

PROSIDING

Pertemuan dan Presentasi Ilmiah

**PENELITIAN DASAR ILMU PENGETAHUAN DAN  
TEKNOLOGI NUKLIR**

YOGYAKARTA, 26 – 27 MEI 1998



**BUKU II**

**KIMIA NUKLIR, TEKNOLOGI PROSES DAN  
PENGOLAHAN LIMBAH RADIOAKTIF DAN LINGKUNGAN**

**Editor**

**Komisi Pembina Tenaga Peneliti  
PPNY – BATAN**

**ISSN 0216 – 3128**

Diterbitkan oleh

**Pusat Penelitian Nuklir Yogyakarta  
BADAN TENAGA ATOM NASIONAL**  
Jl. Babarsari, Kotak Pos 1008, Telp. [0274] 515435, Fax 561824, Telex 25184  
E-mail: ppny@indo.net.id  
**YOGYAKARTA - INDONESIA**

## DAFTAR ISI

PENGANTAR EDITOR	i
EDITOR	ii
SAMBUTAN KEPALA PPNY-BATAN	iii
DAFTAR ISI	iv
CERAMAH UMUM	
<i>TEKNOLOGI NUKLIR, PERSEPSI MASYARAKAT DAN DAMPAKNYA TERHADAP LINGKUNGAN</i> Sudarmadji	x
<b>TEKNOLOGI PROSES</b>	
<i>KECEPATAN REAKSI DIJESTI PASIR MONASIT DENGAN ASAM SULFAT</i> Dwi Biyantoro, Kris Tri Basuki, Muhadi AW, Sudibyoy	1
<i>EKSTRAKSI LAPISAN TIPIS U, Zr, Sm DAN Gd DENGAN EKSTRAKTAN TOPO MENGGUNAKAN SEL ARMOLLEX</i> MV Purwani, Dwi Biyantoro, Kris Tri Basuki	7
<i>KOMPUTASI KELEBIHAN ATOM OKSIGEN DALAM STRUKTUR KRISTAL IDEAL UO<sub>2</sub></i> Tundjung Indrati Y, Sahat Simbolon	15
<i>PENGARUH ADITIF CaO PADA PELET SINTER TORIA - URANIA</i> Pristi Hartati, Tunjung Indrati	23
<i>PENGARUH ADITIF POLIVINIL ALKOHOL DAN PH LARUTAN SOL TERHADAP SIFAT FISIS GEL TORIUM-URANIUM</i> Damunir, Sukarsono, Hidayati, Indra Suryawan	27
<i>PENGARUH KONSENTRASI Zr PADA KRISTALISASI BERTINGKAT UNTUK PEMISAHAN Zr-Hf</i> Sunardjo, Dwiretnani Sudjoko	33
<i>EKSTRAKSI SIKLUS I PROSES PUREX DENGAN Zr-95 AKTIF SEBAGAI "TRACER" SECARA KONTINYU</i> Moch Setyadji, Mashudi, Sukirno	38
<i>DISAIN DAN PEMBUATAN PERALATAN FLUORIDISASI UO<sub>2</sub> DAN HASIL FISI</i> Sigit, Busron Masduki, R. Didick Herhady	43
<i>PENGARUH KONSENTRASI DAN PERBANDINGAN U/Th PADA PROSES PENGENDAPAN (Th-U) NITRAT (PEREAKSI H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) TERHADAP SIFAT (Th-U) OKSIDA HASIL</i> Sutarni, Setyo Sulardi, Supardjono Mudjiman	50
<i>PENGARUH GRANULASI MEKANIK SERBUK CAMPURAN ThO<sub>2</sub> DAN UO<sub>2+x</sub> TERHADAP PELET HASIL SINTER SUHU 1200 °C</i> Tundjung Indrati Y, Aslina br Ginting, Dian Anggraeni, Ari Handayani	55
<i>MIKROSTRUKTUR BOLA MIKRO (Th,U)O<sub>2</sub> HASIL GELASI INTERNAL</i> Kasilani Noor Sajekti, Indra Suryawan, Pristi Hartati.	64
<i>ISOLASI ZIRKONIUM(IV) TERHADAP BEBERAPA UNSUR HASIL BELAH URANIUM YANG LAIN</i> Nurwijayadi, Agus Sulistiyono	69
<i>PENGARUH DISTRIBUSI UKURAN BUTIR DAN TEKANAN PENGOMPAKAN PADA KERAPATAN PELET TORIA-URANIA</i> Pristi Hartati, Tunjung Indrati Y, Dani Gustaman Syarif	73

<i>PENINGKATAN KEKUATAN MEKANIS DAN KEMURNIAN LOGAM ZIRKONIUM DENGAN DISTILASI VAKUM DAN PELEBURAN</i> Dwiretnani Sudjoko, Sunardjo, Budi Sulisty, Busron Masduki	77
<i>PERBEDAAN REAKSI TERMOKIMIA BAHAN BAKAR <math>U_3O_8-Al</math> DENGAN <math>U_3Si_2-Al</math></i> Aslina Br.Ginting, Suparjo, Hasbullah.N, Dian.A, Siti Amini	81
<i>PENGARUH UKURAN BUTIR DAN KECEPATAN FLUIDISASI PADA KALSINASI AMONIUM DIURANAT</i> Sunardjo, Budi Sulisty, Dwiretnani,S	88
<i>OKSIDASI PADA PELARUTAN PELET <math>UO_2</math></i> Budi Sulisty, M. Setyadji	93
<i>PENGARUH VARIABEL OPERASI PADA EKSTRAKSI URANIUM-TORIUM SECARA SINAMBUNG MENGGUNAKAN PESAWAT PENGADUK PENGENAP</i> Busron Masduki, Mashudi	98
<i>KOEKSTRAKSI URANIUM-TORIUM</i> Mashudi, Moch. Setyadji, Busron Masduki	103
<i>PENGARUH TBP-KEROSEN DAN <math>HNO_3</math> TERIRADIASI GAMMA TERHADAP REKOVERI U DAN FAKTOR DEKONTAMINASI <math>Ru</math>-UPADA EKSTRAKSI PEMISAHAN URANIUM</i> R. Didiek Herhady, Busron Masduki, Dwi Heru Sutjahjo, C. Supriyanto, M. Natzir, Armanu	107
<i>MEMPELAJARI PERUBAHAN AMMONIUM URANIL KARBONAT (AUK) MENJADI URANIUM OKSIDA DENGAN METODA TERMOGRAVIMETRI</i> Rachmat Pratomo, Sahat Simbolon	112
<i>PENGARUH IRADIASI PELET <math>UO_2</math> DENGAN NEUTRON CEPAT TERHADAP KERUSAKAN STRUKTUR KRISTAL</i> Supardjono Mudjiman, Sutarni, R. Didiek Herhady Tjipto Sujitno, Eliu Nuraeni, Bambang Sugeng	117
<i>PENGARUH KECEPATAN ALIR UMPAN SOL DAN TINGGI KOLOM AMONIAK PROSES GELASI TERHADAP HASIL BUTIRAN GEL TORIUM-URANIUM</i> Indra Suryawan, Hidayati, Damunir	121
<i>PENGARUH SUHU DAN pH PADA PEMISAHAN <math>Ru</math> DARI U DENGAN PROSES PENUKAR ION</i> Murdani Sumarsono, Didiek Herhadi, C.Supriyanto,Sulistyadi	126
<i>MEKANISME DAN KINETIKA DIFUSI IODIN DALAM ZIRCALOY-2 PADA SUHU 200-600 °C</i> Sugondo	129
<i>PENGARUH FROSES REGANG ANIL TERHADAP STRUKTUR MIKRO INGOT ZRY-4 YANG TELAH MENGALAMI PROSES ANIL DAN <math>\beta</math>-QUENCH-ANIL</i> Futichah, Eric Johneri, Isfandi, Sayudi	135
<i>ASPEK TERMAL BAHAN BAKAR NUKLIR <math>UO_2</math> TERHADAP KARAKTERISTIK PERPINDAHAN PANAS</i> Dwi Heru Sutjahjo, Busron Masduki, R.Didiek Herhadi	141
<i>PROSPEK PADUAN AL 6061 SEBAGAI KANDIDAT CLADDING BAHAN BAKAR URANIUM SILISIDA UNTUK ELEMEN BAKAR REAKTOR RISET</i> M. Husna Al Hasa, Asmedi Suropto	148
<i>PEMBUATAN PELET <math>UO_2</math> DIPERKAYA 3% UNTUK UJI PRTF - RSG GAS</i> Enung Nurlia, Tatang Mulyana, Guntur Daru S.	156
<i>DAMPAK PEMANASAN DAN IRADIASI TERHADAP STRUKTUR MIKRO ELEMEN BAKAR URANIUM SILISIDA ANGKA MUAT URANIUM 4,8 DAN 5,2 <math>Gram.Cm^{-3}</math> PRA DAN PASCA IRADIASI</i> Nusin Samsir, Aslina Br.Ginting, Siti Amini, Supardjo	161
<i>OBSERVASI MIKROSTRUKTUR DALAM RANGKA STUDI KARAKTERISASI HASIL INTERAKSI ZIRCALOY-2 DENGAN IODIN</i> Sugondo, Abdul Latief, Nusin Samsir	168

## KIMIA NUKLIR

✓	<i>UJI KUALITAS HASIL ANALISIS PENGAKTIVAN NETRON PADA PENENTUAN URANIUM DAN TORIUM DALAM LARUTAN LIMBAH RADIOAKTIF</i> Sukirno, J. Djati Pramana	175
✓	<i>METODA APN UNTUK IDENTIFIKASI DAN DETERMINASI UNSUR TOKSIS (As, Cu, Cr) DALAM ALGAE DI LINGKUNGAN PANTAI MURIA DAN PANTAI KRAKAL JAWA TENGAH.</i> H. Muryono, Agus Taftazani, Sudarmadji	180
	<i>OPTIMASI KONDISI PEMISAHAN ION FOSFAT, OKSALAT DAN SITRAT DALAM URIN</i> Djokowidodo, Isyuniarto, Ngasifudin	186
✓	<i>ANALISIS UNSUR LOGAM BERAT DAN BERACUN DI DALAM CUPLIKAN TANAH MENGGUNAKAN METODE APN SEBAGAI DATA DUKUNG EMSB</i> Wisjachudin F., Sukirno, A. Taftazani	191
✓	<i>METODA APNR UNTUK PENENTUAN UNSUR-UNSUR KELUMIT DALAM CUPLIKAN DAUN KETELA YANG BERASAL DARI SEMENANJUNG MURIA DAN PANTAI KRAKAL</i> Sudarmadji, H. Muryono, Sukirno	196
✓	<i>PENENTUAN FLUKTUASI KANDUNGAN UNSUR MAYOR, MINOR DAN KELUMIT DALAM CUPLIKAN AIR SUNGAI DAN AIR LAUT SEKITAR MURIA</i> Sumining, Agus Taftazani	201
	<i>INTERPRETASI STRUKTUR MOLEKUL ASAM HUMAT DAN ASAM FULVAT DENGAN "SPEKTROSKOPI FOURIER TRANSFORM INFRA MERAH"</i> Muzakky, A. Purwanto, Sri Juari Santoso	206
	<i>UJI KUALITAS KANDIDAT SRM YELLOW CAKE DENGAN SPEKTROPOTOMETRI</i> Samin	214
	<i>PERTANGGALAN RADIOKARBON PADA SITUS CANDI TEGOWANGI DAN SUMBERAWAN SEBAGAI DATA DUKUNG KRONOLOGI CANDI DI INDONESIA</i> W. Faisal, A. Taftazani, Sumiyatno, Siswanto, Djiono	221
	<i>ANALISIS BUTIRAN TANAH LAPISAN ATAS UNTUK PEMANTAUAN LINGKUNGAN</i> Djokowidodo, Suci Widayati, Supriyono	227
	<i>DAMPAK REWETTING TERHADAP MIKROSTRUKTUR ZIRKALOY-4</i> Muhadi A.W, Dwi Heru Sutjahjo	233
	<i>PEMANFAATAN LIMBAH FISSI FRAKSI RADIOIOD UNTUK PRODUKSI RADIOFARMAKA BERTANDA <sup>131</sup>I</i> Sunarhadijoso Socnarjo, Bambang Purwadi, Ateng Sukmana, Sriyono, Kadarisman Wisnukatun, Adang Hardi Gunawan, Rukman	237
	<i>SIFAT-SIFAT REDUKSI ION URANIL DENGAN ADANYA ASAM MONOPROTIK DAN POLIPROTIK</i> Iswani GS, A. Purwanto	245
	<i>PEMANFAATAN ASAM OKSALAT PADA KROMATOGRAFI PERTUKARAN ION UNTUK ANALISIS LOGAM TANAH JARANG DALAM MONASIT DAN XENOTIM</i> Nuryono	253
	<i>EKSTRAKSI URANIUM SECARA SINAMBUNG DENGAN METODE MEMBRAN EMULSI CAIR MEMAKAI EKSTRAKTAN TBP</i> Sudibyo, Tri Handini, Bambang EHB	260
	<i>PENGEMBANGAN METODE ANALISIS TOTAL MERKURI DALAM BAHAN LINGKUNGAN MENGGUNAKAN CV-AAS</i> Isyuniarto, Zainul Kamal, Supriyanto C	267

<i>PENGARUH KONSENTRASI UMPAN <math>Tb+U</math> NITRAT DAN <math>NH_4OH</math> PADA PENGENDAPAN CAMPURAN <math>Tb-U</math> NITRAT TERHADAP SIFAT-SIFAT FISIS SERBUK <math>TbO_2-U_3O_8</math> YANG DIHASILKAN</i>	272
Hidayati, Endang Susiantini, Nurwijayadi, Setyo Sulardi, Sri Widiyati, Endang Nawangsih	
<i>PENGARUH BILANGAN ASAM LEMAK ETERIS TERHADAP MORFOLOGI PARTIKEL LATEKS DENGAN SEM</i>	276
Herwinarni S., Sri Susilawati, Marga Utama	
<i>METODA APN UNTUK EVALUASI PENYEBARAN UNSUR LOGAM BERAT DALAM CUPLIKAN TANAH DI DIY</i>	284
H. Muryono, Sudarmadji, Wijiyono, Agus Taftazani	
<i>PENENTUAN VITAMIN (THIAMIN, RIBOFLAVIN, <math>\alpha</math>-TOCOPHEROL) DENGAN FLUOROMETRI PADA IKAN SALEM (<i>ONCHORHYNCHUS GORBUSCHA</i>) SEGAR IRADIASI</i>	289
Rindy P. Tanhindarto, Fox J.B., Lakritz, L., Thayer, D.W	
<i>ANALISIS STRUKTUR KRISTAL ZEOLIT MORDENIT DENGAN RIETAN'97</i>	295
Supandi, Thamzil Laz	
<i>PENGARUH PENAMBAHAN KARET ALAM DAN IRADIASI TERHADAP DEGRADASI POLIPROPILEN</i>	301
Sudradjat I, Susilowati, Isni M, Kadarijah, Anik S	
<i>PENGUKURAN LAJU KOROSI MATERIAL PEMBANGKIT UAP (SS321, SS304) DALAM LINGKUNGAN KLOORIDA DAN SULFAT DENGAN CMS100</i>	308
Sriyono, Ari Satmoko	
<i>EKSTRAKSI U DAN MO DENGAN CARA MEMBRAN EMULSI CAIR MEMAKAI PELARUT TOPO</i>	315
AN. Bintarti, Bambang EHB, C. Supriyanto	
<i>ANALISIS KANDUNGAN LOGAM PADA RAMBUT MANUSIA DALAM RANGKA IDENTIFIKASI INDIVIDU</i>	320
Sudarmadji, H. Muryono, Firman	
<i>ANALISIS UNSUR MAYOR MINOR DAN KELUMIT DALAM SEDIMEN SUNGAI DI DAERAH MURIA SECARA ANALISIS PENGAKTIFAN NETRON</i>	325
Sukirno, Wisyachudin, Sudarmadji	
<i>ANALISIS HASIL DEGRADASI RADIOLISIS ASAM NITRAT AKIBAT RADIASI SINAR <math>\gamma</math></i>	330
Damunir, R. Didick Herhady, Sigit	
<i>PENENTUAN UNSUR TAKMURNIAN B DAN Cd DI DALAM <math>U_3O_8</math> DENGAN METODA SPEKTROGARFI EMISI</i>	336
Sahat Simbolon, Aryadi	
<i>PENGARUH OKSIGEN PADA RADIASI DEGRADASI DAN IKATAN SILANG POLI(ETILEN OKSIDA) DALAM LARUTAN AIR</i>	341
Zainuddin	
<i>PERBANDINGAN KOROSI LOGAM ALUMINIUM DAN SENG DI DALAM AIR DAN ASAM SULFAT</i>	346
Sahat Simbolon, Sutjipto	
<i>STUDI ANOMALI KOEFISIEN MUAI TERMAL LINIER PADA TEMPERATUR TRANSISI FASA KONDUKTOR SUPERIONIK <math>AgI</math></i>	350
Aric Widowati, Rochim Suratman, Marsongkohadi	
<i>METODE ICP-AES UNTUK ANALISIS SIMULTAN PENGOTOR Fe, Cr, Ni DALAM TANTALUM HASIL INDUSTRI</i>	354
Suci Widayati	

**PENGOLAHAN LIMBAH RADIOAKTIF DAN LINGKUNGAN**

<i>KARAKTERISTIK MIGRASI Sr-90 DALAM BAHAN URUG BENTONIT PADA PENYIMPANAN LIMBAH RADIOAKTIF TANAH DANGKAL</i> Herry Poernomo, Djoko Sardjono, Supardi	360
<i>IMMOBILISASI LIMBAH KONSENTRAT EVAPORATOR YANG MENGANDUNG EDTA MENGGUNAKAN SEMEN</i> Endro Kismolo, Ign. Djoko S, Isman MT	367
<i>EFISIENSI DEKONTAMINASI NUKLIDA SERIUM DENGAN RESIN PENUKAR ION CAMPURAN.</i> Ign.Djoko Sardjono, M.E.Budiono, Herry Purnomo, Nurimaniwathy	375
<i>PENGARUH PANAS TERHADAP FUNGSI ADITIF KALSIMUM KARBONAT PADA SEMENTASI LIMBAH KONSENTRAT EVAPORATOR</i> Prayitno, Isman M.T., Endro Kismolo	380
<i>PROGRAM PERHITUNGAN LAJU DOSIS GAS RADIOAKTIF BOCORAN DARI KERUSAKAN STRUKTUR BANGUNAN</i> Purwanto, Elisabeth Supriyatni	386
<i>PEMANFAATAN BREKSI BATU APUNG SEGABAI PENYERAP LIMBAH AKTIVITAS RENDAH YANG MENGANDUNG NUKLIDA URANIUM</i> Prayitno, Sukosrono, Nurimaniwati, Djati Pramono	392
<i>PENURUNAN KONSENTRASI AKTINIDA DALAM LIMBAH RADIOAKTIF CAIR DENGAN FeCl<sub>3</sub> DAN Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub></i> M. Eko Budiyono, Herry Poernomo, Raharjo, Doliagus T	398
<i>PENGARUH BERBAGAI NUKLIDA TERHADAP HASIL CACAH TRITIUM DALAM ANALISIS DENGAN LSC TRI-CARB 2700TR</i> Agus Sulistiyono, Ngasifudin, Nurwidjajadi	406
<i>STANDARDISASI <sup>55</sup>Fe SECARA ABSOLUT</i> Nazaroh, Gatot W., Ermi J., Susilo W., Holnisar	410
<i>KARAKTERISTIK MIGRASI SR-90 PADA TANAH DANGKAL DI DAERAH UJUNG LEMAH ABANG</i> Herry Poernomo, M. Eko Budiyono, Ngasifudin, Kukuh Heru Marwanto	416
<i>TENDENSI AKUMULASI RADIOAKTIVITAS JATUHAN DALAM TANAH KAWASAN REAKTOR KARTINI</i> M.Yazid, Sukarman Aminjoyo, Edy Gunarto	422
<i>METODA BIOASSAY I-131 DALAM URIN DENGAN PENGENDAPAN SEBAGAI CuI</i> Suratman, Ngasifudin	429
<i>MEMPELAJARI KARAKTERISTIK BENTONIT UNTUK PENYIMPANAN LIMBAH RADIOAKTIF TANAH DANGKAL</i> Isman M.T., Sukosrono	434
<i>REGENERASI THERMOLUMINESSENSI PADA TLD-100 DAN GR-200 (LiF:Mg,Cu,P)</i> Muhammad Fathony, Thoyib Thamrin, Helfi Yuliaty, Suyati, Diah Dwi K	439
<i>METODE PEMBUATAN SUMBER STANDAR PEMANCAR-β <sup>90</sup>Sr/<sup>90</sup>Y BENTUK LUASAN UNTUK KALIBRASI ALAT UKUR KONTAMINASI PERMUKAAN</i> Sudarsono, Nazaroh, Ermi Juita, Gatot Wurdianto, Sunaryo, Susilo Widodo	443
<i>PENGUKURAN PROBABILITAS PANCARAN SINAR-γ <sup>177</sup>Yb DENGAN SISTEM KOINSIDENSI 4πβ-γ<sup>1</sup></i> Gatot Wurdianto, Hiroshi Miyahara, Unggul Hartoyo	450
<i>SERAPAN DIRI INTENSITAS TL DAN PTTL PADA DOSIMETER PASIR KWARSA SiO<sub>2</sub></i> Mukhlis Akhadi, M. Thoyib Thamrin, Dyah Dwi Kusumawati	457

---

<i>EFISIENSI ADSORBSI I-131 PADA FILTER ARANG AKTIF TERHADAP FUNGSI SUHU, LAJU ALIR DAN KELEMBABAN</i> Gatot Suhariyono, Bunawas, Muji Wiyono	463
<i>PENELITIAN DOSIMETER KULIT TELUR AYAM DAN BEBEK UNTUK SINAR GAMMA <sup>60</sup>Co</i> Sutjipto Sudiro, Rindy P. Tanhindarto	468
<i>PERBANDINGAN TAPAK PENYIMPANAN LIMBAH RADIOAKTIF MODEL LAHAN DEKAT REAKTOR DAN MODEL PULAU KECIL TERASING</i> Sucipta	472

## STUDI ANOMALI KOEFISIEN MUAI TERMAL LINIER PADA TEMPERATUR TRANSISI FASA KONDUKTOR SUPERIONIK AgI

Arie Widowati

Pusat Penelitian Teknologi Nuklir, Jl. Tamansari No. 71, Bandung 40132

Rochim Suratman

FT, ITB, Bandung

Marsongkohadi

FMIPA, ITB, Bandung

### ABSTRAK

**STUDI ANOMALI KOEFISIEN MUAI TERMAL LINIER PADA TEMPERATUR TRANSISI FASA KONDUKTOR SUPERIONIK AgI** Transisi fasa konduktor superionik AgI telah diperoleh melalui pengukuran koefisien muai termal linier. Transisi fasa tunggal diperoleh pada  $(153 \pm 5)^\circ\text{C}$  yang berhubungan dengan transisi fasa  $\beta$ - $\alpha$ . Suatu perubahan diskontinu yang besar pada plot Arrheniusnya terjadi di atas temperatur transisi menunjukkan adanya anomali pada fasa  $\alpha$  nya. Harga koefisien ekspansi termal linier  $\alpha$ -AgI maksimum adalah,  $0,031^\circ\text{C}$ .

### ABSTRACT

**LINEAR THERMAL EXPANSION ANOMALIES STUDIES AT PHASE TRANSITION TEMPERATURE OF THE AgI SUPERIONIC CONDUCTOR** The phase transition of superionic conductor AgI was investigated by thermal expansion coefficient measurements. A single-phase transition was found at  $(153 \pm 5)^\circ\text{C}$  which corresponds to the  $\beta$ - $\alpha$  transition. A large discontinuous change in the Arrhenius plot, was found above the transition temperature showed anomalies in the  $\alpha$ -phase. The maximum linear expansion coefficient AgI was found to be,  $0.031^\circ\text{C}$ .

### PENDAHULUAN

Bahan superionik adalah suatu bahan yang mempunyai sifat fisis diantara zat kristalin normal dengan struktur kristal teratur yang ion-ionnya tidak mobil dengan elektrolit cair tanpa struktur tetapi ion-ionnya mobil.

Pada penelitian terdahulu<sup>(1)</sup>, diketahui bahwa senyawa AgI merupakan salah satu senyawa yang bersifat superionik yang dibuktikan dengan terjadi anomali pada kapasitas panasnya karena adanya transisi fasa. Transisi fasa pada AgI yang terjadi juga berupa transisi struktur kristalnya dari struktur heksagonal menjadi struktur kubik BCC. Di samping itu sifat superionik pada bahan juga dapat dilihat dari pengukuran koefisien muai termal liniernya.

Pengukuran koefisien muai termal linier tersebut dilakukan dengan menggunakan peralatan analisa termomekanik atau *Thermomechanical Analysis* (TMA).

Pada analisa termomekanik, cuplikan diberikan beban tekan, kemudian dilatasi yang terjadi diukur. Hasilnya direkam sebagai fungsi temperatur cuplikan, sementara cuplikan dipanaskan dengan laju pemanasan linier.

Pada mode TMA ini, panjang cuplikan direkam sebagai fungsi temperatur yang dinyatakan sebagai berikut<sup>(2)</sup>:

$$l = l_0 (1 + \alpha T) \quad (1)$$

dengan :

$l$  = panjang cuplikan pada temperatur  $T$

$l_0$  = panjang cuplikan mula-mula

$\alpha$  = koefisien muai termal linier

$T$  = temperatur ( $^\circ\text{C}$ )

Bila tidak ada transisi fasa dan  $\alpha$  dianggap konstan, maka kurvanya menjadi garis lurus dengan gradien  $\alpha$ . Bila persamaan (1) dideferensiasi terhadap waktu, maka diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$\frac{dl}{dt} = l_0 \alpha \left( \frac{dT}{dt} \right) \quad (2)$$

dimana  $\left( \frac{dT}{dt} \right)$  adalah laju pemanasan konstan.

Pada makalah ini akan dibahas mengenai anomali yang terjadi pada pengukuran koefisien muai termal linier dengan menggunakan peralatan TMA SEIKO FSC 5000.

Pada pengukuran dengan menggunakan peralatan tersebut, koefisien muai termal linier cuplikan ditentukan berdasarkan rumus sebagai berikut<sup>(3)</sup>:

$$\beta_s(T) = \frac{1}{L_0 \times 10^3} \frac{d[\Delta l_s(T) - \Delta l_b(T)]}{dT} + \beta_r(T) \quad (3)$$

dengan :

T = temperatur (°C)

L<sub>0</sub> = panjang cuplikan pada temperatur 20°C

Δl<sub>s</sub> = pengukuran TMA (μm) pada temperatur T bila cuplikan diukur

Δl<sub>b</sub> = pengukuran TMA (μm) pada temperatur T bila beban diukur

β<sub>r</sub> = koefisien muai termal linier (1°C) standar

β<sub>s</sub> = koefisien muai termal linier (1°C) cuplikan

Pengamatan puncak anomali pada kurva hasil pengukuran tersebut, dapat merupakan bukti yang kuat adanya efek transisi fasa terdisorder pada senyawa superionik AgI tersebut.

## TATA KERJA

### Penyiapan Cuplikan

Dalam penelitian ini, cuplikan yang digunakan ada dua macam yaitu AgI(x) dan AgI(y). AgI(x) merupakan AgI yang dibuat sendiri di laboratorium Balai Teknokimia, Pusat Penelitian Sains Materi, BATAN dengan menggunakan prosedur yang ada pada *Handbook of Preparation Inorganic Chemistry* yaitu dengan cara mereaksikan larutan Perak Nitrat (AgNO<sub>3</sub>) dengan larutan Kalium Iodida (KI) dengan persamaan reaksi sebagai berikut :



Endapan AgI yang terjadi kemudian dicuci dengan aquadest sehingga ion K<sup>+</sup> yang terkandung dalam air cucuannya dapat ditolerir dengan cara dilakukan pengetesan dengan menggunakan kromatografi ion. Kemudian dikeringkan.

AgI yang terjadi disini belum berfasa β 100%. Sehingga untuk mendapatkan fasa β-AgI perlu dilakukan proses pemurnian dengan cara

melarutkannya ke dalam larutan KI pekat hingga terlarut sempurna, kemudian ditambahkan aquadest hingga terbentuk endapan. Setelah endapan disaring, dilakukan proses dekantasi endapan AgI tersebut hingga terbebas dari eksis KI.

Sedangkan AgI(y) merupakan AgI yang dibeli dari MERCK dengan nomor katalog 12335, namun umumnya memiliki fasa campuran, yaitu fasa β-AgI yang berstruktur heksagonal dan fasa γ-AgI yang berstruktur kubik FCC. Untuk mendapatkan fasa β-AgI saja perlu dilakukan proses pemurnian seperti yang dilakukan pada AgI(x).

### Tata Cara Percobaan

Pengukuran koefisien muai termal linier dilakukan dengan menggunakan peralatan *Thermomechanical Analysis* (TMA) buatan SEIKO FSC 5000 yang ada di Laboratorium Balai Penelitian dan Pengembangan Fisika Bahan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Fisika Terapan, LIPI, Bandung.

Untuk pengukuran dengan peralatan TMA, cuplikan harus dipadatkan serta dibuat lempengan berbentuk lingkaran dengan diameter ± 5 mm dan tebal ± 0,5 mm dengan menggunakan mesin pres Shimadzu 3194 dengan tekanan 500 kgf/cm<sup>2</sup> dalam suasana vakum (10<sup>-1</sup> Torr). Pengukuran dilakukan dalam suasana gas N<sub>2</sub> dengan laju aliran gas 260 ml/menit dan laju pemanasan 10°C/menit. Temperatur cuplikan diukur dengan menggunakan termokopel chromel-alumel (tipe K).

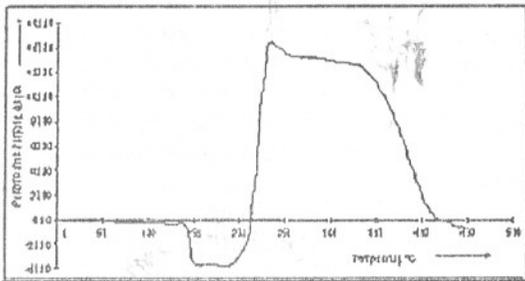
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis cuplikan dengan menggunakan peralatan TMA dapat dilihat pada gambar (1). Dari grafik pengukuran untuk AgI(x), mulai dari temperatur 50°C sampai temperatur 142°C terjadi sedikit penyusutan panjang cuplikan diikuti dengan penyusutan panjang yang besar. Hal ini disebabkan oleh adanya kenaikan koefisien muai termal linier pada fasa β-AgI yang berstruktur heksagonal. Kemudian mulai memuai dengan tajam diikuti dengan nilai yang konstan pada temperatur antara 230°C dengan 350°C. Hal ini terjadi karena pada temperatur tersebut mulai terjadi transisi fasa β-AgI yang berstruktur heksagonal menjadi fasa α-AgI yang berstruktur kubik. Karena adanya perubahan struktur tersebut, maka panjang cuplikan menyusut. Sedangkan grafik pengukuran untuk cuplikan AgI(y), mulai temperatur 30°C hingga temperatur 147°C terjadi penyusutan panjang cuplikan secara linier, kemudian menurun dengan tajam diikuti dengan nilai yang konstan pada

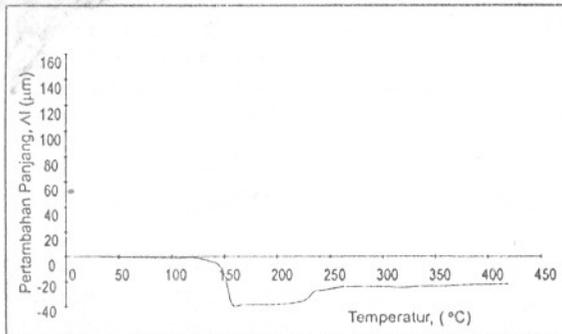
temperatur 156,75°C hingga 225°C, lalu naik secara eksponensial mulai pada temperatur 235°C.

Dengan menggunakan persamaan (3), diperoleh grafik koefisien muai termal linier terhadap temperatur seperti pada gambar (2). Pada gambar tersebut, terlihat adanya puncak anomali pada grafik koefisien muai termal linier terhadap temperatur yang cukup tajam pada temperatur tinggi yaitu pada  $\pm 221,8^\circ\text{C}$  dengan harga koefisien muai termal liniernya sebesar  $0,031/^\circ\text{C}$  untuk AgI(x) dan pada temperatur  $\pm 228,9^\circ\text{C}$  dengan harga koefisien termal liniernya sebesar  $0,00225/^\circ\text{C}$  untuk AgI(y).

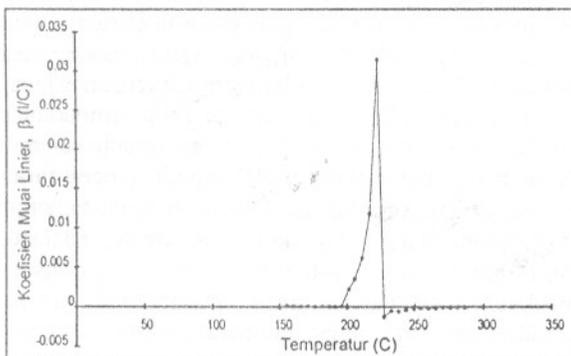
Perbedaan letak puncak anomali antara AgI(x) dengan AgI(y), terjadi akibat perbedaan ketidak-murnian pada fasa  $\beta$ -AgI nya (masih adanya pengaruh ion-ion asing).



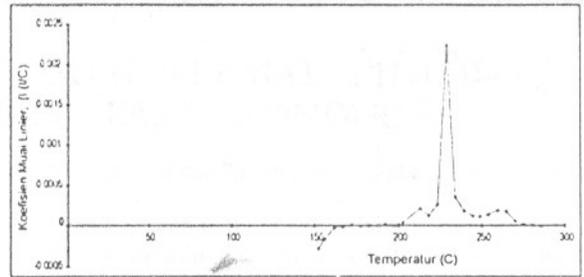
Gambar 1a. Hasil Pengukuran dengan TMA untuk AgI(x)



Gambar 1b. Hasil Pengukuran dengan TMA untuk AgI(y)



Gambar (2a). Grafik Koefisien Muai Linier AgI(x)



Gambar 2b. Grafik Koefisien Muai Linier AgI(y)

## KESIMPULAN

Dari hasil pengukuran dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Telah terjadi transisi fasa pada cuplikan AgI(x) serta AgI(y) dengan temperatur transisi fasa sebesar  $(153 \pm 5)^\circ\text{C}$ .
2. Puncak-puncak anomali koefisien muai termal liniernya terjadi pada temperatur yang lebih tinggi dari  $200^\circ\text{C}$  yaitu pada  $(225 \pm 5)^\circ\text{C}$ .
3. Ketidak-murnian fasa  $\beta$ -AgI mengakibatkan perbedaan letak puncak anomali pada grafik koefisien muai termal liniernya.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada bapak Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Fisika Terapan (P3FT), LIPI, Bandung atas ijin penggunaan peralatan untuk penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

1. WIDOWATI, ARIE., Anomali Beberapa Sifat Fisis Konduktor Superionik AgI, Tesis S2, ITB, Bandung, 1995
2. WENDLANT, WESLEY.W.M., Thermal Analysis, 3<sup>rd</sup> ed., John Wiley & Sons Inc., Singapore, 1986.
3. Instruction Manual TMA 100 SEIKO FSC 5000, Seiko Inc., Japan
4. Handbook of Preparation Inorganic Chemistry, Vol. 2, 2<sup>nd</sup> ed., edited by George Brauer, Academic Press, NY.
5. HOSHINO, SADA O., J.Phys.Soc.Japan., 41(5), 1976.
6. CHANDRA. S., Superionic Solids, Principles and Applications, North Holland Publishing Co., Netherland, 1961.

## TANYA JAWAB

### Tukiran

- Kenapa  $\sigma$  dari AgI diskontinuitas ?

*Ari Widowati*

- ✧ Karena pada suhu transisi terjadi kenaikan  $\sigma$  yang tiba-tiba, sekitar 3 orde.

### Sukirno

- Cara menentukan harga koefisien muai termal linier  $\alpha$ -AgI maksimum.
- Gambar 1a. Pada  $T = 150 - 200$  penyusutannya sampai  $-40$ , kenapa ?

*Ari Widowati*

- ✧ Dengan peralatan TMA, harga koef. Muai termal linier dihitung dari persamaan 3.

- ✧ Karena terjadi transisi fasa dari  $\beta \rightarrow \alpha$  yang strukturnya berubah dari heksagonal  $\rightarrow$  kubik.

### H. Muryono

- Anda membandingkan hasil penelitian dengan bahan dibeli dan dengan bahan yang disintesa sendiri. Ibu pilih mana dan apa alasannya ?
- Bagaimana aplikasi penelitian ibu dalam bidang apa saja.

*Ari Widowati*

- ✧ Jika dana memungkinkan, saya memilih beli karena komposisinya sudah jelas diakui.
- ✧ Sebagai bahan elektrolit padat suatu baterai zat padat, fuel cell dan sel elektrokimia.