

# Pembuatan dan Karakterisasi Bahan Konduktor Ionik (LiBr)<sub>0,5</sub>(AlOSi)<sub>0,5</sub>

**Safei Purnama, Patricius Purwanto, Didin Sahidin Winatapura, Alfian**  
*Pusat Teknologi Bahan Industri Nuklir (PTBIN) - BATAN*  
*Kawasan Puspiptek Serpong, Tangerang 15314*

## ABSTRAK

**Pembuatan dan Karakterisasi Bahan Konduktor Ionik (LiBr)<sub>0,5</sub>(AlOSi)<sub>0,5</sub>.** Bahan konduktor ionik LiBr-aluminium silikat telah dibuat dengan metoda metalurgi serbuk, yaitu serbuk dengan variasi 0,5 mol LiBr dicampur dengan 0,5 mol aluminium silikat dalam larutan aquadest. Setelah tercampur secara homogen lalu dikeringkan, dikompaksi dan dipanaskan pada temperatur 600° C selama 1 jam. Karakterisasi struktur bahan dilakukan dengan difraksi sinar X, sedang konduktivitas ionik dengan LCR-meter yang diukur dari frekuensi 10<sup>-1</sup> Hz sampai 105 Hz dan pada temperatur ruang. Hasil pengukuran menunjukkan bahan konduktor ionik yang terbentuk adalah komposit konduktor ionik padat yang terdiri dari struktur LiBr dan aluminium silikat. Hasil pengukuran dengan LCR-meter menunjukkan bahwa bahan (LiBr)<sub>0,5</sub>(AlOSi)<sub>0,5</sub> mempunyai konduktivitas ionik tertinggi yaitu sekitar orde 10<sup>-3</sup> S/cm, konduktivitas ionik LiBr sekitar 10<sup>-4</sup> S/cm dan aluminium silikat sekitar 10<sup>-6</sup> S/cm, diukur pada temperatur ruang.

**Kata Kunci :** AlSiO, (LiBr)<sub>0,5</sub>(AlOSi)<sub>0,5</sub>, metoda metalurgi serbuk, konduktivitas ionik

## ABSTRACT

**synthesis and Characterization Ionic Conductor Material (LiBr)<sub>0,5</sub>(AlOSi)<sub>0,5</sub>.** Materials of ionic conductor LiBr-silicate aluminum have been prepared with powder metallurgy method, that is powder with variation about 0,5 mole of LiBr mixed with about 0,5 silicate aluminum mole in liquid of aquadest. After mixed and homogeneously, the sample dried, compacted and heated at temperature 600° during 1 hour. Characterization of materials structure was used by X-ray diffraction, ionic conductivity was measured by LCR-meter with frekuensi until 10<sup>-1</sup> Hz until 105 Hz at room temperature. Result of measurement show conductor materials (LiBr)<sub>0,5</sub>(AlOSi)<sub>0,5</sub> consisting of structure of LiBr and of silicate aluminum. Result of measurement ionic conductivity by LCR-meter indicate that materials of (LiBr)<sub>0,5</sub>(AlOSi)<sub>0,5</sub> have conductivity of ionik highest that is about order 10<sup>-3</sup> S / cm, conductivity of ionik LiBr about 10<sup>-4</sup> S/cm, and/ silicate aluminum about 10<sup>-6</sup> S / cm, this has measured at room temperature.

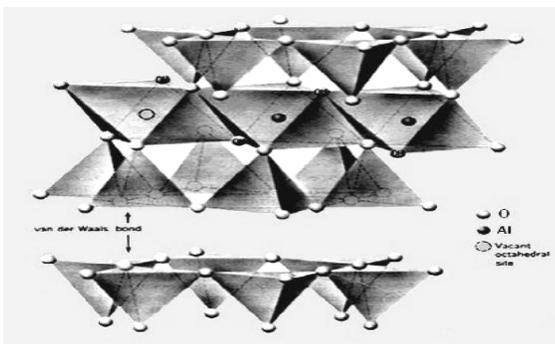
**Keywords :** AlSiO, (LiBr)<sub>0,5</sub>(AlOSi)<sub>0,5</sub>, Powder metallurgy method, Ionic conductivity

## 1 Pendahuluan

Perkembangan teknologi yang pesat akhir-akhir ini, terutama di bidang elektronika dan elektromekanika membutuhkan berbagai sumber daya baru yang dikembangkan dari berbagai bahan material. Salah satu bidang yang banyak diteliti dan dikembangkan adalah penggunaan elektrolit padat sebagai komponen baterai sekunder yang dapat diisi ulang karena memiliki berbagai keuntungan antara lain bebas dari kebocoran, penurunan dari self-discharge, juga lebih aman dan mudah dibawa dari pada

cairan elektrolit. Elektrolit padat adalah bahan konduktor ionik yang mempunyai konduktivitas listrik relatif tinggi sekitar 10<sup>-4</sup> sampai 10<sup>1</sup> S/m, bahan tersebut mempunyai ikatan ionik, bilangan transfer ionik mendekati satu atau konduktivitas elektronik sangat rendah [1,2]. Biasanya bahan konduktor ionik berkonduktivitas tinggi terjadi pada temperatur tinggi. Untuk mendapatkan bahan dengan konduktivitas tinggi pada temperatur ruang dilakukan proses pendinginan cepat (*quenching*) atau dengan modifikasi bahan dengan cara penambahan bahan lain (*dopping*).

Pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan konduktor ionik dengan mencampur bahan senyawa alkali yang mempunyai ikatan ionik dengan bahan aluminium silikat. Aluminium silikat merupakan bahan yang terdapat pada lempung (clay) yang strukturnya dapat mengikat atom yang bermuatan positif (kation). Bahan aluminium silikat dalam keadaan mengikat  $H_2O$  disebut aluminium silikat hidrat yang terdiri dari lapisan  $Si_2O_5$ , yang merupakan gabungan dari  $SiO_4$ - yang berbentuk tetrahedral dan lapisan  $AlO(OH)_2$ , yang berbentuk oktahedral dan terdiri dari atom Al yang dikelilingi atom O dan OH. Substitusi  $Mg^{+2}$  kepada  $Al^{+3}$  pada lapisan  $AlO(OH)$  menyebabkan lapisan bermuatan negatif.



Gambar 1: Struktur kristal bahan aluminium silikat.

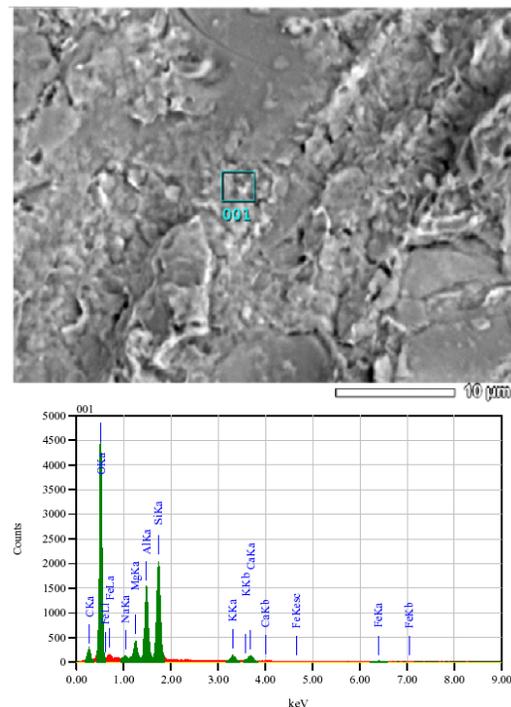
Pencampuran senyawa Li ditambahkan ke dalam suspensi aluminium silikat. Pada proses ini terjadi pertukaran kation terjadi sehingga campuran kation Li berada di antara kristal aluminium silikat. Proses presipitasi dari kation Li dilakukan dengan penambahan LiBr dengan perbandingan mol aluminium silikat : LiBr adalah 1:1. Partikel gabungan aluminium silikat dengan presipitat kation Li dikumpulkan dengan cara sentrifugasi. Padatan yang diperoleh dicuci dengan air demineralisasi. Padatan supaya kering dipanaskan pada temperatur sampai  $500^{\circ}C$  selama 2 jam. Bahan campuran setelah dikeringkan dilakukan kompaksi berbentuk pelet dengan tekanan sekitar 5 ton dan pelet tersebut dipanaskan pada temperatur  $600^{\circ}C$  selama 2 jam. Karakterisasi bahan dilakukan untuk mengetahui struktur mikro dengan Scanning Electron Microscopy (SEM) dan Energy Dispersiv Spectrometry (EDS), struktur kristal dengan X Ray Diffractometer (XRD), dan konduktivitas ionik dilakukan dengan LCR-meter. Hasil penelitian pencampuran antara aluminium silikat dan LiBr diharapkan akan terjadi ikatan kation Li pada bahan aluminium silikat tersebut, sehingga akan meningkatkan konduktivitas ionik pada bahan aluminium silikat.

## 2 Metoda

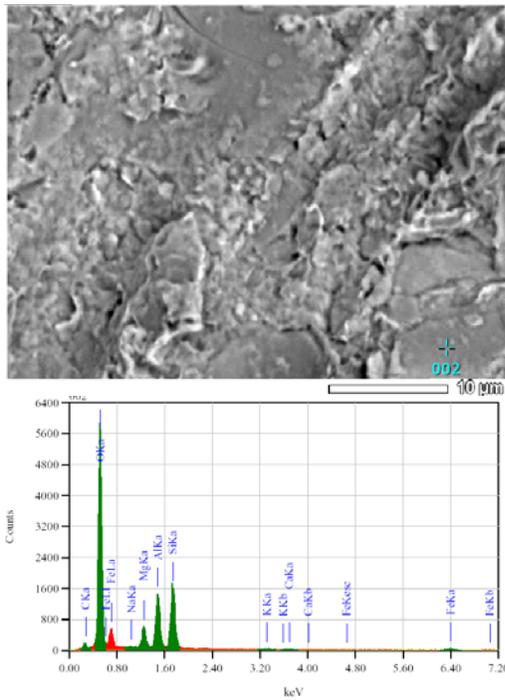
Bahan dasar pembuatan bahan  $(LiBr)_{0,5}(AlOSi)_{0,5}$  adalah  $AlSiO$ , sedangkan sebagai garam doping digunakan LiBr dengan berbagai perbandingan komposisi berat  $AlSiO$  : LiBr adalah 7,98 : 2,02 dalam gram. Bahan tersebut dicampur dalam media cair (aquadest) sampai bahan LiBr terikat pada bahan  $AlSiO$ , lalu dikeringkan pada temperatur  $500^{\circ}C$ . Bahan campuran tersebut dibentuk dengan cara kompaksi dengan tekanan 4 ton. Hasil kompaksi berupa pelet dipanaskan pada temperatur  $600^{\circ}C$  selama 1 jam. Dari hasil sintesis tersebut dilakukan beberapa karakterisasi. Untuk mengetahui fasa yang terbentuk dilakukan pengukuran dengan alat difraksi sinar-X, konduktivitas ionik diukur dengan alat LCR-meter, dan untuk mengetahui struktur mikro dan analisis unsur digunakan SEM dan EDS.

## 3 Hasil dan Pembahasan

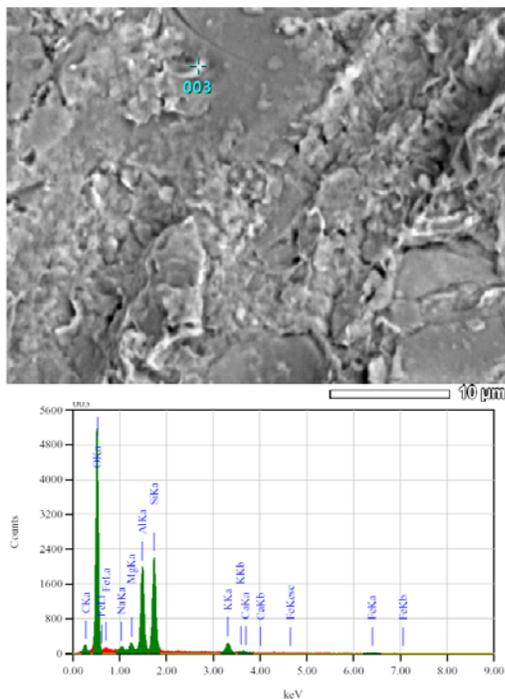
Hasil gambar struktur mikro dan analisa unsur dengan alat SEM dan EDS dapat dilihat pada Gambar 2 sampai 4. Hasil analisa struktur mikro menunjukkan komposit antara aluminium silikat dan LiBr, dan hasil analisa unsur dengan EDS dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 2: Struktur mikro bahan  $(LiBr)_{0,5}(AlOSi)_{0,5}$  yang akan dianalisa unsur diposisi 001 (atas). Hasil analisa unsur dengan EDS pada posisi 001 (bawah).



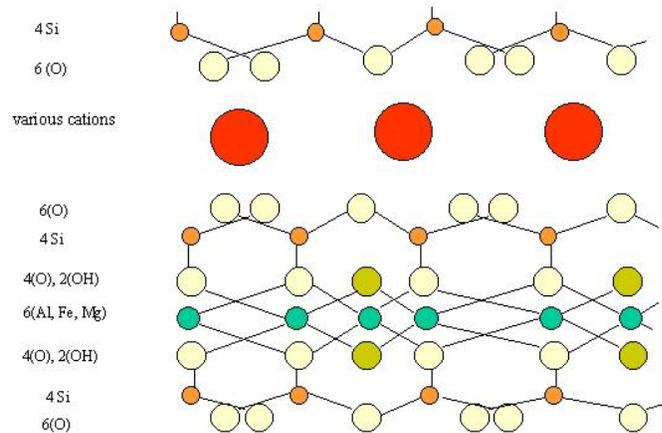
Gambar 3: Struktur mikro bahan  $(LiBr)_{0,5}(AlOSi)_{0,5}$  yang akan dianalisa unsur diposisi 002 (atas). Hasil analisa unsur dengan EDS pada posisi 002 (bawah).



Gambar 4: Struktur mikro bahan  $(LiBr)_{0,5}(AlOSi)_{0,5}$  yang akan dianalisa unsur diposisi 003(atas). Hasil analisa unsur dengan EDS pada posisi 003 (bawah).

Pada bahan campuran tersebut terdapat unsur Al, Mg, dan Fe yang merupakan unsur yang menyebabkan bahan aluminium silikat tersebut bermuatan negatif.

Bahan dasar aluminium silikat adalah Si dan O yang membentuk tetrahedral yang muatan awalnya adalah netral, dengan adanya ketiga unsur tersebut Al, Mg, dan Fe biasanya dalam bentuk hidroksida menyebabkan terjadi muatan negatif yang berbentuk oktahedral. Bahan aluminium silikat tersebut yang bermuatan negatif bila dicampur dengan LiBr akan mengikat kation Li pada senyawa LiBr tersebut.



Gambar 5: Penampang struktur kristal aluminium silikat.

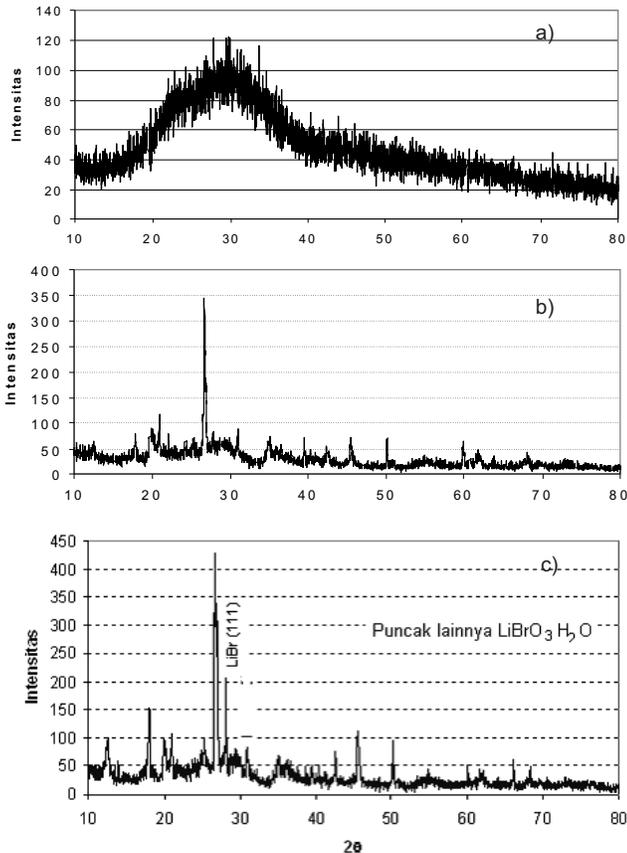
Tabel 1: Hasil analisa unsur dengan EDS.

No	Unsur	% Berat		
		Posisi 001	Posisi 002	Posisi 003
1	C	5,67	2,50	2,77
2	O	53,17	57,33	55,17
3	Na	0,35	0,17	0,61
4	Mg	2,53	3,98	1,12
5	Al	11,63	11,07	14,60
6	Si	18,26	14,65	19,01
7	K	2,38	0,43	4,96
8	Ca	2,98	0,61	0,39
9	Fe	3,04	9,26	1,37

Hasil analisa difraksi sinar X pada Gambar 6(a) bahan aluminium silikat terlihat seperti bahan amorf atau bukan kristalin tidak ada puncak-puncak difraksi yang jelas. Pada Gambar 5, terdapat logam hidroksida yang ikatannya dari bahan air, yang menyebabkan bahan berupa amorf.

Sedangkan pada Gambar 6(b), Bahan LiBr terdeteksi bahan  $LiBrO_3 \cdot H_2O$ , bahan LiBr tersebut banyak mengandung  $H_2O$ . Hal ini dapat dilihat pula dari standar untuk bahan  $LiBrO_3 \cdot H_2O$  atau Lithium Bromate Hydrate pada Tabel 2 dibawah ini. Data dari Internasional Centre for Diffraction Data, 1997, dan tidak ada sistem kristalnya.

Bahan campuran LiBr dan aluminium silikat dengan komposisi  $(\text{LiBr})_{0,5}(\text{AlOSi})_{0,5}$  mempunyai pola difraksi sinar X yang terlihat pada Gambar 3c. Puncak-puncak difraksi bahan tersebut menunjukkan bahan  $\text{LiBrO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  dan bahan LiBr yang peningkatan puncak pada orientasi (111) di posisi puncak  $2\theta = 28,1^\circ$ .



Gambar 6: (a) Hasil pengukuran XRD bahan AlSiO. (b) Hasil pengukuran XRD bahan LiBr. (c) Hasil pengukuran XRD bahan  $(\text{LiBr})_{0,5}(\text{AlOSi})_{0,5}$ .

Tabel 3 merupakan data difraksi sinar-X untuk LiBr yang bersumber dari International Centre for Diffraction Data, 1997. Bahan LiBr mempunyai sistem kristal kubik dengan parameter kisi,  $a = 5,5013 \text{ \AA}$ , dan space grup  $Fm\bar{3}m$  (225).

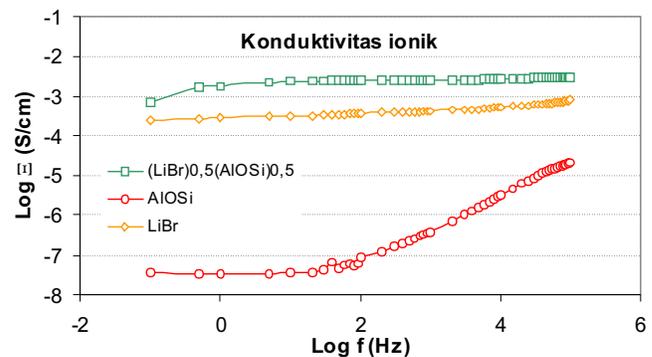
Bertambahnya puncak LiBr pada orientasi (111) menunjukkan terjadi ikatan LiBr atau kation Li ke bahan aluminium silikat [3], sehingga akan meningkatkan konduktivitas ionik. Hasil pengukuran konduktivitas dengan alat LCR meter dapat dilihat pada Gambar 7, pengukuran dilakukan dari frekuensi  $10^{-2} \text{ Hz}$  sampai 105 Hz. Bahan  $(\text{LiBr})_{0,5}(\text{AlOSi})_{0,5}$  mempunyai konduktivitas ionik realtif tinggi dibandingkan bahan dasar LiBr dan aluminium silikat.

Tabel 2: Data difraksi sinar-X Lithium Bromate Hydrate (19-0714)

No.	$2\theta$	Int	h k l
1	12,208	80	-
2	18,216	20	-
3	20,135	20	-
4	21,463	20	-
5	27,187	50	-
6	31,410	30	-
7	42,605	20	-
8	45,415	20	-
9	49,225	20	-
10	55,817	20	-
11	59,906	20	-
12	61,807	20	-
13	63,548	20	-
14	65,039	20	-
15	67,148	20	-
16	69,351	20	-

Tabel 3: Data difraksi sinar-X Lithium Bromide (06-0319)

No.	$2\theta$	Int	h k l
1	28,062	100	111
2	32,519	80	200
3	46,659	60	222
4	55,328	45	311
5	58,031	18	222
6	68,640	8	400



Gambar 7: Hasil pengukuran konduktivitas ionik bahan LiBr, AlOSi, dan  $(\text{LiBr})_{0,5}(\text{AlOSi})_{0,5}$

Konduktivitas ionik untuk bahan aluminium silikat besarnya adalah sekitar  $10^{-7} \text{ S/cm}$  pada frekuensi dari  $10^{-1} \text{ Hz}$  sampai 102 Hz, dan meningkat konduktivitas ionik menjadi sekitar  $10^{-7} \text{ S/cm}$  sampai  $10^{-5} \text{ S/cm}$  pada frekuensi 102 Hz sampai 105 Hz. Bahan LiBr mempunyai konduktivitas antara  $10^{-4} \text{ S/cm}$  sampai  $10^{-3}$

S/cm yang diukur pada frekuensi  $10^{-1}$  S/cm  $10^{-1}$  10-1 Hz sampai 105 Hz, dan bahan  $(\text{LiBr})_{0,5}(\text{AlOSi})_{0,5}$  mempunyai konduktivitas rata-rata diatas  $10^{-3}$  S/cm diukur pada frekuensi  $10^{-3}$  Hz sampai 105 Hz. Pengukuran konduktivitas ionik ini dilakukan pada temperatur kamar.

## 4 Kesimpulan

Hasil karakterisasi dengan SEM dan EDS menunjukkan bahwa bahan disetiap posisi mempunyai unsur-unsur yang terbesar adalah unsur O, Si, dan Al yang merupakan bahan dasar dari bahan aluminium silikat, sedangkan unsur Li tidak dapat terdeteksi karena mempunyai energi yang relatif kecil. Selain unsur Al terdeteksi juga unsur Fe dan Mg, dimana bahan tersebut yang menyebabkan alumina silikat bermuatan negatif. Hasil difraksi sinar X menunjukkan bahan aluminium silikat tidak terdapat pola difraksi yang jelas, yang menunjukkan bahan tersebut mempunyai porus atau amorf. Sedangkan bahan  $(\text{LiBr})_{0,5}(\text{AlOSi})_{0,5}$  menunjukkan struktur kristal sama dengan pola difraksi bahan LiBr. Pada pola difraksi sinar-X bahan  $(\text{LiBr})_{0,5}(\text{AlOSi})_{0,5}$  terdapat bidang (111) untuk bahan LiBr yang puncaknya semakin meningkat dibandingkan pada bahan LiBr sendiri, hal ini terjadi ikatan antara bahan LiBr atau kation Li yang bermuatan positif dengan bahan aluminium silikat yang bermuatan negatif. Hasil pengukuran konduktivitas ionik bahan  $(\text{LiBr})_{0,5}(\text{AlOSi})_{0,5}$  mempunyai konduktivitas paling

tinggi dibandingkan bahan dasarnya yakni bahan AlSiO sekitar  $10^{-7}$  S/cm, LiBr  $10^{-4}$  sampai  $10^{-3}$  S/cm, sedangkan konduktivitas ionik  $(\text{LiBr})_{0,5}(\text{AlOSi})_{0,5}$  sekitar  $10^{-3}$  sampai  $10^{-2}$  S/cm.

## Daftar Pustaka

- [1] Archana Gupta, Anjan Sil and N.K.Verma, Preparation, characterization and ionic conductivity studies of ZrO<sub>2</sub> mixed halide matrix (KCl)<sub>0.9</sub>-(NaCl)<sub>0.1</sub>, Journal of Physics and Chemistry of Solids, Volume 70, Issue 2, Februari 2009, Pages 340-343.
- [2] H. Yamada, I. Moriguchi, A.J. Bhattacharria, J. Maier, T. Kudo, Enhanced Ionic Conductivity of Monovalent Cation Halide (AgBr, AgI, LiI) in Mesoporous Alumina, Nagasaki Symposium on Nano-Dynamics 2008
- [3] Safei Purnama, P.Purwanto dan Adel Fisli, Pengaruh Konsentrasi Kalium Iodida dan Suhu pada Konduktivitas Ionik Bahan Kalium Iodida-Alumina Silikat, Jurnal Sains Materi Indonesia, Edisi khusus, Desember 2008, hlm167-170, ISSN 1411-1098
- [4] G.C. Goncalves, M.V. Lalic and O. L. Malta, The Syntematic Variation of Optical Properties of Alkali Halides : an Ab Initio Study, ACTA PHYSICA POLONICA A No. 5, Vol. 112 (2007)