

p ISSN 0852-4777; e ISSN 2528-0473

Akreditasi No. 21/E/KPT/2018

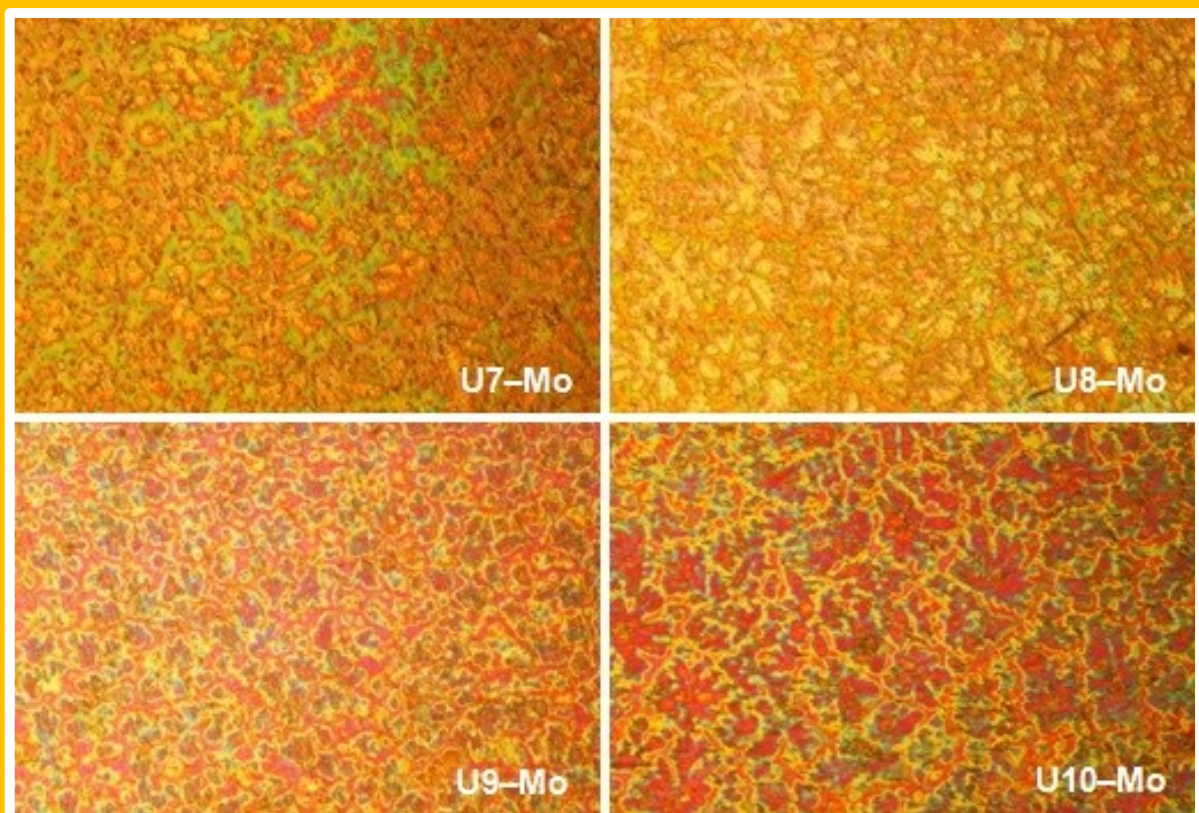
Berlaku s/d 2020

Urania

Jurnal Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir

Vol. 24 No.3

Oktober 2018



Mikrostruktur Paduan U-Mo

**BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL
PUSAT TEKNOLOGI BAHAN BAKAR NUKLIR**

Urania	Vol. 24	No. 3	Hal : 135-198	Serpong Oktober 2018	p ISSN 0852-4777; e ISSN 2528-0473
--------	---------	-------	---------------	-------------------------	------------------------------------

URANIA

Jurnal Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir

Vol. 24 No.3, Oktober 2018

Jurnal Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir URANIA adalah wahana informasi tentang Daur Bahan Bakar Nuklir yang berisi hasil penelitian, pengembangan dan tulisan ilmiah terkait. Terbit pertama kali pada tahun 1995 dengan frekuensi terbit sebanyak empat kali dalam satu tahun yaitu pada bulan Januari, April, Juli dan Oktober. Sementara itu, mulai tahun 2011 Jurnal Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir URANIA terbit tiga kali dalam satu tahun, yaitu pada bulan Februari, Juni dan Oktober.

Penanggung Jawab

Kepala PTBBN

Penasehat

Komisi Pembina Tenaga Fungsional

Pemimpin Dewan Redaksi

Merangkap Penyunting Ahli

Dr. Jan Setiawan (Material, BATAN)

Pemimpin Redaksi Pelaksana

Merangkap Penyunting Ahli

Ir. Aslina Br. Ginting (Teknik Kimia, BATAN)

Penyunting Ahli

Ir. M. Husna Al Hasa, M.T (Metalurgi, BATAN)

Ir. Masrukan, M.T (Teknik Material, BATAN)

Ir. Supardjo, M.T (Teknik Material, BATAN)

Ir. Futchah, M.T (Metalurgi, BATAN)

Ir. Tri Yulianto (Teknik Nuklir, BATAN)

Ir. Etty Mutiara, M. Eng (Teknik Kimia, BATAN)

Rohmad Sigit Eko Budi Prasetyo, S.T, M.Si (Material, BATAN)

Penyunting Mitra Bestari

Dr. Azwar Manaf, M. Met (Material, Universitas Indonesia)

Prof. Dr. Yanni Sudiyani (Biologi Lingkungan, LIPI)

Prof.Drs. Perdamean Sebayang, M.Sc (Fisika, LIPI)

Dr. Muhammad Subekti (Sistem Reaktor, BATAN)

Prof. Dr. Ir. Sigit (Teknik Kimia, STTN-BATAN)

Dr. Eng. I Made Wicaksana Ekaputra, M.Eng (Material, Universitas Sanata Dharma)

Daisman P.B. Aji, S.T, Ph.D (Material, Universitas Trisakti)

Dr. Hishamuddin Husain (Material, Malaysian Nuclear Agency)

Pemeriksa Naskah

Ir. Sarjono

Yanlinastuti, S.Si

Sekretaris

Dwi Agus Wrihatno, S.Kom

Penerbit

Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir (PTBBN)-BATAN

Alamat Redaksi

Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir

Kawasan Puspipstek Serpong 15314

Telp. 021-756-0915 Faks.021-756-0909

E-mail:urania@batan.go.id / batanurania@gmail.com

PENGANTAR REDAKSI

Sidang Pembaca Yang Terhormat,

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah kehadirat Allah SWT serta atas rahmat dan karuniaNya, Jurnal ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir "URANIA" Volume 24 No.3 dapat hadir dihadapan pembaca. Jurnal Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir terbit secara periodik setiap empat bulan sekali mulai tahun 2011, yaitu pada bulan Februari, Juni dan Oktober.

Topik pertama dalam jurnal ini menampilkan masalah teknologi bahan untuk reaktor riset yang ditulis dengan judul *Production of Uranium-Molybdenum Alloy As A Candidate for Nuclear Research Reactor Fuel*. Dalam tulisan tersebut dibahas mengenai paduan U-Mo sebagai kandidat material bahan bakar reaktor riset. Pembuatan paduan U-Mo dilakukan dengan variasi kadar Mo sebesar 7, 8, 9, dan 10 %berat Mo yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik mikrostruktur dan fasa pada ingot U-Mo hasil peleburan. Makalah berikutnya yang berkaitan dengan teknologi bahan untuk reaktor daya ditulis dengan judul *Simulasi Diameter Gel Basah Pada Fabrikasi Kernel Yttria-Stabilized Zirconia Menggunakan Alat Gel-Casting*, menjelaskan pembuatan kernel YSZ (*Yttria-Stabilized Zirconia*), *broth* ditetaskan melalui alat *gel-casting* untuk membentuk gel basah YSZ. Parameter proses seperti frekuensi vibrasi dan kecepatan aliran *broth* perlu diatur untuk memperoleh bentuk dan ukuran diameter gel basah. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui diameter gel basah yang diperoleh dari percobaan berdasarkan simulasi. Masih berkaitan dengan teknologi bahan untuk reaktor daya, sebuah makalah yang ditulis dengan judul *Prediksi Sifat Material Pressure Transmitting Medium Pada Quasi-Isostatic Pressing Menggunakan Finite Element Analysis*. Teknik *Quasi-isostatic pressing* mampu memberikan efek penekanan *triaxial* volumetrik yang menghasilkan produk dengan densitas yang seragam dan dapat digunakan dalam fabrikasi bahan bakar bola (*pebble fuel*) untuk *high temperature gas cooled reactor* (HTGR). Masih berkaitan dengan teknologi bahan untuk reaktor daya, sebuah makalah yang ditulis dengan judul *Analisis Potensi Proses Creep (Pemuluran) Terhadap Bahan Bakar Uji Akibat Distribusi Strain (Regangan) dengan Menggunakan Program Femaxi*. Potensi *creep* terhadap bahan bakar uji akibat distribusi *strain* dengan menggunakan program FEMAXI perlu dianalisis. Tujuan analisis untuk memprediksi kemungkinan terjadinya *creep* bahan bakar uji akibat distribusi *strain* secara melingkar, ke arah aksial dan radial pada temperatur dan waktu operasi tertentu untuk memberikan informasi terhadap standar kualitas saat produksi dan pengoperasian uji pin di teras reaktor.

Topik kedua, berkaitan dengan masalah lingkungan yang ditulis dengan judul *Evaluation of Radiation Dose Rate of RSG-GAS Reactor*. Salah satu parameter penting untuk menjaga tingkat keselamatan reaktor RSG-GAS adalah paparan radiasi yang rendah. Hasil evaluasi harus dapat menunjukkan bahwa paparan radiasi RSG-GAS masih aman bagi pekerja, masyarakat dan lingkungan sekitar. Tujuan dari penelitian ini untuk mengevaluasi paparan radiasi di daerah kerja untuk memastikan bahwa operasi RSG-GAS masih aman untuk 10 tahun ke depan. Makalah terakhir pada edisi ini yang ditulis dengan judul *Pengaruh PH pada Penurunan Kadar Thorium dalam Limbah Menggunakan Proses Elektrokoagulasi dengan Elektroda Aluminium dan Tembaga*. Pada penelitian ini dilakukan penurunan kadar thorium menggunakan proses elektrokoagulasi dengan Salah satu parameternya adalah pH. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pH pada proses elektrokoagulasi dalam menurunkan kadar thorium.

Akhir kata, semoga jurnal ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir "URANIA" ini bermanfaat bagi masyarakat Indonesia umumnya dan khususnya bagi pengembangan IPTEK Daur Bahan Bakar Nuklir. Selamat menyimak.

Oktober, 2018
DEWAN REDAKSI

URANIA

Jurnal Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir

Vol. 24 No. 3, Oktober 2018

DAFTAR ISI

Pengantar Redaksi	:	i
Daftar Isi	:	ii
<i>Production Of Uranium-Molybdenum Alloy As A Candidate For Nuclear Research Reactor Fuel</i>	:	135-142
(Ganisa Kurniati Suryaman, Muhammad Waziz Wildan, Suparjo, Yatno Dwi Agus Susanto)		
Simulasi Diameter Gel Basah Pada Fabrikasi Kernel <i>Yttria-Stabilized Zirconia</i> Menggunakan Alat Gel-Casting	:	143-154
(Erlia Yusnitha, Sarjono, Sri Rinanti Susilowati, Winter Dewayatna, Wahyudi Budi Sediawan)		
Prediksi Sifat Material Pressure Transmitting Medium Pada Quasi-Isostatic Pressing Menggunakan Finite Element Analysis	:	155-166
(Dede Sutarya, Iqbal Ramadhian Pamungkas Hendri Sukma, Agus Sartono Dwi Santosa, Dedi Haryadi)		
Analisis Potensi Proses <i>Creep</i> (Pemuluran) Terhadap Bahan Bakar Uji Akibat Distribusi <i>Strain</i> (Regangan) Dengan Menggunakan Program FEMAXI	:	167-176
(Tri Yulianto, Etty Marti Wigayati)		
<i>Evaluation Of Radiation Dose Rate Of RSG-GAS Reactor</i>	:	177-186
(Amir Hamzah, Hery Adrial, Subiharto)		
Pengaruh pH Terhadap Penurunan Kadar Thorium Dalam Limbah Menggunakan Proses Elektrokoagulasi Dengan Elektroda Aluminium dan Tembaga	:	187-198
(Prayitno, Vemi Ridantami, Indah Muji Mulyani)		

ABSTRAK

Ganisa Kurniati Suryaman, Muhammad Waziz Wildan, Suparjo, Yatno Dwi Agus Susanto. Vol. 24 No. 3, hal. 135-142

PEMBUATAN PADUAN URANIUM-MOLYBDENUM SEBAGAI KANDIDAT BAHAN BAKAR REAKTOR RISET. Pengembangan bahan bakar reaktor riset untuk mendapatkan bahan bakar densitas uranium tinggi dengan pengkayaan rendah (<20% ^{235}U) masih terus dilakukan. Salah satu kandidat material bahan bakar reaktor riset adalah paduan U-Mo. Sifat dan karakteristik dari paduan U-Mo akan berpengaruh terhadap pemilihan proses fabrikasi dan parameter pembuatan bahan bakar reaktor riset. Selain itu, kualitas paduan yang dihasilkan akan mempengaruhi unjuk kerja material bahan bakar ketika digunakan di reaktor. Pembuatan paduan U-Mo dengan variasi kadar Mo sebesar 7, 8, 9, dan 10 %berat Mo telah berhasil dilakukan dengan peleburan menggunakan tungku busur listrik dalam suasana argon. Masing-masing paduan dilebur sebanyak 5x sehingga paduan menjadi homogen. Hasil karakterisasi paduan U-Mo menggunakan mikroskop optik menunjukkan terdapat struktur dendritik pada ingot paduan U-Mo. Hasil XRD memperlihatkan bahwa fasa yang terbentuk pada paduan U-Mo adalah fasa gamma U dan fasa $\delta\text{-U}_2\text{Mo}$. Hasil pengujian kekerasan menggunakan micro Vickers menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kekerasan paduan seiring dengan meningkatnya kadar molybdenum.

Kata Kunci: Paduan U-Mo, reaktor riset, bahan bakar.

Eriila Yusnitha, Sarjono, Sri Rinanti Susilowati, Winter Dewayatna, Wahyudi Budi Sediawan. Vol. 24 No. 3, pp. 143-154

SIMULASI DIAMETER GEL BASAH PADA FABRIKASI KERNEL YTTRIA-STABILIZED ZIRCONIA MENGGUNAKAN ALAT GEL-CASTING. Pada proses pembuatan kernel YSZ (yttria-stabilized zirconia), broth diteteskan melalui alat gel-casting untuk membentuk gel basah YSZ. Broth adalah umpan alat gel-casting yang berupa larutan terdiri dari zirconium (IV) nitrate, yttrium (III) nitrate hexahydrate, urea, tetrahydrofurfuryl alcohol (THFA), dan poly vinyl alcohol (PVA). Parameter proses alat gel-casting seperti frekuensi vibrasi dan kecepatan aliran broth diatur untuk memperoleh bentuk dan ukuran diameter gel basah yang diinginkan. Alat gel-casting yang berada di PTBBN BATAN memiliki satu buah nozzle dengan diameter 1 mm. Kegiatan simulasi ini perlu dilakukan untuk mengurangi jumlah eksperimen di laboratorium sehingga mengurangi volume limbah yang diakibatkan trial and error dalam eksperimen. Selain itu, simulasi ini bertujuan untuk memprediksi diameter gel basah yang dihasilkan. Oleh karena itu, simulasi diameter gel basah perlu diciptakan dan diverifikasi dengan hasil eksperimen. Berdasarkan hipotesa, simulasi diameter gel basah dapat dilakukan dengan memperhitungkan parameter alat gel-casting seperti kecepatan aliran broth dan frekuensi vibrasi. Selain itu karakteristik dari broth seperti densitas juga akan mempengaruhi diameter gel basah. Diameter gel basah yang dihasilkan alat gel-casting diukur menggunakan alat mikroskop digital. Diameter gel basah dari eksperimen didekati menggunakan persamaan yang dimodifikasi dengan memperhitungkan frekuensi vibrasi, kecepatan aliran broth, konsentrasi metal dalam broth dan densitas broth. Hasil simulasi tersebut menunjukkan penyimpangan yang lebih kecil dari simulasi menggunakan persamaan sederhana yang hanya memperhitungkan frekuensi vibrasi dan kecepatan aliran broth.

Kata kunci: simulasi, diameter, gel basah, broth, alat gel-casting

Dede Sutarya, Iqbal Ramadhian Pamungkas Hendri Sukma, Agus Sartono Dwi Santosa, Dedi Haryadi. Vol. 24 No. 3, hal. 155-166

PREDIKSI SIFAT MATERIAL PRESSURE TRANSMITTING MEDIUM PADA QUASI-ISOSTATIC PRESSING MENGGUNAKAN FINITE ELEMENT ANALYSIS. Teknik *quasi-isostatic pressing* merupakan pengembangan dari *isostatic pressing* yang dibuat lebih sederhana dan efisien. *Quasi-isostatic pressing* mampu memberikan efek penekanan triaxial volumetrik sehingga dapat menghasilkan produk dengan densitas yang seragam. Dengan keunggulan tersebut, maka teknik *quasi-isostatic pressing* digunakan dalam proses fabrikasi bahan bakar bola (*pebble fuel*) untuk *high temperature gas cooled reactor* (HTGR). Masalah utama dalam teknik *quasi-isostatic pressing* terletak pada material hiper-elastis sebagai *pressure transmitting medium* (PTM) untuk mentransfer tekanan statis yang seragam ke segala arah pada proses kompaksi. Oleh karena itu, sifat dan karakteristik material PTM yang dibutuhkan untuk *quasi-isostatic pressing* dengan kondisi batasan proses yang diinginkan harus ditentukan. Dalam makalah ini digunakan *Finite Element Analysis* (FEA) untuk memprediksi sifat dan karakteristik (konstanta) material PTM untuk proses *quasi-isostatic pressing* dengan menggunakan model Mooney-Rivlin 2 dan 3 parameter dan metode *single-acting press*. Dari hasil eksperimen FEA diperoleh nilai C_{10} sebesar 120 MPa, C_{01} sebesar 49 MPa dan C_{11} sebesar 10 MPa. Walaupun demikian, proses *quasi-isostatic pressing* pada kompaksi serbuk grafit masih belum terjadi secara sempurna, penelitian lebih lanjut akan dilakukan dengan perbaikan secara numerik dan penggunaan model *Mooney-Rivlin* 5 hingga 9 parameter dengan menggunakan metode *double-acting press*.

Kata kunci: *Quasi-isostatic pressing, pebble fuel, Mooney-Rivlin, pressure transmitting medium, finite element analysis*

Tri Yulianto, Ety Marti Wigayati. Vol. 24 No. 3, hal. 167–176

ANALISIS POTENSI PROSES CREEP (PEMULURAN) TERHADAP BAHAN BAKAR UJI AKIBAT DISTRIBUSI STRAIN (REGANGAN) DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM FEMAXI. Telah dilakukan analisis potensi proses *creep* (pemuluran) terhadap bahan bakar uji akibat distribusi *strain* (regangan) dengan menggunakan program FEMAXI. Tujuan penelitian ini untuk memprediksi kemungkinan terjadinya *creep* (pemuluran) bahan bakar uji akibat distribusi *strain* secara melingkar (*circumocular*), ke arah aksial dan radial pada temperature dan waktu operasi tertentu, untuk memberikan informasi terhadap standar kualitas saat produksi dan pengoperasian uji pin di teras reaktor. Hal ini penting dilakukan analisis karena kelongsong sebagai penahan dari tekanan pelepasan produk gas hasil fisi yang dihasilkan saat diiradiasi. Fenomena terjadinya proses *creep* secara total pada kelongsong *pin* diasumsikan akibat pengaruh *burn-up* terhadap pelepasan produk gas fisi akan memberikan tekanan yang dialami kelongsong akibat regangan pada temperature relatif tinggi, laju *creep* akan bertambah dengan meningkatnya regangan (*strain*). Hasil analisis mekanikal secara total pin bahan bakar bagian atas (*top*) dan bagian dalam (*inner*) pada kondisi operasi tunak menunjukkan terjadi peningkatan *creep* tergantung pada LHR (*linear heat rate*) dan pola operasi di teras reaktor. Untuk kondisi operasi transien menunjukkan peningkatan terjadi *creep* stabil. Pada kondisi operasi *ramp* atau operasi perubahan LHR mendadak menunjukkan peningkatan proses *creep* akibat tekanan regangan berbeda antara pola operasi secara tunak, transien dan *ramp* pada proses terjadinya *creep* pada bahan bakar (pelet) dan kelongsong. Hal tersebut akibat produk gas fisi, tetapi hasil akhir perhitungan kondisi pin secara total memberikan informasi bahwa pin hasil produksi masih dinyatakan aman baik ditinjau dari proses termal maupun mekanikal dengan berbagai pola perubahan LHR.

Kata kunci : elemen bakar nuklir, pin, kelongsong, pelet

Amir Hamzah, Hery Adrial, Subiharto. Vol. 24 No. 3, hal. 177–186

EVALUASI LAJU DOSIS RADIASI REAKTOR RSG-GAS. Reaktor RSG-GAS telah beroperasi selama 30 tahun. Operasi reaktor yang lama dapat memungkinkan terjadinya proses penuaan pada komponennya. Salah satu parameter penting untuk menjaga tingkat keselamatan reaktor RSG-GAS adalah paparan radiasi yang serendah mungkin, terutama di daerah kerja. Hasil evaluasi harus dapat menunjukkan bahwa paparan radiasi RSG-GAS masih aman bagi pekerja, masyarakat dan lingkungan sekitar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi paparan radiasi di daerah kerja untuk memastikan bahwa operasi RSG-GAS masih aman untuk 10 tahun ke depan. Ruang lingkup pekerjaan ini adalah untuk memvalidasi hasil perhitungan dibandingkan dengan pengukuran dosis radiasi di daerah kerja reaktor RSG-GAS. Pengukuran paparan radiasi dilakukan dengan menggunakan peralatan yang terpasang di beberapa titik di area kerja RSG-GAS dan peralatan pengukuran paparan radiasi portabel. Perhitungan yang dilakukan adalah pemodelan dan analisis distribusi laju dosis berdasarkan data komposisi dan geometri RSG-GAS menggunakan MCNP. Hasil analisis laju dosis maksimum pada area kerja Level 0 m reaktor RSG-GAS adalah 3,0 $\mu\text{Sv/jam}$ dengan penyimpangan 6% yang relatif mendekati hasil pengukuran. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa tingkat dosis di wilayah kerja RSG-GAS masih di bawah batas nilai 10 $\mu\text{Sv/jam}$ (untuk dosis efektif rerata 20 mSv/tahun) yang ditentukan oleh BAPETEN sehingga aman untuk pekerja.

Kata kunci: laju dosis, RSG-GAS, keselamatan radiasi, MCNP.

Prayitno, Vemi Ridantami, Indah Muji Mulyani. Vol. 24 No. 3, hal. 187–198

PEMISAHAN CESIUM DALAM PEB $\text{U}_3\text{Si}_2/\text{Al}$ PASCA IRADIASI DENGAN METODE KOLOM PENUKAR KATION MENGGUNAKAN RESIN DOWEX. Perhitungan *burn up* bahan bakar nuklir secara merusak dapat ditentukan dari kandungan hasil fisi isotop ^{137}Cs . Oleh karena itu perlu dilakukan pemisahan isotop ^{137}Cs dengan uranium yang terdapat di dalam pelat elemen bakar (PEB) $\text{U}_3\text{Si}_2/\text{Al}$ pasca iradiasi. Pemisahan ^{137}Cs dilakukan dengan metode kolom penukar kation menggunakan resin Dowex dengan variasi berat 1; 2; 3; 4; 5 dan 6 g. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan isotop ^{137}Cs di dalam PEB $\text{U}_3\text{Si}_2/\text{Al}$ pasca iradiasi dan dibandingkan dengan kandungan ^{137}Cs yang dipisahkan dengan metode penukar kation menggunakan zeolite Lampung dan metode pengendapan CsClO_4 . PEB $\text{U}_3\text{Si}_2/\text{Al}$ densitas 2,96 gU/cm^3 bagian tengah kode RI-SIE2 pelat sisi 20 IDA 0045 dengan berat 0,1103 g dilarutkan dengan HCl 6N dan HNO_3 6N sehingga diperoleh larutan uranil nitrat. Larutan $\text{U}_3\text{Si}_2/\text{Al}$ pasca iradiasi dipipet sebanyak 150 μL dan ditambah 2 mL aquadest kemudian ditambahkan Cs *carrier* sebanyak 20 μL dan 1 mL HCl 12 M. Campuran larutan tersebut digunakan sebagai umpan dimasukkan ke dalam kolom penukar anion (kolom pertama) yang berisi resin R-Cl^- variasi berat 1; 2; 3; 4; 5 dan 6 g. Efluen yang keluar dari kolom penukar anion dimasukkan ke dalam kolom penukar kation (kolom kedua) yang telah berisi resin R-NH_4^+ dengan variasi berat 1; 2; 3; 4; 5 dan 6 g. Isotop ^{137}Cs yang terikat dengan resin R-NH_4^+ di dalam kolom kemudian dielusi menggunakan HCl 1 M sebanyak 15 mL. Efluen kemudian dikisatkan sampai diperoleh volume ± 2 mL. Besarnya kandungan isotop ^{137}Cs dalam efluen diukur dengan menggunakan spektrometer gamma dengan waktu cacah 500 detik. Hasil pengukuran diperoleh kandungan isotop ^{137}Cs di dalam sampel PEB $\text{U}_3\text{Si}_2/\text{Al}$ densitas 2,96 gU/cm^3 pasca iradiasi sebesar 0,000445 g/gPEB g dan parameter optimal pemisahan ^{137}Cs dengan metode kolom penukar kation menggunakan resin Dowex seberat 2 g dengan *recovery* sebesar 98,67%. Hasil pemisahan ^{137}Cs dengan metode kolom penukar kation tidak jauh berbeda dengan hasil pemisahan ^{137}Cs dengan metode penukar kation maupun metode pengendapan CsClO_4 . Kandungan ^{137}Cs yang diperoleh selanjutnya dapat digunakan untuk perhitungan *burn up*.

Kata kunci : $\text{U}_3\text{Si}_2/\text{Al}$, isotop ^{137}Cs , kolom penukar kation resin Dowex, *burn up*

ABSTRACT

Ganisa Kurniati Suryaman, Muhammad Waziz Wildan, Suparjo, Yatno Dwi Agus Susanto. Vol. 24 No. 3, pp. 135-142

PRODUCTION OF URANIUM-MOLYBDENUM ALLOY AS A CANDIDATE FOR NUCLEAR RESEARCH REACTOR FUEL. Research and development on high density uranium for nuclear research reactor fuel is still in progress. Uranium-molybdenum alloy is one of the strongest candidates of nuclear research reactor fuel material. The properties and characteristics of U-Mo alloy is of important consideration for the selection of the fabrication techniques for the production of the fuel. In this work, uranium-molybdenum (U-Mo) alloys with varied molybdenum content have been produced successfully by arc melting technique. The molybdenum content variations were 7 %wt, 8 %wt, 9 %wt and 10 %wt Mo. The melting process was done 5 times to achieve homogenization. Metallographic micrograph shows the presence of dendritic structure. XRD examination result affirms the presence of 2 phases of γ -U phase and δ -U₂Mo phase. Microhardness Vickers test shows higher hardness value for Uranium-molybdenum alloy with higher molybdenum content.

Keywords: U-Mo alloy, research reactor, fuel.

Erlia Yusnitha, Sarjono, Sri Rinanti Susilowati, Winter Dewayatna, Wahyudi Budi Sediawan. Vol. 24 No. 3, pp. 143-154

SIMULATION OF MICROSPHERE OF GELLED KERNELS DIAMETER IN THE FABRICATION OF YTTRIA-STABILIZED ZIRCONIA WITH GEL-CASTING EQUIPMENT. In kernel fabrication, microsphere of gelled kernels (yttria-stabilized zirconia) were made by droplet formation of the broth through the gel-casting equipment. Broth is feed of gel-casting equipment that were made of mixed of zirconium (IV) nitrate, yttrium (III) nitrate hexahydrate, urea, tetrahydrofurfuryl alcohol (THFA), and poly vinyl alcohol (PVA). The process parameter of the gel-casting equipment such as vibration frequency and broth flowrate need to be set up to control shape and diameter of the targeted microsphere of gelled kernels. The gel-casting equipment at PTBBN – BATAN is equipped with single nozzle with 1 mm diameter. The simulation work is important to be carried out to reduce the number of experiments in the laboratory hence it reduces the waste from trial and error in the experiment. Moreover, the objective of this simulation work is to predict the diameter of microsphere of gelled kernels. Therefore, the simulation of microsphere of gelled kernel diameter is necessary to be build and verified with the experiment data. According to hypothesis, the simulation of microsphere of gelled kernel diameter can be conducted by considering gel-casting equipment parameter such as the broth flowrate and vibration frequency. In addition, the broth characteristic as broth density affects the diameter of microsphere of gelled kernels diameter. The diameter of microsphere of gelled kernels produced from gel-casting equipment were determined with digital microscope. The result from simulation calculation shows that diameter of microsphere of gelled kernels produced from laboratory experiment can be approached by modified equation involving vibration frequency, broth flowrate, metal concentration in the broth and broth density. It appears that the deviation of simulation calculation is smaller than simple equation, where only vibration frequency and broth flowrate are included in the calculation.

Keywords: simulation, diameter, microsphere of gelled kernels, broth, gel-casting equipment.

Dede Sutarya, Iqbal Ramadhian Pamungkas Hendri Sukma, Agus Sartono Dwi Santosa, Dedi Haryadi. Vol. 24 No. 3, pp. 155-166

MATERIAL PROPERTIES PREDICTION OF PRESSURE TRANSMITTING MEDIUM ON QUASI-ISOSTATIC PRESSING USING FINITE ELEMENT ANALYSIS. Quasi-isostatic pressing technique is developed from isostatic pressing, which is made more simple and efficient. Quasi-isostatic pressing can provide the effect of volumetric triaxial compaction, so that it can produce compaction with uniform density. With these advantages, the quasi-isostatic pressing technique is used in pebble fuel fabrication process for high-temperature gas-cooled reactors (HTGR). The main problem in the quasi-isostatic pressing technique lies in need of hyperelastic material as a pressure transmitting medium (PTM) to transmit uniform static pressure in all directions in the compacting process. Therefore, the properties and characteristics of the PTM material needed for quasi-isostatic pressing with the boundary conditions of process must be determined. In this paper Finite Element Analysis (FEA) was used to predict the properties and characteristics (constants) of PTM materials for the quasi-isostatic pressing process using Mooney-Rivlin 2 and 3 parameters and single-acting press methods. From the results of FEA experiments, C_{10} values of 120 MPa, C_{01} of 49 MPa and C_{11} of 10 MPa were obtained. However, the quasi-isostatic pressing process for graphite powder compacting has not completed perfectly, so further research will be carried out with numerical improvement and the use of the Mooney-Rivlin 5 to 9 parameter model using double-acting press method.

Keywords: Quasi-isostatic pressing, Pebble fuel, Mooney-Rivlin, Pressure transmitting medium, Finite element analysis.

Tri Yulianto, Ety Marti Wigayati. Vol. 24 No. 3, pp. 167-176

ANALYSIS OF POTENTIAL CREEP PROCESS TEST FUEL MATERIALS DUE TO STRAIN DISTRIBUTION USING THE FEMAXI PROGRAM. Analysis of creep process potential of test fuel due to strain distribution has been carried out using FEMAXI program. The purpose of this study is to predict the possibility of creep of test fuel due to circumocular distribution of axial and radial strain at certain operating temperatures and times and to provide information on quality standards during production and operation of pin tests in the reactor core. This analysis is important because cladding is a barrier to the pressure release of fission gas products produced when the fuel is irradiated. The phenomenon of the total creep process on pin cladding is assumed to be caused by the effect of burn-up on the release of fission gas products, which results in pressure induced by strain of cladding at relatively high temperatures. The creep rate will increase with increasing strain. The total mechanical analysis of the top and inner part of fuel pins at steady operating conditions shows that there is an increase in creep depending on the LHR (linear heat rate) and operating pattern on the reactor core. For transient operating conditions, it shows an increase in stable creep. In ramp operating conditions or sudden LHR change operations, it indicates an increase in creep processes due to difference in strain pressures between steady operation patterns, transients and ramps during the process of creep on pellets and cladding. This is due to fission gas products, but the final results of the total pin condition calculation indicate that the pin products are still considered as safe in terms of both thermal and mechanical processes with various patterns of LHR changes.

Keywords: nuclear fuel elements, pin, cladding, pellets

Amir Hamzah, Hery Adrial, Subiharto. Vol. 24 No. 3, pp. 177-186

EVALUATION OF RADIATION DOSE RATE OF RSG-GAS REACTOR. The RSG-GAS reactor has been operated for 30 years. Since the nuclear reactor has been operated for a long time, aging process on its components may occur. One important parameter for maintaining the safety level of the RSG-GAS reactor is to maintain radiation exposure as low as possible, especially in the working area. The evaluation results should be able to demonstrate that the radiation exposure of the RSG-GAS is still safe for workers, communities and the surrounding environments. The purpose of this study is to evaluate radiation exposure in the working area to ensure that the operation of RSG-GAS is still safe for the next 10 years. The scope of this work is confirming the calculation results with the measured radiation dose in the RSG-GAS reactor working area. Measurement of radiation exposure is done by using the installed equipments at some points in the RSG-GAS working area and a portable radiation exposure measurement equipment. The calculations include performance of a modeling and analysis of dose rate distribution based on the composition and geometry data of RSG-GAS by using MCNP. The analysis results show that the maximum dose rate at Level 0 m working area of RSG-GAS reactor is 3.0 $\mu\text{Sv/h}$ with a deviation of 6%, which is relatively close to the measurement value. The evaluation results show that the dose rate in RSG-GAS working area is below the limit value established by the Nuclear Energy Regulatory Agency of Indonesia (BAPETEN) of 10 $\mu\text{Sv/h}$ (for the average effective dose of 20 mSv/year). Therefore, it is concluded that the dose rate in RSG-GAS working area is safe for personnel.

Keywords: dose rates, RSG-GAS, radiation safety, MCNP.

Prayitno, Vemi Ridantami, Indah Muji Mulyani. Vol. 24 No. 3, pp. 187-198

EFFECT OF PH IN DECREASING THORIUM CONDITION IN WASTE USING ELECTROCOAGULATION PROCESS WITH ALUMINIUM AND COPPER ELECTRODE. Reduction of thorium level by electrocoagulation process has been done. Electrocoagulation process is a method used in waste management, which is based on the use of electrodes with potential difference to produce coagulant. One of the process parameters in electrocoagulation is pH. This study aims to determine the effect of pH on the electrocoagulation process in order to lower the thorium level. The method used was batch electrocoagulation process in electrocoagulator tub of 22.5×14.5×20 cm dimension. The electrodes used were aluminum and copper of 20×20 cm² size with active surface area of 250 cm². Electrodes were installed in parallel with 1 cm distance between the electrodes. The electrocoagulation process was carried out with a working voltage of 2 V for 60 minutes. Sampling was done every 5 minute interval to prepare samples for subsequent thorium level analysis and pH measurement. The results show changes in pH value during the electrocoagulation process. Such changes result in the concentration change, which was indicated by coagulant separation efficiency. The separation efficiency of aluminum electrode was 98.06%, which was indicated by an increase in thorium level from the initial value of 439.274 ppm to 8.503 ppm within 5 minutes at a pH of 7.38. The copper electrode shows 96.35% efficiency in reducing thorium level from the initial value of 439.274 ppm to 16.015 ppm within 5 minute at a pH of 7.29. Both electrodes used in the electrocoagulation processes show high separation efficiency and significant increase in pH values within 5 minutes, suggesting that the formation rate of coagulants is rapid during 5 minutes.

Keywords: electrocoagulation, pH, coagulant

INDEKS SUBJEK

- ^{137}Cs 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133
- ^{99}Mo 102, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123
- AlMg2 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 61, 62, 68, 70, 75, 76
- AlMgSi 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 73, 74, 75, 76, 78, 79, 81, 82, 83, 84, 180
- Alumina 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122
- Batan-FUEL 93, 94, 97
- Bejana tekan 51, 53, 54
- Broth* 143, 144, 145, 146, 147, 149, 150, 151, 152, 153
- Burn up* 19, 27, 28, 29, 39, 40, 41, 42, 46, 48, 64, 93, 96, 99, 125, 126, 127, 133, 137
- Canister* 61, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71
- Creep* 168, 169
- Cylinder fuel type* 93
- Daktilitas 85, 88, 90
- Dose rates* 177, 179, 181, 183, 184
- EIS 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 114
- Elektrokoagulasi 187, 189, 190, 191, 192, 194, 195, 196, 197
- FEMAXI-V 169, 170
- Finite element analysis* 155
- Fluks neutron termal 94
- Gel basah 143, 145, 147, 149, 150, 151, 152, 153
- Gel-casting* 143, 144, 145, 146, 147, 149, 151, 153, 154
- Homogenisasi 73, 76, 79, 80, 84
- HTGR 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 145, 153, 155, 156, 157
- Inhibitor 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113
- Koagulan 187, 189, 192, 193, 194, 195
- Kolom penukar kation 125, 129, 130, 131, 132, 133
- MCNP 177, 178, 179, 180, 181, 186
- Metode Pugn 171
- Mooney-Rivlin* 155, 156, 157, 158, 159, 161, 162, 165
- MTR 93, 94, 99, 102, 103, 186
- Nitridasi 85, 87, 88, 89, 90
- Paduan AG3NE 73, 76, 78, 79, 80, 82, 83
- PEB $\text{U}_3\text{Si}_2/\text{Al}$ 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 48, 125, 126, 129, 133
- Pebble fuel* 155, 156, 157
- Pelet UO_2 17, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 175
- Peluruhan panas 62
- Pipa pendingin sekunder 105, 107, 109, 112
- Polarization resistance* 83
- Pressure transmitting medium* 155, 156
- Probabilistic fracture mechanics* 51, 52
- Quasi-isostatic pressing* 155, 156, 158, 166
- Ramp* 170, 173, 174
- RDE 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 145
- Resin Dowex 125, 128, 130, 133
- RSG-GAS5, 7, 37, 75, 95, 97, 99, 102, 103, 105, 106, 107, 108, 109, 113, 171, 175, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186
- Tafel 82, 83
- TRIGA 2000 5, 96
- $\text{U}_3\text{Si}_2/\text{Al}$ 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 75, 76, 84, 93, 94, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 132, 133, 134
- U-Mo* 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141
- Yield* 11, 115, 116, 118, 119, 120, 121, 122, 127

INDEKS PENULIS

Adang Hardi Gunawan	115	Meniek Rachmawati	1
Agus Sartono Dwi Santosa	155	Mike Susmikanti	51
Amir Hamzah	177	Muhammad Waziz Wildan	135
Arif Nugroho	125	Prayitno	187
Aslina Br.Ginting	27, 39, 125	<i>Ramp</i>	170, 173, 174
Boybul	27, 125	Ridwan	1
Chairuman	115	Rohmad Sigit	85
Dede Sutarya	155	Rosika Kriswarini	105, 125
Dedi Haryadi	155	Roziq Himawan	51
Dian Anggraini	27, 125	Sarjono	143
Diyah Erlina Lestari	105	Siti Aidah	73
Dry Storage	65, 66	Sri Ismarwanti	85
Dyah Sulistyani Rahayu	61	Sri Rinanti Susilowati	143
Entin Hartini	51	Subiharto	177
Erlia Yusnitha	143	Sulaiman	115
Etty Marti Wigayati	167	Supardjo	27, 135
Etty Mutiara	17	Surian Pinem	93
Ganisa Kurniati Suryaman	135	Sutri Indaryati	125
Gatot Setiawan	115	Tagor M. Sembiring	93
Geni Rina Sunaryo	1	Taswanda Taryo	1
Guswardani	85	Tri Yulianto	17, 167
Hadijaya	73	Tukiran Surbakti	93
Hendri Sukma	155	Vemi Ridantami	187
Hery Adrial	177	Wahyudi Budi Sediawan	143
Iis Haryati	125	Winter Dewayatna	143
Indah Muji Mulyani	187	Yanlinastuti	27, 105
ilqbal Ramadhian Pamungkas	155	Yatno Dwi Agus Susanto	85, 135
Jan Setiawan	85	Yono Sugiharto	115
Junaedi	39	Yuli Purwanto	61
Maman Kartaman Ajiriyanto	39, 105	Zainus Salimin	61
Masrukan	73		

URANIA

Jurnal Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir

PEDOMAN PENULISAN NASKAH

Naskah berupa karya tulis ilmiah hasil penelitian dan pengembangan yang berkaitan dengan daur bahan bakar nuklir yang meliputi : proses, analisis, uji bahan, perekayasaan, pemodelan dan keselamatan. Naskah harus orisinal dan belum pernah diterbitkan. Ketentuan penulisan naskah karya tulis ilmiah adalah:

1. JUDUL, ditulis menggunakan jenis huruf arial 14, *bold* dengan spasi 1,5.
2. NAMA PENULIS, ditulis menggunakan jenis huruf arial 10, *bold* spasi *exactly* 14.
3. ALAMAT/UNIT KERJA/ALAMAT EMAIL, ditulis menggunakan jenis huruf arial 10 spasi *exactly* 14.
4. ABSTRAK, ditulis menggunakan jenis huruf arial 10 dengan spasi *exactly* 14 dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris maksimum 200 kata, berisi ringkasan latar belakang, tujuan, pelaksanaan, hasil dan simpulan. Di bawah abstrak dituliskan kata kunci.
5. PENDAHULUAN, ditulis menggunakan jenis huruf arial 10 dengan spasi *exactly* 14. Pendahuluan memuat latar belakang dan permasalahan, status ilmiah saat ini, cara pendekatan penyelesaian masalah, hipotesis, tujuan, metoda dan hasil yang diharapkan.
6. TEORI, bila diperlukan ditulis menggunakan jenis huruf arial 10 dengan spasi *exactly* 14.
7. METODOLOGI/TATA KERJA, ditulis menggunakan jenis huruf arial 10 dengan spasi *exactly* 14. Metodologi/Tata Kerja ditulis secara terinci yang memuat metoda, ruang lingkup, bahan dan peralatan yang digunakan serta cara kerja.
8. HASIL DAN PEMBAHASAN, ditulis menggunakan jenis huruf arial 10 dengan spasi *exactly* 14. Hasil dan Pembahasan disusun secara rinci yang memuat data (tabel, gambar), bahasan hasil yang diperoleh dan kaitan dengan konsep dasar atau hipotesis, perbandingan dengan hasil penelitian lain dan implikasi hasil penelitian.
9. SIMPULAN, ditulis menggunakan jenis huruf arial 10 dengan spasi *exactly* 14 yang berisi simpulan dari hasil pembahasan.
10. UCAPAN TERIMA KASIH, ditulis menggunakan jenis huruf arial 10 dengan spasi *exactly* 14.
11. DAFTAR PUSTAKA, ditulis menggunakan jenis huruf arial 10 dengan spasi *exactly* 14 ditulis sesuai urutan yang diacu dan menggunakan nomor urut dengan angka Arab. Penulisan daftar pustaka mengacu pada standar IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*). Acuan lengkap dapat diunduh di situs <http://www.ieee.org/>. Contoh penulisan daftar pustaka dari berbagai sumber seperti berikut:
 - a. **Buku:** R.E.E. Smallman, *Metalurgi Fisik Modern* (Edisi 4). Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 1991.
 - b. **Artikel Jurnal:** Sugondo dan A. Chaidir, "Pengaruh temperatur anil terhadap jenis dan ukuran presipitat fase kedua pada paduan Zr-1%Nb-1%Sn-1%Fe," *Jurnal Teknologi Bahan Nuklir*, vol.5, no.1, hal. 21-29, 2009.
 - c. **Makalah Referensi:** H. Suwarno, A.A. Wisnu dan I. Andon, "The X-Ray diffraction analyses on the mechanical alloying of the Mg₂Ni formation," dipresentasikan pada The International Conference on Solid State Ionics Proceeding, Jakarta, Agustus 2007, Editor: Penerbit, Tahun, halaman.
 - d. **Tesis/Disertasi:** J. Setiawan, "judul tesis/disertasi," Tesis/Disertasi, Universitas Indonesia, Depok, Indonesia, 2010.
 - e. **Dokumen Internet:** S. L. Talleen. (1996, Apr.). The Intranet Architecture. Amdahl Corp., CA. [Online]. Available: <http://www.amdahl.com/intra/>.
12. LAMPIRAN, jika ada.

Ketentuan lain:

- Naskah diketik menggunakan pengolah kata *Microsoft Word* dan dicetak pada kertas ukuran A4 dengan *margin* atas, bawah dan kanan masing-masing 2,54 cm sedangkan *margin* kiri 3,17 cm. Jumlah halaman minimal 8 dan maksimal 15 termasuk gambar dan tabel.
- Naskah dapat ditulis dalam Bahasa Indonesia atau Bahasa Inggris.
- Naskah dikirim langsung ke redaksi melalui sistem OJS (jurnal.batan.go.id/index.php/urania).
- Penerbitan jurnal dilakukan 3 (tiga) kali dalam satu tahun, yakni pada bulan Februari, Juni dan Oktober.
- Jurnal Ilmiah Daur Bahan Bakar Urania tidak menerima naskah dengan penulis naskah tunggal.
- Menyerahkan **Pernyataan Etika** dan **Penyerahan Perjanjian Hak Cipta** sebelum artikel dapat dipublikasikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Redaksi mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Azwar Manaf, M.Met (Universitas Indonesia), mempunyai kepakaran dalam bidang material.
2. Prof. Dr. Yanni Sudiyani (LIPI), mempunyai kepakaran dalam bidang biologi lingkungan.
3. Prof. Drs. Perdamean Sebayang, M.Sc (LIPI), mempunyai kepakaran dalam bidang Fisika.
4. Dr. R. Muhammad Subekti (PTKRN, BATAN), mempunyai kepakaran dalam bidang sistem reaktor nuklir.
5. Dr. Ir. Sigit (STTN, BATAN), mempunyai kepakaran dalam bidang kimia.
6. Daisman P. B. Aji., Ph.D (Universitas Trisakti), mempunyai kepakasan dalam bidang material.
7. Dr. Eng. I Made Wicaksana Ekaputra, M.Eng (Universitas Sanata Dharma), mempunyai kepakaran dalam bidang material.
8. Dr. Hishamuddin Husain (Malaysian Nuclear Agency), mempunyai kepakaran dalam bidang material.

Sebagai penyunting mitra bestari yang telah menyediakan waktu, pikiran serta saran-saran untuk mereview jurnal ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir "URANIA" Volume 24 No.3 (edisi Oktober 2018).

Oktober 2018

Redaksi

Jurnal Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir "**URANIA**"