



Penanggung Jawab :

Kapuslit Metalurgi dan Material – LIPI

Ketua Dewan Redaksi :

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

Dewan Editor :

Prof. Dr. Ir. F. Firdiyono (P2MM – LIPI)

Dr. Ir. Rudi Subagja (P2MM - LIPI)

Prof. Dr. Ir. Akhmad Herman Yuwono,
M.Phil. Eng (Teknik Metalurgi dan Material,
Universitas Indonesia)

Prof. Dr. mont. Mohammad Zaki Mubarak,
S.T, M.T (Teknik Metalurgi, Institut
Teknologi Bandung)

Dr. I Nyoman Jujur, M.Eng (BPPT-Ristek
BRIN)

Mitra Bestari :

Dr. Anawati, M.Sc (Fakultas MIPA,
Universitas Indonesia)

Dr. Yuliati Herbani, M.Sc (Pusat Penelitian
Fisika - LIPI)

Dr. Asep Ridwan S. (Teknik Mesin, Institut
Teknologi Bandung)

Nofrijon Sofyan, Ph. D (Teknik Metalurgi dan
Material, Universitas Indonesia, Universitas
Indonesia)

Dr. Deni Shidqi Khaerudini (Pusat Penelitian
Fisika-LIPI)

Prof. Dr. Timotius Pasang (Auckland
University of Technology, New Zealand)

Dr. Witha Berlian Kesuma Putri S.Si, M.Si
(Pusat Penelitian Fisika – LIPI)

Redaksi :

Lia Andriyah, M.Si

Tri Arini, M.T

Nadia Natasha, M.T

Disain Grafis :

Arif Nurhakim, M.A

Website :

Daniel Panghuhutan, M.Si

Adi Noer Syahid, A.Md

Galih Senopati, M.T

Sekretariat dan Penerbit :

Pusat Penelitian Metalurgi dan Material –
LIPI Ged. 470, Kawasan Puspipstek Serpong,
Tangerang Selatan, 15314

Telp: (021) 7560911

E-mail:

ejurnal.material.metalurgi@gmail.com

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

METALURGI

VOLUME 35 NOMOR 2, AGUSTUS 2020

P-ISSN 0126-3188

E-ISSN 2443-3926

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

Pengantar Redaksi.....xiii

Abstrak.....xv

**Pengkayaan Unsur Yttrium dan Cerium pada
Terak Timah Bangka: Analisis
Termodinamika**

Sulaksana Permana dkk.....45-52

**Sintesis dan Karakterisasi Material Nano-
Perovskite Neodymium Iron Oxide
(NdFeO₃)**

Rina Dewi Mayasari, dkk.....53-56

**Kontribusi Aditif Succinonitrile (Sn) pada
Performa Elektrolit Padat LiBOB untuk
Baterai Li-Ion**

Qolby Sabrina, dkk57-64

**Sintesis α -Al₂O₃ dari Serbuk Boehmite
Menggunakan Teknik Spark Plasma
Sintering (SPS): Studi Transformasi Fasa,
Mikrostruktur, Densitas dan Kekerasan**

Diastati Puspita Ning Ayu, dkk.....65-74

**Pengaruh Annealing terhadap Kekerasan
dan Struktur Mikro Baja Tahan Karat AISI
410-3Mo-3Ni**

Vinda Puspasari, dkk.....75-82

Indeks

PENGANTAR REDAKSI

Puji syukur Majalah Metalurgi Volume 35 Nomor 2, Agustus 2020 kali ini dapat menampilkan 5 buah karya tulis ilmiah.

Tulisan pertama disampaikan oleh Sulaksana Permana¹ dan kawan-kawan mengenai Pengkayaan Unsur Yttrium dan Cerium pada Terak Timah Bangka: Analisis Termodinamika. Tulisan kedua berjudul Sintesis dan Karakterisasi Material Nano-Perovskite Neodymium Iron Oxide (NdFeO_3) yang ditulis oleh Rina Dewi Mayasari dan kawan-kawan. Tulisan selanjutnya oleh Qolby Sabrina dan kawan-kawan dengan judul Kontribusi Aditif Succinonitrile (Sn) pada Performa Elektrolit Padat LiBOB untuk Baterai Li-Ion. Untuk tulisan keempat ditulis oleh Diastati Puspita Ning Ayu dan kawan-kawan dengan judul Sintesis α - Al_2O_3 dari Serbuk Boehmite menggunakan Teknik Spark Plasma Sintering (SPS): Studi Transformasi Fasa, Mikrostruktur, Densitas dan Kekerasan. Pada tulisan terakhir, Vinda Puspasari dan kawan-kawan menyampaikan tema Pengaruh Annealing terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Baja Tahan Karat AISI 410-3Mo-3Ni

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

REDAKSI

Kata Kunci bersumber dari artikel. Lembar abstrak ini boleh diperbanyak tanpa izin dan biaya.

UDC (OXDCF) 620.18

Sulaksana Permana^a, Debby Rachel^a, Agus Budi Prasetyo^{a,b}, Rafdi Abdul Majid^c, Wahyu Kartika^d, Iwan Susanto^e, Johny Wahyuadi M.^a (^aCentre of Mineral Processing and Corrosion Research, Universitas Indonesia, ^bPusat Penelitian Metalurgi dan Material - LIPI, ^cDepartemen Teknik Kimia, Universitas Muslim Indonesia, ^dDepartemen Teknik Lingkungan, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, ^eDepartemen Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta)

Pengkayaan Unsur Yttrium dan Cerium pada Terak Timah Bangka: Analisis Termodinamika

Metalurgi, Vol. 35 No. 2 Agustus 2020

Pada penelitian ini, terak timah Bangka-2 (TTB-2) dilakukan serangkaian kondisi proses untuk mendapatkan hasil pengkayaan yttrium dan cerium yang optimal. Proses yang dilakukan adalah dengan melakukan pemanggangan TTB-2 pada suhu 900 °C, pelindian dengan NaOH, pelindian dengan HNO₃ dan terakhir pelindian dengan H₃PO₄ dengan variasi konsentrasi. Analisis termodinamika dilakukan dengan software HSC 6.0 untuk mendapatkan Diagram Eh-pH sistem Ca-Na-H₂O; Ce-Na-H₂O; Y-Na-H₂O; Ce-N-H₂O; Y-N-H₂O; Ce-P-H₂O dan Y-P-H₂O pada suhu 25 °C dengan tujuan melihat unsur yang terlarut ke dalam larutan NaOH, HNO₃ dan H₃PO₄. Hasil yang didapatkan adalah kadar optimal cerium 4,39 % setelah kondisi proses pelindian NaOH dan kadar yttrium mengalami peningkatan terus pada seluruh kondisi proses serta didapatkan kadar optimal 1,35 % setelah dilakukan pelindian dengan HNO₃ 2M dan H₃PO₄ 1,5 M.

Kata Kunci: Cerium, pelindian, terak timah Bangka, unsur tanah jarang, Yttrium

Enrichment of Yttrium and Cerium Elements in Bangka Tin Slag : Thermodynamic Analysis

In this analysis, the Bangka tin slag-2 (BTS-2) was carried out in a series of process conditions to obtain optimal yttrium and cerium enrichment results. The method is carried out by roasting BTS-2 at 900 °C, leaching with NaOH, leaching with HNO₃, and finally leaching with H₃PO₄ with different concentrations. The thermodynamic analysis was performed using HSC 6.0 software to obtain the Ca-Na-H₂O Eh-pH diagram system; Ce-Na-H₂O; Y-Na-H₂O; Ce-N-H₂O; Y-N-H₂O; Ce-P-H₂O and Y-P-H₂O at 25 °C to see the leached elements in NaOH, HNO₃, and H₃PO₄ solutions. The results obtained were that the optimal cerium content was 4.39 % after the NaOH leaching phase. The yttrium content continued to increase under all process conditions, and that the optimal cerium content was 1.35 % after leaching with HNO₃ 2 M and H₃PO₄ 1.5 M.

Keywords: Cerium, leaching, Bangka tin slag, rare earth element, Yttrium

Kata Kunci bersumber dari artikel. Lembar abstrak ini boleh diperbanyak tanpa izin dan biaya.

UDC (OXDCF) 541.3

Rina Dewi Mayasari^a, Hanif Yuliani^a, Yelvia Deni^a, Jarot Raharjo^a, Suyanti^b, Sudibyo^b, dan Muhammad Setiadji^b
(^aPusat Teknologi Material, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, ^bPusat Sains dan Teknologi Akselerator, Badan Tenaga Nuklir Nasional)

Sintesis dan Karakterisasi Material Nano-Perovskite Neodymium Iron Oxide (NdFeO₃)

Vol. 35 No. 2 Agustus 2020

Sintesis nano-perovskite oksida neodimium besi (NdFeO₃) telah berhasil dilakukan dengan metode presipitasi menggunakan surfaktan EG (*ethylene glycol*) sebagai material pelapis. Senyawa NdFeO₃ dikarakterisasi analisis gugus fungsi kimia dengan FTIR (*fourier transform infrared spectroscopy*), analisis morfologi dengan SEM (*scanning electron microscopy*), analisis kristalinitas dan ukuran partikel dengan XRD (*x-ray diffraction*) dan TEM (*transmission electron microscopy*). Pengamatan SEM dan TEM menunjukkan bahwa hasil sintesis membentuk nanostruktur berbentuk bulat dengan ukuran diameter pada rentang 15 sampai 20 nm. Spektra XRD mengonfirmasi bahwa fasa NdFeO₃ membentuk struktur orthorombik dan perovskite.

Kata Kunci: Nano-perovskite, NdFeO₃, ethylene glycol, presipitasi

Synthesis and Characterization of Nano-Perovskite Neodymium Iron Oxide (NdFeO₃)

Nano-perovskite synthesis of neodymium iron oxide (NdFeO₃) was successfully performed using a precipitation method using the EG (ethylene glycol) surfactant as a coating material. The NdFeO₃ compound was characterized by functional group analysis using FTIR (four transforms infrared spectroscopy), morphology analysis using SEM (scanning electron microscopy), crystallinity and particle size analysis using XRD (x-ray diffraction) and TEM (transmission electron microscopy). SEM and TEM research shows that the synthesized substance formed a sphere-like nanostructure with a diameter varying from 15 to 20 nm. The XRD spectra indicated that the NdFeO₃ phase formed an orthorhombic and perovskite structure.

Keywords: Nano-perovskite, NdFeO₃, ethylene glycol, precipitation

UDC (OXDCF) 621.3

Titik Lestariningsiha^a, Qolby Sabrina^a, Christin Rina Ratri^a, Latifa Hanum Lalasari^b (^aPusat Penelitian Fisika – LIPI, ^bPusat Penelitian Metalurgi dan Material – LIPI)

Kontribusi Aditif Succinonitrile (Sn) pada Performa Elektrolit Padat LiBOB untuk Baterai Li-Ion

Metalurgi, Vol. 35 No. 2 Agustus 2020

Pengembangan elektrolit polimer padat untuk substitusi elektrolit cair bertujuan untuk mengurangi kebocoran pada sistem baterai. Performa elektrolit polimer padat masih terus ditingkatkan agar memiliki konduktifitas ionik sebanding dengan performa elektrolit cair. Salah satu upaya peningkatan performa elektrolit polimer padat dengan menambahkan SN (*succinonitrile*). SN merupakan matriks serbaguna untuk menghantarkan Li-ion dalam elektrolit padat, tingginya polaritas SN diharapkan dapat membantu pemisahan ion litium yang berasal dari garam elektrolit LiBOB. Peningkatan mobilitas ion akan menghasilkan konduktifitas ion yang tinggi. Penambahan jumlah SN dalam pembuatan elektrolit padat dibuat bervariasi dengan metode *mixing slurry* dan *solution casting*. Hasil karakterisasi FE-SEM (*field emission-scanning electron microscopy*) dan XRD (*x-ray diffraction*) dengan penambahan SN 32% memperlihatkan adanya lubang pori dan mempunyai bentuk struktur amorf, hal ini akan memudahkan ion lithium untuk berpindah secara merata. Hasil pengujian TGA/DSC (*thermogravimetric analysis/differential scanning calorimetry*) menunjukkan elektrolit polimer padat akan mengalami kestabilan sampai pada temperatur 117 °C dengan kehilangan berat sebesar 25,1% dan nilai derajat kristalinitas adalah paling kecil. Penambahan SN 32% menunjukkan jendela tegangan stabilitas elektrokimia 2,2 volt ukup lebar dari hasil karakterisasi *linear sweep voltammetry*. Pengukuran konduktifitas ionik dilakukan menggunakan EIS (*electrochemical impedance spectroscopy*), hasilnya memperlihatkan nilai konduktifitas elektrolit polimer padat dengan penambahan SN 32% sebesar $6,711 \times 10^{-8}$ S/cm, masih lebih kecil bila dibandingkan dengan kisaran nilai konduktifitas elektrolit cair. Optimasi jumlah penambahan SN pada elektrolit padat masih harus dilakukan untuk mencapai performa baterai yang lebih baik.

Kata Kunci: Elektrolit polimer padat, Succinonitrile, LiBOB, baterai Li-ion

Contribution of Additives Succinonitrile (Sn) in Performance LiBOB Solid Electrolyte for Li Ion Battery

The goal of developing solid polymer electrolytes for liquid electrolyte replacement is to minimize leakage in the battery system. Solid polymer electrolyte performance is still being developed to have ion conductivity equivalent to liquid electrolyte performance. One attempt to boost the efficiency of solid polymer electrolytes by incorporating SN (succinonitrile). SN is a flexible matrix for transmitting lithium ions to solid polymer electrolytes; high polarity SN is expected to help extract lithium ions from LiBOB electrolyte salts. Increased ion mobility can result in high ion conductivity. The addition of SN solid polymer electrolytes was varied by combining slurry and solution casting methods. The FE-SEM (field emission-scanning electron microscopy) and XRD (x-ray diffraction) characterization of SN 32% addition showed pore holes and amorphous structure, making it easier for lithium ions to pass uniformly. TGA / DSC (thermogravimetric analysis / differential calorimetric scanning) test results show that solid polymer electrolytes undergo temperature stability of 117 °C with a weight loss of 25.1% and have the smallest degree of crystallinity. The addition of SN 32% showed that the 2.2-volt electrochemical stability windows were large enough to test linear sweep voltammetry. Ionic conductivity tests were performed using EIS (electrochemical impedance spectroscopy); the results showed the conductivity value of solid polymer electrolytes. The addition of SN 32% was 6.711×10^{-8} S/cm, still lower than the liquid electrolyte conductivity. Optimization of the amount of SN and solid electrolytes also needs to be done to increase battery efficiency.

Keywords: Solid Polymer Electrolyte, Succinonitrile, LiBOB, Li-ion Battery

UDC (OXDCF) 541.3

Diastati Puspita Ning Ayu^a, Bambang Hermanto^b, Arif Tjahjono^a, Toto Sudiro^b (^aProgram Studi Fisika, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, ^bPusat Penelitian Fisika-LIPI)

Sintesis α -Al₂O₃ dari Serbuk Boehmite Menggunakan Teknik Spark Plasma Sintering (SPS): Studi Transformasi Fasa, Mikrostruktur, Densitas dan Kekerasan

Metalurgi, Vol. 35 No. 2 Agustus 2020

Pada studi ini, telah disintesis bulk keramik alumina dari serbuk boehmite menggunakan teknik SPS (*spark plasma sintering*) pada temperatur 650, 750, 950, 1100, 1200, dan 1300 °C. Transformasi fasa dari boehmite menjadi keramik α -Al₂O₃ dipelajari menggunakan XRD (*x-ray diffraction*). Berdasarkan hasil analisis XRD juga dilakukan perhitungan nilai ukuran kristal, regangan kisi serta kerapatan dislokasi untuk masing-masing sampel keramik alumina tersebut. Mikrostruktur permukaan, densitas dan kekerasan bulk keramik dianalisis dengan menggunakan OM (*optical microscopy*), prinsip Archimedes dan uji keras mikro Vicker's. Hasil XRD menunjukkan bahwa struktur keramik alumina yang terbentuk dipengaruhi oleh temperatur *sintering*. Pada temperatur 650 °C, sebagian material dasar (boehmite) telah bertransformasi menjadi χ -Al₂O₃, γ -Al₂O₃, dan δ -Al₂O₃. Dengan meningkatnya temperatur sintering, keramik alumina dengan struktur alpha (α) mulai terbentuk pada temperatur 1100 °C. Boehmite bertransformasi secara sempurna menjadi α -alumina pada temperatur 1300 °C. Hasil analisis juga menunjukkan bahwa nilai ukuran kristal keramik alumina berbanding terbalik dengan nilai regangan kisi dan kerapatan dislokasi. Proses *sintering* pada temperatur 1300 °C menghasilkan bulk keramik alumina yang lebih homogen dengan nilai kerapatan dan kekerasan yang paling optimum yaitu 3,38 gr/cm³ dan 1059,86 ± 2,72 VHN.

Kata Kunci: Boehmite, Al₂O₃, spark plasma sintering, χ -Al₂O₃, γ -Al₂O₃, δ -Al₂O₃

Synthesis of α -Al₂O₃ from Boehmite Powder Using a Spark Plasma Sintering (SPS) Technique: Study of Phase Transformation, Microstructure, Density, and Hardness

In this study, bulk alumina ceramics were synthesized from boehmite powder using SPS (spark plasma sintering) at elevated temperatures of 650, 750, 950, 1100, 1200, and 1300 °C. The transformation process of boehmite into α -Al₂O₃ ceramic was studied using XRD (x-ray diffraction). The crystalline size, lattice strain, and dislocation density of each ceramic aluminum sample were determined on the basis of the XRD analysis results. Meanwhile, the surface microstructure, density, and hardness of bulk ceramics were analyzed using the OM (optical microscopy), the Archimedes theory, and the Vicker's microhardness. The XRD results show that the sintering temperature is influenced by the structure of the aluminum ceramic formed. At 650 °C, some quantities of the starting material (boehmite) have been converted into χ -Al₂O₃, γ -Al₂O₃, and δ -Al₂O₃. With the rise in sintering temperature, the aluminum ceramic alpha structure was formed at 1100 °C. The boehmite was completely converted into alumina at 1300 °C. The study results also showed that the ceramic aluminum crystalline size was inversely proportional to the value of the lattice strain and dislocation density. The sintering method results in more homogeneous bulk alumina ceramics with an optimal density and hardness of 3.38 gr/cm³ and 1059.86 ± 2.72 HVN at 1300 °C.

Keywords: Boehmite, Al₂O₃, spark plasma sintering, χ -Al₂O₃, γ -Al₂O₃, δ -Al₂O₃

UDC (OXDCF) 620. 112

Vinda Puspasari^a, Mukhlis Agung Prasetyo^a, Januarius Velix Ta'an Hala^b, Mochammad Syaiful Anwar^a, Satrio Herbirowo^a, Efendi Mabru^a (^aPusat Penelitian Metalurgi dan Material-LIPI, ^bSekolah Tinggi Teknik-PLN Jakarta)

Pengaruh Annealing terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Baja Tahan Karat AISI 410-3Mo-3Ni

Metalurgi, Vol. 35 No. 2 Agustus 2020

Baja tahan karat AISI 410 merupakan baja martensitik yang penggunaannya sangat terbatas jika dibandingkan dengan baja tahan karat austenitik dan feritik. Baja martensitik memiliki peranan penting untuk komponen tertentu dikarenakan kombinasi kekuatan, ketangguhan dan ketahanan korosi yang sangat baik. Namun, setelah proses tempa, baja martensitik cenderung mengalami penurunan sifat mekanik dan struktur mikro. Pada penelitian ini, sifat mekanik dan mikrostruktur dari material baja tahan karat AISI 410-3Mo-3Ni hasil tempa setelah mendapat perlakuan panas *annealing* akan dipelajari. *Annealing* bertujuan untuk menurunkan kekerasan material dan meningkatkan kehalusan butir dari material. Perlakuan panas *annealing* dilakukan dengan variasi temperatur dan waktu *annealing*. Variasi temperatur *annealing* yaitu 700, 760, 800, 850, dan 900 °C. Variasi waktu *annealing* yaitu 3 jam dan 6 jam. Pengaruh waktu dan temperatur *annealing* akan dipelajari terhadap kekerasan yang dianalisis secara statistik dan struktur mikro material baja tahan karat AISI 410-3Mo-3Ni. Kekerasan yang paling optimum adalah baja tahan karat AISI 410-3Mo-3Ni dengan perlakuan panas *annealing* pada T = 760 °C selama 6 jam yaitu 35,9 HRC. Mikrostruktur yang dihasilkan oleh material AISI 410 yang telah mengalami perlakuan panas *annealing* secara umum yaitu fasa delta ferit, martensit, austenit, dan karbida yang dapat mempengaruhi sifat mekanik.

Kata Kunci: Baja tahan karat AISI 410-3Mo-3Ni, annealing, delta ferit, martensit, austenit, karbida

Effect of Annealing Treatment on Hardness and Microstructure of AISI 410-3Mo-3Ni Stainless Steel

AISI 410-3Mo-3Ni stainless steel is martensitic steel, which is limited in use compared to austenitic and ferritic stainless steel. Martensitic steel plays an important role in specific components due to the combination of hardness, strength, and excellent corrosion resistance. However, after the forging process, martensitic steel appears to decrease in mechanical properties and microstructure. In this study, the mechanical properties and microstructure of the AISI 410 forged after annealing heat treatment will be studied. Annealing helps to minimize material hardness and improve material refinement of grain. The annealing heat treatment is done by adjusting the annealing temperature and time. The temperature ranges are 700, 760, 800, 850, and 900 °C. The annealing time variation is 3 h and 6 h. The effect of the annealing time and temperature on the AISI 410 modified material's hardness and microstructure will be studied. The optimum hardness is 35.9 HRC in AISI 410 material with annealing treatment at 760 °C for 6 hours. The microstructure on that condition showed the delta ferrite, martensite, austenite, and carbide affected the material hardness after annealing.

Keywords: AISI 410 stainless steel, annealing, delta ferrite, martensite, austenite, carbide

