ni-Al layer showed a denser microstructure. In addition to the denser microstructure of the Al-Si layer, a more proportional eutectic phase was obtained when compared to the microstructure of the layer with standard parameters.*

**Keywords:** Atmospheric plasma spray, coating, Ni-Al, Al-Si, traverse speed, tensile bond strength, hardness

UDC (OXDCF) 546.7

Yohana Fransiska Ferawati dan Ratna Frida Susanti (Jurusan Teknik Kimia, Universitas Katolik Parahyangan)

Peran N-Doping terhadap Karakteristik Pori Karbon Aktif yang Dihasilkan dari Limbah Destilasi Akar Wangi

Metalurgi, Vol. 36 No. 2 Agustus 2021

Pada penelitian ini modifikasi gugus fungsi permukaan nitrogen pada karbon aktif dari limbah akar wangi diteliti pengaruhnya terhadap pengembangan pori karbon aktif. Sintesis karbon aktif dilakukan dengan cara karbonisasi hidrotermal LAW (limbah akar wangi) pada suhu 225 °C selama 18 jam dilanjutkan dengan aktivasi menggunakan tungku tabung dalam atmosfer nitrogen dengan laju 100 mL/menit pada suhu 800 °C selama 2 jam dengan bahan pengaktivasi  $K_2FeO_4$ . Urea digunakan sebagai sumber nitrogen. Variasi konsentrasi urea yang diteliti adalah 1:0 (AC-0), 1:3 (AC-3) dan 1:5 (AC-5). Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa ketiga karbon aktif ini memiliki karakteristik mesopori dengan luas permukaan  $S_{BET}$  (brunauer emmett teller) terbesar yaitu  $552,90 \text{ m}^2\text{g}^{-1}$  dan diameter pori rata-rata 3,43 nm. Keberadaan gugus fungsi nitrogen juga tampak pada analisa FTIR (fourier transform infrared spectrometer). Berdasarkan hasil analisa SEM-EDX (scanning electron microscopy-energy dispersive x-ray), semakin besar rasio penambahan urea maka unsur N yang terkandung pada karbon aktif semakin meningkat. Sintesis karbon aktif dari limbah akar wangi dengan penambahan urea merupakan metode terbaru untuk menghasilkan karbon aktif mesopori yang nantinya dapat digunakan dalam aplikasi elektroda dan katalis pendukung.

*Kata Kunci: Doping nitrogen, urea, limbah akar wangi, karbon aktif*

*The Role of N-Doping to the Pore Characteristics of Activated Carbon from Vetiver Root Distillation Waste*

*This work studied the effect of nitrogen functional group modification on activated carbon synthesized from vetiver root waste on pores development. Synthesis of activated carbon was carried out by hydrothermal carbonization of vetiver root waste at a temperature of 225 °C for 18 hours followed by chemical activation using  $K_2FeO_4$  as an activated agent in a tubular furnace at a temperature of 800 °C for 2 hours with nitrogen atmosphere flowed at a rate of 100 mL/minute. Urea was used as a nitrogen source. The variation of urea concentration was 1:0 (AC-0), 1:3 (AC-3), and 1:5 (AC-5). The results showed that these activated carbons have mesoporous characteristics with the largest  $S_{BET}$  (brunauer emmett teller) surface area of  $552.90 \text{ m}^2\text{g}^{-1}$  and average pore width 3.43 nm. The presence of the nitrogen functional group was observed in the FTIR (fourier transform infrared spectrometer) analysis. Based on SEM-EDX (scanning electron microscopy-energy dispersive x-ray) analysis, a higher amount of urea addition will increase the nitrogen content in activated carbon. Synthesis of activated carbon from vetiver root waste with an addition of urea is the newest method to produce mesoporous activated carbon for electrode and support catalyst purposes.*

*Keywords: Nitrogen doping, urea, vetiver root waste, activated carbon*



UDC (OXDCF) 620.112

I Nyoman Gede Putrayasa Astawa, Vinda Puspasari, Efendi Mabruhi, Satrio Herbirowo, Edi Priyanto Utomo (Pusat Penelitian Metalurgi dan Material-LIPI)

Pengaruh Proses ECAP terhadap Sifat Keras, Morfologi Permukaan, dan Ketahanan Korosi Paduan Aluminium 6061

Metalurgi, Vol. 36 No. 2 Agustus 2021

Paduan aluminium Al-Mg-Si (6xxx) telah banyak digunakan sebagai material struktural untuk bangunan dan kendaraan bermotor karena memiliki kekuatan mekanik dan ketahanan korosi yang baik. Proses ECAP (equal channel angular pressing) merupakan metode yang paling menjanjikan dengan mengaplikasikan deformasi plastis yang memproduksi material utuh dengan butir yang halus tanpa porositas sisa. Penelitian ini mempelajari tentang pengaruh jumlah pass pada proses ECAP terhadap kekerasan, struktur mikro, dan perilaku korosi pada paduan aluminium 6061. Material paduan terlebih dahulu dilakukan proses aniling di dalam tungku dengan lingkungan gas argon pada  $T = 530\text{ }^{\circ}\text{C}$  selama 4 jam kemudian dicelupkan pada nitrogen cair selama 5 menit sebelum proses ECAP. Proses ECAP dilakukan melalui rute Bc dengan cetakan yang memiliki lubang dalam bersudut  $120^{\circ}$  dan variasi pass dari 1, 2, 3, dan 4. Kekerasan optimal yang diperoleh yaitu 107,58 HB pada paduan Al 6061 dengan 3 pass ECAP. Peningkatan jumlah pass pada ECAP menyebabkan adanya pengurangan ukuran butir dari ukuran  $10\text{ }\mu\text{m}$  pada paduan hasil aniling menjadi ukuran  $2,5\text{ }\mu\text{m}$  pada paduan dengan 4 pass. Ketahanan korosi meningkat seiring dengan peningkatan jumlah ECAP pass.

*Kata Kunci: Paduan Al-Mg-Si, ECAP, kriogenik, struktur mikro, ketahanan korosi*

*The Effect of ECAP Processing on Hardness, Surface Morphology, and Corrosion Resistance of 6061 Alloys*

*Al-Mg-Si alloys (6xxx) have been widely used as structural materials in buildings and vehicles because of their excellent strength and corrosion resistance. ECAP (equal channel angular pressing) is the most promising method to apply SPD (severe plastic deformation), producing ultra-fine grain in the bulk material without residual porosity. This study presents some experiments results on the effect of ECAP number of passes variation on the hardness, microstructure, and corrosion behavior of Al 6061 alloys. The alloy was annealed in the furnace with an argon gas environment at  $530^{\circ}\text{C}$  for 4 hours and then immersed in liquid nitrogen for 5 minutes before the ECAP process. The ECAP process was carried out via the Bc route, with dies with an internal channel angle of  $120^{\circ}$  and pass variations of 1, 2, 3, and 4. The optimum hardness was 107.58 HB in Al 6061 alloy with three passes of ECAP. The increasing ECAP number of passes leads to a significant grain size reduction from the 0-way pass; the grain size was around  $10\text{ }\mu\text{m}$ , while for a 4-way pass, the grain size was around  $2.5\text{ }\mu\text{m}$ . The corrosion resistance of Al 6061 alloys increased with the increasing number of passes in the ECAP process.*

*Keywords: Al-Mg-Si alloys, ECAP, cryogenic, hardness, microstructure, corrosion resistance*

UDC (OXDCF) 553.4

Kevin Cleary Wanta<sup>a</sup>, Edward Yonathan Natapraja<sup>a</sup>, Ratna Frida Susanti<sup>a</sup>, Gelar Panji Gemilar<sup>b</sup>, Widi Astuti<sup>c</sup>, Himawan Tri Bayu Murti Petrus<sup>d</sup> (<sup>a</sup>Department of Chemical Engineering, Faculty of Industrial Technology, Parahyangan Catholic University, <sup>b</sup>PT Petrokimia Gresik, <sup>c</sup>Research Unit for Mineral Technology, Indonesian Institute of Sciences, <sup>d</sup>Department of Chemical Engineering, Gadjah Mada University)

Peningkatan Perolehan Logam dalam Proses Leaching Spent Catalyst pada Temperatur Rendah: Penambahan Hidrogen Peroksida dan Natrium Klorida

Metalurgi, Vol. 36 No. 2 Agustus 2021

Salah satu faktor yang memengaruhi proses leaching dari suatu sumber mineral adalah karakteristik mineral dari bahan baku tersebut. Tidak semua fasa mineral dapat dilakukan proses leaching secara langsung dan sempurna. Dengan demikian, beberapa mineral memerlukan perlakuan khusus sehingga proses leaching dapat berlangsung dengan maksimal. Studi ini akan terfokus pada mempelajari pengaruh penambahan senyawa aditif, yaitu hidrogen peroksida dan natrium klorida, dalam proses leaching spent catalyst dengan menggunakan larutan asam sulfat. Proses leaching dilakukan pada konsentrasi larutan asam sulfat 1 M selama 240 menit pada suhu ruang. Konsentrasi hidrogen peroksida divariasikan pada 0–9% v/v sedangkan konsentrasi natrium klorida divariasikan pada 0–0,8 mol/L. Hasil percobaan menunjukkan bahwa kedua senyawa aditif tersebut mampu meningkatkan perolehan nikel secara signifikan. Perolehan nikel tertinggi sebesar 95,08% tercapai saat penggunaan hidrogen peroksida sebesar 9% v/v. Perolehan nikel ini lebih tinggi 3,5 kali dibandingkan dengan tanpa penambahan hidrogen peroksida. Sementara itu, konsentrasi natrium klorida sebesar 0,8 mol/L mampu memberikan perolehan nikel tertinggi sebesar 50,38% atau meningkat sebesar 1,9 kali bila dibandingkan dengan tanpa penambahan natrium klorida.

*Kata Kunci: Leaching, spent catalyst, hidrogen peroksida, natrium klorida, nikel*

*Increasing of Metal Recovery in Leaching Process of Spent Catalyst at Low Temperature: The Addition of Hydrogen Peroxide and Sodium Chloride*

*One of the factors that affect the leaching process of a mineral source is the mineral characteristics of the raw materials. Not all mineral phases can be leached completely and directly. Thus, some minerals require special treatment so that the leaching process can take place optimally. The purpose of this research is to investigate the effect of adding additive compounds, such as hydrogen peroxide and sodium chloride, to the leaching process of spent catalyst using a sulfuric acid solution. The leaching process was carried out at room temperature for 240 minutes with a concentration of 1 M sulfuric acid solution. The highest nickel recovery of 95.08% was obtained when hydrogen peroxide was used at a concentration of 9% v/v. The experimental results showed that the two additive compounds were able to increase nickel recovery significantly. The highest nickel recovery of 95.08% was achieved when hydrogen peroxide was used at 9%v/v. The nickel recovery is 3.5 times higher than without the addition of hydrogen peroxide. Meanwhile, a sodium chloride concentration of 0.8 mol/L was able to provide the highest nickel recovery of 50.38 %, or a 1.9 times increase over the control.*

*Keywords: Leaching, spent catalyst, hydrogen peroxide, sodium chloride, nickel*

UDC (OXDCF) 620.112

Rizta Febian Adi Endani<sup>a</sup>, Lia Andriyah<sup>b</sup>, Soesaptri Oediyani<sup>a</sup>, Latifa Hanum Lalasari<sup>b</sup>, Tri Arini<sup>b</sup>, Nadia Chrisayu Natasha<sup>b</sup>, Fariza Eka Yunita<sup>b</sup>, Ariyo Suharyanto<sup>b</sup> (<sup>a</sup>Metallurgical Engineering, Sultan Ageng Tirtayasa University, <sup>b</sup>Research Center for Metallurgy and Materials-Indonesian Institute of Sciences)

Pengaruh Variasi Suhu dan Arus Elektrolit Terhadap Sintesis Mangan Dioksida dari Prekursor Mangan Sulfat Menggunakan Metode Elektrolisis

Metalurgi, Vol. 36 No. 2 Agustus 2021

Perkembangan ilmu dan teknologi dewasa ini dalam bidang elektronik, khususnya penyimpanan energi meningkatkan permintaan dalam penggunaan baterai sekunder litium. Pengembangan baterai litium difokuskan pada kapasitas penyimpanan energi dengan menggunakan mangan dioksida ( $MnO_2$ ) sebagai bahan katoda baterai litium. Mangan dioksida dipilih sebagai bahan katoda baterai litium karena memiliki kapasitas penyimpanan yang tinggi yaitu sekitar 615 mAh/g dibandingkan dengan material lain seperti grafit yang memiliki kapasitas penyimpanan 372 mAh/g. Sintesis  $MnO_2$  dilakukan dengan metode elektrolisis dari prekursor mangan sulfat ( $MnSO_4$ ) yang diperoleh dari proses pelindian bijih mangan Kabupaten Trenggalek. Proses elektrolisis dilakukan selama 5 jam dengan menggunakan variasi temperatur elektrolit 30, 40, 50 dan 60 °C serta variasi arus 2, 3, 4 dan 5 A untuk mengetahui pengaruh temperatur elektrolit dan arus terhadap perolehan massa, polimorfi struktur dan morfologi  $MnO_2$  yang terbentuk. Perolehan massa tertinggi diperoleh pada penggunaan temperatur elektrolit 60 °C dan arus 5 A yaitu sebesar 11,4 gram. Hasil karakterisasi  $MnO_2$  dengan menggunakan XRF (x-ray fluorescence) Thermo type ARL 9900 menunjukkan kadar mangan dioksida sebesar 85,472% dan hasil analisa dengan menggunakan XRD (x-ray diffraction) Shimadzu type 7000 diperoleh polimorfi struktur senyawa  $MnO_2$  yang terbentuk adalah polimorfi  $\alpha$ - $MnO_2$ . Citra SEM (scanning electron microscope) menunjukkan bahwa partikel  $MnO_2$  memiliki bentuk bulat berduri dan cenderung beraglomerasi dengan nilai diameter partikel berkisar antara 50-70 nm.

*Kata Kunci: Elektrolisis,  $MnO_2$ ,  $MnSO_4$ , temperatur elektrolit, arus*

*The Effect of ECAP Processing on Hardness, Surface Morphology, and Corrosion Resistance of 6061 Alloys*

*The advancement of science and technology in the field of electronics, particularly in the field of energy storage, is increasing the demand for the use of lithium secondary batteries. The use of manganese dioxide ( $MnO_2$ ) as a lithium battery cathode material is focusing the development of lithium batteries on energy storage capacity. Manganese dioxide was chosen as the cathode material for lithium batteries because it has a high storage capacity of about 615 mAh/g compared to other materials such as graphite which has a storage capacity of 372 mAh/g.  $MnO_2$  was synthesized by the electrolysis method from manganese sulfate ( $MnSO_4$ ) precursor which was obtained from the Trenggalek manganese ore leaching process. The electrolysis process was carried out for 5 hours using variations in electrolyte temperature of 30, 40, 50, and 60 °C as well as variations in a current of 2, 3, 4, and 5 A to determine the effect of electrolyte temperature and current on mass gain, structural polymorphy, and morphology of  $MnO_2$  formed. The highest mass gain was obtained at the use of an electrolyte temperature of 60 °C and a current of 5 A, which was 11.4 grams. The characterization of  $MnO_2$  using XRF (x-ray fluorescence) Thermo type ARL 9900 revealed manganese dioxide levels of 85.472%, and the analysis using XRD (x-ray diffraction) Shimadzu type 7000 revealed that the polymorphy structure of the  $MnO_2$  compound formed was  $\alpha$ - $MnO_2$  polymorphy. The  $MnO_2$  particles have a spiny round shape and tend to agglomerate, as shown by the SEM (scanning electron microscope) image, with particle diameter values ranging from 50 to 170 nm.*

*Keywords: Electrolysis,  $MnO_2$ ,  $MnSO_4$ , electrolyte temperature, current*