

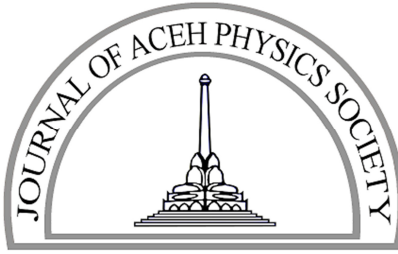
ISSN online : 2355-8229

JOURNAL OF ACEH PHYSICS SOCIETY

PHYSICS SOCIETY
JOURNAL OF ACEH

VOLUME 9 NUMBER 1
January, 2020

Journal Published by Aceh Physics Society
<http://jurnal.unsyiah.ac.id/JAcPS>



Journal of Aceh Physics Society

Chief Editor

Syahrur Nur

Managing Editor

Elin Yusibani

Associated Editors and Reviewers

Mitra Djamal	Nasrullah Idris
M. Danang Birowosuto	Rinda Hedwig
Nurhasan	Topan Setiadipura
Zulkarnain A Djalil	Abdul Halim
Edi Suharyadi	Adi Rahwanto

Index mainly by:

DOAJ
DIRECTORY OF
OPEN ACCESS
JOURNALS



Crossref **Google**
Scholar

Volume 9, Number 1
January, 2020

List of Content

The Production and Characterization of Activated Carbon Electrodes from Pineapple Leaf Fibers for Supercapacitor Application <i>Agustino, Awitdrus, Rakhmawati Farma, Erman Taer</i>	1 - 8
Use of SiO₂ Rice Husk Ash and Ni in Materials Solid Hydrogen Storage Based on MgH₂ <i>Taufik, Zulkarnain, Mursal</i>	9 - 12
Effect of KOH Activator on the Performance of Activated Carbon from Oil Palm Kernel Shell as Supercapacitor Electrode Material <i>Yola Azli Perdana, Rahma Joni, Emriadi, Hermansyah Aziz</i>	13 -19
Study of Water Chemical Compounds at Geothermal Area: Case on Geothermal Weh Island, Jaboi <i>Evi Yufita, Muhammad Isa, Aztarina Ermy Vijaya</i>	20 - 25
Effect of Stripline Number on Resonant Frequency of Hexagonal Split Ring Resonator Metamaterial <i>Romi Fadli Syahputra, Yan Soerbakti, Riad Syech, Erman Taer, Saktioto</i>	26 - 30

Penggunaan SiO₂ Abu Sekam Padi dan Ni pada Material Penyimpan Hidrogen Padat Berbasis MgH₂

Use of SiO₂ Rice Husk Ash and Ni in Materials Solid Hydrogen Storage Based on MgH₂

Taufik, Zulkarnain* dan Mursal

Magister Fisika, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Syiah Kuala, Jln. Teuku Nyak Arief Darussalam, 23111

Received November, 2019, Accepted January, 2020

DOI: 10.24815/jacps.v9i1.15047

Telah dilakukan penyisipan silika (SiO₂) dan nikel (Ni) ke dalam MgH₂ dengan menggunakan teknik preparasi *mechanical alloying*. Hasil observasi dengan XRD menunjukkan bahwa proses pemilinan selama 2 jam material MgH₂ + Ni + SiO₂ berhasil direduksi hingga skala nanokristal. Fasa yang muncul, dari hasil pengujian dengan XRD adalah fasa MgH₂ sebagai fasa utama, sedangkan fasa Ni dan fasa SiO₂ sebagai fasa minor. Hasil pengamatan dengan TGA pada sampel MgH₂ + 5 %wt Ni + 3 %wt SiO₂, hidrogen mengalami desorpsi pada temperatur 362,04°C sebesar 10,3 %wt selama 3,58 menit. Hasil pengamatan pada sampel MgH₂ + 5 %wt Ni + 15 %wt SiO₂, hidrogen mengalami desorpsi pada temperatur 351,4°C sebesar 10,3 %wt selama 3,77 menit.

Silica (SiO₂) and nickel (Ni) insertion into MgH₂ has been carried out using mechanical alloying preparation techniques. The results of observations with XRD showed that the grinding process for 2 h of MgH₂ + Ni + SiO₂ material successfully reduced to the nanocrystal scale. The phase that emerges, from the test results using XRD is the MgH₂ phase as the main phase, while the Ni and SiO₂ phases are minor phases. Observations using TGA on MgH₂ + 5% wt Ni + 3% wt SiO₂ samples, the hydrogen undergoes desorption at 362.04°C of 10.3% wt for 3.58 min. And the results of observations on MgH₂ + 5% wt Ni + 15% wt SiO₂ samples, the hydrogen undergoes desorption at 351.4°C at 10.3% wt for 3.77 min.

Keywords: *Silica, Nickel, MgH₂, mechanical alloying, nanocrystal*

Pendahuluan

Terdapat tiga metode penyimpanan hidrogen untuk kendaraan berbahan bakar *fuel cell*, yakni dalam bentuk gas, cair dan padat. Penyimpanan hidrogen dalam bentuk gas berada dalam tabung dengan tekanan tinggi hingga 700 bar (Jalil, 2011). Penyimpanan hidrogen dalam bentuk cair, suhu harus tetap stabil pada -253°C, sehingga dari sisi keamanan belum memadai. Tabung penyimpan hidrogen (*hydrogen storage*) merupakan salah satu kendala yang muncul sebagai aplikasi bahan bakar berbasis *fuel cell*. Tabung penyimpan hidrogen berfungsi menampung gas hidrogen, sama halnya seperti tangki bensin pada motor konvensional (Sun dan Gong, 2001). Penyimpanan hidrogen dalam bentuk padat (*solid-state storage*) adalah metoda mutakhir yang sedang aktif diteliti saat ini, dimana

atom-atom H berada pada kisi-kisi material utamanya (Barkhordarian *et al*, 2006). Hidrogen bisa disisipkan ke dalam material tertentu yang diyakini mampu menyimpan/menyerap hidrogen dalam jumlah besar dan ringan. Sehingga penyimpanan hidrogen dalam bentuk padat dengan harga ekonomis kini menjadi fokus penelitian (Norton *et al*, 2009).

Beberapa material logam ringan diyakini memiliki kemampuan menyerap hidrogen dalam jumlah besar. Logam magnesium (Mg) adalah Salah satu logam yang dianggap sebagai kandidat potensial, dimana magnesium memiliki kemampuan menyerap hidrogen dalam jumlah besar hingga 7,6 wt% (Akihiro *et al*, 1998). Namun magnesium memiliki kelemahan dimana reaksi kinetik sangat

lambat dan suhu kerja yang tinggi ($>300^{\circ}\text{C}$) (Denis *et al.*, 2009).

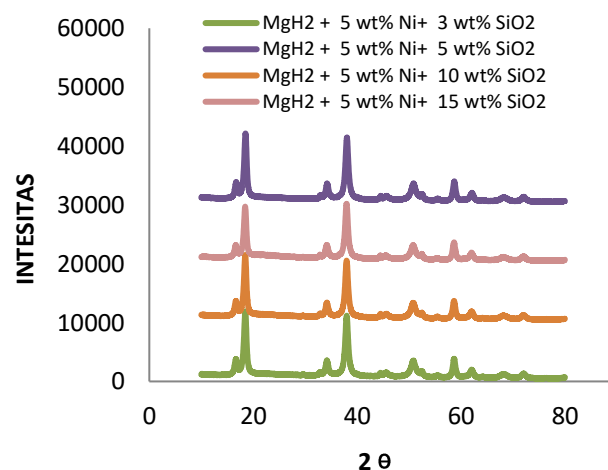
Banyak upaya yang dilakukan para peneliti untuk memperbaiki karakteristik magnesium. Salah satunya adalah dengan menambahkan katalis tertentu seperti logam atau oksida logam skala nanokristal. Adapun beberapa material yang pernah digunakan sebagai katalis tunggal pada MgH_2 adalah Ni, SiO_2 , SiC, Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , dan lain-lain (Sari, 2015). Perkembangan terkini, beberapa peneliti mencoba dengan sisipan katalis ganda pada MgH_2 . Katalis ganda SiO_2 dari abu sekam padi dan Ni digunakan dalam penelitian ini untuk dipelajari keunggulan yang didapatkan.

Metodologi

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah MgH_2 (99,99%, 50 μm , Sigma Aldrich), nikel (Ni) (99%, 50 nm Hongwu Nano) dan silika (SiO_2) (97 %, silika abu sekam padi, 50 nm). Ketiga bahan tersebut disatukan dan dipilah menjadi empat kelompok, yakni $\text{MgH}_2 + 5 \text{ wt\% Ni} + 3 \text{ wt\% SiO}_2$; $\text{MgH}_2 + 5 \text{ wt\% Ni} + 5 \text{ wt\% SiO}_2$; $\text{MgH}_2 + 5 \text{ wt\% Ni} + 10 \text{ wt\% SiO}_2$; dan $\text{MgH}_2 + 5 \text{ wt\% Ni} + 15 \text{ wt\% SiO}_2$. Penghalusan dilakukan dengan mesin milling tipe vibrasi. Rasio bola dan material adalah 10:1 dengan berat sampel 1 g. Milling berlangsung selama 2 jam dengan kecepatan 250 rpm untuk setiap sampel. Sejumlah kecil sampel dipindahkan untuk dilakukan karakterisasi. Sampel dilakukan karakterisasi dengan *X-ray diffraction* (XRD) ($\text{CoK}\alpha$, $\lambda = 1,54060 \text{ \AA}$) untuk mengetahui fasa yang muncul. Sifat termal desorpsi hidrogen diamati dengan menggunakan *Thermogravimetric Analysis* (TGA).

Hasil Penelitian

Pada Gambar 1 ditunjukkan fasa yang muncul dari pola-pola difraksi sinar X dari observasi dengan menggunakan XRD sebagai fungsi dari waktu milling dan intensitas. Setelah dilakukan proses milling selama 2 jam. Hasil observasi dengan menggunakan XRD memperlihatkan bahwa puncak-puncak fasa MgH_2 menempati kedudukan pada sudut $2\theta = 37,9604^{\circ}$; $50,7794^{\circ}$; $61,9936^{\circ}$; $68,1766^{\circ}$; dan $71,9881^{\circ}$ sebagai fasa mayor. Sedangkan fasa minor Ni menempati kedudukan pada sudut $2\theta = 44,5000^{\circ}$ dan $58,6163^{\circ}$, dan fasa minor SiO_2 terdapat pada posisi $2\theta = 34,1744^{\circ}$. Fasa $\text{Mg}(\text{OD})_2$ sebagai pengotor juga muncul pada sudut $2\theta = 18,4464^{\circ}$. Munculnya fasa $\text{Mg}(\text{OD})_2$ sebagai pengotor dapat mempengaruhi temperatur desorpsi hidrogen.



Gambar 1 Profil XRD pada material $\text{MgH}_2+\text{Ni}+\text{SiO}_2$ setelah 2 jam proses milling.

Ukuran kristal rata-rata pada material $\text{MgH}_2+\text{Ni}+\text{SiO}_2$ dapat diketahui untuk setiap variasi %wt SiO_2 dengan menggunakan persamaan Scherrer (Oelerich *et al.*, 2001).

$$D = \frac{k\lambda}{\beta \cos\theta} \quad (1)$$

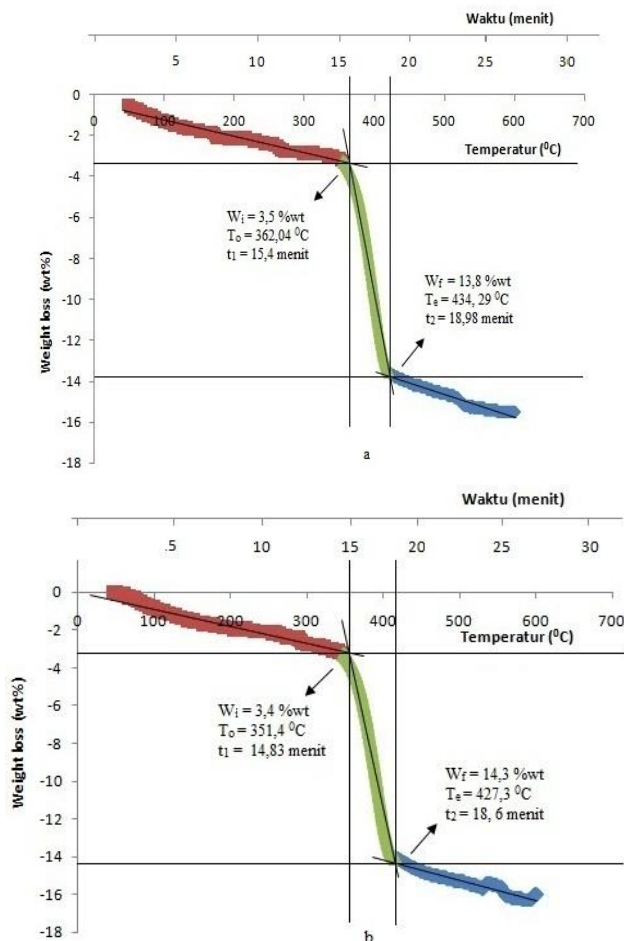
dimana D adalah ukuran kristal (nm), k adalah konstanta (0,95), λ adalah panjang gelombang XRD CuK . $1,5406 \text{ \AA}$, β adalah pelebaran kurva puncak difraksi yaitu FWHM (*Full Width at Half maximum*) dan θ adalah sudut dari puncak tertinggi. Hasil perhitungan ukuran kristal rata-rata pada material $\text{MgH}_2+\text{Ni}+\text{SiO}_2$ dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil kalkulasi ukuran kristal rata-rata pada material $\text{MgH}_2+\text{Ni}+\text{SiO}_2$

% wt SiO_2	FWHM ($^{\circ}$)	θ ($^{\circ}$)	Ukuran Kristal (μm)
3	0,7366	23,8295	12,7740
5	0,7369	23,8456	12,7722
10	0,7373	23,8200	12,7299
15	0,7559	23,8122	12,4552

Penurunan ukuran kristal dapat menurunkan temperatur *onset* dan temperatur *endset*. Ukuran kristal yang lebih kecil akan membentuk *surface area* yang lebih besar jika dibandingkan dengan ukuran kristal yang lebih besar. Hal ini mengakibatkan hidrogen akan lebih mudah melakukan rekombinasi (Schlapbach dan Zuttel, 2001). Hasil pengujian termal dengan menggunakan DSC pada sampel diperlihatkan bahwa uji termal pada material $\text{MgH}_2+\text{Ni}+\text{SiO}_2$ dengan 3 %wt SiO_2

mengalami $T_{\text{onset}} = 367,31^{\circ}\text{C}$, pada 5 %wt sebesar $364,88^{\circ}\text{C}$, pada 10 %wt sebesar $362,02^{\circ}\text{C}$, dan pada 15 %wt sebesar $361,18^{\circ}\text{C}$. Dapat diketahui bahwa hasil pengamatan dengan DSC peningkatan %wt SiO_2 dapat mempengaruhi T_{onset} . Temperatur tersebut adalah temperatur yang dialami MgH_2 pada saat hidrogen mulai dilepaskan.



Gambar 2 Kurva desorpsi $\text{MgH}_2 + 5 \text{ wt\% Ni} + \text{SiO}_2$ (a). penambahan 3 %wt SiO_2 dan (b). penambahan 15 %wt SiO_2 dengan proses milling 2 jam.

Hasil observasi dengan TGA diperlihatkan bahwa penambahan 3 %wt SiO_2 pada material $\text{MgH}_2 + 5 \text{ wt\% Ni}$ hidrogen mengalami desorpsi sebesar 10,3 %wt pada temperatur $362,04^{\circ}\text{C}$ selama 3,58 menit. Sedangkan penambahan 15 %wt SiO_2 pada material $\text{MgH}_2 + 5 \text{ wt\% Ni}$ hidrogen mengalami desorpsi sebesar 10,3 %wt pada temperatur $351,4^{\circ}\text{C}$ selama 3,77 menit. Dalam hal ini Ni dan SiO_2 merupakan katalis yang ditambahkan pada MgH_2 dengan tujuan untuk membantu Mg melepaskan hidrogen. Dari hasil uji termal tersebut dapat diketahui bahwa penambahan 15 %wt SiO_2 pada $\text{MgH}_2 + 5 \text{ wt\% Ni}$ lebih baik

daripada penambahan 3 %wt SiO_2 . Dimana dengan 15 %wt SiO_2 hidrogen terdesorpsi pada suhu yang lebih rendah dibandingkan penambahan 3 %wt SiO_2 .

Kesimpulan

Hasil observasi XRD pada material $\text{MgH}_2 + \text{Ni} + \text{SiO}_2$ menunjukkan bahwa fasa yang muncul fasa MgH_2 sebagai fasa mayor, sedangkan fasa Ni dan SiO_2 adalah fasa minor. Dalam penelitian ini diketahui bahwa penambahan 15 %wt SiO_2 pada $\text{MgH}_2 + 5 \text{ wt\% Ni}$ lebih bagus dibandingkan penambahan 3 %wt SiO_2 . Dimana dengan 15 %wt SiO_2 hidrogen terdesorpsi pada suhu $351,4^{\circ}\text{C}$, sedangkan penambahan 3 %wt SiO_2 hidrogen terdesorpsi pada suhu $362,04^{\circ}\text{C}$. Merujuk target badan energi dunia (IEA), waktu untuk melakukan desorpsi hidrogen adalah di bawah 60 menit pada suhu $\leq 100^{\circ}\text{C}$.

Referensi

- Akihiro, Y., Makoto, S. and Junichi, K. 1998. Mechanical alloying and solid phase reaction of Mg-SiO_2 system, *Funtai Funmatsu Yakin Kyokai Koen Gaiyoshu* **85**.
- Barkhordarian, G., Klassen, T. and Bormann, R. 2006. Catalytic Mechanism of Transition Metal Compounds on Mg Hydrogen Sorption Reaction, *J. Phys. Chem. B* **110** (22): 11020 – 11024.
- Denis, A., Sellier, E., Aymoniera, C., and Bobet, J.-L. 2009. Hydrogen sorption properties of magnesium particles decorated with metallic nanoparticles as catalyst, *Journal of Alloys and Compounds* **476** 152-159.
- Jalil, Zulkarnain. 2011. Material Penyimpan Hidrogen Sistem $\text{MgH}_2\text{-SiC}$ yang Dipreparasi Melalui *Rute Reactive Mechanical Alloying*. Disertasi. Universitas Indonesia Jakarta.
- Norton, M.G., Mcleroy, D.N., Corti, G. and Miller, M.A. 2009. Silica Nanosprings: A Novel Nanostructured Material for Hydrogen Storage, *Proc. Clean Technology Conference, Houston*, May 3-7
- Oelerich, W., Klassen, T. and Bormann, R. 2001. Mg-based hydrogen storage materials with improved hydrogen sorption, *Mater. Trans.* **42** (8): 1588-1592.
- Sari, Nirmala. 2015. Pengaruh Sisipan Katalis Nanopartikel Ni Pada Material Penyimpan Hidrogen Berbasis MgH_2 Melalui Teknik

- Mechanical Alloying. Tesis*, Universitas Syiah Kuala.
- Schlapbach, L. and Züttel, A. 2001. Hydrogen storage materials for mobile applications, *Nature* **414** 353-358.
- Sun, L. and Gong, K. 2001. Silicon-Based Materials from Rice Husks and Their Applications, *Ind. Eng. Chem. Res.* **40** 5861-5877.

