



# PROSIDING

## SEMIRATA 2014 Bidang MIPA BKS-PTN-Barat

"Integrasi sains MIPA untuk mengatasi masalah pangan,  
energi, kesehatan, reklamasi, dan lingkungan"

IPB International Convention Center dan Kampus IPB Baranangsiang, 9-11 Mei 2014

**BUKU 2**

# FISIKA

Diterbitkan oleh: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Pertanian Bogor



ISBN 978-602-70491-0-9

ISBN : 978-602-70491-0-9

# PROSIDING

## **Seminar Nasional dan Rapat Tahunan Bidang MIPA 2014**

“Integrasi Sains MIPA untuk Mengatasi Masalah Pangan, Energi, Kesehatan, Lingkungan, dan Reklamasi”

Diterbitkan Oleh :



**Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Pertanian Bogor**

---

Copyright© 2014  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor  
Prosiding Seminar Nasional dan Rapat Tahunan Bidang MIPA 2014, 9-11 Mei  
2014  
Diterbitkan oleh : FMIPA-IPB, Jalan Meranti Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680  
Telp/Fax: 0251-8625481/8625708  
<http://fmipa.ipb.ac.id>  
Terbit Oktober, 2014  
ix + 632 halaman  
ISBN: 978-602-70491-0-9

**Editor dan Reviewer**

## **PROSIDING**

### **Seminar Nasional dan Rapat Tahunan Bidang MIPA 2014**

#### **Direktor Editor**

- Drs. Ali Kusnanto, MSi.
- Dr. Heru Sukoco
- Dr. Wisnu Ananta Kusuma
- Dr. Imas Sukaesih Sitanggang
- Auzi Asfarian, M.Kom
- Wulandari, S.Komp
- Dean Apriana Ramadhan, S.Komp

#### **Editor Utama**

- Dr. Rika Raffiudin
- Dr. Ence Darmo Jaya Supena
- Dr. Utut Widyastuti
- Prof. Dr. Purwantiningsih
- Dr. Tony Ibnu Sumaryada
- Dr. Imas Sukaesih Sitanggang
- Dr. Wisnu Ananta Kusuma
- Dr. drh. Sulistyani, MSc.
- Dr. Indahwati
- Dr. Sobri Effendi
- Drs. Ali Kusnanto, MSi.

#### **Editor Pembantu**

- Sodik Kirono

#### **Reviewer**

- Dr. Tony Ibnu Sumaryada, M.Si
- Dr.Ir. Irzaman, M.Si
- Drs. Mohammad Nur Indro, M.Sc
- Dr. Jajang Juansyah, M.Si
- Dr. Husin Alatas, M.Si
- Dr.Ir. Irmansyah, M.Si

## KATA PENGANTAR

Kegiatan Seminar dan Rapat Tahunan Bidang MIPA tahun 2014 (Semirata-2014 Bidang MIPA) Badan Kerja Sama Perguruan Tinggi Negeri Wilayah Barat (BKS-PTN Barat) yang diamanahkan kepada FMIPA-IPB sebagai penyelenggara telah dilaksanakan dengan sukses pada tanggal 9-11 Mei 2014 di IPB International Convention Center dan Kampus IPB Baranagsiang, Bogor. Salah satu program utama adalah Seminar Nasional Sains dan Pendidikan MIPA dengan tema: “*Integrasi sains MIPA untuk mengatasi masalah pangan, energi, kesehatan, dan lingkungan*”.

Dalam sesi pleno seminar telah disampaikan pemaparan materi oleh satu pembicara utama dan empat pembicara undangan yang berasal dari beragam institusi dan profesi. Dari sesi pleno ini, diharapkan peserta dapat menambah wawasan dan pemahaman tentang pengembangan dan pemanfaatan IPTEK, khususnya Bidang MIPA, sehingga sains dan pendidikan MIPA terus berkembang dan dapat berkontribusi nyata untuk kemajuan dan kemakmuran bangsa Indonesia.

Kegiatan yang tidak kalah pentingnya dalam seminar ini adalah sesi paralel karena telah memberi kesempatan kepada peserta untuk melakukan presentasi dan komunikasi ilmiah secara langsung dengan sesama kolega yang mempunyai minat yang sama dalam mengembangkan Sains dan atau Pendidikan MIPA. Dalam kegiatan sesi paralel ini dipresentasikan secara oral 592 judul makalah hasil penelitian yang disampaikan dalam 37 ruang seminar secara paralel, dan juga dipresentasikan 120 poster ilmiah. Dalam kegiatan komunikasi ilmiah secara langsung ini juga telah dimanfaatkan untuk menjalin jejaring agar lebih bersinergi dalam pengembangan Sains dan Pendidikan MIPA ke depannya. Supaya komunikasi ilmiah yang baik ini dapat juga tersampaikan ke komunitas ilmiah lain yang tidak dapat hadir pada kegiatan seminar, panitia memfasilitasi untuk menerbitkan makalah dalam bentuk **Prosiding**. Panitia juga tetap memberi kesempatan kepada peserta yang akan menerbitkan makalahnya di jurnal ilmiah, sehingga tidak seluruh materi yang disampaikan pada seminar diterbitkan dalam prosiding ini.

Dalam proses penerbitan prosiding ini, panitia telah banyak dibantu oleh Tim Reviewer dan Tim Editor yang dikoordinir oleh Ali Kusnanto yang telah dengan sangat intensif mencurahkan waktu, tenaga dan pikiran. Untuk itu, panitia menyampaikan terima kasih dan penghargaan. Panitia juga menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada seluruh penulis makalah yang telah merespon dengan baik hasil review artikelnya. Namun, panitia juga menyampaikan permohonan ma’af karena dengan sangat banyaknya makalah yang akan diterbitkan dalam prosiding ini, waktu yang dibutuhkan dalam proses penerbitan prosiding ini mencapai lebih dari empat bulan, dan penerbitan prosiding tidak dilakukan dalam satu buku tetapi dalam tujuh buku prosiding. Semoga penerbitan prosiding ini selain bermanfaat bagi para pemakalah dan penulis, juga dapat bermanfaat dalam pengembangan Sains dan Pendidikan MIPA.

Bogor, September 2014  
Semirata-2014 Bidang MIPA BKS-PTN Barat

Dr.Ir. Sri Nurdiati, MSc.  
Dekan FMIPA-IPB

Ence Darmo Jaya Supena  
Ketua Panitia Pelaksana

## Daftar Isi

	Halaman
Editor dan Reviewer.....	v
Daftar Isi.....	vii
UJI SENSITIVITAS MINYAK GORENG TERHADAP TEMPERATUR BERDASARKAN SIFAT OPTIK DAN MAGNETIK	
A.Aminudin, Waslaluddin, A.Danawan .....	15
SPEKTROSKOPI IMPEDANSI ELEKTROKIMIA SEL SUPERKAPASITOR DARI CAMPURAN PRA-KARBONISASI SERABUT TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DAN GREEN PETROLEUM COKE	
Awitdrus, Mohamad Deraman, Rakhmawati Farma.....	22
ANALISIS SIFAT OPTIK DAN STRUKTUR LAPISAN $TiO_2$ YANG DIHASILKAN DARI BEBERAPA VARIASI ELEKTRODEPOSISI	
Dahyunir Dahlan and lin Lidia Putama M .....	32
ELEKTRODA KOMPOSIT KARBON AKTIF DARI KULIT UBI KAYU-KARBON NANO TUBE-POLIANELIN UNTUK APLIKASI SUPERKAPASITOR	
Erman Taer, Satri, Rika Taslim, Iwantono.....	39
ANALISIS ENERGI BAND GAP PADA FILM TIPIS $Ba_{0.55}Sr_{0.45}TiO_3$ DI ATAS SUBSTRAT SILIKON (100) TIPE-P	
Hadyan Akbar, Nurhasanah, Maimuna, Hisyam, Irzaman.....	47
PERBANDINGAN KINERJA METODE JACOBI PARALEL DENGAN INTEL TBB DAN OPENMP UNTUK PENYELESAIAN PERSAMAAN DIFUSI NEUTRON	
Imam Taufiq.....	53
KONTRIBUSI FAKTOR-FAKTOR LINGKUNGAN UNTUK AKUIFER BEBAS KONDISI <i>UNSTEADY STATE</i>	
Juandi. M. ....	62
ANALISIS ENERGI TERMAL DARI TUNGKU BERBAHAN BAKAR <i>BAGLOG</i> JAMUR TIRAM, SEKAM PADI DAN CAMPURAN 50% MASSA <i>BAGLOG</i> JAMUR TIRAM DENGAN 50% MASSA SEKAM PADI	
Kharis Mawan Suhaeli , Nofitri , Ryan Sugihakim , Setiawan Hari Santoso , Habiburahmat Yulwan , Irzaman .....	72
DINAMIKA <i>UPWELLING</i> DI PERAIRAN SELATAN JAWA TIMUR	
Liza Lidiawati, Safwan Hadi, Mutiara R. Putri, Nining Sari Ningsih .....	78
RANCANG BANGUN SPEKTROMETER ABSORPSI TERSATURASI UNTUK ANALISA SPEKTRUM ATOM RUBIDIUM	
Minarni, Habi Rizkana .....	89
PENENTUAN ULANG KUMPULAN NILAI KOEFISIEN UNTUK MENGHITUNG SUHU UDARA HARIAN DATA KLIMATOLOGI KOTA PALEMBANG	

Octavianus Cakra Satya, Arsali, Isti Hamiyatun, S.T., Bambang Benny Setiaji, S.Kom. ....	98
PENGARUH LARUTAN ELEKTROLIT TERHADAP PERFORMA SEL SUPERKAPASITOR	
Rakhmawati Farma, Mohamad Deraman, Awitdrus.....	104
PEMODELAN IKATAN KIMIA PADA BAGLOG MISELIUM DAN JAMUR TIRAM MENGGUNAKAN KONSTANTA PEGAS DAN FREKUENSI VIBRASI	
Rey Fariz Irwansyah, Rofiqul Umam, Nofitri, Maya Risantis, Irzaman, Irmansyah.....	114
KAJIAN KONSTANTA PEGAS SERTA FREKUENSI VIBRASI BAGLOG MISELIUM DAN JAMUR TIRAM PUTIH MENGGUNAKAN METODE FOURIER TRANSFORM INFRA RED (FTIR)	
Rofiqul Umam, Rey Fariz Irwansyah, Nofitri, Maya Risanti, Ardian Arif, Irzaman.....	123
ANALISIS KUALITAS BATUBARA BERDASARKAN KANDUNGAN LOGAM BERAT, NILAI HGI DAN NILAI KALORI	
Sri Handani, Aisyah Amin, Astuti .....	134
PENGARUH WAKTU AKTIVASI TERHADAP SIFAT FISIS KARBON AKTIF BERBASIS ARANG TEMPURUNG KEMIRI ( <i>Aleurites moluccana</i> )	
Sri Mulyadi Dt. Basa, Astuti, Anggun Pradilla Sandi.....	140
PEMBUATAN SUPERKONDUKTOR SUHU TINGGI $Tl_{2-x}Cr_xBa_2CaCu_2O_{8-\delta}$ (TI-2212) DENGAN REAKSI STOIKIOMETRI	
Syahrul Humaidi, Eddy Marlianto, Marhaposan S dan Roslan Abd-Shukur .....	146
PENGARUH LARUTAN ELEKTROLIT TERHADAP PERFORMA SEL SUPERKAPASITOR	
Rakhmawati Farma, Mohamad Deraman, Awitdrus.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
EFEK ADITIF FRIT GELAS TERHADAP KARAKTERISTIK DIELEKTRIK KAPASITOR KERAMIK FILM TEBAL $BATiO_3$	
Walfred Tambunan .....	153
PENGEMBANGAN ALAT UKUR CURAH HUJAN BERBASIS KONSEP BERAT MENGGUNAKAN SENSOR FLEXIFORCE TIPE A201-25	
Zulhendri Kamus , Dwi Sativa Putri .....	163
MODIFIKASI PERMUKAAN KARBON AKTIF MONOLIT DARI SERBUK GERGAJI KAYU KARET DENGAN ZnO NANO PARTIKEL UNTUK ELEKTRODA SUPERKAPASITOR	
Erman Taer dan Rika Taslim .....	172
PENGEMBANGAN MODEL <i>VIRTUAL CLASSROOM</i> FISIKA DAN PERANNYA SEBAGAI "GURU"	
Afrizal Mayub.....	182
PEMBELAJARAN IPA BERBASIS PENGAMATAN MELALUI PENDEKATAN ILMIAH DI SEKOLAH MENENGAH ATAS	
Amali Putra .....	190
IMPLEMENTASI MODEL <i>PROBLEM BASED LEARNING</i> BERBANTUAN MEDIA SEBAGAI UPAYA MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERFIKIR LOGIS SISWA SMA KOTA BENGKULU	

Andik Purwanto .....	200
HASIL VALIDASI BAHAN AJAR ICT SAINS TERPADU MODEL TERHUBUNG MENGINTEGRASIKAN NILAI KARAKTER UNTUK PEMBELAJARAN SISWA SMP KELAS VIII	
Asrizal, Ramadhan Sumarmin, Iswendi, dan Trisya Gustiya .....	209
PELAKSANAAN <i>REMEDIAL TEACHING</i> DALAM MENCAPAI KETUNTASAN BELAJAR SISWA PADA MATA PELAJARAN FISIKA DI SMA NEGERI SE-KOTA PEKANBARU	
Azhar, Azizahwati & Resiana Heri Agusti.....	219
PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN DAN TINGKAT KEMAMPUAN BERPIKIR TERHADAP HASIL BELAJAR FISIKA SISWA SMA NEGERI 3 MEDAN	
Derlina .....	231
IMPROVING THE STUDENT'S ABILITY TO ANALIZE THE ENVIRONMENT PROBLEMS BY STAD AND COMPREHENSION ABOUT LIMITING FACTOR IN THE ENVIRONMENT	
Desnita, Nadiroh, Suwirman N, .....	241
PEMBELAJARAN FISIKA TOPIK LISTRIK DENGAN MENGGUNAKAN MODEL PEMBELAJARAN <i>PROBLEM SOLVING</i> PADA MAHASISWA PENDIDIKAN FISIKA UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP DAN KEMAMPUAN <i>PROBLEM SOLVING</i> FISIKA	
Eko Swistoro Warimun.....	252
PENGEMBANGAN ALAT PERCOBAAN PESAWAT SEDERHANA BERBASIS PERALATAN BUDAYA TRADISIONAL PADA MATA PELAJARAN IPA FISIKA SMP	
Fakhrudin. Z, Lilia Halim, T. Subahan Mohd. Meerah, Hendar S, Fenni Marriza.....	260
PENGINTEGRASIAN KARAKTER HEMAT ENERGI KE DALAM MATERI FISIKA SMA MENGGUNAKAN CONCEPTS FITTING TECHNIQUE	
Hamdi Rifai, Ahmad Fauzi, Yulkifli Amir .....	269
PENGEMBANGAN DAN VALIDASI <i>FORCE CONCEPT INVENTORY</i> UNTUK MENGIDENTIFIKASI PEMAHAMAN MAHASISWA TERHADAP KONSEP GAYA	
Irwan Koto .....	277
PENINGKATAN PENGUASAAN PENGETAHUAN KONSEPTUAL DAN PROSEDURAL MELALUI PENERAPAN STRATEGI PEMBELAJARAN <i>PROBLEM SOLVING</i> PADA MATA KULIAH GELOMBANG	
Iwan Setiawan, Eko Swistoro.....	286
<i>CONFIRMATORY FACTOR ANALYSIS (CFA)</i> DALAM PENGEMBANGAN DAN PENYEMPURNAAN INSTRUMEN PPEC	
Maison.....	293
MENINGKATKAN SIKAP ILMIAH PADA MAHASISWA MELALUI PENGGUNAAN MODUL PENGETAHUAN LINGKUNGAN BERBASIS INKUIRI	
Misbahul Jannah, Lilia Halim, Fitriyawany, Muchlis.....	297



PERANCANGAN DAN PEMBANGUNAN PROGRAM ANALISIS BUTIR SOAL UJIAN AKHIR SEMESTER DALAM RANGKA MENGHASILKAN SOAL YANG BAIK DAN BERMUTU SEBAGAI ALAT EVALUASI PEMBELAJARAN FISIKA	
Muhammad Nasir .....	306
HASIL BELAJAR KOGNITIF FISIKA MAHASISWA MELALUI PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN <i>PROBLEM POSING</i> DI PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA PADA MATERI GERAK ROTASI DAN GERAK PERIODIK	
Muhammad Nor, Fakhruddin. Z .....	317
PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS WEB MENGGUNAKAN JOOMLA PADA MATA KULIAH FISIKA BUMI DAN ANTARIKSA	
Nova Susanti , Astalini.....	327
PEMBUATAN BAHAN AJAR MENGGUNAKAN <i>FLIP BOOK MAKER</i> PADA MATERI TEORI RELATIVITAS KHUSUS	
Nova Susanti, S. Pd, M. Si, Sri Purwaningsih, S. Si., M. Si, Dra. Jufrida, M. Si.....	336
FRAMEWORK EVALUASI KUALITAS APLIKASI MOBILE E-LEARNING	
Pakhrur Razi , Amali Putra .....	344
SIKAP DAN PANDANGAN MAHASISWA TERHADAP PEMBELAJARAN FISIKA UMUM I BERBASIS ARGUMENTASI ILMIAH DALAM MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP	
Pintor Simamora , Sondang Manurung , Juniastel Rajagukguk .....	353
PROFIL PENALARAN ILMIAH ( <i>Scientific Reasoning</i> ) MAHASISWA PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA UNIVERSITAS BENGKULU TAHUN AKADEMIK 2013/2014	
Sutarno .....	361
DESAIN BAHAN AJAR BERNILAI KARAKTER PADA MATERI FISIKA SMA	
Yenni Darvina, Masril .....	372
UPAYA INTERNALISASI <i>SCIENTIFIC ATTITUDE</i> MAHASISWA MELALUI <i>INDUCTIVE TEACHING METHODS</i> PADA MATAKULIAH PRAKTIKUM FISIKA DASAR DI PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI PMIPA FKIP UR	
Zulhelmi , M Nur .....	380
PENGEMBANGAN BAHAN AJAR BERBASIS <i>ADVANCE ORGANIZER</i> UNTUK MATA PELAJARAN FISIKA SMA	
Masril, Hidayati.....	390
MODEL PEMECAHAN MASALAH FISIKA MENGGUNAKAN <i>PROBLEM BASED LEARNING</i> BERBANTUAN <i>SOLUTION PATH OUTLINE</i> UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN DAN KARAKTER BERPIKIR KRITIS SISWA SMA	
Djusmaini Djamas, Zulhendri Kamus.....	399
PENGEMBANGAN MATAKULIAH FISIKA DASAR 2 DI IPB MENGGUNAKAN FORMAT SEMI FISIKA STUDIO	

T. Sumaryada .....	408
PENGARUH KONSENTRASI ZAT PENCEMAR TERHADAP RESISTIVITAS AIR TANAH	
Afdal, Srinandi.....	419
PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP NILAI KONDUKTIVITAS LISTRIK ZEOLIT DARI LIMBAH BOTTOM ASH	
Afdhal Muttaqin H.S., Hendra Mustika, Emriadi .....	428
ANALISIS BIDANG GELINCIR MENGGUNAKAN METODA INVERSI MARQUARDT TERBOBOT DATA GEOLISTRIK KONFIGURASI SCHLUMBERGER DI DESA KAMPUNG MANGGIS KECAMATAN PADANG PANJANG BARAT	
Aknam, Nofi Yendri Sudiar, Lismalini, Herawati .....	433
ANALISIS SIFAT FISIS DAN MEKANIK PAPAN KOMPOSIT GIPSUM SERAT IJUK DENGAN PENAMBAHAN BORAKS ( <i>Dinatrium Tetraborat Decahydrate</i> )	
Alimin Mahyudin, Hilda Trisna.....	444
HOMEWORK SHEETS BERBASIS MOODLE E_LEARNING FOR SRIWIJAYA STUDENT (MoDELss) MATA KULIAH FISIKA DASAR I MATERI MEKANIKA MAHASISWA TINGKAT I JURUSAN PMIPA FKIP UNIVERSITAS SRIWIJAYA	
Apit Fathurohman.....	451
ANALISIS KONDUKTIVITAS LISTRIK MATA AIR PANAS DI NAGARI TALANG, KABUPATEN SOLOK DAN DI NAGARI PANTI, KABUPATEN PASAMAN, SUMATERA BARAT	
Ardian Putra, Rahmatul Hidayat, Rahmat Arrahman.....	459
PENENTUAN SUSEPTIBILITAS DAN DERAJAT ANISOTROPI MAGNETIK SAMPEL BIJIH BESI DARI KABUPATEN SOLOK SELATAN SUMATERA BARAT	
Arif Budiman, Hendry Gunawan, Alwis Abbas.....	465
SIFAT MAGNET DAN STRUKTUR NANOPARTIKEL MAGNETIK DARI BATUAN BESI DISINTESIS DENGAN METODE KOPRESIPITASI-SONIKASI	
Astuti, Betti Delmifiana .....	472
KAJIAN SIFAT MAGNET FERIT NIKEL ZINK ( $Ni_{1-x}Zn_xFe_2O_4$ ) DENGAN METODE KOPRESIPITASI	
Dwi Puryanti, Merry Thressia, Sri Handani.....	481
KOMPUTASI NUMERIK PARAMETER KISI KRISTAL BERSTRUKTUR HEXAGONAL BERDASARKAN POLA DIFRAKSI ELEKTRON DENGAN SUBROUTINE BISECTION	
Erwin, Salomo, Defrianto, Mbantun Ginting dan M. Rasyid Ridho.....	486
ANALISIS <i>BURN UP</i> PADA REAKTOR CEPAT BERPENDINGIN GAS MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR URANIUM ALAM	
Feriska Handayani Irka, Zaki Su'ud .....	496
UJI SIFAT TERMAL POHON <i>ACACIA MANGIUM</i>	

Irzaman, Ana Fitriana, TantanTaopik Rahman, Riani Eka Fitri, Irlan Nurmaniah, Febrian Vernando, Nadia Septiani, Della Tiaraputri Aldrifisia, Fitrah Hadi Firdaus, Hadyan Akbar .....	503
KARAKTERISASI DAN PENUMBUHAN NANOPARTIKEL ZINK-OXIDE (ZnO) DI ATAS SUBSTRAT PADAT DENGAN METODE HIDROTERMAL	
Iwantono, Elvi Oktorina, Erman Taer, dan Rika Taslim .....	510
SEL SURYA FOTOELEKTROKIMIA DENGAN NANOPARTIKEL ZnO SEBAGAI MATERIAL AKTIF ELEKTRODA KERJA DAN NANOPARTIKEL PLATINUM SEBAGAI ELEKTRODA LAWAN	
Iwantono, Fera Anggelina, Erman Taer, dan Rika Taslim .....	518
PENUMBUHAN DAN KARAKTERISASI NANOPARTIKEL ZnO PADA SUBSTRAT PADAT DENGAN METODE <i>SEED MEDIATED GROWTH</i>	
Iwantono, Winda Nurwidya Erman Taer, dan Rika Taslim .....	525
VARIASI STRUKTUR MIKRO HUJAN DI SEPANJANG EKUATOR INDONESIA	
Marzuki, H. Hashiguchi, M. K. Yamamoto, Shuichi Mori, Yukihiro Takahashi .....	532
ANALISIS DIAMETER BIOPELET SEKAM PADI TERHADAP EFISIENSI ENERGI BAHAN BAKAR	
Masitoh, Mersi Kurniati, Irzaman .....	540
POLA DISTRIBUSI FLUKS NEUTRON DALAM SEL BAHAN BAKAR NUKLIR DI SETIAP REGIONNYA DENGAN METODE <i>COLLISION PROBABILITY</i>	
Mohammad Ali Shafii .....	549
ANALISIS <i>ELECTRON SPIN RESONANCE</i> PADA PROSES PENCAIRAN BATUBARA MUDA DENGAN PELARUT <i>SHORT RESIDUE</i>	
Muhammad Sahal .....	557
UJI KARAKTERISTIK SENSITIVITAS SENSOR CAHAYA TERHADAP VARIASI JARAK	
Rahmat Rasyid, Wildian, Wendri .....	564
PEMBUATAN PROTOTIPE MEKANIK UNTUK KAMERA BERBASIS $Ba_{0,55}Sr_{4,5}TiO_3$	
Reza Fahmi Hidayat, Iwan Kurnia, Indra Purnomo, Zaidah Rifah Uswatun, Ade Kurniawan, Johan Iskandar, Ardian Arif, Irzaman .....	571
KARAKTERISASI KARBON AKTIF KAYU BAKAU DENGAN AKTIVASI TERMAL SEBAGAI FILTER PENJERNIH AIR SUNGAI TAMIANG	
Susilawati Tulus Ikhsan Nasution .....	579
VARIABILITAS CURAH HUJAN DAN PENGARUHNYA TERHADAP REKOMENDASI ITU-R: STUDI KASUS CURAH HUJAN DI KOTO TABANG	
Triana Vitri, Marzuki .....	589
PENGARUH UKURAN BUTIRAN TERHADAP SIFAT-SIFAT MAGNET ALLOY FeSi	
Zulkarnain, Djoko Triyono .....	598
PEMETAAN DAN PENGUKURAN RISIKO BAHAYA KESEHATAN LINGKUNGAN KERJA KILANG PT PERTAMINA RU II DUMAI	

Dr. Muhammad Edisar, MT .....	607
PENGEMBANGAN GENERIC LIFE SKILL SISWA SEKOLAH MENENGAH PERTAMA PADA PEMBELAJARAN FISIKA	
Festiyed .....	617
PEMODELAN LALU LINTAS BERDASARKAN PRINSIP <i>ACTIVE WALKER</i>	
Ryan Sugihakim , Husin Alatas.....	626

**POLA DISTRIBUSI FLUKS NEUTRON DALAM SEL BAHAN BAKAR NUKLIR  
DI SETIAP REGIONNYA DENGAN METODE *COLLISION PROBABILITY*  
(*NEUTRON FLUX DISTRIBUTION PATTERN IN THE NUCLEAR FUEL CELL IN  
EACH REGION WITH THE COLLISION PROBABILITY METHOD*)**

**Mohammad Ali Shafii**

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas Padang  
Kampus Limau Manis Padang 25163  
Email : mashafii@fmipa.unand.ac.id

**ABSTRACT**

Collision probability (CP) method is the most appropriate method to solve the neutron transport equation, because it can describe the neutron flux distribution as an actual situation that occurred in the reactor core. This study only focused on the distribution pattern of the neutron flux in a nuclear fuel cell in fast reactor. A selected nuclear fuel cell geometry is a cylindrical form that is divided into 6 meshes in the three regions containing of fuel, cladding and coolant. The used fuel is U-Pu Nitrid with the cladding structure is stainless steel and Pb-Bi as a coolant. The libraries data that used in this study is JFS-3-J33 of JAEA providing 70 energy groups. The results obtained show that in the high energy region (the first group), in the fuel, the neutron flux tends to fall toward the cladding regions to cooler regions that are in the boundary region. Different situation occurs in the region of thermal energy, i.e. the pattern of the neutron flux distribution tends to increase in the cladding and coolant in the energy group of 70th. In general, the neutron flux distribution patterns in this study are in accordance with the theory.

*Keywords: collision probability, nuclear fuel cell, neutron flux distribution.*

**ABSTRAK**

Metode *collision probability* (CP) merupakan metode yang paling tepat untuk menyelesaikan persamaan transport neutron, karena dapat menggambarkan distribusi fluks neutron seperti keadaan sebenarnya yang terjadi dalam teras reaktor. Penelitian ini hanya fokus pada pola distribusi fluks neutron dalam satu sel bahan bakar nuklir pada reaktor cepat. Geometri sel dipilih berbentuk silinder yang dibagi dalam 6 *mesh* dalam tiga *region* yang berisi bahan bakar (*fuel*), kelongsong (*cladding*) dan pendingin (*coolant*). Bahan bakar yang digunakan adalah U-Pu Nitrid, struktur kelongsongnya adalah stainless steel dan Pb-Bi sebagai pendingin. Data *library* yang digunakan dalam penelitian ini adalah JFS-3-J33 dari JAEA yang menyediakan 70 grup energi. Hasil yang diperoleh memperlihatkan bahwa di daerah energi tinggi (grup ke-1) di daerah bahan bakar, fluks neutron cenderung turun menuju daerah kelongsong sampai ke daerah pendingin yang berada di daerah batas. Situasi berbeda terjadi di daerah energi termal, yaitu pola distribusi fluks neutron cenderung meningkat di daerah kelongsong dan pendingin untuk grup energy ke-70. Secara umum pola distribusi fluks neutron dalam penelitian ini telah sesuai dengan teori.

*Katakunci: collision probability, sel bahan bakar nuklir, distribusi fluks neutron.*

**1 PENDAHULUAN**

Salah satu masalah penting dan paling sulit dalam analisis reaktor nuklir adalah menyelesaikan persamaan transport neutron untuk menentukan distribusi neutron dalam

teras reaktor. Gambaran eksak rapat neutron di dalam teras reaktor dapat diperoleh dengan memecahkan persamaan transport neutron [1]. Persoalan transport neutron perlu dipecahkan untuk menentukan distribusi fluks neutron, karena distribusi fluks neutron sangat berpengaruh terhadap produksi daya reaktor.

Penyelesaian integral persamaan transport dengan metode *collision probability* (CP), pada umumnya menggunakan pendekatan *flat flux*, yaitu fluks neutron dalam tiap *region* dianggap tetap. Pada metode CP, pemilihan bentuk geometri sel sangat fleksibel tidak harus bentuk silinder tetapi dapat juga berbentuk segi enam, terutama dalam implementasi spasial menjadi bentuk zona, dimana pendekatan *flat flux* sangat diperlukan [2]. Salah satu kelemahan dari metode CP adalah dibutuhkan memori komputer yang cukup besar, namun hal itu dapat diatasi dengan perkembangan prosesor dan memori komputer saat ini.

Untuk melihat distribusi fluks neutron di setiap *region* dalam pin sel bahan bakar nuklir perlu ditinjau titik-titik fluks di setiap *region*-nya. Titik-titik fluks dengan interval tertentu di dalam sel disebut *mesh*. Jika jarak antar *mesh* sama, maka fluks neutron di setiap *mesh* dianggap *flat flux*. Karena penampang lintang total di setiap *region* dianggap tetap, maka fluks neutron dan sumber neutron di *region* tersebut dapat dianggap tetap juga. Pendekatan *flat flux* ini umumnya digunakan untuk menyelesaikan masalah transport neutron menggunakan metode CP. Perhitungan distribusi fluks neutron tidak dapat secara langsung dilakukan, karena pada umumnya orde *mesh* spasialnya sangat kecil, demikian juga *mesh* energinya, akibatnya total *mesh* yang harus dilakukan untuk seluruh teras menjadi sangat besar. Untuk itulah dilakukan homogenisasi sel bahan bakar dengan metode CP[3][4]. Oleh karena itu pola distribusi fluks di setiap *region* merupakan hal penting, karena akan berpengaruh terhadap daya reaktor.

Model reaktor yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis reaktor cepat dengan sel bahan bakar U-Pu-Nitrida berbentuk silinder berpendingin Timbal-Bismut (Pb-Bi). Pendingin Pb-Bi dipilih karena memiliki resistensi yang kecil terhadap air maupun udara, sehingga tidak mudah menimbulkan karat. *Library* data nuklir yang dipakai dalam kode komputer ini adalah JFS-3-J33-70g yang biasa dipakai oleh kode komputer SLAROM yang diperoleh dari JAEA (*Japan Atomic Energi Agency*).

## **2 METODE PENELITIAN**

### **2.1 Persamaan Transport Neutron**

Untuk menentukan distribusi fluks neutron di dalam reaktor diperlukan penelusuran perilaku transport neutron, meliputi aliran gerak neutron di sekitar teras reaktor, interaksi dalam proses hamburan dengan inti atom dan proses serapan atau

bocoran dalam sel bahan bakar nuklir. Selanjutnya sel bahan bakar nuklir dibagi-bagi ke dalam tinjauan beberapa *region*. *Region* tersebut merupakan variabel spasial, sehingga tampang lintang yang bergantung pada ruang digambarkan dengan indeks  $i$  menyatakan *region* ke- $i$ . Persamaan integral transport neutron di seluruh volume  $V_j$  adalah

$$\begin{aligned} & \Sigma_j(E) \int_{V_j} \varphi(\vec{r}, E) dr \\ &= \sum_j \int_{V_j} dr_j \int_{V_i} dr_i \left[ \int_0^\infty dE \Sigma_s(\vec{r}', E' \rightarrow E) \varphi(\vec{r}', E') + S(\vec{r}', E) \right] P(\vec{r}' \rightarrow \vec{r}, E) \end{aligned} \quad (1)$$

Pada pendekatan *flat flux*, fluks neutron  $\varphi(\vec{r}, E)$  di setiap *region* dianggap tetap, sehingga cukup ditulis  $\varphi(E)$  saja di setiap *region*  $i$ . Akibatnya persamaan (1) menjadi

$$\Sigma_j(E) V_j \varphi_j(E) = \sum_i P_{ij}(E) V_i \left[ \int_0^\infty dE \Sigma_{si}(E' \rightarrow E) \varphi_i(E') + S_i(E) \right] \quad (2)$$

dengan CP pada persamaan (2) didefinisikan sebagai

$$P_{ij}(E) = \frac{\Sigma_j(E)}{4\pi V_i} \int_{V_j} dr_j \int_{V_i} dr_i \frac{\exp(-\Sigma R)}{R^2} \quad (3)$$

Persamaan (3) menyatakan bahwa probabilitas neutron dipancarkan secara menyeluruh dan isotropik di *region*  $i$  dan selanjutnya mengalami tumbukan di *region*  $j$ . Jika rentang energi neutron dibagi-bagi ke dalam bentuk multi grup neutron, maka fluks rata-rata di dalam interval energi  $\Delta E_g$  dinyatakan sebagai  $\varphi_{ig}$ , sehingga persamaan (3) menjadi [5]

$$\Delta E_g \Sigma_{jg} V_{jg} \varphi_{jg} = \sum_i P_{ijg} V_{ig} \left[ \sum_{g'} \Delta E_{g'} \Sigma_{sig' \rightarrow g} \varphi_{ig'} + \Delta E_{g'} S_{ig} \right] \quad (4)$$

dengan  $\Delta E_g$  dan  $\Delta E_{g'}$  adalah lebar energi pada grup  $g$  dan  $g'$  dan  $\Sigma_{sig' \rightarrow g}$  adalah tampang lintang hamburan di *region*  $i$  dari grup  $g'$  ke  $g$ . Persamaan (4) dapat dibawa ke dalam bentuk nilai eigen [6]

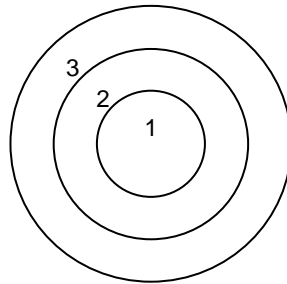
$$\Sigma_{jg} V_{jg} \varphi_{jg} = \frac{1}{k_{eff}} \sum_i V_i P_{ijg} S_{ig} \quad (5)$$

dengan  $V_i = \pi(r_i^2 - r_{i-1}^2)$ . dan  $\Sigma_j$  menyatakan tampang lintang makroskopik total pada kulit ke  $j$ . Dari persamaan (5) terlihat bahwa masalah persamaan integral transport neutron ternyata dapat disederhanakan ke dalam bentuk persamaan nilai eigen saja.

## 2.2 Desain Sel Bahan Bakar Nuklir

Dalam penelitian ini, desain sel bahan bakar nuklir menggunakan geometri silinder yang mempunyai diameter sekitar 1,2 cm dengan jumlah *mesh* tiap sel adalah 6 *mesh*. Geometri sel dipilih berbentuk silinder yang dibagi dalam tiga *region* yaitu: *region* 1 adalah

bahan bakar (*fuel*), *region 2* adalah kelongsong (*cladding*) dan *region 3* adalah pendingin (*coolant*) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 [7].



Gambar 1 Pembagian *region* dalam sel.

Bahan bakar yang digunakan dalam penelitian ini adalah campuran U-Pu Nitrid, bahan struktur kelongsongnya adalah stainless steel dan Pb-Bi sebagai pendingin. Desain sel secara lengkap tersaji dalam Tabel 1. Jumlah total nuklida yang digunakan sebanyak 24 nuklida yang tersebar di ketiga *region* sebagai berikut: 10 nuklida dalam bahan bakar, 10 nuklida di dalam kelongsong dan 4 nuklida di dalam pendingin.

Tabel 1 Komposisi banyaknya *mesh* dan nuklida tiap *region*.

<i>Region</i>	Banyaknya <i>mesh</i>	Jari-jari terluar per <i>region</i> (cm)	Banyaknya Nuklida
1	3	0,35	10
2	1	0,46	10
3	2	0,567	4

Data *library* yang digunakan dalam penelitian ini adalah JFS-3-J33 dari JAEA (*Japan Atomic Energi Agency*). *Library* ini menyediakan grup konstan bagi kode komputer SLAROM yang memiliki 70 struktur grup energi untuk 383 nuklida dan 8 nuklida produk fisi terpadu.

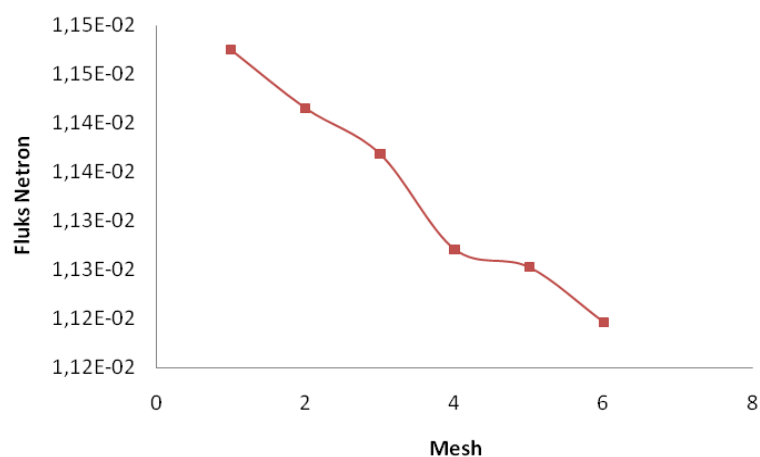
### 2.3 Metode Perhitungan Sel Bahan Bakar Nuklir

Homogenisasi sel dilakukan mengingat perhitungan neutronik dalam persamaan transport neutron tidak dapat dihitung secara langsung, karena mencakup orde perhitungan yang sangat besar. Jarak antar *mesh* dalam sel dibuat sangat kecil, yaitu kurang dari 0,5 mm dengan diameter sel sekitar 1,2 cm, demikian juga jarak antar *mesh* energinya, karena adanya reaksi resonan yang relatif sempit. Jumlah *mesh* energinya diwakili oleh 70 grup energi, dengan 37 grup pertama berada pada daerah energi tinggi (cepat) dan mulai grup ke-38 sampai dengan grup ke-70 berada pada daerah energi rendah (termal). Semua perhitungan untuk menyelesaikan transport neutron dalam sel bahan bakar nuklir ini dikerjakan dengan menggunakan bahasa visual Delphi-7.



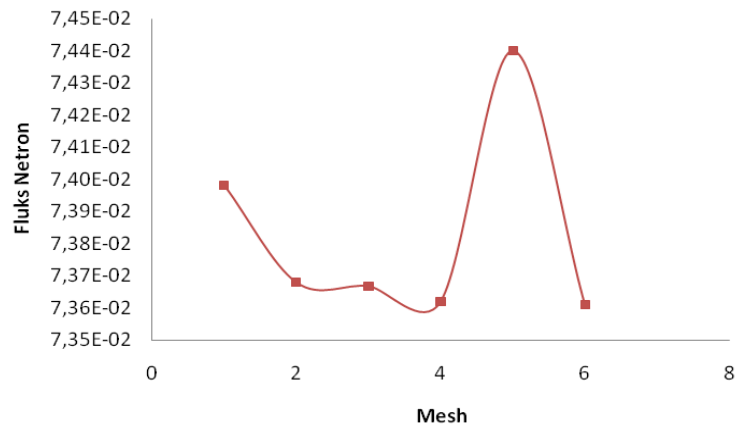
### 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Distribusi fluks neutron di setiap *region* yang terdiri dari 6 *mesh* menggunakan pendekatan *flat flux* disajikan pada Gambar 2 sampai dengan 5. Perilaku fluks neutron di setiap *region* cenderung sama di setiap grup energi, kecuali di daerah energi rendah. Dalam penelitian ini, ada 3 grup energi yang mewakili tingkatan energi, mulai yang paling tinggi (grup energi ke-1, 10 dan 40) sampai energi yang paling rendah (grup energi ke-70). Tiga kelompok grup pertama mewakili daerah energi cepat dan satu kelompok mewakili energi termal. Pola distribusi neutron dengan pendekatan *flat flux* secara umum sama, yang membedakan hanyalah besar nilai fluksnya. Gambar 2 memperlihatkan bahwa pada energi tinggi (grup ke-1) di daerah bahan bakar, fluks neutron cenderung turun menuju daerah kelongsong sampai ke daerah pendingin yang berada di daerah batas.

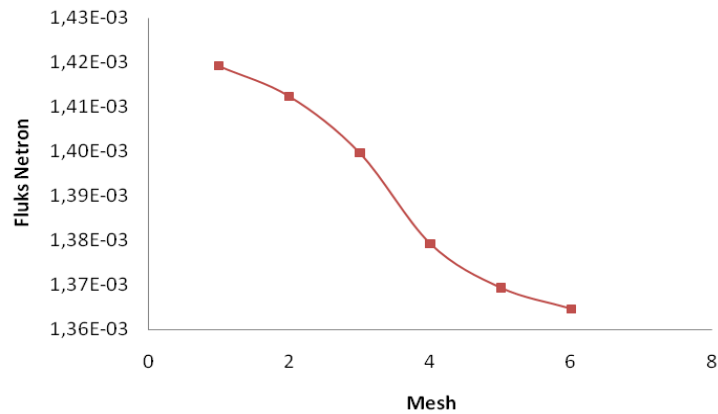


Gambar 2 Pola distribusi fluks neutron dalam sel untuk 6 *mesh* pada grup energi ke-1.

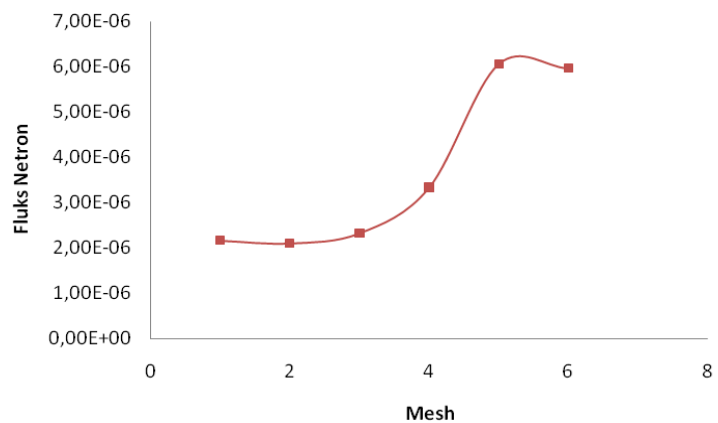
Secara umum, energi neutron terbentang di antara tiga daerah yaitu, daerah energi fisi neutron atau yang dikenal dengan nama daerah energi tinggi (*fast*) ( $>0,5$  MeV), daerah termal ( $<0,625$  eV) dan daerah energi melambat (*slowing down*) (0,5 MeV-0,625 eV [8]. Untuk energi tinggi (orde MeV) diwakili oleh grup 1 sampai grup 19, energi melambat (orde keV) diwakili oleh grup 20 sampai grup 37, sedangkan energi rendah (orde eV) diwakili oleh grup 38 sampai grup 70. Pembagian grup ini dibagi atas dua daerah, yaitu daerah reaksi cepat (*fast region*) (diwakili oleh grup 1 sampai 37) dan daerah termal (diwakili oleh grup 38 sampai 70). Saat ini, untuk *library Ultra Fine Group* telah dikembangkan pembagian grup energi sampai 175 dan 900 grup energi [6].



Gambar 3 Pola distribusi fluks neutron dalam sel untuk 6 *mesh* pada grup energi ke-10.



Gambar 4 Pola distribusi fluks neutron dalam sel untuk 6 *mesh* pada grup energi ke-40.



Gambar 5 Pola distribusi fluks neutron dalam sel untuk 6 *mesh* pada grup energi ke-70.

Kecenderungan yang sama juga berlaku untuk distribusi neutron pada grup energi ke- 40 yang masih dalam jangkauan daerah energi tinggi seperti terlihat pada Gambar 4. Terdapat sedikit perbedaan pola distribusi fluks di daerah grup energi ke-10 pada Gambar 3, yaitu di daerah bahan bakar, fluks neutron cenderung turun, namun di daerah

kelongsong fluks naik kemudian turun lagi di daerah pendingin yang berada di daerah batas. Pola ini terjadi karena pada grup energi ke-10 ini spektrum neutron memiliki nilai tertinggi, sebelum akhirnya turun di daerah termal.

Kecenderungan bahwa fluks neutron turun di daerah kelongsong dan pendingin terjadi karena di kedua daerah tersebut tidak terjadi peristiwa reaksi fisi, sedangkan fluks di daerah yang mendekati batas reflektif merupakan fungsi yang kontinu sehingga masih terdapat sejumlah neutron akibat serapan maupun dari peristiwa tangkapan neutron. Selain itu, faktor penurunan fluks neutron di daerah energi tinggi ini terjadi akibat adanya peristiwa tumbukan elastik yang menyebabkan neutron lebih mudah kehilangan energi.

Situasi berbeda terjadi di daerah energi termal, yaitu distribusi fluks neutron cenderung meningkat di daerah kelongsong dan pendingin seperti terlihat pada Gambar 5 untuk grup energy ke-70. Di daerah termal, fluks cenderung turun di daerah bahan bakar karena adanya efek moderasi atau penurunan fisi neutron (*neutron slowing down*). Dalam proses penurunan neutron ini, tumbukan elastik neutron menghilangkan fraksi ketergantungan terhadap energi pada setiap tumbukan, sehingga hilangnya neutron lebih banyak di daerah energi tinggi dari pada di daerah energi rendah. Akibatnya, neutron lebih banyak menumpuk di daerah termal.

#### **4. KESIMPULAN DAN PROSPEK**

Metode CP yang mendasarkan diri pada integral transport telah terbukti sangat efektif dan cocok dalam menyelesaikan masalah transport neutron dalam reaktor nuklir, terutama untuk menghitung pola distribusi fluks di setiap *region* dalam sel bahan bakar nuklir. Pola distribusi fluks neutron di ketiga *region* sel bahan bakar nuklir yaitu daerah bahan bakar, kelongsong dan pendingin di daerah energi tinggi secara umum memiliki pola yang sama, yaitu di daerah energi tinggi fluks neutron cenderung turun menuju daerah kelongsong sampai ke daerah pendingin yang berada di daerah batas. Situasi berbeda terjadi di daerah energi termal, yaitu distribusi fluks neutron cenderung meningkat di daerah kelongsong dan pendingin. Pola distribusi fluks neutron yang seperti ini telah sesuai dengan teori.

Perhitungan transport neutron dalam silinder sel pada skala penuh, merupakan kajian yang sangat menarik, karena hal ini merupakan titik awal perhitungan dalam skala *assembly* maupun teras penuh (*full core*), walaupun waktu komputasinya menjadi lama.

#### **5. UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Zaki Su'ud di Departemen Fisika ITB atas diskusi yang mendalam tentang masalah ini.

## 6. PUSTAKA

- [1] Duderstadt JJ, Hamilton LJ. 1976. *Nuclear Reactor Analysis*. New York: John Wiley and Sons.
- [2] de Camargo DQ, Bodmann BEJ, Garcia RDM, de Vilhena MT. 2009. A Three-Dimensional Collision Probability Method: Criticality and Neutron Flux in a Hexahedron Setup. *Annals of Nuclear Energi* 36: 1614–1618.
- [3] Novitrian, Su'ud Z, Sutrisno. 2002. Nuclear Cell Homogenization Code for Thermal Reactors. *Seminar Teknologi dan Keselamatan Reaktor Daya VII*. Bandung.
- [4] Shafii MA, Su'ud Z. 2007. Study of Development Homogenization Code Using General Geometry Approach. *Proceeding of International Conference on Advanced Nuclear Sciences and Engineering*. ITB-TokyoTech, Bandung.
- [5] Okumura K, Kugo T, Kaneko K, Tsuchihashi K. 2007. *SRAC 2006: A Comprehensive Neutronics Calculation Code System*. JAEA.
- [6] Shafii MA, Su'ud Z, Waris A, Kurniasih N, Ariani M, Yulianti Y. 2010. Collision Probability Method for Nuclear Fuel Cell Homogenization using Finite Element Method for Neutron Flux Interpolation. *AIP Conf. Proc.* 1325: 253-258.
- [7] Shafii MA, Su'ud Z, Waris A, Kurniasih N. 2012. Nuclear Fuel Cell Calculation using Collision Probability Method with Linear Non Flat Flux Approach. *World Journal of Nuclear Science and Technology*, 2: 49–53.
- [8] Rouben B. 2008. *Nuclear Reactor Analysis*. Material Course McMaster University. Canada.
- [9] Hazama T, Chiba G, Sugino K. 2006. Development of a Fine and Ultra-Fine Group Cell Calculation Code SLAROM-UF for Fast Reactor Analyses. *Journal of Nuclear Science and Technology*. 43 ( 8): 908–918.