

ISSN : 0854 – 4778

PROSIDING

Seminar Nasional Ke 54

TEMU-ILMIAH JARINGAN KERJASAMA KIMIA INDONESIA

Seminar Nasional XVIII

KIMIA DALAM PEMBANGUNAN

“Perkembangan Mutakhir dalam Ilmu dan Teknologi Kimia di Indonesia”
(Hotel Phoenix Yogyakarta 17 September 2015)



REDAKSI:

Ketua merangkap anggota	:	Prof. Dr. Sigit, DEA
Sekretaris merangkap anggota	:	Sihono
Anggota	:	Ir. Prayitno., MT., Pen. Utama Drs. Sutjipto., MS Dra. Susanna TS., MT Imam Prayogo., ST

Diterbitkan 27 Nopember 2015

Oleh

**JARINGAN KERJASAMA KIMIA INDONESIA
YAYASAN MEDIA KIMIA UTAMA**

Akta No : 24/15/IV/1993

REFEREE / DEWAN PENELAAH :

Prof. Drs. I Nyoman Kabinawa, MM, MBA	Mikrobiologi (<i>Microbiology</i>)
Prof. DR., Ir., Drs., Kris Tri Basuki., M.Sc.	Ilmu Separasi (<i>Separation Sciences</i>), Teknologi Soprograsi dan Membran (<i>Membrane and Separation Tech- nology</i>)
Prof. Drs.Sukandi Nasir, MM	Acrodinamika, Teknik Ruang Angkasa Lainnya/ Bahan Bakar Roket (<i>Aerospace Engineering not elsewhere classified</i>)
Wisnu Susetyo, Ph.D	Jaminan Kualitas, Ilmu-ilmu Kimia Lainnya/ Managernen Mutu laborato- rium Kimia (<i>Chemical Sciences not elsewhere Classified</i>)
DR. Bambang Setiaji	Kimia Bahan Solid (<i>Solid State Chemistry</i>), Katalis Kimia (<i>Chemistry of Catalyses</i>) dan ilmu-ilmu Anorganik lainnya (<i>Non-Organic Chemistry not elsewhere classified</i>)
DR. Eko Sugiharto	Kimia Lingkungan, Jaminan Kualitas (<i>Quality Assurance</i>)
Prof. DR. Ir. Sigit, DEA	Simulasi dan Kontrol Proses, Design Teknik Kimia (<i>Chemical Engineering Design</i>) dan teknik Kimia Lainnya (<i>Other Chemical Engineering not elsewhere Classified</i>)
Drs. Sutjipto, MS, Pen. Utama	Kimia Lingkungan, Energy dan Termodinamika Kimia. Kimia Organik Fisik, Ilmu-ilmu kimia Lainnya (<i>Chemical Sciences not elsewhere classified</i>)
Ir. Ary Achyar Alfa, M.Si, Pen. Utama	Polimer, karakterisasi makromolekul, Mekanisme Polimerisasi (<i>Polymer- ization Machanism</i>) dan Teknik Bahan Lainnya (<i>Other Material Engineering not elsewhere classified</i>)
Ir. Erfan Yundra Febrianto, MT, Pen. Utama	Ilmu Bahan dan Proses/ Teknik Bahan Lainnya (<i>Other Moterial Engineering not elsewhere classified</i>)
DR. Ir. Mahyudin Abdul Rakhman M.Eng, Pen. Utama	Teknik Biokimia (<i>Other Chemical Engineering not elsewhere classified</i>)
DR. Djoko Santoso, Pen. Utama	Bioteknologi (<i>Biotechnology</i>)

SUSUNAN PANITIA PENYELENGGARA

Ketua I	:	Wisnu Susetyo, Ph.D.
Ketua II	:	DR. Eko Sugiharto
Ka. Dept. Diklat.	:	Ir. Prayitno., MT, Pen.Utama
Sekretaris	:	Sihono
Bendahara	:	Imam Prayogo, ST
Anggota	:	Prof. DR. Ir. Sigit, DEA Drs. Sutjipto., MS Dra. Susanna TS., MT. Ashar Andrianto., ST

KATA PENGANTAR

Segala Puji Syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan Rahmat dan HidayahNya sehingga dapat kami susun dan terbitkan sebuah Prosiding hasil Seminar Nasional XVIII "Kimia dalam Pembangunan" dengan tema "Perkembangan Mutakhir dalam Ilmu dan Teknologi Kimia di Indonesia" yang telah terselenggara dengan baik pada tanggal 17 September 2015 di Hotel Phoenix Yogyakarta.

Seminar Nasional XVIII "Kimia dalam Pembangunan" diselenggarakan oleh Jaringan Kerjasama Kimia Indonesia, sebagai organisasi Profesi berbadan Hukum dengan kegiatan menyelenggarakan Seminar, Lokakarya, Konferensi dan Pelatihan dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi kimia.

Seminar Nasional XVIII "Kimia dalam Pembangunan" ini dihadiri oleh 70 orang peserta. Yang berasal dari berbagai institusi yaitu:

No.	Institusi	Jumlah makalah
01	Pusat Penelitian Bioteknologi – LIPI, Cibinong	6
02	Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara, Bandung	4
03	Pusat Teknologi Limbah Radioaktif –BATAN, Kawasan Puspitek, Serpong, Tangerang	4
04	Pusat Teknologi Wahana Dirgantara – LAPAN Mekarsari Rumpin, Bogor	4
05	Pusat Sains dan Teknologi Akselerator – BATAN, Yogyakarta	1
06	Pusat Teknologi Intervensi Kesehatan masyarakat Badan Penelitian Dan Pengembangan kesehatan kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta	7
07	Pusat Penelitian Geoteknologi – LIPI, Komplek LIPI, Bandung	4
08	Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi - BATAN, Jakarta	5
09	Unit Pelaksana Teknis Penambangan Jampang Kulon, LIPI Jl. Cigaru, Kertajaya, Simpanan, Sukabumi, Jawa Barat	3
10	Pusat Sains dan Teknologi Bahan Maju – BATAN, Puspitek Serong	9
11	Jurusan Teknik Mesin, Universitas pancasila, Jakarta	1
12	Puslitbang Biomedis dan Farmasi, Dept Kes RI, Jakarta	10
13	Politeknik AKA Bogor	1

Sebanyak 59 (Lima puluh sembilan) makalah yang dipresentasikan pada Seminar nasional XVIII "Kimia dalam Pembangunan" yang telah diselenggarakan pada tanggal 17 September 2015 tersebut diatas, dan setelah melalui penilaian oleh Referee diterbitkan dalam 1 (satu) buku prosiding.

Suatu hal yang menggembirakan bahwa sesuai dengan tujuannya Seminar ini telah dapat menjadi media komunikasi bagi rekan Kimiawan/Kimiawati yang berkarya di berbagai bidang yang berbeda.

Jaringan Kerjasama Kimia Indonesia (JASAKIAI) sebagai pihak penyelenggara seminar, dengan ini menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua peserta dan pembawa makalah yang telah berpartisipasi dalam Seminar dan aktif memberikan masukan-masukan yang bermanfaat bagi semua pihak. Seluruh Dewan Penelaah yang telah membantu dalam seleksi dan peningkatan mutu makalah untuk bisa dipublikasikan, seluruh anggota dewan redaksi yang telah bekerja keras untuk menyusun dan

menerbitkan prosiding ini, serta semua pihak yang telah ikut membantu dalam penyelenggaraan seminar sampai dapat diterbitkannya prosiding ini.

Besar harapan kami bahwa Prosiding ini akan banyak berguna bagi para Pembaca semua rekan seprofesi, serta akan dapat menjadi acuan dan titik tolak untuk mencapai kemajuan yang lebih besar bagi perkembangan Ilmu Kimia dan terapannya di Indonesia. Kami menyadari bahwa dalam penyelenggaraan Seminar dan pembuatan Prosiding ini tidak lepas dari berbagai kekurangan. Untuk itu, kami mohon maaf dan kritik serta saran yang bersifat membangun demi perbaikan dimasa datang selalu kami harapkan dari Rekan Sejawat dan Pembaca yang budiman.

Yogyakarta, 27 Nopember 2015

Redaksi

DAFTAR ISI

NO.	DAFTAR ISI	HALAMAN
	HALAMAN JUDUL	i
	REFREE/DEWAN PENELAAH	iii
	SUSUNAN PANITIA	iv
	PENGANTAR	v-vi
	DAFTAR ISI	vii-xii
1.	DAMPAK KEBAKARAN HUTAN TERHADAP KEJADIAN PNEUMONIA KAITANNYA DENGAN PERILAKU MASYARAKAT DI KABUPATEN TANJUNG JABUNG TIMUR, PROVINSI JAMBI Suharjo	1 - 8
2.	PENYISIHAN RADIONUKLIDA DALAM LIMBAH RADIOAKTIF MELALUI PROSES KONTINYU MENGGUNAKAN ZEOLIT Aisyah, Yuli Purwanto	9 - 18
3.	PENYERAPAN URANIUM CAIR DENGAN PENGKOMPLEKS NATRIUM SULFAT MENGGUNAKAN RESIN PENUKAR ANION Dwi Luhur Ibnu Saputra, Herlan Martono	19 - 24
4.	GAMBARAN pH, KESADAHAN DAN KLORIDA DARI BEBERAPA ASAL AIR DI DALAM DAN LUAR JABODETABEK TAHUN 2014-2015 Sukmayati Alegantina	25 - 32
5.	PEMANFAATAN BAHAN SEDIMENTASI SEBAGAI <i>FILLER</i> SAPC Jadigia Ginting dan Yustinus Purwamargapratala	33 - 42
6.	HIPERTENSI PADA WANITA USIA SUBUR DI INDONESIA Kristina*, Hendrik Edison**	43 - 48
7.	STATUS KARAKTERISTIK KEPEMIMPINAN, KREATIFITAS DAN KEPEDULIAN KADER POSYANDU DALAM CAPAIAN CAKUPAN IMUNISASI DAN PENIMBANGAN BALITA DI KABUPATEN BURU PROVINSI MALUKU M. Hasyimi¹, Betriyon² dan Yulianis Rahim³	49 - 56
8.	KONTAMINASI DETERJEN DALAM SUMBER AIR DI WILAYAH DKI JAKATA TAHUN 2012 Sukmayati Alegantina	57 - 66
9.	KONTRIBUSI KESEHATAN LINGKUNGAN SEBAGAI PENYUSUN INDEKS PEMBANGUNAN KESEHATAN MASYARAKAT (IPKM) DI KABUPATEN TEBO PROVINSI JAMBI TAHUN 2015. M. Hasyimi, Roy Nusa R.E.S dan Amir Su'udi	67 - 74

NO.		HALAMAN
10.	ANALISIS RADIASI POLIMER KOMPOSIT BERBASIS POLIURETAN SEBAGAI BAHAN PERISAI Jadigia Ginting dan Aloma Karo-karo	75 - 82
11.	PELINDIAN AIR MENGGUNAKAN REAKTOR ALIR TANGKI BERPENGADUK BERALAS DATAR UNTUK MENINGKATKAN HASIL PROSES SINTESIS Na_2ZrO_3 Harry Supriadi dan Sudaryadi	83 - 88
12	STUDI KUALITAS AIR SUNGAI TERKAIT LIMBAH INDUSTRI TEKSTIL (STUDI KASUS: HULU DAS CITARUM-CEKUNGAN BANDUNG) Lenny Marilyn Estiaty dan Dyah Marganingrum	89 - 94
13	ANALISA SEM PEMBENTUKAN LAPISAN OKSIDA PADA PADUAN ZrNbMoGe SETELAH PROSES QUENCHING Agus Sujatno, B. Bandriyana, Yustinus Purwamargapratala, Arbi Dimiyati	95 - 100
14	UPAYA PERBAIKAN PROSES PEMBUATAN BAHAN PIROTEKNIK PELLET SELONGSONG ISIAN SEKUNDER IGNITER ROKET RX122 MELALUI RANCANG BANGUN ALAT PENCETAKNYA Evie Lestariana	101 - 108
15	KARAKTERISASI BAKTERI <i>BACILLUS LICHENIFORMIS</i> PADA PROSES PENGOLAHAN LIMBAH CAIR TEKSTIL Lenny Marilyn Estiaty	109 - 116
16	POTENSI SENYAWA BAHAN ALAM SEBAGAI OBAT ANTI INFLAMASI NON STEROID MELALUI MEKANISME STUDI DOCKING MOLEKULER Ani Isnawati* dan Rosa Adelina*	117 - 124
17	MINERALOGI BENTONIT DI DAERAH KECAMATAN CIMERAK, KABUPATEN PANGANDARAN, PROVINSI JAWA BARAT Aryo Dwi Handoko, Rhazista Noviardi, Suryo Sembodo, dan Lyza Primadona	125 - 128
18	PERANCANGAN DAN PEMBUATAN IGNITER ROKET PEMICU PETIR Evie Lestariana	129 - 138
19	POTENSI MIKROALGA <i>CHLORELLA PYRENOIDOSA</i> STRAIN LOKAL INK SEBAGAI PAKAN ALAMI ZOOPLANKTON DALAM BUDI DAYA TRADISIONAL I Nyoman K.Kabinawa	139 - 148
20	KUALITAS MUTU AIR MINUM BERDASARKAN PARAMETER BESI, MANGAN DAN PH PADA TAHUN 2014-2015 Ani Isnawati*	149 - 156

NO.		HALAMAN
21	SEROKONVERSI ANTIBODI DIFTERI PADA ANAK USIA DIBAWAH 18 BULAN DI CIANJUR JAWA BARAT Sehataman, Primasari, Dasuki	157 -164
22	PAPARAN PENYAKIT MENULAR DAN HUBUNGANNYA DENGAN KELOMPOK UMUR ANALIS LANJUT RISET KESEHATAN DASAR 2007 *Hendrik Edison, **Kristina	165 - 172
23	PEMERIKSAAN CHIKUNGUNYA MENGGUNAKAN REVERSE TRANSCRIPTION - POLYMERASE CHAIN REACTION (RT-PCR) DI INDONESIA Sehatman, Masri S Maha	173 - 180
24	PENGUNAAN <i>CHLORELLA PYRENOIDOSA</i> DALAM LIMBAH CAIR AGROINDUSTRI TAPIOKA DAN KECAP I Nyoman K.Kabinawa, Ni Wayan Sri Agustini dan Kusmiati	181 - 190
25	GALUR MUTAN UBI JALAR UNTUK BAHAN SUBSTITUSI PEMBUATAN MI Aryanti¹ dan Elly Nurhayati²	191 - 196
26	ZAT KIMIA BERBAHAYA DALAM ANTINYAMUK BAKAR DAN DAMPAKNYA TERHADAP KESEHATAN Mariana Raini	197 - 204
27	PENGARUH MODIFIKASI KH_2PO_4 DAN NH_4NO_3 SERTA PENAMBAHAN ASAM GIBERELIK TERHADAP PERTUMBUHAN PLANLET <i>GLOXINIA SPECIOSA</i> SECARA <i>IN VITRO</i> Rudiyanto*, Deritha Ellfy Rantau dan Tri Muji Ermayanti	205 - 212
28	HORMON PERTUMBUHAN DALAM DAGING SAPI IMPOR GROWTH HORMONE IN BEEF IMPORTS Mariana Raini*	213 - 220
29	PENGARUH WAKTU KONTAK DAN KONSENTRASI ADSORBEN PADA PENURUNAN COD LIMBAH CAIR PABRIK TEKSTIL OLEH KARBON AKTIF BATUBARA Ika Monika	221 - 226
30	PENGARUH KONSENTRASI GULA TERHADAP PERTUMBUHAN KULTU TUNAS <i>TACCA LEONTOPEALOIDES</i> . Betalini Widhi Hapsari, Andri Fadillah Martin, dan Tri Muji Ermayanti	227 - 232
31	PEMANFAATAN BATUBARA KALORI RENDAH SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF Daman Suyadi^{*)}	233 - 240
32	PEMANFAATAN KARBON AKTIF BATUBARA UNTUK PENURUNAN SENYAWA FENOL HASIL PROSES GASIFIKASI BATUBARA PLTD <i>DUAL FUEL</i> Ika Monika dan Fahmi Sulistyohadi	241 - 248

NO.		HALAMAN
33	LINGKUNGAN PADAT HUNI DAN HUBUNGANNYA DENGAN PENYAKIT MENULAR TUBERCULOSIS Merryani Girsang¹ dan Suharjo²	249 - 256
34	PELARUTAN STRUKTURAL/NON-STRUKTURAL FE <i>LOW GRADE</i> KAOLINDENGAN ASAM KHLORIDA-SITRAT : STUDI KASUS KAOLIN KARANGNUNGGAL, TASIKMALAYA, JAWA BARAT Dewi Fatimah	257 - 260
35	GAMBARAN PENYAKIT TBC DAN HUBUNGANNYA DENGAN PEMERIKSAAN LABORATORIUM Merryani Girsang	261 - 274
36	PENGARUH SUHU SINTERING TERHADAP STRUKTUR KRISTAL FePO ₄ Indra Gunawan, Deswita, Bambang Sugeng	275 - 280
37	ANALISA BAHAN KATODA LiCoO ₂ YANG DITAMBAHKAN PVDF MENGGUNAKAN METODA ENERGY DISPERSIVE X-RAY SPECTROSCOPY Elman Panjaitan, Wagiyu	281 - 290
38	PENGARUH PENAMBAHAN Li ₂ CO ₃ TERHADAP SIFAT TERMAL PIEZOELEKTRIK K _{0,5} Na _{0,5} NbO ₃ Sugik Sugiantoro, Syahfandi Ahda	291 - 296
39	PEMERIKSAAN LABORATORIUM PADA DEMAM TIFOID Wibowo	297 - 304
40	PENGARUH IRADIASI SINAR GAMMA DAN MESIN BERKAS ELEKTRON TERHADAP SIFAT FISIS BAHAN POLIMER Gatot Trimulyadi Rekso	305 - 310
41	ISOLASI DAN SKRINING MIKROBA ENDOFOTIK ASAL TEMU MANGGA (<i>Curcuma mangga</i> Val), POTENSINYA SEBAGAI ANTIMIKROBA Harmastini Sukiman¹ dan Liseu Nurjanah¹	311 - 320
42	PEMANFAATAN PEWARNA SINTETIS DAN KEANEKARAGAMAN MIKROBA PADA MAKANAN JAJANAN Harsojo dan Made Sumarti	321 - 326
43	<i>STORAGE DAN DISPOSAL</i> LIMBAH AKTIVITAS TINGGI DALAM BENTUK BAHAN BAKAR NUKLIR BEKAS DAN GELAS-LIMBAH HASIL VITRIFIKASI Herlan Martono, Sutoto	327 - 336
44	PRAKTEK BUDAYA PENYEMBUHAN DAN PENCEGAHAN KEJADIAN SAKIT PADA BAYI DAN ANAK DI DESA GADINGSARI BANTUL YOGYAKARTA * Kasnodihardjo dan Ranti Suciati	337 - 346

NO.		HALAMAN
45	KESESUAIAN KARAKTERISTIK ABU TERBANG BATUBARA (<i>FLY ASH</i>) PLTU PALABUHANRATUDI KABUPATEN SUKABUMI DENGAN SNI : SPESIFIKASI ABU TERBANG SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN UNTUK CAMPURAN BETON Lyza Primadona, Aryo Dwi Handoko dan Firman Arifianto	347 - 352
46	DEGRADASI LIGNOSELULOSA SERBUK KAYU MENGGUNAKAN RADIASI BERKAS ELEKTRON Made Sumarti K	353 - 358
47	PENGARUH IRADIASI BERKAS ELEKTRON TERHADAP KANDUNGAN ZAT TERLARUT AIR, HEMISELULOSA, SELULOSA, DAN LIGNIN PADA TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT Oktaviani, Santoso Prayitno, Made Sumarti K	359 - 370
48	KINETIKA EKSTRAKSI ASAM-ASAMLEMAK BIJI BUAH DAN CAMPURAN BIJI DAN DAGING BUAH BINTARO (<i>CERBERA MANGHAS LINN</i>) PADA SUHU 40°C DAN 70°C Sri Redjeki Setyawati¹⁾	371 - 378
49	PENGOLAHAN GAS BUANG ASAM INSENERATOR LIMBAH RADIOAKTIF Sutoto	379 - 384
50	PENGARUH TEKANAN DAN SUHU SINTERING PADA PROSES SINTESA BAHAN PIEZOELEKTRIK $K_{1/2}Na_{1/2}NBO_3$ (KNN) DENGAN MENGGUNAKAN METODA SOLID STATE REACTION Syahfandi Ahda	385 - 392
51	UJI ANTI BAKTERI DAN JAMUR TERHADAP PRODUK DETERJEN ANTISEPTIK BAGI MASYARAKAT Sylvia J. R. Lekatompessy dan Harmastini I. Sukiman	393 - 402
52	PENGARUH H_2O_2 PADA PELARUTAN EMAS DENGAN SIANIDA TERHADAP PEROLEHAN EMAS Widodo	403 - 410
53	PENGARUH PERUBAHAN DESAIN KONTUR NOSEL TERHADAP KINERJA MOTOR ROKET RX200 Bagus H. Jihad, Evie Lestariana	411 - 418
54	KAJIAN PERBANDINGAN PENGGUNAAN MINYAK BERAT (MFO), AKUABAT DAN BATUBARA PADA PEMBANGKIT LISTRIK DI INDONESIA Gandhi Kurnia Hudaya, Fahmi Sulistyohadi	419 - 424
55	VALIDASI TERHADAP DESAIN NOSELROKET RX-1210 AKIBAT PEMBAKARAN PROPELAN PADA RUANG BAKAR Bagus H. Jihad, Evi Lestyana	425 - 432

NO.		HALAMAN
56	PENGARUH PIROFILIT TERHADAP BAHAN ANODA BATERAI BERBASIS GRAFIT Yustinus Purwamargapratala, Deswita dan Jadigia Ginting	433 - 438
57	RANCANG BANGUN UNIT PENGOLAHAN AIR LAUT PESISIR PANTAI MENJADI AIR BERSIH KAPASITAS 5000 LITER PERHARI Eddy Djatmiko	439 - 448
58	PENGARUH IMPLANTASI ION NITROGEN PADA STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN BAJA FERITIK AISI 410 Sumaryo¹, Rohmad Salam¹, Agus Hadi Ismoyo¹, Sunarto², B. Bandriyana¹	449 - 454
59	KAJIAN POTENSI PENINGKATAN PENERIMAAN NEGARA MELALUI PEMBANGUNAN PABRIK KOMERSIAL AKUABAT DI INDONESIA Gandhi Kurnia Hudaya, Fahmi Sulistyohadi	455 - 456
	Daftar Hadir	457 - 464

PENGARUH TEKANAN DAN SUHU SINTERING PADA PROSES SINTESA BAHAN PIEZOELEKTRIK $K_{1/2}Na_{1/2}NbO_3$ (KNN) DENGAN MENGGUNAKAN METODA SOLID STATE REACTION

Syahfandi Ahda

Pusat Sains dan Teknologi Bahan Maju
Badan Tenaga Nuklir Nasional

ABSTRAK

Telah dilakukan studi terhadap pengaruh tekanan dan suhu sintering pada proses sintesa bahan piezoelektrik $K_{1/2}Na_{1/2}NbO_3$ (KNN) dengan menggunakan metoda solid state reaction. Salah satu bahan piezoelektrik yakni $K_{1/2}Na_{1/2}NbO_3$ dapat dijadikan sebagai kandidat kuat dan ramah lingkungan dalam menggantikan bahan $PbZr_{1/2}Ti_{1/2}O_3$ yang banyak diaplikasikan dan mengandung Pb (toxic). Peningkatan unjuk kerja bahan KNN juga ditentukan oleh proses sintesa dan proses treatment lainnya. Pada studi kali ini telah dilakukan proses sintesa dengan menggunakan metoda solid state reaction dari bahan-bahan dasar yang memiliki rentang titik leleh cukup jauh dan pengaruh dari suhu sintering dan tekanan pellet yang divariasikan. Diperoleh parameter optimum sintesa dari produk KNN diantaranya penggerusan selama 4 jam, kalsinasi $200^\circ C$ selama 1 jam, variasi suhu sintering dari 600 sampai dengan $1100^\circ C$ dan tekanan pellet dari 1500 sampai dengan 4000 psi. Pengaruh suhu sintering 1000 sampai $1100^\circ C$ dengan tekanan 3500 psi (konstan) dapat meningkatkan ukuran partikel yang lebih besar. Begitu juga dengan peningkatan tekanan pellet dari 2500 sampai dengan 4000 psi dengan suhu sintering $950^\circ C$ (konstan) dapat meningkatkan ukuran partikel lebih besar. Ukuran partikel maksimum diperoleh sebesar 51. nm dan minimum 22,8 nm.

Kata-kata kunci ; piezoelektrik, suhu sintering

ABSTRACT

Effect of pressure and sintering temperature on synthesis process of piezoelectric materials $K_{1/2}Na_{1/2}NbO_3$ (KNN) with by using the solid state reaction method has been done. One of the piezoelectric materials KNN can be a strong candidate and environmentally friendly to replace $PbZr_{1/2}Ti_{1/2}O_3$ materials which are widely applied and toxic content of Pb. Improvements in the performance of the KNN material is also determined by the synthesis process, and other treatment processes. In this study the synthesis process using solid state reaction method with raw materials which have a melting point range so far enough and also the influence of varying sintering temperature and pellets pressure has been carried out. Synthesis parameters of KNN product are ground for 4 hours, calcination at $200^\circ C$ 1 hour, sintering temperature variations from 1000 to $1100^\circ C$ and pellets pressure from 1500 up to 4000 psi. Effect of sintering temperature of 1000 to $1100^\circ C$ with pressure 3500 psi (constant) can increase the particle size of the larger. As well as an increase in the pellets pressure of from 2500 up to 4000 psi with a sintering temperature of $950^\circ C$ can also increase the particle size of larger. The maximum particle size is obtained 51,0 nm and minimum is 22,8 nm

Keywords: piezoelectric, sintering temperature

PENDAHULUAN

Telah banyak aplikasi bahan piezoelektrik dewasa ini, seperti sensor, transduser, pembangkit listrik, dan lain sebagainya. Dari sekian banyak jenis bahan piezoelektrik yang dikembangkan dan diteliti, bahan $PbZr_{1/2}Ti_{1/2}O_3$ (PZT, tidak ramah lingkungan) menjadi dominan diaplikasikan [1, 2], karena unjuk kerja bahannya yang cukup

tinggi. Akan tetapi bahan PZT ini sendiri mengandung logam berat Pb dan beracun, sehingga dapat mengganggu kesehatan lingkungan secara jangka panjang. Untuk itu para peneliti telah dan sedang mencari bahan alternatif lainnya yang tidak mengandung Pb, diantaranya adalah bahan keramik $K_{1/2}Na_{1/2}NbO_3$ (KNN) [3].

Adapun bahan piezoelektrik KNN telah cukup lama dikenal, akan tetapi pengembangannya menjadi perhatian khusus bagi para peneliti saat ini, dikarenakan sifat listriknya yang cukup baik [3]. Maka dari itu diperlukan peningkatan unjuk kerja bahan dengan cara pengembangan proses sintesanya, selain adanya treatment-bahan lainnya. Ukuran-ukuran partikel piezoelektrik juga dapat berkontribusi pada aplikasi bahan. Saah satu hambatan dalam sintesa keramik adalah bahan-bahan dasar KNN memiliki rentang suhu leleh yang cukup jauh, diantaranya untuk K_2CO_3 dengan suhu leleh $891\text{ }^\circ\text{C}$, Na_2CO_3 ($851\text{ }^\circ\text{C}$) dan Nb_2O_5 ($1512\text{ }^\circ\text{C}$). Disamping itu, pada proses sintesanya terdapat kelemahan, sebagaimana yang dikembangkan oleh M. Matsubara [4] yaitu (i) perlunya penanganan khusus dari bubuk awal karena volatilitas elemen alkali, (ii) sensitivitas tinggi dari properti untuk stoikiometri, dan (iii) proses densifikasinya.

Dengan bahan-bahan dasar KNN yang mudah menguap pada suhu tinggi akan menyebabkan terjadinya fluktuasi komposisi bahan. Oleh sebab itu sintesa menggunakan metoda solid state reaction akan dapat mengurangi terjadinya fluktuasi komposisi, sebagaimana yang dikembangkan untuk sintesa $PbTiO_3$ [5] atau $BaTiO_3$ [6]. Diharapkan proses sintesa dan pengolahan dari suatu produk menjadi penting untuk mendapatkan produk KNN yang berunjuk kerja tinggi.

Disamping itu, sebagian besar proses reaksi kimia tidak dapat menghindari munculnya karbonat selama proses sintesa, sehingga diperlukan suhu tinggi yang memadai. Untuk itu metoda *solid state reaction* juga bekerja pada suhu tinggi, sehingga memperkuat akan pemilihan metoda ini. Selain itu, preparasinya lebih mudah. Reaksi padatan dengan metoda *solid state reaction* telah banyak digunakan pada produksi bahan-bahan keramik ferroelektrik, diantaranya adalah $Bi_{0,5}(Na_{0,75}K_{0,25})_{0,5}TiO_3$ (BNKT) [7,8,9]. Walaupun beberapa metoda lainnya untuk produk KNN juga telah pernah dilakukan melalui "kimia lunak" dengan menggunakan metoda sol gel [10] dan mikroemulsi [11], akan tetapi melibatkan banyak tahapan-tahapan proses yang dilakukan (kurang simple).

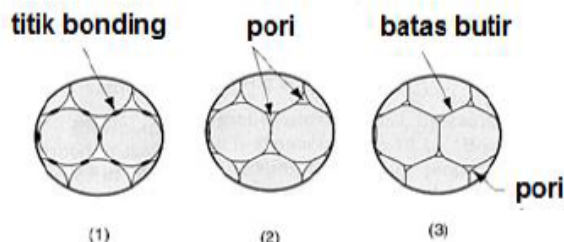
Sintesa dengan menggunakan metoda *solid state reaction* untuk mendapatkan produk KNN menjadikan tujuan studi dalam penelitian kali ini. Tekanan pelet dan suhu sintering mengindikasikan dominan dalam

reaksi padatan, sehingga diperlukan melihat dinamika reaksi itu sendiri, maka dari itu dilakukan variasi keduanya. Pengaruh tersebut akan dapat dilihat pada besar-kecilnya ukuran partikel kristal dari produk KNN. Ukuran partikel kristal bahan merupakan salah satu parameter dalam menentukan kualitas bahan piezoelektrik.

METODOLOGI

Pada penelitian kali ini proses sintesa (KNN) dilakukan dengan metoda *solid state reaction* yang merupakan reaksi padatan diantara bahan-bahan dasar. Adapun parameter sintesa pada proses ini adalah penggerusan yang dapat mempengaruhi homogenisasi dan besar butiran, pemeletan berpengaruh pada jarak antar dan dan luas kontak antar partikel, sintering (suhu dan lama) untuk terjadi reaksi padatan.

Proses sintering adalah proses pemanasan dari butiran-butiran bahan dasar dengan suhu di bawah titik leleh dalam rentang waktu tertentu. Pada proses ini terjadi proses difusi antar masing-masing bahan dasar. Hal ini menimbulkan saling bermigrasi (difusi) antar atom-atomnya yang mengakibatkan terjadi reaksi kimia dari masing-masing bahan bahan dasar. Langkah-langkah terjadi proses difusi dan reaksi padatan dapat di-skemakan pada Gambar 1.

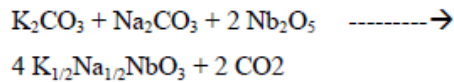


Gambar 1. skema pada proses sintering dalam skala mikroskopis.

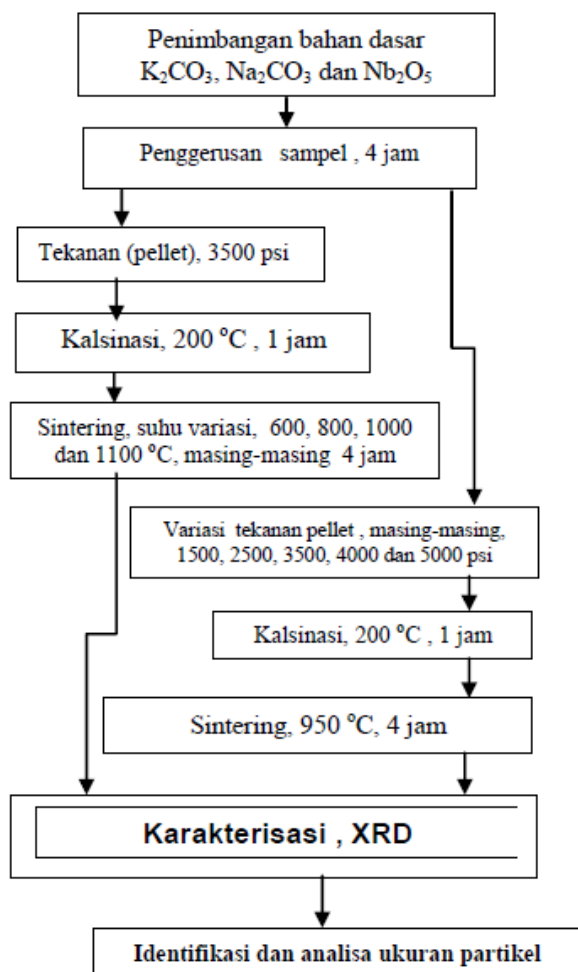
Gambar 1. Menerangkan bahwa ukuran butiran pereaksi semakin kecil, mengartikan luas kontak antar butiran semakin luas menjadikan titik *bonding* membesar, sehingga proses difusi akan semakin baik di saat suhu sintering diaplikasikan. Begitu juga rongga – rongga (pori) yang kosong akan dapat terisi dengan pengembangan hasil produk reaksi, sebagaimana terlihat pada gambar diatas.

Bahan-bahan dasar yang digunakan adalah: K_2CO_3 (puritas 99.998%, ABCR dan 99,5% Merck), Na_2CO_3 (puritas 99,5 %,

Merck) dan Nb_2O_5 (purity 99.998%, ABCR). Untuk mendapatkan optimalisasi dan pengaruh parameter sintesa kali ini dilakukan variasi suhu sintering dan tekanan pemeletan, sedangkan parameter penggerusan dan lama sintering dilakukan selama 4 jam. Sebelum proses sintering dilakukan juga kalsinasi 200 °C selama 1 jam yang dimaksudkan untuk menghilangkan bahan-bahan kontaminan selama persiapan sampel, seperti bahan-bahan organik yang dimungkin ada. Reaksi padatan adalah



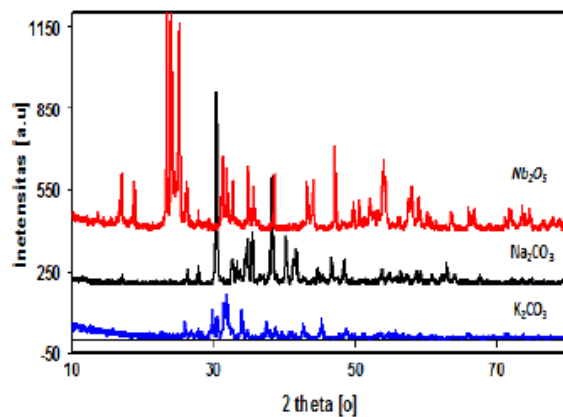
Langkah-langkah percobaan ditampilkan dalam *flowchart*, seperti terlihat pada Gambar 2, baik untuk variasi suhu sintering dengan tekanan tetap, maupun variasi tekanan pelet dengan suhu tetap. Hasil dari produk sintesa akan dievaluasi atau diidentifikasi keberhasilannya dengan analisa dari struktur yang terbentuk dengan mengkarakterisasi pola hamburan sinar-x dengan menggunakan alat difraksi sinar-x (XRD).



Gambar 2. Skema alur prosedur penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pola difraksi sinar-x antara intensitas dengan $2 \times$ sudut difraksi (2θ) untuk bahan-bahan dasar ditunjukkan pada gambar 3. Identifikasi bahan-bahan dasar diperlukan sekali dalam mengenali keberadaan bahan kontaminan dan juga sebagai pembanding dengan produk sintesa. Adapun 3 puncak tertinggi untuk bahan K_2CO_3 adalah $31,9^\circ$, $33,98^\circ$, $29,9^\circ$ dan telah dicocokkan dengan data-data pada tabel hanawalt bahan bernomor 16-0820. Berapa puncak dengan intensitas relatif kecil pada $2x$ sudut difraksi (2θ) $27,77^\circ$, $26,89^\circ$ dan $22,61^\circ$ adalah tidak dimiliki pada table hanawalt. Hal ini dimungkinkan adanya kontaminan yang sangat rendah.

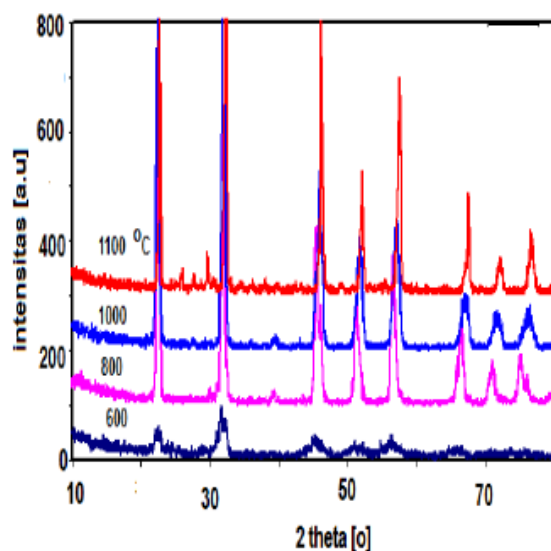


Gambar 3. Pola difraksi sinar-x dari bahan dasar K_2CO_3 , Na_2CO_3 dan Nb_2O_5

Dengan cara yang sama untuk bahan Na_2CO_3 dapat teridentifikasi pada tabel hanawalt bernomor 19-1130 dan 3 puncak tertingginya adalah $30,46^\circ$, $38,281^\circ$, $35,539^\circ$, sedangkan bahan Nb_2O_5 dengan nomor tabel hanawalt 37-1468 dan 3 puncak tertingginya $24,12^\circ$, $23,44^\circ$, $25,18^\circ$. Adapun puncak-puncak utamanya dapat dilihat pada Gambar 3, sedangkan keberadaan puncak kontaminan dari Na_2CO_3 dan Nb_2O_5 tidak teridentifikasi secara jelas atau sangat kecil. Hal ini mengartikan ketiga bahan cukup baik digunakan sebagai bahan dasar.

Untuk melihat pengaruh suhu yang bervariasi terhadap proses sintesa dilakukan penekanan pelet setiap sampel 3500 psi (tetap) dan bahan K_2CO_3 yang digunakan berasal dari merek ABCR. Adapun suhu-suhu sintering bagi masing-masing sampe adalah

600, 800, 1000 dan 1100 °C selama 4 jam. Hasil karakterisasi dari produk sintesa ini dapat dilihat pada gambar 4. Pola difraksi yang dihasilkan menampilkan puncak-puncak yang berbeda dengan pola bahan dasar (dibandingkan dengan gambar 3). Hal ini menunjukkan bahwa telah terjadi reaksi padatan dengan bertransformasi menjadi fasa baru. Sebagai identifikasinya atau perbandingan, adalah ketidakberadaan puncak-puncak tertinggi bagi masing-masing bahan dasar, seperti K_2CO_3 , dengan $2\theta=31,9^\circ$, Na_2CO_3 dengan $30,46^\circ$ dan Nb_2O_5 dengan $24,12^\circ$. Adapun puncak pada sudut $31,74^\circ$ sebagai puncak tertinggi dari produk sintesa sangat berdekatan dengan puncak-puncak untuk K_2CO_3 dan Na_2CO_3 , akan tetapi tidak ditunjang dari kemunculan puncak-puncak kedua tertingginya ($33,98^\circ$ untuk K_2CO_3 dan $38,281^\circ$ untuk Na_2CO_3). Begitu juga keberadaan puncak tertinggi bahan dasar Nb_2O_5 tidak teridentifikasi, disamping itu juga posisinya berjauhan dengan puncak-puncak produk sintesa.



Gambar 4. Pola difraksi produk sintesa dengan berbagai variasi suhu sintering (600, 800, 1000, 1100 °C)

Dengan ketidakberadaan puncak-puncak bahan-bahan dasar ini, maka hampir seluruh bahan dasar mengindikasikan bereaksi dengan baik menjadi produk sintesa baru. Puncak-puncak produk sintesa diantaranya adalah $22,34^\circ$, $31,78^\circ$, $46,28^\circ$, $52,28^\circ$, $57,77^\circ$, $67,7^\circ$, $75,26^\circ$,

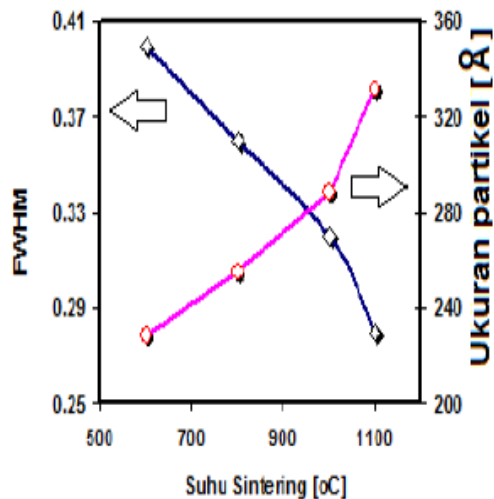
$76,14^\circ$. Pola difraksi ini identik dengan sintesa KNN yang dilakukan oleh Tao Chu dengan menggunakan metoda TSSG (top-seeded solution growth (TSSG) method [12] dan juga terhadap pengembangan KNN oleh Meng, H.Q [13] dan Rubio-Marcos [14]. Sehingga proses sintesa dengan metoda solid state reaction ini telah menghasilkan produk KNN.

Intensitas setiap puncak semakin bertambah dengan mengvariasikan suhu sintering yang semakin naik. Hal ini berkorelasi juga dengan Full Width Half Maximum (FWHM) menjadi mengecil. *Profile* puncak sekitar sudut $22,34^\circ$ menunjukkan relatif simetris, sehingga dapat digunakan untuk mengukur FWHM.

Pengukuran FWHM dari puncak setiap sampel dikoreksi dengan koreksian alat (PTSBM-BATAN), sebagaimana dilakukan oleh Engkir S [15]. Pengukuran FWHM untuk setiap sampel dengan variasi suhu sintering dapat dilihat pada gambar 5. Besaran FWHM semakin menurun bilamana suhu sintering dinaikkan. Penurunan FWHM lebih tajam terjadi pada suhu antara 1000 sampai dengan 1000°C .

Besaran FWHM pada setiap puncak berkorelasi dengan ukuran besaran partikel kristal yang memiliki orientasi kristal sama. Sebagaimana diterangkan oleh Engkir bahwa besaran partikel direpresentasikan menjadi 3 bentuk yakni ukuran partikel, partikel kristal dan kristalit. Dimana ukuran partikel dapat dimungkinkan terdiri dari beberapa ukuran partikel kristal, sedangkan ukuran kristalit merupakan representasi dari satu besaran kristal [15]. Selanjutnya dan untuk lebih praktisnya besaran ukuran partikel kristal dilabelkan menjadi ukuran partikel.

FWHM dari masing-masing sampel dapat mengidentikan dari besaran ukuran partikel dari produk sintesa.



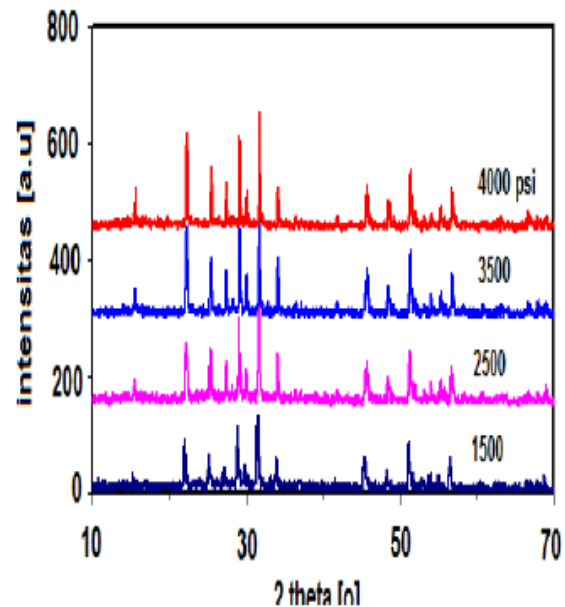
Gambar 5. Perubahan FWHM dan ukuran partikel terhadap variasi suhu sintering

Kalkulasi ukuran partikel itu sendiri direpresentasikan dari melalui persamaan $t = \lambda / B \cos \phi$ [16], dimana t ukuran besar partikel, B adalah FWHM dan ϕ adalah sudut puncak hamburan. Semakin bertambah suhu menunjukkan ukuran partikel semakin membesar, sebagaimana terlihat pada Gambar 5.

Hal ini mengartikan reaksi padatan semakin cepat terjadi di interface antar butiran bahan dasar bilamana suhu dinaikkan, sehingga membuat partikel lebih besar. Pembrebaran ukuran partikel terjadi yakni dari 228 sampai dengan 333 Angstrom (22,8 - 33,3 nm). Kenaikan ukuran partikel lebih tajam terjadi pada perubahan suhu sintering dari 1000 sampai 1100 °C Dengan kata lain pengaruh kenaikan suhu sintering tinggi (1000 sampai dengan 1100 oC) dengan tekanan tetap menunjukkan pembesaran ukuran partikel semakin cepat.

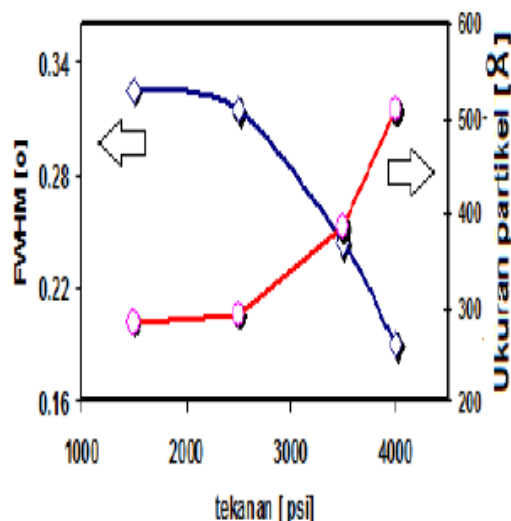
Untuk melihat pengaruh perubahan tekanan pada proses sintesa telah dilakukan pemanasan dengan suhu sintering konstan 950°C selama 4 jam. Tekanan pelet itu sendiri divariasikan dengan berbagai nilai, antara lain 1500, 2500, 3500, dan 4000 psii (masing-masing sampel). Tekanan yang berubah, setiap sampel berkontribusi pada luas kontak permukaan antar butiran bahan dasar. Sehingga dimungkinkan proses difusi antar

partikel bahan semakin bertambah, jika tekanan bertambah. Adapun salah satu bahan dasarnya K_2CO_3 diganti menggunakan Merck (99,5%). Pada Gambar 6. menunjukkan pola difraksi produk sintesa bahan dengan berbagai perubahan tekanan dari setiap sampel.



Gambar 6. Pola difraksi produk sintesa dengan berbagai variasi tekanan pellet (1500,2500,3500 dan 4000 psi).

Pada tekanan rendah 1500 psi, reaksi padatan telah mulai terjadi dengan mengindikasikan ketidak beradaan puncak bahan dasar disertai adanya puncak-puncak utama, sama dengan puncak KNN (sama dengan proses perubahan suhu sintering), sebagaimana ditunjukkan pada gambar 6. Semakin dinaikkan tekanan pelet dari 1500 sampai dengan 4000 psi, pola difraksi produk sintesa tidak berubah banyak, begitu juga puncak-puncak kontaminan tidak teridentifikasi. Intensitas setiap puncak semakin bertambah dengan tekanan pelet bertambah.



Gambar 7. Perubahan FWHM dan ukuran partikel terhadap variasi tekanan pelet.

Gambar 7 menunjukkan nilai FWHM dan ukuran partikel terhadap perubahan tekanan sampel. Nilai FWHM diambil pada puncak simetris 2 x sudut difraksinya sekitar 22.34. Penghitungan FWHM dan ukuran partikel dari bidang pantul tersebut mengikuti cara yang sama dengan yang di atas. Pengurangan FWHM lebih landai terjadi pada penambahan tekanan pelet dari 1500 ke 2500 psi, akan tetapi lebih tajam pengurangannya jika tekanan pelet berubah dari 2500 sampai 4000 psi. Hal ini mengartikan ukuran partikel lebih sensitif kenaikannya pada tekanan tinggi. Rentang ukuran partikel dalam penelitian kali ini adalah dari 283 sampai dengan 510 Å (28,3 – 51 nm).

Baik masing-masing variasi kenaikan suhu maupun tekanan pelet menunjukkan setiap puncak bidang tertentu bergeser ke sebelah kanan (sudut difraksi membesar). Hal ini mengartikan jarak antar bidang juga ikut mengecil, $d = \lambda / 2 \sin \phi$, dimana λ panjang gelombang sinar x, ϕ sudut difraksi, sehingga berkontribusi juga dengan parameter kisi kristal yang semakin kecil.

KESIMPULAN

Reaksi padatan dengan metoda *solid state reaction* untuk mendapatkan produk KNN telah terjadi pada tekanan 3500 psi (tetap), penggerusan 4 jam, kalsinasi 200 oC selama 1 jam dengan variasi suhu sintering 600 sampai dengan 1100 °C selama 4 jam, begitu juga untuk suhu sintering 950 °C (konstan) selama 4 jam dengan variasi tekanan dari 1500 sampai dengan 4000 psi. Pengaruh suhu sintering terhadap ukuran partikel lebih sensitif terjadi pada 1000 sampai dengan 1100 °C dan, begitu juga pada tekanan pelet dari 2500 sampai dengan 4000 psi. Ukuran partikel maksimum diperoleh sebesar 510 Angstrom atau 51,0 nm, sedangkan minimum pada 228 Angstrom atau 22,8 nm.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Xi Chen, Shiyong Xu, Nan Yao, and Yong Shi, 1.6 V Nanogenerator for Mechanical Energy Harvesting Using PZT Nanofibers Nano Lett. , American Chemical Society, 10, 2133–2137, 2010.
- [2] Qifa Zhou,* Sienting Lau, Dawei Wu, and K. Kirk Shung, Piezoelectric films for high frequency ultrasonic transducers in biomedical applications, Progress in Materials Science, Volume 56, Issue 2, Pages 139–174 , February 2011.
- [3] L. Egerton and D. M. Dillon, "Piezoelectric and Dielectric Properties of Ceramics in the System Potassium–Sodium Niobate", J. Am. Ceram. Soc. 42, 438-442, 1959.
- [4] M. Matsubara, T. Yamaguchi, W. Sakamoto, K. Kikuta, T. Yogo and S. Hirano, "Processing and Piezoelectric Properties of Lead-Free (K,Na) (NbTa)O3 Ceramics", J. Am. Ceram. Soc. 88, 1190-1196, 2005..

- [5]. Simin Yin, Yihan Zhu, Zhaohui Ren, Chunying Chao, Xiang Li, Xiao Wei, Ge Shen, Yu Han and Gaorong Han, Facile synthesis of PbTiO_3 truncated octahedra *via* solid-state reaction and their application in low-temperature CO oxidation by loading Pt nanoparticles, *Journal of Materials Chemistry A Issue* 24, 2014
- [6] Kolthoum Ismail, Synthesis and Characterization of BaTiO_3 Ferroelectric Material, Metallurgical Engineering faculty of Engineering, Cairo University Giza, Egypt, Thesis 2011.
- [7] Syahfandi Ahda, Mardiyanto dan Alimin Mahyudin, Aplikasi Metoda Molten Salt untuk Sintesis Bahan Piezoelektrik $\text{Bi}_{0,5}(\text{Na}_{0,75}\text{K}_{0,25})_0,5\text{TiO}_3$, *Jurnal SainsMateri Indonesia, Vol. 14, No. 4, hal : 284 – 289, Juli 2013*
- [8] Toshiko Tani, Crystalline-oriented Piezoelectric Bulk Ceramics with a Perovskite-type structure, Korean Physical Society, Korea, 1998.
- [9]. Van-Quyet Nguyen, Hyoung-Su Han, Han-Bok Lee, Jong Il Yoon, Kyoung Kwan Ahn and Jae-Shin Lee., *journal of Ceramic Processing Research. Vol. 13, Special. 2, pp. s282~s285, 2012.*
- [10] Anirban Chowdhury, Jonathan Bould, Yifan Zhang, Craig James and Steven J. Milne, "Nano-powders of $\text{Na}_{0,5}\text{K}_{0,5}\text{NbO}_3$ made by a sol-gel method", *J. Nanopart. Res.* DOI 10.1007/s11051-009-9595-0.
- [11] Christian Pithan, Yosuke Shiratori, Jürgen Dornseiffer, Franz-Hubert Haegel, Arnaud Magrez and Rainer Waser, "Microemulsion mediated synthesis of nanocrystalline $(\text{K}_x\text{Na}_{1-x})\text{NbO}_3$ powders", *J. Crystal Growth*, 280, 191-200, 2005.
- [12] Tao Chu 1, Chao He 1, Hamel Tailor 2 and Xifa Long, Preparation and Characterization of Lead-Free $(\text{K}_{0,5}\text{Na}_{0,5})\text{NbO}_3\text{-LiNbO}_3$ and $(\text{K}_{0,5}\text{Na}_{0,5})\text{NbO}_3\text{-LiTaO}_3$ Ferroelectric Single Crystals, *Crystals* 4, 296-305, ISSN 2073-4352, 2014.
- [13] Meng, H.Q.; Yang, Y.; Wang, Y.P.; Wan, D.D.; Li, Q.; Cheng, Y. Alkaline earth elements modified lead-free $0.96(\text{K}_{0,5}\text{Na}_{0,5})\text{NbO}_3\text{-}0.04\text{LiTaO}_3$ ceramics. *Ferroelectrics* 2010, 404, 105–111
- [14]. Rubio-Marcos, F.; Ochoa, P.; Fernandez, J.F. Sintering and properties of lead-free $(\text{K,Na,Li})(\text{Nb,Ta,Sb})\text{O}_3$ ceramics. *J. Eur. Ceram. Soc.*, 27, 4125–4129. 2007.
- [15] EngkirSukirman and Yosef Sarwanto, X-Rays Diffraction Study on the Iron nanopartices prepared by Two Step Milling, *Jurnal Sains Materi Indonesia Vol. 15, No. 2, hal. 67-73, Januari 2014*
- [16]. Bob He, Particle Size Analysis by Two-dimensional XRD, Bruker, 2009.

TANYA JAWAB

Prayitno

- Terangkan mekanisme reaksi yang terjadi ?
- Jelaskan mekanisme reaksi yang terjadi ?

Syahfandi Ahda

- Mekanisme reaksi didahului dengan proses difusi antar bahan dasar. Proses difusi akan dipengaruhi dominan oleh tekanan dan suhu sintering. Dengan proses difusi inilah terjadi reaksi kimia. Jika butiran lebih kecil artinya luas butiran antar butiran semakin luas dengan

tekanan tertentu, maka terjadi proses difusi yang lebih cepat. Begitu juga maka sintering yang tinggi dapat mendorong proses difusi lebih cepat.

- Dalam proses ini, reaksi diawali dengan proses difusi antar batuan-batuan dasar. Proses difusi dipicu oleh luas kontak antar partikel batuan dasar dan tekanan pada suhu sintering.

Sugik Sugiantoro

- Apakah hubungan ukuran partikel dengan sifat termal pada proses sintesa pada percobaan ini?
- Secara kristalografi, bagaimana hubungan suhu Curie terhadap dinamika kristalnya?

Syahfandi Ahda

- Besaran partikel semakin membesar dengan suhu sintering dinaikkan terlihat pada percobaan kali ini. Hal ini mendukung bahwa proses difusi antar bahan dasar semakin cepat dan lintasan difusi semakin jauh/besar, sehingga ukuran partikel dari hasil reaksi difusi juga semakin membesar. Dinamika sifat termal bahan piezoelektrik akan terkait dari sifat fisis/kristal bahan. Perubahan

sistem kristal akan membuat sifat termal berubah.

- Suhu Curie terjadi, bilamana bahan piezoelektrik bertransisi/ berubah dari sifat piezoelektrik ke paraelektrik. Hubungan bentuk kristal dengan sifat piezoelektrik adalah sistem kristalnya tidak berbentuk simetris (menimbulkan dipol listrik), sedangkan paraelektrik adalah berbentuk simetris (tidak menimbulkan dipol listrik).

Indra Gunawan

- Dari pengalaman Bapak, yang manakah proses sintesa yang cukup baik selama ini dari sekian penelitian bahan piezoelektrik?

Syahfandi Ahda

- Proses-proses sintesa yang selama ini pernah dilakukan adalah dengan metoda sol gel, hidrotermal, molten salt dan solid state reaction. Dari analisa kristalografi dengan menggunakan XRD, proses sintesa solid state reaction menunjukkan yang terbaik.