

ISSN 0216-3128

**PROSIDING**  
**PERTEMUAN DAN PRESENTASI ILMIAH**  
**PENELITIAN DASAR ILMU PENGETAHUAN**  
**DAN TEKNOLOGI NUKLIR**

Yogyakarta, 24 Juli 2018



Diterbitkan oleh

**Pusat Sains dan Teknologi Akselerator**  
**BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL**

Jl. Babarsari Kotak Pos 6101 ykbb 55281, Telp. (0274) 488435, 484436

Fax. (0274) 489762, e-mail:psta@batan.go.id

Website : [www.batan.go.id/psta](http://www.batan.go.id/psta)  
YOGYAKARTA-INDONESIA

## **Editor/Penilai**

### **PSTA-BATAN**

Ir. Prayitno, MT  
Prof. Drs.Darsono, M.Sc.  
Prof. Ir. Syarip  
Prof. Drs. Samin  
Prof. Dr.rer.nat Trimardji Atmono  
Dr. Susilo Widodo  
Ir. Herry Poernomo, MT  
Drs. BA. Tjipto Sujitno, MT  
Ir. Gede Sutresna W., M.Eng.  
Drs. Djoko Slamet Pujoraharjo  
Dra. Elizabeth Supriyatni, M.Sc.App  
Drs. Silakhuddin, M.Si  
Suyanti, S.ST  
Jumari, S.ST.  
Rany Saptaaji, ST  
Saminto, ST  
Tri Handini, SST

### **BBKKP-DEPERINDAG**

Ir. Dwi Wahini Nurhayati, M.Eng

### **UGM**

Prof. Dr. Kusminarto

### **Prosiding**

Fajar Sidik P, Badiwiyanana, R Sudibyo

## KATA PENGANTAR

**P**uji Syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas kasih dan karuniaNya sehingga kami dapat menyelesaikan dan menerbitkan Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Nasional Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir Dasar dan Terapan tahun 2018 dengan mengambil tema:

**“SINERGI PUSAT UNGGULAN DALAM RANGKA PENINGKATAN KAPASITAS DISEMINASI IPTEK NUKLIR”.**

Penerbitan prosiding ini merupakan dokumentasi karya ilmiah para peneliti, akademisi dan praktisi dari berbagai disiplin ilmu yang berkaitan dengan sains dan teknologi nuklir dalam mendukung era industrialisasi, dan telah dipresentasikan pada tanggal 24 Juli 2018 di PSTA BATAN Yogyakarta. Pertemuan dan presentasi ilmiah ini diselenggarakan yang ke XXXII, dan merupakan kegiatan rutin tahunan di PSTA-BATAN dengan tujuan untuk mengetahui perkembangan aktivitas penelitian yang telah dicapai oleh para peneliti

Pembukaan Pertemuan dan Presentasi Ilmiah ini dilakukan oleh Kepala Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) Bapak Prof. Dr. Djarot Sulistio Wisnubroto dan dilanjutkan dengan Ceramah Umum I Oleh Bapak Hadi Sundoyo, M.B.A (PT. Timah Indonesia) dengan judul SINERGI TERKAIT TEKNOEKONMI BISNIS ANTARA INDUSTRI DENGAN LEMBAGA RISET PADA LOGAM TANAH JARANG, dilanjutkan dengan Ceramah Umum II Oleh Dr. Ir. Agus Hadi Santosa Wargadipura, M.Sc (Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi - BPPT) dengan judul INOVASI IMPLAN TULANG BIOMETALIK SS316L BERBASIS SUMBER DAYA LOKAL .

Di dalam buku prosiding ini berisi karya tulis ilmiah yang telah dipresentasikan dalam Seminar Nasional Iptek Nuklir Dasar dan Terapan sebanyak 73 makalah yang disampaikan dalam sidang oral dan paralel. Karya tulis ilmiah tersebut berasal dari BATAN (56), UGM (2), UNY (2), ITS (1), UNS (4), POLTEKES KEMENKES (1), UNAS (3), UNIVERSITAS AISYIYAH (2), BALAI KERAJINAN DAN BATIK (1) dan PT. INUKI (1). Prosiding ini telah melalui proses penilaian dan editing oleh dewan editor/penilai karya tulis ilmiah serta dilengkapi dengan diskusi dan tanya jawab pada saat seminar berlangsung.

Semoga penerbitan prosiding ini dapat bermanfaat sebagai bahan acuan ilmiah untuk lebih memacu dan mengembangkan penelitian dan pengembangan di masa yang akan datang. Kepada semua pihak yang telah ikut membantu penerbitan prosiding ini kami ucapkan terima kasih.

Yogyakarta, Oktober 2018

Editor

**SAMBUTAN  
PLT KEPALA PUSAT SAINS DAN TEKNOLOGI  
AKSELERATOR - BATAN**


Dengan mengucapkan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, kami sampaikan terima kasih kepada Tim Editor dan semua pihak yang terlibat dalam penyelesaian dan penerbitan prosiding ini. Prosiding ini merupakan dokumentasi karya ilmiah para peneliti yang telah dipresentasikan pada tanggal 24 Juli 2018 dengan tema "**SINERGI PUSAT UNGGULAN DALAM RANGKA PENINGKATAN KAPASITAS DISEMINASI IPTEK NUKLIR**". Prosiding ini melibatkan berbagai disiplin ilmu, yang berkaitan dengan penelitian dasar dan terapan ilmu pengetahuan dan teknologi nuklir. Di dalam prosiding ini dapat diketahui beberapa permasalahan yang mencakup kemajuan dan perkembangan litbang ilmu pengetahuan dan teknologi nuklir, yang telah diupayakan oleh para peneliti di dalam lingkungan BATAN sendiri yaitu di Pusat Sains dan Teknologi Akselerator, maupun dari luar BATAN.

Hasil penelitian dalam prosiding ini diharapkan dapat menjadi salah satu basis terwujudnya sinergi antara sesama pusat unggulan, peneliti, akademisi, maupun dengan kalangan praktisi dan industri. Sinergi tersebut merupakan sarana mewujudkan produk dengan kandungan lokal optimal yang mempunyai daya saing serta meningkatkan kapasitas diseminasi ilmu pengetahuan di bidang nuklir.

Akhirnya kami berharap, semoga prosiding ini menjadi acuan ilmiah yang bermanfaat bagi berbagai pihak yang berkepentingan dan yang memerlukan, dengan demikian dapat lebih mendalami dan mengembangkannya, demi berhasilnya pembangunan nasional di bidang Iptek nuklir untuk kesejahteraan bangsa dan negara Indonesia.



Yogyakarta, 03 Oktober 2018

  
Ir. Puradwi Ismu Wahyono, DEA

---

**DAFTAR ISI**

<b>HALAMAN SAMPUL</b>	i
<b>EDITOR</b>	ii
<b>PENGANTAR EDITOR</b>	iii
<b>SAMBUTAN PLT KEPALA PSTA-BATAN</b>	iv
<b>DAFTAR ISI</b>	v – xii
<b>CERAMAH UMUM 1</b>	
SINERGI TERKAIT TEKNOEKONMI BISNIS ANTARA INDUSTRI DENGAN LEMBAGA RISET PADA LOGAM TANAH JARANG	xiii - xx
<i>Hadi Sundoyo</i>	
<b>CERAMAH UMUM 2</b>	
INOVASI IMPLAN TULANG BIOMETALIK SS316L BERBASIS SUMBER DAYA LOKAL	xxi - xlvi
<i>Agus Hadi Santosa Wargadipura</i>	
OPTIMASI SISTEM GRID PLASMA EMITTER SUMBER ELEKTRON KATODA PLASMA	1 - 4
<i>Ihwanul Aziz, Vika Arwida Fanita Sari</i>	
UJI FUNGSI DETEKTOR FISSION CHAMBER UNTUK SISTEM INSTRUMENTASI REAKTOR SAMOP	5 - 8
<i>Dewita, Wantono, Jani Budi Setiawan</i>	
STUDI PENERAPAN SISTEM MANAJEMEN KEAMANAN DI KAWASAN NUKLIR YOGYAKARTA SESUAI SB 009-BATAN: 2010	9 - 16
<i>Munadi, Ratmi Herlani, Basuki, Edi Purwanta</i>	
PEMBUATAN SISTEM KENDALI MANUAL PENGGERAK BATANG PENGAMAN PADA REAKTOR SAMOP BERBASIS MIKROKONTROLER.	17 - 22
<i>Moch. Rosyid</i>	
RANCANGBANGUN SISTEM INSTRUMENTASI DAN KENDALI CATU DAYA KATODA SUMBER ION PADA SIKLOTRON DECY-13	23- 30
<i>Saminto, Anang S, Eko Priyono, Kurnia W.</i>	
RANCANGAN PERANGKAT SISTEM PERINGATAN DINI REAKTOR TRIGA-2000 BAHAN BAKAR TIPE PELAT PSTNT-BATAN BANDUNG	31 - 38
<i>Eko Priyono, Saminto dan Anang Susanto</i>	

PENGEMBANGAN SURVEY METER DIGITAL MODEL SMD-02 BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA 8	39 - 44
<i>Jumari, Nurhidayat Supriyanto, Heryuli Aditesna</i>	
PERHITUNGAN PERISAI RADIASI MESIN BERKAS ELEKTRON 350 keV/10 mA YANG MEMENUHI PERATURAN KEPALA BAPETEN No. 4 TAHUN 2013	45 - 50
<i>Rany Saptaaaji, Sutadi, Elin Nuraini</i>	
RANCANGAN PANEL DISTRIBUSI DAYA LISTRIK UNTUK SIKLOTRON DECY 13	51 - 58
<i>Anang Susanto, Saminto, Eko Priyono</i>	
PENENTUAN BEBAN INDENTOR IDEAL MICRO VICKERS HARDNESS TESTER MATSUZAWA MMT-X7	59 - 62
<i>Vika Arwida Fanita S, Ihwanul Aziz</i>	
PERHITUNGAN <i>YIELD</i> NEUTRON PADA PRODUKSI 18F SIKLOTRON DECY-13	63 - 66
<i>Suharni dan Silakhuddin</i>	
PENGARUH GAS ARGON DAN HELIUM TERHADAP KEKERASAN DAN KONSUMSI DAYA LISTRIK PADA PELAPISAN DIAMOND LIKE CARBON	67 - 72
<i>Suprpto, Tjipto Sujitno, Ihwanul Aziz dan Wiwien Andriyanti</i>	
PEMBUATAN PERANGKAT LUNAK REKONSTRUKSI CITRA UNTUK KOMPUTASI TOMOGRAFI SINAR-X	73 - 80
<i>Andeka Tris Susanto, Kristedjo Kurnianto, Demon Handoyo, Fitri Suryaningsih</i>	
KONSENTRASI RADON DI RUMAH PENDUDUK DI WILAYAH KALIMANTAN BARAT	81 - 88
<i>Wahyudi, Kusdiana, Muji Wiyono, Dadong Iskandar</i>	
KARAKTERISTIK BERKAS FOTON 6 MV PESAWAT PEMERCEPAT LINIER MEDIK SHINVA	89 - 94
<i>Assef Firmando Firmansyah, Sri Inang Sunaryati</i>	
MODIFIKASI PANEL KONTROL SISTEM POMPA PENDINGIN PRIMER RSG-GAS UNTUK MENINGKATKAN KEANDALANNYA	95 - 104
<i>Kiswanto, Nugroho Luhur</i>	
ANALISIS RESPON KOMPONEN BIAYA POKOK PRODUKSI LISTRIK TERHADAP KETERLAMBATAN WAKTU KONSTRUKSI PLTN	105 - 114
<i>Rizki Firmansyah Setya Budi, Nuryanti</i>	
PERANCANGAN SISTEM AKUISISI DAN KENDALI GENERATOR RF SIKLOTRON DECY-13	115 - 118
<i>Fajar Sidik P, Agus Dwi A dan Agus Wijayanto</i>	
RANCANG BANGUN PENANGKAP CITRA DIGITAL RADIOGRAFI DAN CT SINAR-X MENGGUNAKAN KAMERA RASPBERRY PI	119 - 124
<i>Fitri Suryaningsih, Demon Handoyo, Dian F Atmoko</i>	

---

PENGARUH IMPLANTASI ION NITROGEN PADA ALUMINIUM TERHADAP PENINGKATAN KEKERASAN PERMUKAAN <i>Muhammad Aziz Aljabbar, Dwi Priyantoro, Tjipto Sujitno</i>	125 - 128
ANALISA LOAD CELL SEBAGAI SENSOR UNTUK PENIMBANG <i>Totok Dermawan, Sukarsono, Endah Putri Handayani</i>	129 - 132
KONSTRUKSI DAN UJI FUNGSI PENGATUR TEGANGAN PADA PERANGKAT CENTRIFUGE GL <i>Triyono, Sudibyo</i>	133 - 138
RANCANG BANGUN PANEL INSTRUMEN PADA MINI PILOT REAKTOR TANGKI BERPENGADUK <i>Triyono</i>	139 - 146
RANCANG BANGUN MONITOR RADIASI RUANG PENYIMPANAN KAMERA GAMMA BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA32 <i>Isti Dian Rachmawati, Adi Abimanyu</i>	147 - 156
PEMBUATAN KONSENTRAT ITRIMUM SEBAGAI UMPAN EKSTRAKSI <i>Tri Handini, Wahyu Rachmi P, Harry Supriadi</i>	157 - 160
REVITALISASI SISTEM MEKANIK DAN ELEKTRIK PADA UNIT PELINDIAN AIR <i>Sudaryadi, Sajima</i>	161 - 164
PENGAMBILAN SILIKAT DARI LEBURAN KONSENTRAT ZIRKON MENGGUNAKAN REAKTOR TANGKI BERPENGADUK PILOT PLANT <i>Sajima, Sudaryadi</i>	165 - 170
PEMISAHAN LANTANUM, CERIUM DAN NEODIMIUM MELALUI DEKOMPOSISI TERMAL DAN <i>LEACHING</i> MEMAKAI HNO <sub>3</sub> ENCER <i>MV Purwani, Triyono, Suprihati, R Sudibyo dan Suyanti</i>	171 - 178
TINGKAT RADIOAKTIVITAS DAN FAKTOR TRANSFER TANAH KE TANAMAN RADIONUKLIDA ALAM DARI DAERAH SEKITAR PLTU TUBAN <i>Sukirno, Sri Murniasih</i>	179 - 184
FAKTOR PENGKAYAAN <i>TRACE ELEMENTS</i> DI DALAM <i>FLY ASH</i> DAN <i>BOTTOM ASH</i> SEBAGAI DAMPAK PEMBAKARAN BATUBARA <i>Sri Murniasih dan Sukirno</i>	185 - 190
APLIKASI NEUTRON EPITHERMAL UNTUK ANALISIS <i>TRACE ELEMENTS</i> PADA SAMPEL BIOLOGIS <i>Sri Murniasih dan Sukirno</i>	191 - 196
SISTEM AKUISISI DATA SUMBER DAYA MAGNET MPS 8500 DAN KARAKTERISASINYA UNTUK PENGOPERASIAN SIKLOTRON DECY-13 <i>Fajar Sidik P dan Suharni</i>	197 - 202

---

KAJIAN TUGAS DAN TANGGUNG JAWAB FISIKAWAN MEDIK DI RUMAH SAKIT <i>Suzie Darmawati</i>	203 - 208
KOMPARASI PENENTUAN NILAI PEMBASTAS DOSIS ANTARA METODE QUARTILISASI DOSIS MAKSIMUM DENGAN METODE DISTRIBUSI FREKUENSI PADA ZONA QUARTIL ATAS <i>Suhaedi Muhammad</i>	209 - 214
PENENTUAN NILAI TEBAL PARO PENAHAN RADIASI BETATRON 7 MeV <i>Djoli Soembogo</i>	215 - 220
ANALISIS KELAYAKAN FINANSIAL: IMPLEMENTASI PROYEK PLTN TEKNOLOGI APR-1400 DI INDONESIA <i>Nuryanti, Elok Satiti Amitayani, Rizki Firmansyah Setya Budi</i>	221- 228
PENENTUAN LUARAN BERKAS ELEKTRONENERGI NOMINAL 4, 6, 9, 12, DAN 15 MeV DARI PESAWAT PEMERCEPAT LINIER MEDIK VARIAN MENGGUNAKAN DUA BUAH FANTOM AIR <i>Assef Firnando Firmansyah</i>	229 - 232
PERHITUNGAN REAKTIVITAS LEBIH ( <i>EXCESS REACTIVITY</i> ) PADA TERAS PENUH REAKTOR TRIGA 2000 BANDUNG BERBAHAN BAKAR PELAT <i>Iza Shafera Hardiyanti, Riyatun, Suharyana, Azizul Khakim</i>	233 - 236
ANALISIS DAN VERIFIKASI KOMPUTASIONAL REAKTIVITAS LEBIH TERAS DAN REAKTIVITAS MARGIN PADAM TERAS REAKTOR KARTINI <i>Umar Sahiful Hidayat, Alexander Agung, Andang Widi Harto</i>	237 - 244
PENGEMBANGAN VIRTUAL AKSELERATOR SISTEM MAGNET <i>DEVELOPMENT OF EXPERIMENTAL CYCLOTRON</i> YOGYAKARTA-13 MEV (DECY-13) BERBASIS ANDROID <i>Adyapaka Cestaprabha, Adi Abimanyu, Joko Sunardi, Agus Dwiatmaja</i>	245 - 250
SIFAT OPTIK LAPISAN TIPIS <i>TITANIUM NITRIDE</i> TiN HASIL DEPOSISI <i>SPUTTERING</i> DC <i>Nurfitriyana Ramadhani Isnuwati, Ariswan, Ihwanul Aziz, Tjipto Sujitno</i>	251 - 254
MODIFIKASI KARAKTERISTIK MATERIAL REM CAKRAM DENGAN MENGGUNAKAN IMPLANTASI ION NITROGEN <i>Ahmad Zainuri,, Tjipto Sujitno, Bangun Pribadi</i>	255 - 260
PENENTUAN <i>BAND GAP</i> DAN KONDUKTIVITAS BAHAN SEMIKONDUKTOR LAPISAN TIPIS Sn(S <sub>0,8</sub> Te <sub>0,2</sub> ) DAN Sn(S <sub>0,6</sub> Te <sub>0,4</sub> ) HASIL PREPARASI DENGAN TEKNIK EVAPORASI TERMAL <i>Tyas Puspitaningrum, Tjipto Sujitno, Ariswan</i>	261 - 266
SIMULASI PERHITUNGAN SHUTDOWN MARGIN REAKTOR KARTINI YANG DIHUBUNGGAN DENGAN FASILITAS SAMOP MENGGUNAKAN MCNP6 <i>Nindya DyahAyu Anggraini, Suharyana, Riyatun, Azizul Khakim</i>	267 - 272



---

EFEKTIFITAS DIVERSIFIKASI BAHAN DINDING PERISAI RADIASI MENGGUNAKAN BETON RINGAN (HEBEL) YANG DILAPISI TIMAH HITAM (PB)	273 - 280
<i>Sri Mulyati, Siti Daryati, Ardi Soesilo Wibowo</i>	
IDENTIFIKASI KETERDAPATAN THORIUM DI DAERAH PANGKAL PINANG DAN SEKITARNYA, PROPINSI BANGKA BELITUNG	281 - 288
<i>Ngadenin, F. D. Indrastomo, Widodo</i>	
KARAKTERISASI ADSORBEN MAGNESIUM-ALUMINIUM-EDTA HYDROTALCITE MENGGUNAKAN INSTRUMEN X-RAY DIFFRACTION (XRD) DAN FOURIER-TRANSFORM INFRARED SPECTROSCOPY (FTIR)	289 - 294
<i>Titin Aryani, Roto, Mudasir</i>	
KANDUNGAN NUTRISI BERAS HITAM ( <i>ORYZA SATIVA</i> L.) HASIL PEMULIAAN TANAMAN DENGAN SINAR GAMMA $^{60}\text{Co}$	295 - 298
<i>Naila Wahyu Istanti, Raudya Ajeng Nabila, Shanti Listyawati, Sutarno</i>	
PREPARASI URANIL NITRAT UNTUK BAHAN BAKAR REAKTOR SAMOP DAN PROSES PEMISAHAN ISOTOP $^{99}\text{Mo}$	299 - 302
<i>Donny Kurniaji, Nurcholis, Endang Susiantini</i>	
UPTAKE RADIOAKTIVITAS $\text{TC}^{99\text{M}}$ MDP PADA DAERAH LUTUT DAN SACROILLIAC JOINTS DARI PASIEN KANKER PROSTAT YANG DILAKUKAN PEMERIKSAAN BONE SCAN	303 - 312
<i>Jhon Hadearon Saragih, Rozi Irhas, Fadil Nazir, Budi Santoso</i>	
AKLIMATISASI TANAMAN LEMNA MINOR DAN AZOLLA MICROPHYLLA TERHADAP LINDI TPA PIYUNGAN PADA TAHAP AWAL FITOREMEDIASI	313 - 318
<i>Nurmalinda, Ahmad Tawfiequrrahman Yuliansyah, Agus Prasetya</i>	
PENGGUNAAN KEMBALI ZAT RADIOAKTIF TERBUNGKUS YANG TIDAK DIGUNAKAN	319 - 324
<i>Moch Romli1, Ajrieh Setyawan, Slamet Wiyuniati, Suhartono</i>	
PERBANDINGAN ANTARA NILAI GLOMERULAR FILTRATION RATE DARI KAMERA GAMMA DENGAN HITUNGAN SECARA MANUAL PADA PEMERIKSAAN RENOGRAM $\text{TC}^{99\text{M}}$ DTPA	325 - 330
<i>Khaerul Ansory, Fadil Nazir, Syarifuddin, Nihayati Riski</i>	
SIMULASI UNJUK KERJA FILTER ALUMINIUM PADA PESAWAT SINAR-X DIAGNOSTIK MENGGUNAKAN SOFTWARE MCNP6	331 - 336
<i>Ana Melia Wahyanti, Suharyana, Riyatun</i>	
ANALISIS KEBOCORAN RUANG PEMERIKSAAN SATU DI INSTALASI RADIOLOGI RSUD PANEMBAHAN SENOPATI BANTUL	337 - 342
<i>Asih Puji Utami Trisna Budiwati Bonifilio Silvinus Garus</i>	

---

SIFAT-SIFAT ANTIMICROBIAL LAPISAN TIPIS AgTiO <sub>2</sub> HASIL DEPOSISI RF-SPUTTERING	343 - 348
<i>Agung Purniawan, Pradita Kusumah Wardani, Trimardji Atmono</i>	
DESAIN PERANGKAT PENGUKURAN ENERGI PARTIKEL PROTON DENGAN TEKNIK AKTIVASI TUMPUKAN KEPING PADA SIKLOTRON DECY-13	349 - 354
<i>Silakhuddin, Rian Suryo Darmawan</i>	
PENGUJIAN AWAL PERANGKAT-PERANGKAT SIKLOTRON DECY-13	355 - 358
<i>Kurnia Wibowodan Silakhuddin</i>	
PENYESUAIAN NILAI IMPEDANSI KOMPONEN COUPLER SISTEM RF DEE SIKLOTRON DECY-13	359 - 362
<i>Rian Suryo Darmawan, Agus Dwiatmaja</i>	
KONDISIONING SISTEM VAKUM MBE 300 KeV/20 mA. SEIRING DENGAN TARGET PENINGKATAN KINERJA MBE LATEKS 300k KeV/20 mA	363 - 368
<i>Sutadi, Elin Nuraini, Agus Dwiatmaja</i>	
ANALISIS PERANCANGAN SISTEM INSTRUMENTASI PERANGKAT PENGATUR POSISI SUMBER ION DECY-13	369 - 376
<i>Saefurrochman, Saminto, Anang Susanto</i>	
KONDISIONING SUMBER TEGANGAN TINGGI ( STT) MESIN BERKAS ELEKTRON BEJANA HORIZONTAL	377 - 382
<i>Elin Nuraini, Sutadi, Agus Dwiatmaja</i>	
PROSES OKSIDASI PLASMA PADA PERMUKAAN CP-TITANIUM MENGGUNAKAN METODE PLASMA LUCUTAN PIJAR	383 - 388
<i>Wiwien Andriyanti, Maya Kusumawardani, Dwi Priyantoro</i>	
KALIBRASI ALAT UKUR TEKANAN UNTUK FASILITAS PENDINGIN IEBE-PTBBN	389 - 394
<i>Ahmad Paid, Eko Yuli Rustanto, Junaedi, Hendro Wahyono</i>	
ANALISIS KERAGAMAN GENETIK KAPANG ASPERGILLUS NIGER YANG DIIRADIASI SINAR GAMMA MENGGUNAKAN MARKA RAPD	395 - 400
<i>Dasang Sudrajat, Nana Mulyana, Tri Retno, D.L., Rika Heryani</i>	
EFEKTIVITAS IMPREGNASI TBP, D2EHPA DAN CAMPURAN TBP-D2EHPA PADA RESIN AMBERLITE XAD-16 SEBAGAI SOLVENT IMPREGNATED RESIN (SIR) URANIUM DARI MONASIT	401 - 404
<i>Riesna Prassanti, Budi Yuli Ani, Sumiarti</i>	
STUDI RISIKO RADIOLOGIS TENORM DALAM LINGKUNGAN OPERASI PENGEBORAN MINYAK DI PT. PERTAMINA EP REGION JAWA	405 - 414
<i>Siswanti, M. Yazid, R I. Hapsari</i>	

---

---

KAJIAN AWAL ANALISIS KESELAMATAN RADIASI TECHNOLOGICALLY-ENHANCED NATURALLY OCCURRING RADIOACTIVE MATERIAL (TENORM) DI PUSAT SAINS DAN TEKNOLOGI AKSELERATOR (PSTA)	415 - 418
<i>Elisabeth S., Mahrus Salam, Eko Lestariningsih</i>	
PERANCANGAN SISTEM KENDALI OPERASI PERALATAN KH-IPSB3 BERBASIS PROGRAMABLE LOGIC CONTROL	419 - 430
<i>Budiyono, Parjono, Sugianto, Purwantoro, Gatot Sumartono</i>	
UJI DINGIN FUNGSI FASILITAS PENGELOLAAN LIMBAH CAIR DI LABORATORIUM RADIOISOTOP DAN RADIOFARMAKA	431 - 434
<i>Rr.Djarwanti RPS, Fath Priyadi, Agung Supriyanto, Didik Setiaji</i>	
ANALISIS UNSUR LOGAM BERAT PADA LIMBAH CAIR INDUSTRI BATIK DENGAN METODE ANALISIS AKTIVASI NEUTRON (AAN)	435 - 440
<i>Lilin Indrayani</i>	
ANALISIS HASIL KALIBRASI SURVEYMETER MENGGUNAKAN SUMBER $^{137}\text{Cs}$ TERKOLIMASI DAN PANORAMIK	441- 446
<i>Sita Purwajati, C. Tuti Budiantarari , Puji Hartoyo, Susilo Widodo</i>	
PLASMA KARBURIZING BAJA AISI 4340 DAN KARAKTERISASINYA	447 - 452
<i>BA.Tjipto Sujitno, Suprpto, Wiwien Andriyanti,, Didy Suharlan, Viktor Malau</i>	



## KONSENTRASI RADON DI RUMAH PENDUDUK DI WILAYAH KALIMANTAN BARAT

Wahyudi, Kusdiana<sup>1</sup>, Muji Wiyono<sup>1</sup>, Dadong Iskandar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi – BATAN

Jl. Lebak Bulus Raya No.49, Jakarta 12440

E-mail : wah\_yudi@batan.go.id

<sup>2</sup>Pusat Teknologi Limbah Radioaktif - BATAN

### ABSTRAK

**KONSENTRASI RADON DI RUMAH PENDUDUK DI WILAYAH KALIMANTAN BARAT.** Telah dilakukan analisis konsentrasi radon di rumah penduduk di wilayah Kalimantan Barat dengan menggunakan metode pasif dengan detector jejak nuklir CR-39. Wilayah penelitian dibagi menjadi beberapa grid dimana setiap grid mewakili wilayah 60 km x 60 km dan dipasang 5-10 pemantau radon pasif bergantung pada jumlah penduduk. Detektor CR-39 yang dipasang sebanyak 110 buah pada 16 kelompok dan tiga bulan kemudian dapat diambil kembali sebanyak 107 buah (97,27%). Detektor CR-39 selanjutnya di-etsa menggunakan larutan NaOH 6,25N pada suhu 70 °C selama 7 jam di dalam oven untuk memperjelas jejak partikel alfa dari radon. Jejak radon dalam CR-39 dibaca menggunakan mikroskop dengan perbesaran 400 kali. Selanjutnya, data konsentrasi radon di dalam rumah dan lokasi GPS dimasukkan ke dalam Software MapInfo v.10.5 untuk dibuat peta konsentrasi radon. Hasil analisis menunjukkan bahwa konsentrasi radon di rumah penduduk Kalimantan Barat memiliki rentang 3,13 sampai dengan 69,57 Bq/m<sup>3</sup> dengan nilai rata-rata sebesar 21,65 ± 1,53 Bq/m<sup>3</sup>. Konsentrasi ini masih di bawah tingkat referensi radon yang ditetapkan oleh UNSCEAR (300 Bq/m<sup>3</sup>). Konsentrasi Ra-226, Th-232 dan K-40 dalam sampel bahan bangunan yang disampling dari lokasi penelitian masing-masing dalam rentang 4,75-15,75 Bq/kg, 4,75-19,64 Bq/kg, dan 15,46-217,81 Bq/kg. Data ini merupakan data pengukuran yang pertama kali di Kalimantan Barat sehingga dapat digunakan sebagai data dasar konsentrasi radon di wilayah tersebut dan juga sebagai referensi dalam analisis kebijakan kesehatan masyarakat. Data ini akan menjadi kontribusi Indonesia di dunia internasional melalui UNSCEAR, IAEA, dan WHO.

**Kata kunci:** konsentrasi radon, di dalam rumah, Kalimantan Barat, etsa

### ABSTRACT

**RADON CONCENTRATIONS IN DWELLINGS IN WEST KALIMANTAN.** Analysis of radon concentrations in dwellings of West Kalimantan region by using a passive method with CR-39 nuclear trace detector had been conducted. The research area was divided into several grid where each grid represents a 60 km x 60 km area, and in each grid 5-10 passive radon monitors was installed depending on the population. The CR-39 detectors installed were 110 detectors in 16 locations, and three months later 107 detectors were recovered (97.27%). The CR-39 detector was then etched using a 6.25N NaOH solution at 70 °C for 7 hours in the oven to make the trace of alpha particles of radon on CR-39 clearer. Traces of radon in CR-39 were read by using a microscope with 400 times magnification. Furthermore, radon concentration data in the dwelling and GPS location were used as input into MapInfo Software v.10.5 to create a map of radon concentration. The result of the analysis showed that the concentration of radon in West Kalimantan was in the range of 3.13 to 69.57 Bq/m<sup>3</sup> with an average of 21.65 ± 1.53 Bq/m<sup>3</sup>. The result was below the radon reference level set by UNSCEAR (300 Bq/m<sup>3</sup>). The concentration ranges of Ra-226, Th-232 and K-40 in samples of building materials sampled at the study sites were 4.75-15.75 Bq/kg, 4.75-19.64 Bq/kg, 15.46-217.81 Bq/kg, respectively. This data was the first measurement data in West Kalimantan so that it can be used as basic data of radon concentration in that area. This data can also be used as a reference in public health policy analysis. This data will be used for Indonesia's international contribution through UNSCEAR, IAEA, and WHO.

**Keywords:** radon concentration, dwelling, West Kalimantan, etching

### PENDAHULUAN

Pengukuran radiasi dan radioaktivitas lingkungan telah banyak diteliti dan dibuat peta konturnya. Peta ini terdiri dari peta radiasi yang menunjukkan besarnya laju dosis paparan radiasi gamma

lingkungan dan peta radioaktivitas alamiah dari radionuklida Ra-226, Th-232 dan K-40 pada tanah permukaan. Peta tersebut tidak mencakup paparan radiasi alamiah yang berasal dari radon dan thoron.

Berdasarkan Laporan UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation) [1] paparan radiasi radon di rumah-rumah merupakan penyumbang terbesar bagi paparan radiasi alam yang mencapai 50% [2]. Sedangkan paparan radiasi alam merupakan penyumbang terbesar yaitu mencapai 85% dari seluruh paparan radiasi yang diterima penduduk dunia. Dalam upaya mengelaborasi sumber-sumber radiasi alam di Indonesia sehingga dapat dikarakterisasi sumber radiasi alam yang ada maka perlu dilakukan pengukuran konsentrasi radon-thoron di rumah-rumah penduduk. Radon ( $Rn-222$ ) dan thoron ( $Rn-220$ ) adalah zat radioaktif alamiah berupa gas yang dapat menimbulkan masalah radiologi yang cukup signifikan. Radon merupakan radionuklida berumur pendek yang melepaskan partikel alfa dan dapat menempel pada partikel halus di udara serta akan terhirup dan meradiasi jaringan paru-paru sehingga dapat menaikkan risiko kanker paru-paru. Isotop radon yang lain yaitu radon-220 (thoron) juga memiliki sifat yang sama tetapi dengan derajat paparan radiasi di paru-paru lebih kecil. Kanker paru-paru akibat paparan radon disebabkan oleh inhalasi partikulat luruhan radon yang berumur pendek seperti Po-218, Pb-214, Bi-214 atau Po-214.

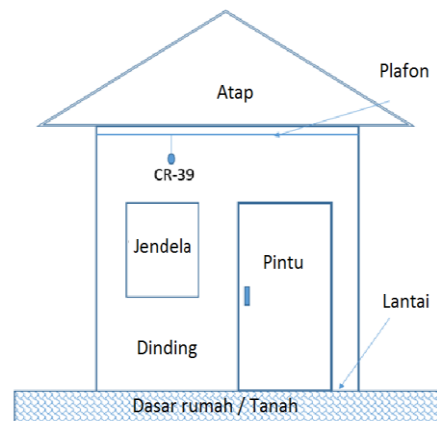
Provinsi Kalimantan Barat secara geografis terletak pada  $2^{\circ}08' - 3^{\circ}05'$  Lintang Selatan dan  $108^{\circ}0' - 114^{\circ}10'$  Bujur Timur dengan garis khatulistiwa atau titik  $0^{\circ}00'$  terletak di Kota Pontianak. Kalimantan Barat di sebelah utara berbatasan dengan Serawak-Malaysia, di bagian timur dengan Kalimantan Tengah dan di bagian barat dan selatan dengan Selat Karimata dan Laut Jawa, serta dialiri sungai Kapuas. Penduduk Kalimantan Barat tahun 2016 sebanyak 5.348.954 jiwa terdiri dari 51% laki-laki dan 49% perempuan dengan mata pencaharian utama sebagai petani perkebunan sawit dan karet [3].

Dilihat dari tekstur tanahnya maka, sebagian besar daerah Kalimantan Barat terdiri dari jenis tanah podsolot merah kuning, orgosol, gley dan humus dan aluvial. Secara umum Kalimantan Barat tersusun oleh batuan tua berumur Trias ( $\pm 204$  juta tahun) berupa batu pasir berlapis, andesit, granit yang ditutupi di atasnya oleh batuan sedimen dan aluvium berumur Kuartar ( $< 1,6$  juta tahun). Daerah pantai tersusun oleh satuan aluvium, batuan sedimen dan beberapa tempat berupa batuan terobosan meliputi granit, granodiorit dan dasit [4]. Jenis-jenis tambang yang banyak diusahakan di wilayah Kalimantan Barat adalah bauksit, emas dan batubara [3], serta tambang batuan uranium di Kalan, Nanga Pinoh, Kab. Melawi [4].

Adanya potensi bahaya dari paparan radon tersebut, maka perlu dilakukan pemetaan tingkat konsentrasi radon di wilayah Kalimantan Barat yang merupakan bagian dari rencana pemetaan radon thoron di wilayah Indonesia. Penelitian tentang konsentrasi radon di rumah penduduk ini perlu dilakukan karena menurut UNSCEAR dinyatakan

bahwa lebih dari 85% penerimaan dosis populasi dunia berasal dari paparan radiasi alam [1]. Penelitian tentang konsentrasi radon di wilayah Kalimantan Barat belum pernah dilakukan sehingga data konsentrasi radon ini dapat menjadi bagian dari konsentrasi radon di Indonesia. Manfaat lain dari penelitian ini adalah sebagai bagian dari kontribusi Indonesia di dunia internasional melalui UNSCEAR, IAEA dan WHO mengenai data konsentrasi radon di rumah penduduk. Bagi pemerintah daerah, data ini dapat menjadi pertimbangan dalam perencanaan pengembangan dan pembangunan daerah yang berhubungan dengan masalah radiasi.

Pada Gambar 1 disajikan posisi pemasangan detektor CR-39 pada tipikal rumah penduduk di wilayah Kalimantan Barat. Rumah di Kalimantan Barat pada umumnya menempel di permukaan tanah dengan dinding menggunakan bahan bangunan batako semen-pasir atau bata merah sedangkan lantainya menggunakan bahan semen-pasir atau keramik



**Gambar 1.** Pemasangan monitor radon di rumah penduduk wilayah Kalimantan Barat

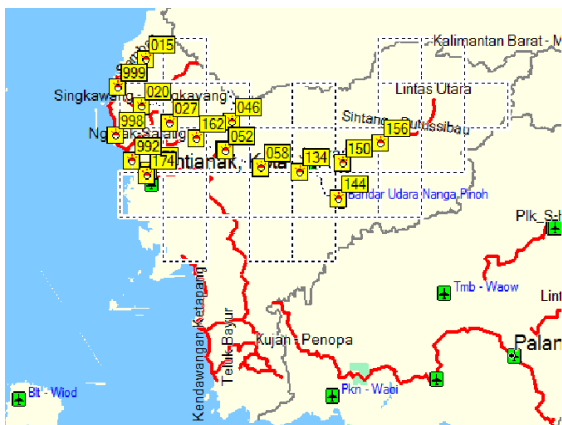
## METODOLOGI

### Peralatan dan Bahan

Peralatan yang digunakan adalah alat penentu lokasi (GPS), pemantau radon pasif dengan detektor jejak nuklir CR-39, tangga aluminium, palu, staining jar, oven, ultrasonic vibrator, desikator elektrik, mikroskop. Sedangkan bahan yang digunakan adalah tali senar, paku kecil, NaOH 6,25N, acetone, gelas objek dan wadahnya. Sedangkan sebagai pendukung adalah leaflet dan peta wilayah Kalimantan Barat dengan grid 60 km x 60 km yang diperlihatkan pada Gambar 2. Analisis radioaktivitas dalam sampel bahan bangunan digunakan peralatan berupa spektrometer gamma dengan detector HPGe, beaker Marinelli volume 1 liter dan lem araldit.

Penentuan titik lokasi sampling dibuat dalam bentuk grid. Hal ini dimaksudkan agar data sampling dapat tersebar secara merata. Grid yang dibuat berukuran 60 km x 60 km. Pembuatan grid dilakukan dengan menggunakan software Mapsource dan grid

untuk wilayah Kalimantan Barat disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Kalimantan Barat dengan grid 60 km x 60 km.

Langkah Kerja



Gambar 3. Pemasangan monitor radon pasif di dalam rumah penduduk.

Monitor radon pasif dengan detektor CR-39 dipasang di rumah penduduk dengan setiap grid dipasang 6-10 detektor. Setiap titik lokasi pemasangan detektor ditandai posisi garis bujur dan lintang dengan GPS. Monitor radon pasif dipasang dengan cara digantungkan pada plafon rumah selama 3 sampai 4 bulan. Proses pemasangan monitor radon pasif yang dilakukan oleh personel penelitian ditampilkan pada Gambar 3. Pada setiap grid dilakukan juga dilakukan sampling bahan bangunan utama yang digunakan untuk membangun rumah. Pada umumnya di Kalimantan Barat menggunakan bahan bangunan berupa batako semen-pasir atau bata merah, sehingga kedua jenis bahan bangunan inilah yang dijadikan sampel bahan bangunan.

Untuk sampel bahan bangunan, setelah sampling sampel dikirim ke laboratorium PTKMR. Selanjutnya sampel dipreparasi di laboratorium dengan cara dikeringkan dan dihaluskan pada ukuran lolos 100 mesh kemudian dimasukkan ke dalam beaker Marinelli 1 liter, dilem dengan lem araldhit dan ditunggu selama 4 minggu atau lebih untuk dilakukan pengukuran konsentrasi radionuklida Ra-226, Th-232 dan K-40. Analisis konsentrasi radionuklida Ra-226, Th-232 dan K-40 dalam sampel bahan bangunan dilakukan menggunakan spektrometer gamma selama 17 jam dan dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$c_A = \frac{n_{N,E}/t_g}{P_E \cdot \epsilon_E \cdot V \cdot f_E} \tag{1}$$

dengan  $c_A$  adalah konsentrasi aktivitas setiap radionuklida yang merupakan fungsi dari jumlah cacah neto luasan pada puncak energi E sampel ( $n_{N,E}$ ) dibagi lamanya waktu pencacahan ( $t_g$ ) serta dibagi dengan kelimpahan PE, Efisiensi ( $\epsilon_E$ ) Volume (V) dan faktor koreksi ( $f_E$ ).

$$f_E = f_d \cdot f_{el,E} \cdot f_{su,E} \tag{2}$$

dengan ( $f_E$ ) meliputi faktor koreksi peluruhan( $f_d$ ), faktor koreksi karena pengurangan peristiwa koinsiden (summing-out) ( $f_{el,E}$ ), dan faktor koreksi karena penambahan peristiwa koinsiden (summing-in) ( $f_{su,E}$ ).

Untuk puncak tanpa gangguan pada energi E, cacah  $n_{N,E}$  dalam daerah puncak netto spektrum gamma dihitung menggunakan persamaan :

$$n_{N,E} = n_{g,E} - n_{b,E} \tag{3}$$

Dengan demikian persamaan 1 dapat ditulis menjadi

$$c_A = \frac{n_{N,E}/t_g}{P_E \cdot \epsilon_E \cdot V \cdot f_E} = \frac{n_{g,E} - n_{b,E}}{P_E \cdot \epsilon_E \cdot V \cdot f_E} = (n_{g,E} - n_{b,E}) \cdot \frac{w}{t_g} \tag{4}$$

dengan :

$$w = \frac{1}{P_E \cdot \epsilon_E \cdot V \cdot f_E} \tag{5}$$

dengan  $n_{g,E}$  adalah jumlah cacah bruto luasan pada puncak energi E sampel dan  $n_{b,E}$  adalah jumlah cacah latar luasan pada puncak energi E sampel

Untuk menghitung ketidakpastian baku mengacu pada Guide to Expression of Uncertainty in Measurement (GUM), ketidakpastian baku  $c_A$  dihitung dengan :

$$w = \frac{1}{P_E \cdot \epsilon_E \cdot V \cdot f_E} \tag{6}$$

Dengan ketidakpastian baku waktu pencacahan diabaikan dan ketidakpastian baku relatif dari w dihitung dengan :

$$u(c_A) = \sqrt{\left(\frac{w}{t_g}\right)^2 \cdot [u^2(n_{g,E}) + u^2(n_{b,E})] + c_A^2 \cdot u_{rel}^2(w)} \tag{7}$$

Untuk perhitungan ketidakpastian baku gabungan  $\bar{u}(\check{c}_A)$ , dari aktivitas suatu radionuklida  $c_A$  digunakan persamaan :

$$\bar{u}(\check{c}_A) = \sqrt{w^2 \cdot [(\check{c}_A/w + n_{b,E}/t_g)/t_g + u^2(n_{b,E})/t_g^2] + \check{c}_A^2 \cdot u_{rel}^2(w)} \tag{8}$$

Sehingga aktivitas radionuklida reratanya adalah :

$$\check{c}_A = c_A \pm k\bar{u}(\check{c}_A) \text{ atau } c_A = \check{c}_A \pm U(\check{c}_A) \tag{9}$$

Sedangkan batas deteksi untuk pengukuran radioaktivitas sampel bahan bangunan menggunakan persamaan :

$$c_A^\# = c_A'' + k_{1-\beta} \cdot \bar{u}(c_A'') \tag{10}$$



$$c_A^\# = c_A'' + k_{1-\beta} \sqrt{w^2 \cdot [(\check{c}_A/w + n_{b,E}/t_g)/t_g + u^2(n_{b,E}/t_g^2)] + \check{c}_A^2 \cdot u_{rel}^2(w)} \quad (11)$$

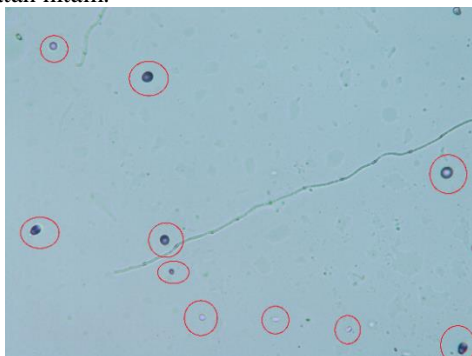
nilai yang sering digunakan adalah  $\beta = 0,05$  dan  $k_{1-\beta} = 1,65$

Untuk monitor radon pasif, setelah dipasang selama 3-4 bulan, monitor radon pasif diambil kemudian dibawa ke laboratorium untuk dietsa. Proses etsa dilakukan dengan merendam CR-39 di dalam staining jar menggunakan larutan NaOH 6,25 N, kemudian dipanaskan di dalam oven pada suhu  $70 \pm 2^\circ\text{C}$  selama 7 jam (Gambar 4). Setelah selesai CR-39 dicuci 3-4 kali menggunakan aquadest untuk membersihkan larutan NaOH kemudian dilanjutkan dengan menggunakan pencuci ultrasonik vibrator selama 5 menit. Setelah selesai pencucian detektor CR-39 dikeringkan pada suhu kamar di dalam desikator elektrik selama 2 hari. Kemudian CR-39 dipindahkan di atas gelas obyek dengan permukaan yang terpapar menghadap ke atas.



**Gambar 4.** Proses etsa detektor CR-39 di dalam Staining Jar.

Detektor CR-39 dibaca jejaknya menggunakan mikroskop sebanyak 25 kali sudut pandang pada perbesaran 400 kali. Berdasarkan jumlah jejak yang terbaca dapat ditentukan besarnya nilai konsentrasi radon yang berada di dalam rumah. Jejak radon mempunyai karakteristik yang unik yaitu berbentuk seperti tetes air dengan bentuk yang mulus pada lingkaran luarnya. Pada Gambar 5 terlihat jejak pada lingkaran merah merupakan jejak radon yang mempunyai arah dan tegak lurus dengan membentuk bulatan hitam.



**Gambar 5.** Hasil pembacaan jejak radon menggunakan mikroskop dengan 400 kali perbesaran.

Akurasi data hasil pengukuran dengan metode pasif ini telah dilakukan dengan uji student yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya dengan membandingkan pengukuran konsentrasi radon menggunakan metode Lucas Cell dan metode pasif dengan CR-39 dan diperoleh diperoleh informasi bahwa tidak ada perbedaan nyata, ini berarti bahwa metode pasif untuk menentukan konsentrasi radon menggunakan detektor CR-39 dapat dipercaya [5].

Pada metode pasif ini konsentrasi radon di dalam rumah bergantung dari jumlah jejak di dalam CR-39, faktor kalibrasi dan lamanya waktu paparan. Besarnya konsentrasi radon di dalam rumah dengan metode pasif dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut [6]:

$$C_{Rn} = \frac{N_T - N_B}{E \times T} \quad (12)$$

Besarnya konsentrasi radon di dalam rumah (CRn) adalah banyaknya jumlah jejak total sampel (NT) dikurangi jejak latar (NB) untuk 25 kali sudut pandang (jejak /  $5.0625 \text{ mm}^2$ ), kemudian dibagi dengan efisiensi detektor (E) [(jejak/  $5.0625 \text{ mm}^2$ )/Bq/ $\text{m}^3 \cdot \text{hari}$ ] atau faktor kalibrasi radon sebesar 0.00241 dan waktu paparan (T, hari). Angka 5.0625 adalah 25 kali jumlah pandang pada pembacaan jejak di bawah mikroskop pada perbesaran 400 kali.

Berdasarkan data konsentrasi radon dan data GPS ini dibuat peta kontour konsentrasi radon menggunakan software Surfer dan MapInfo. Agar dapat dengan mudah melihat perbedaan tingkat konsentrasi radon di dalam rumah, maka dibuat degradasi warna pada peta digital. Semakin gelap warna pada peta menunjukkan tingkat konsentrasi radon di dalam rumah makin tinggi begitu pula sebaliknya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis konsentrasi radon di dalam rumah penduduk di Kalimantan Barat dengan jumlah sampel 110 detektor terpasang dan dapat diambil kembali sebanyak 107 buah dapat dilihat pada Tabel 1. Pemasangan monitor radon pasif dilakukan pada 16 grid. Detektor yang tidak dapat diambil disebabkan karena kerusakan seperti detektor jatuh, pecah atau sebab lain seperti detektor hilang.

Pada setiap grid juga dilakukan sampling bahan bangunan yang dominan digunakan masyarakat setempat. Pada umumnya masyarakat menggunakan bahan bangunan berupa batako pasir-semen. Sampling bahan bangunan ini dilakukan untuk mengetahui kontribusi radioaktivitas bahan bangunan terhadap besarnya konsentrasi radon di rumah penduduk. Hasil analisis konsentrasi radionuklida Ra-226, Th-232 dan K-40 dalam sampel bahan bangunan di wilayah Kalimantan Barat dalam rentang ( $4,75 \pm 0,86$ ) Bq/kg sampai dengan ( $15,75 \pm 1,75$ ) Bq/kg, ( $4,75 \pm 0,86$ ) Bq/kg sampai dengan ( $19,64 \pm 2,16$ ) Bq/kg, ( $15,46 \pm 2,04$ ) Bq/kg sampai



dengan  $(217,81 \pm 21,19)$  Bq/kg secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 1.

Konsentrasi Th-232 dan K-40 terendah berada di Kec. Mempawah Hilir, Kab. Mempawah, sedangkan konsentrasi tertinggi di Kec. Sepauh, Kab. Sintang. Konsentrasi ini relatif rendah untuk tingkat radioaktivitas lingkungan. Konsentrasi radioaktivitas bahan bangunan yang di sampling rendah, maka hal ini juga dapat mempengaruhi rendahnya konsentrasi radon di dalam rumah penduduk di Kalimantan Barat.

Hasil analisis konsentrasi radon di rumah penduduk Kalimantan Barat berada dalam rentang nilai dari  $(3,13 \pm 0,22)$  Bq/m<sup>3</sup> sampai dengan  $(69,57 \pm 4,92)$  Bq/m<sup>3</sup> dengan nilai rerata sebesar  $(15,03 \pm 3,92)$  Bq/m<sup>3</sup>. Besarnya konsentrasi radon di rumah

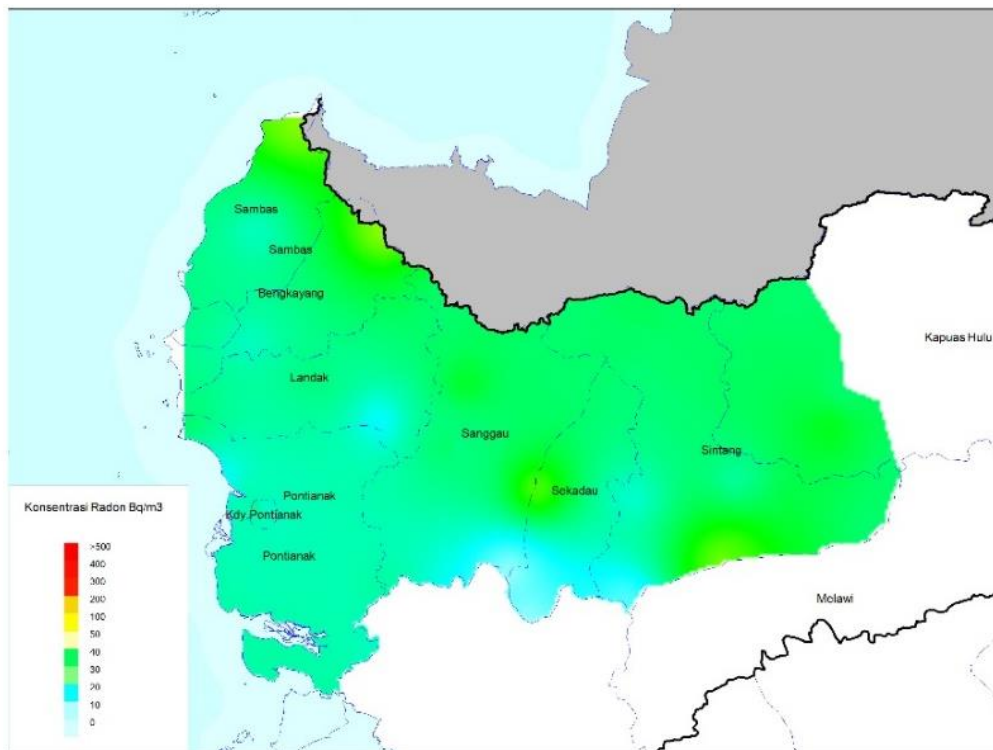
penduduk pada umumnya dipengaruhi oleh kondisi geologi pada daerah pengukuran, tipe rumah, sistem pertukaran udara di dalam rumah, dan jenis bahan bangunan yang digunakan untuk membangun rumah. Pada rumah sederhana umumnya terbuat dari bahan kayu tanpa plafon, jenis rumah ini mempunyai sistem pertukaran udara yang paling baik konsentrasi radonya rendah. Sedangkan untuk rumah permanen umumnya dibuat dari batako semen-pasir dengan ventilasi yang sering ditutup, serta sebagian menggunakan plafon. Rumah jenis ini mempunyai konsentrasi radon di dalam rumah yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan rumah sederhana. Data konsentrasi radon di dalam rumah penduduk di Kalimantan Barat secara umum dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 6.

**Tabel 1.** Konsentrasi radionuklida Ra-226, Th-232 dan K-40 pada bahan bangunan dari wilayah Kalimantan Barat.

No.	Lokasi sampling	Konsentrasi radionuklida (Bq/kg)		
		Ra-226	Th-232	K-40
1.	Ds. Peniti Luar, Kec. Siantan, Kab. Mempawah	10,17 ± 1,20	10,55 ± 1,27	139,02 ± 13,74
2.	Ds. Malikian, Kec. Mempawah Hilir, Kab. Mempawah	7,26 ± 1,11	2,68 ± 0,47	15,46 ± 2,04
3.	Ds. Sungai Rusa, Kec.Selakanu, Kab. Sambas	7,96 ± 1,24	5,94 ± 1,05	30,12 ± 4,09
4.	Ds. Dalem Kaum, Kec. Sambas, Kab. Sambas	9,14 ± 1,26	8,06 ± 1,35	20,52 ± 3,29
5.	Ds. Babane, Kec. Samalantan, Kab. Bengkayang	4,75 ± 0,86	5,32 ± 0,93	45,96 ± 5,50
6.	Ds. Darit, Kec. Menyuke, Kab. Landak	12,44 ± 1,76	5,65 ± 1,05	83,95 ± 9,44
7.	Ds. Sebungkuh, Kec. Kembayan, Kab. Sanggau	10,13 ± 1,19	11,13 ± 1,73	145,59 ± 15,54
8.	Ds. Binjai, Kec. Tayan Hulu, Kab. Sanggau	11,54 ± 1,34	10,75 ± 1,29	134,14 ± 13,28
9.	Ds. S. Kunyit, Kec. Sekadau Hilir, Kec. Sekadau	15,75 ± 1,75	13,45 ± 1,57	205,45 ± 20,02
10.	Ds. Gernis Jaya, Kec. Sepauh, Kab. Sintang	10,91 ± 1,29	19,64 ± 2,16	217,81 ± 21,19
11.	Ds. Tj. Niaga, Kec. Nanga Pinoh, Kab. Melawi	10,55 ± 1,56	10,04 ± 1,25	91,98 ± 9,38
12.	Ds. Gb. Raya, Kec. Kelam Permai, Kab. Sintang	9,96 ± 1,48	13,92 ± 2,02	207,94 ± 12,43
13.	Ds. Mubung, Kec. Hulu Gurung, Kab. Kapuas Hulu	10,11 ± 1,21	8,93 ± 1,46	112,60 ± 12,31
14.	Ds. Raja, Kec. Ngabang, Kab. Landak	10,28 ± 1,22	11,57 ± 1,39	143,02 ± 14,17
15.	Gg. Sukur-5, Jl. Veteran, Kota Pontianak	7,26 ± 1,11	9,73 ± 2,21	128,17 ± 12,77
16.	Komp. Pemda. Kec. Siantan Hulu, Kota Pontianak	12,16 ± 1,49	15,54 ± 1,82	91,98 ± 9,38

**Tabel 2.** Konsentrasi radon di rumah penduduk di Kalimantan Barat

No.	Lokasi	Rentang Nilai (Bq/m <sup>3</sup> )	Rerata (Bq/m <sup>3</sup> )
1.	Ds. Peniti Luar, Kec. Siantan, Kab. Mempawah	3,16 ± 0,22 sd. 22,14 ± 1,57	16,44 ± 1,16
2.	Ds. Malikian, Kec. Mempawah Hilir, Kab. Mempawah	6,32 ± 0,45 sd. 18,97 ± 1,34	16,47 ± 1,16
3.	Ds. Sungai Rusa, Kec.Selakanu, Kab. Sambas	12,53 ± 0,89 sd. 18,80 ± 1,33	14,99 ± 1,06
4.	Ds. Dalem Kaum, Kec. Sambas, Kab. Sambas	6,32 ± 0,45 sd. 25,30 ± 1,79	14,55 ± 1,03
5.	Ds. Babane, Kec. Samalantan, Kab. Bengkayang	3,16 ± 0,22 sd. 28,20 ± 1,99	16,44 ± 1,16
6.	Ds. Darit, Kec. Menyuke, Kab. Landak	9,40 ± 0,66 sd. 28,80 ± 1,33	15,48 ± 1,09
7.	Ds. Sebungkuh, Kec. Kembayan, Kab. Sanggau	3,13 ± 0,22 sd. 34,46 ± 2,44	23,55 ± 1,67
8.	Ds. Binjai, Kec. Tayan Hulu, Kab. Sanggau	6,27 ± 0,44 sd. 21,93 ± 1,55	17,75 ± 1,28
9.	Ds. Sungai Kunyit, Kec. Sekadau Hilir, Kec. Sekadau	3,16 ± 0,22 sd. 69,57 ± 4,92	44,05 ± 3,16
10.	Ds. Gernis Jaya, Kec. Sepauh, Kab. Sintang	6,27 ± 0,44 sd. 34,46 ± 2,44	29,33 ± 2,07
11.	Ds. Tj. Niaga, Kec. Nanga Pinoh, Kab. Melawi	3,13 ± 0,22 sd. 47,00 ± 3,32	16,44 ± 1,16
12.	Ds. Gamba Raya, Kec. Kelam Permai, Kab. Sintang	6,27 ± 0,44 sd. 18,80 ± 1,33	15,43 ± 1,09
13.	Ds. Mubung, Kec. Hulu Gurung, Kab. Kapuas Hulu	6,27 ± 0,44 sd. 28,20 ± 1,99	24,89 ± 1,76
14.	Ds. Raja, Kec. Ngabang, Kab. Landak	3,16 ± 0,22 sd. 22,14 ± 1,57	13,81 ± 0,98
15.	Gg. Sukur-5, Jl. Veteran, Kota Pontianak	3,38 ± 0,24 sd. 23,67 ± 1,67	15,78 ± 1,12
16.	Komp. Pemda. Kec. Siantan Hulu, Kota Pontianak Kalimantan Barat	6,76 ± 0,48 sd. 23,67 ± 1,67	15,64 ± 1,11
		3,13 ± 0,22 sd. 69,57 ± 4,92	21,65 ± 1,53



**Gambar 6.** Peta konsentrasi radon wilayah Kalimantan Barat

Pada Tabel 2 terlihat bahwa konsentrasi radon pada umumnya di bawah  $50 \text{ Bq/m}^3$  hanya di wilayah Ds. Sungai Kunit, Kec. Sekadau Hilir, Kab. Sekadau terdapat rumah dengan konsentrasi tertinggi yaitu  $(69,57 \pm 4,92) \text{ Bq/m}^3$ . Kemungkinan hal ini disebabkan oleh sistem ventilasi rumah yang sering tertutup. Hal ini dapat dilihat dari konsentrasi radionuklida Ra-226 dalam sampel bahan bangunan di lokasi tersebut relatif lebih tinggi dibanding daerah lainnya. Untuk memudahkan dalam melihat konsentrasi radon di dalam rumah penduduk di Kalimantan Barat maka dari data tersebut dibuat peta kontur yang disajikan pada Gambar 6. Konsentrasi ini masih di bawah tingkat referensi radon yang ditetapkan oleh Komisi Internasional untuk Proteksi Radiasi (International Commission on Radiological Protection, ICRP) [2] dan Badan Tenaga Atom Internasional (International Atomic Energy Agency, IAEA) sebesar  $300 \text{ Bq/m}^3$ , sehingga dari hasil pengukuran ini masih di bawah nilai yang direkomendasikan oleh IAEA melalui UNSCEAR [1]

Hasil tersebut hampir tidak berbeda jauh dengan hasil pengukuran radon di rumah penduduk di Komplek BATAN Pasar Minggu, Pasar Jum'at dan Serpong yaitu sebesar 5,5 sd.  $55,5 \text{ Bq/m}^3$  [7], di Sulawesi Selatan ( $3,43 \pm 0,24$ ) sampai dengan  $(69,38 \pm 4,91) \text{ Bq/m}^3$  [8], di Bali ( $9 \pm 1$ ) sampai dengan  $(48 \pm 3) \text{ Bq/m}^3$  [9], di Aceh ( $3,32 \pm 0,23$ )  $\text{Bq/m}^3$  sampai dengan  $(68,30 \pm 4,83) \text{ Bq/m}^3$  [10] dan di Kalimantan Timur ( $5,94 \pm 0,42$ )  $\text{Bq/m}^3$  sampai dengan  $(77,89 \pm 5,51) \text{ Bq/m}^3$  [11] Pada penelitian yang dilakukan oleh peneliti lain diperoleh data konsentrasi radon di kota Rio de Jenerio – Brasil dalam rentang (5 sd. 200)  $\text{Bq/m}^3$  [12]. Sedangkan di

kota Riyadh – Arab Saudi pada rentang nilai (2 sd. 69)  $\text{Bq/m}^3$  [13]. Berdasarkan data tersebut maka konsentrasi radon di rumah penduduk di wilayah Kalimantan Barat hampir sama dengan konsentrasi radon di kota Riyadh, Arab Saudi, Sulawesi Selatan, Bali, Komplek Batan, dan Aceh serta lebih rendah dari Rio de Jenerio, Brasil. Data konsentrasi radon di rumah penduduk di Kalimantan Barat yang diperoleh pada penelitian ini merupakan data dasar konsentrasi radon di rumah penduduk saat ini serta sebagai data dalam pembuatan peta konsentrasi radon wilayah Kalimantan Barat yang merupakan bagian dari peta konsentrasi radon di rumah penduduk Indonesia.

## KESIMPULAN

Analisis konsentrasi radon di dalam rumah penduduk di Kalimantan Barat diketahui bahwa konsentrasi radon dalam rentang nilai dari  $(3,13 \pm 0,22) \text{ Bq/m}^3$  sampai dengan  $(69,57 \pm 4,92)$  dengan nilai rerata sebesar  $(21,65 \pm 1,53) \text{ Bq/m}^3$ . Pada umumnya konsentrasi radon di rumah penduduk dipengaruhi oleh kondisi pertukaran udara di dalam rumah yaitu rumah dalam kondisi ventilasi yang kurang baik mempunyai konsentrasi radon lebih tinggi dibandingkan dengan rumah dalam kondisi yang baik atau sering terbuka. Data ini masih di bawah nilai yang direkomendasikan oleh UNSCEAR yaitu sebesar  $300 \text{ Bq/m}^3$ . Konsentrasi radionuklida Ra-226, Th-232 dan K-40 dalam sampel bahan bangunan dalam rentang nilai  $(4,75 \pm 0,86) \text{ Bq/kg}$  sampai dengan  $(15,75 \pm 1,75) \text{ Bq/kg}$ ;  $(2,68 \pm 0,47) \text{ Bq/kg}$  sampai dengan  $(19,64 \pm 2,16) \text{ Bq/kg}$ ; dan  $(15,46 \pm 2,04) \text{ Bq/kg}$  sampai dengan  $(217,81 \pm 21,19) \text{ Bq/kg}$ .

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada pemilik rumah yang telah bersedia sebagai responden dan Kepala PTKMR-BATAN yang telah memberikan dukungan pembiayaan dari DIPA-PTKMR tahun 2016 sehingga penelitian ini berjalan dengan lancar.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. UNSCEAR, Natural Radiation Exposures, Forty Fifth Session, Viena, 1996.
2. IAEA, Radiation, People and the Environment, Viena, 2005.
3. Suntoko. H., Soetopo, B., Kajian aspek geologi dan potensi mineral uranium di Kalimantan Barat untuk persiapan PLTN, Jurnal Pengembangan Energi Nuklir Volume 15, Nomor 2, Desember 2013 pp. 103-114.
4. <https://distamben.kalbarprov.go.id/category/arsip/geologi-dan-air-tanah/> diakses tanggal 8 Juni 2018.
5. Bunawas, Emlinarti, Affandi, M., Penentuan laju lepasan radon dari bahan bangunan menggunakan metode pasif dengan metode jejak nuklir, Prosiding PPIKRL, PSPKR-BATAN, 20-21 Agustus 1996, pp. 16-21.
6. Sutarman, Nirwani, L., Emlinarti dan Warsona, A., Penentuan konsentrasi gas radon dan thoron menggunakan detektor film LR-115 di DKI Jakarta dan sekitarnya, Prosiding PPI – PDIPTN P3TM-BATAN, Jogjakarta, 2005, p. 212-221.
7. Affandi, M., Iskandar, D., dan Bunawas, Radon di Kompleks Perumahan BATAN, Prosiding PIKRL, PSPKR-BATAN, 1996, p. 262-265
8. Wahyudi, Kusdiana and Iskandar, D., Mapping of Indoor Radon Concentration in Houses Located in South Sulawesi Province, Proceeding 2nd International Conference on the SERIR2 & 14th Biennial Conference of the SPERA, Bali, 2016, p. 35-38.
9. Pujadi, E., Wahyudi, Warsona, A., and Syarbaini, Measurement of Indoor Radon-Thoron Concentration in Dwellings of Bali Island, Indonesia, Proceeding 2nd International Conference on the SERIR2 & 14th Biennial Conference of the SPERA, Bali, 2016, p. 186-192.
10. WAHYUDI, ISKANDAR, D., SAFITRI, R., dan KUSDIANA, Determination of radon concentration in dwelling in Aceh, Jurnal Natural, Vol. 17 No.2, 2017, p. 96-101.
11. Wahyudi, Nugraha, E.D., Kusdiana dan Iskandar, D., Konsentrasi radon di rumah penduduk di wilayah Kalimantan Timur, Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir 2017, PSTNT-BATAN, Bandung, pp. 522-528.
12. Magalhães, M.H., Amaral, E.C.S., Sachett, I., Rochedo, E.R.R., Radon-222 in Brazil: an outline of indoor and outdoor measurements. Journal of Environmental Radioactivity, 67(2), 2003, pp.131-143.
13. Al-Saleh, F.S., Measurements of indoor gamma radiation and radon concentrations in dwellings of Riyadh city, Saudi Arabia. Applied Radiation and Isotopes, 65(7), 2007, pp.843-848.

---

#### TANYA JAWAB

##### Abimanyu

Alasan dilakukan penelitian ini?

- Kenapa dipilih pulau Kalimantan?
- Bagaimana hasil penelitian ini atau batas normal kah?

##### Jawab

untuk melengkapi data konsentrasi atau peta Radon Indonesia

- Karena keterbatasan dana maka Penelitian dilakukan setiap wilayah pertahunnya
- Konsentrasi radon di Kalimantan Barat termasuk rendah

##### Andika Tri Susanto

Kenapa Kenapa penelitian dilakukan di Kalimantan Barat

##### Jawab

Penelitian ini sesuai dengan Renstra ptkmr yang akan membuat peta radioaktif untuk seluruh wilayah Indonesia, Sedangkan untuk tahun 2016, Salah satu lokasinya adalah Kalimantan Barat.

