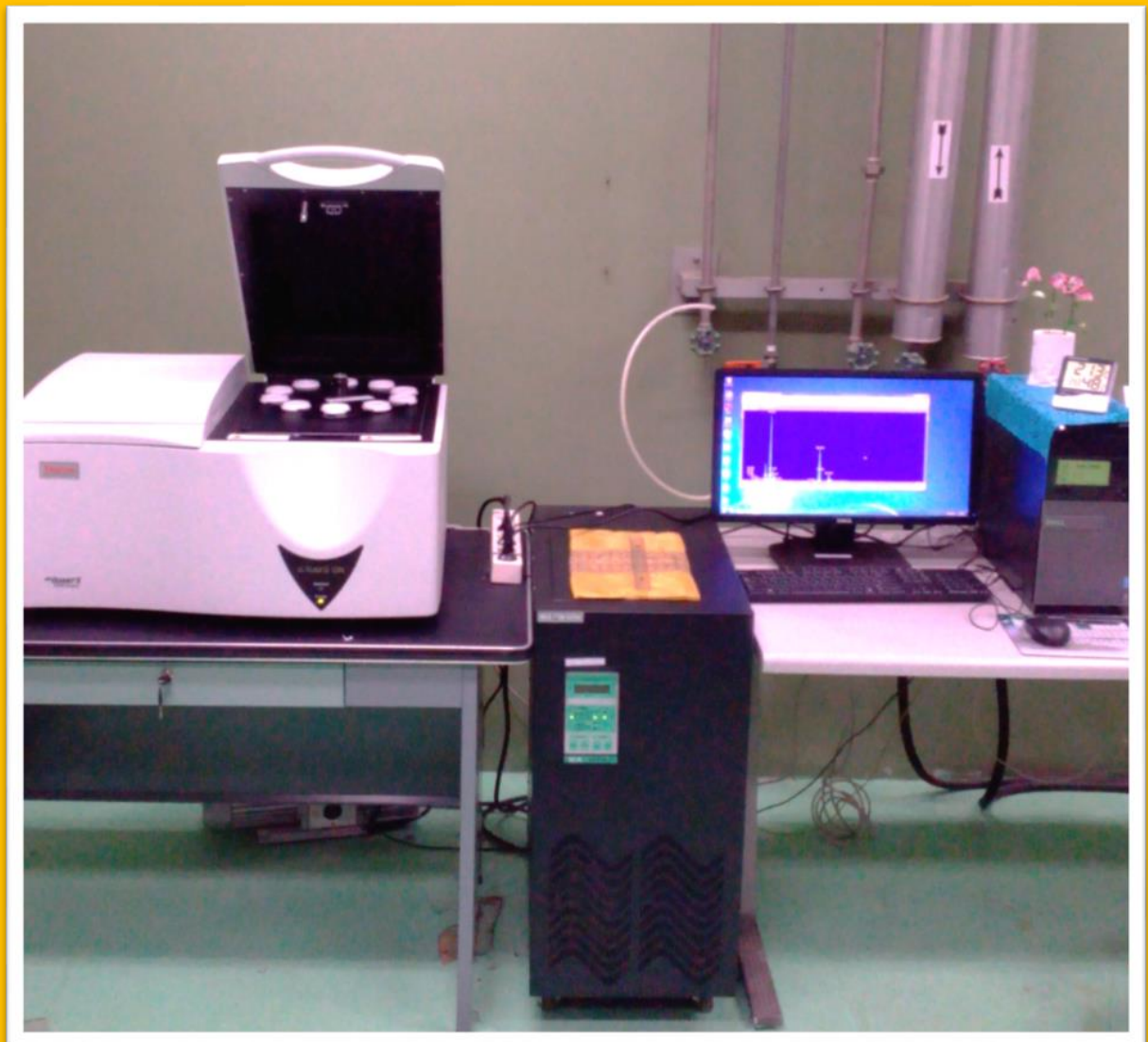


Urania

Jurnal Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir

Vol. 21 No. 1

Februari 2015



X_Ray Flourescence Quant'X

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

Urania	Vol. 21	No. 1	Hal : 1 - 46	Serpong Februari 2015	ISSN 0852 – 4777
--------	---------	-------	--------------	--------------------------	------------------

URANIA

Jurnal Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir

Vol. 21 No. 1, Februari 2015

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 setahun yakni pada bulan Januari, April, Juli dan Oktober. Sementara itu, mulai tahun 2011 Jurnal Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir "URANIA" terbit tiga kali dalam setahun, yaitu pada Februari, Juni dan Oktober.

Penanggung Jawab
Kepala PTBBN

Penasehat
Komisi Pembina Tenaga Fungsional

**Pemimpin Dewan Redaksi
merangkap Penyunting Ahli**
Ir. Aslina Br. Ginting (Teknik Kimia, BATAN)

**Pemimpin Redaksi Pelaksana
Merangkap Penyunting Ahli**
Ir. Masrukan, MT (Teknik Material, BATAN)

Penyunting Ahli
Ir. M. Husna Al Hasa, M.T (Metalurgi, BATAN)
Drs. Yusuf Nampira, M.T (Kimia, BATAN)
Ir. Futichah, M.T (Metalurgi, BATAN)
Dr. Jan Setiawan (Material, BATAN)
Ir. Ety Mutiara (Teknik Kimia, BATAN)
Prof. Drs. Sudjatmoko (PSTA, BATAN)
Dr. Azwar Manaf, M. Met (Universitas Indonesia)
Ir. Tagor Malem Sembiring (PTKRN, BATAN)
Prof. Dr. Yanni Sudyani (Biologi Lingkungan, LIPI)
Ir. Rudi Setya Wahjudi, M.T (Instrumentasi, USAKTI)

Pemeriksa Naskah
Yanlinastuti, S.Si
Waringin Margi Yusmaman, S.ST

Penerbit
Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir (PTBBN), BATAN

Alamat Redaksi
PTBBN, BATAN
Kawasan Puspipstek Serpong 15314
Telp. 021-756-0915
Faks. 021-756-0909

E-mail : ptbn@batan.go.id; mhalhasa@yahoo.com, masrukan2006@yahoo.com

PENGANTAR REDAKSI

Sidang Pembaca Yang Terhormat,

Dengan mengucapkan syukur alhamdulillah ke hadirat Allah SWT serta atas rahmat dan karunia-Nya, Jurnal ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir "URANIA" volume 21 No. 1 dapat hadir dihadapan pembaca. Jurnal ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir terbit secara periodik setiap empat bulan sekali mulai tahun 2011. Periode penerbitan berturut-turut, yaitu periode Februari, Juni dan Oktober.

Penerbitan edisi ini mengemukakan beberapa topik hasil kegiatan penelitian yang berkenaan dengan daur bahan bakar nuklir.

Makalah pertama pada jurnal ini membahas masalah teknologi bahan dalam pembuatan bahan bakar reaktor daya yaitu pembuatan bahan bakar gel ADU yang ditulis dengan judul *Laboratory-Scale Production of ADU Gels by External Gelation For An Intermediate HTGR Nuclear*. Gel bulat ADU dibuat berbasis pada larutan-sol yang dibentuk dari campuran homogen ADUN (*Acid Deficient Uranyl Nitrate*) yang mengandung ion uranil konsentrasi sangat tinggi, larutan PVA (*Polyvinyl Alcohol*) dan THFA (*Tetrahydrofurfuryl Alcohol*). Makalah berikutnya membahas bahan bakar reaktor riset yang ditulis dengan judul *Interaksi Bahan Bakar U_3Si_2 -Al Dengan Kelongsong AlMg₂ Pada Elemen Bakar Silisida TMU 2,96 gU/cm³*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh radiasi terhadap perubahan mikrostruktur PEB selama di reaktor. Untuk mengetahui pengaruh radiasi terhadap perubahan mikrostruktur PEB U_3Si_2 -Al perlu dipahami interaksi kelongsong AlMg₂ dengan inti elemen bakar U_3Si_2 -Al pra maupun paska iradiasi. Masalah kelongsong reaktor daya menjadi pembahasan dalam makalah berikutnya yang ditulis dengan judul *Analisis Tekstur Zircaloy-4 Menggunakan Metode William-Imhof-Matthies-Vinel (WIMV)*. *Zircaloy-4* sebagai kelongsong bahan bakar nuklir telah banyak diteliti secara makroskopik maupun mikroskopik, tetapi penelitian menggunakan teknik difraksi neutron, terutama karakterisasi orientasi kristalis (tekstur) di Indonesia masih jarang dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menerapkan metode WIMV pada karakterisasi tekstur bahan tersebut. Metode WIMV adalah salah satu analisis tekstur bahan yang diperoleh dengan teknik difraksi neutron atau difraksi sinar-X. Masih berkaitan dengan teknologi bahan, makalah berikutnya menampilkan tulisan yang ditulis dengan judul *Karakteristik Permukaan Serat Silikon Karbida Hasil Pemintalan Listrik Dari Polycarbosilane Dalam N,N-Dimetilformamida (DMF)/ Toluena*. Silikon karbida (SiC) merupakan keramik nok oksida yang memiliki sifat unik seperti ketahanan mekanik, kimia dan stabilitas termal sehingga digunakan dalam berbagai aplikasi. Hasil pemodelan SiC dari beberapa studi yang menunjukkan stabilitas yang baik terhadap radiasi neutron dan permeabilitas yang rendah terhadap produk fisi. Hal ini meningkatkan ketertarikan penggunaan SiC dalam industri nuklir. Tulisan terakhir dalam jurnal ini mengetahkan masalah modelling bahan bakar yang ditulis dengan judul *Model Simulation of Geometry and Stress-Strain Variation of Batan Fuel PIN Prototype During Irradiation Test In RSG-GAS Reactor*. Penelitian ini merupakan bagian dari perancangan percobaan iradiasi pertama di PRTF (*Power Ramp Test Facility*) yang terpasang di RSG-GAS berdaya 30 MW. Variasi pelet dan kelongsong selama pengujian dimodelkan dengan memperhatikan fenomena ekspansi termal, densifikasi, bengkak oleh produksi fisi dan "creep" iradiatif.

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.

Februari, 2015
DEWAN REDAKSI

URANIA

Jurnal Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir

Vol. 21 No. 1, Februari 2015

DAFTAR ISI

Pengantar Redaksi	: i
Daftar Isi	: ii
Laboratory-Scale Production of ADU Gels By External Gelation for An Intermediate HTGR Nuclear (S.Simbolon and S.R Susilowati)	: 1 - 8
Interaksi Bahan Bakar U_3Si_2 -Al dengan Kelongsong AlMg2 pada Elemen Bakar Silisida TMU $2,96 \text{ gU/cm}^3$ Pasca Iradiasi (Aslina Br.Ginting, Maman Kartaman, Supardjo)	: 9 – 18
Analisis Tekstur Zircaloy-4 menggunakan Metode William-Imhof-Matthies-Vinel (WIMV) (Tri Hardi Priyanto, Mei Juan Li)	: 19-28
Karakteristik Permukaan Serat Silikon Karbida Hasil Pemintalan Listrik dari Polycarbosilane dalam N,N-Dimetilformamida (DMF)/ Toluena (Deni Mustika, Riwandi Sihombing, Slamet Pribadi, Ratih Langenati, Agus Sujatno, Arbi Dimiyati, Jan Setiawan, Eddy Indarto)	: 29-38
Model Simulation of Geometry and Stress-Strain Variation of Batan Fuel PIN Prototype During Irradiation Test in RSG-GAS Reactor*) (Suwardi, W. Dewayatna, Sungkono, Ridwan, M. Rifai)	: 39-46

ABSTRAK

S. Simbolon and S.R Susilowati, (2015), Produksi Gel ADU skala Laboratorium dengan Menggunakan Gelasi Eksternal untuk Bahan Bakar Antara HTGR, Vol. 21 No. 1, hal. 1.

PRODUKSI GEL ADU SKALA LABORATORIUM DENGAN MENGGUNAKAN GELASI EKSTERNAL UNTUK BAHAN BAKAR ANTARA HTGR. Penelitian ini bertujuan untuk membuat ribuan gel bulat ADU (*Ammonium Diuranate*) dengan menggunakan gelasi eksternal untuk bahan bakar nuklir HTGR (*High Temperature Gas-cooled Reactor*) menengah untuk skala laboratorium. Gel bulat ADU dibuat berbasis pada larutan-sol yang dibentuk dari campuran homogen ADUN (*Acid Deficient Uranyl Nitrate*) yang mengandung ion uranil dengan konsentrasi sangat tinggi, larutan PVA (*Polyvinyl Alcohol*) dan THFA (*Tetrahydrofurfuryl Alcohol*). Perangkat laboratorium untuk eksperimen dikembangkan untuk menggantikan metode eksperimen tabung pengujian yang telah digunakan untuk menghasilkan sejumlah gel bulat ADU. Perangkat tersebut terdiri atas empat bagian utama: tangki yang berisi larutan-sol yang terhubung dengan pompa peristaltik dan nosel vibrasi, gelasi awal dan kolom gelasi. Perangkat tersebut telah berhasil mengubah 150 mL larutan-sol menjadi ribuan tetes dengan produksinya berkisar 120-130 tetesan tiap menit dengan kondisi tunak dalam sektor yang bebas gas ammonia. Reaksi awal gelasi dilakukan di sektor gas ammonia dimana tetesan bereaksi dengan gas ammonia yang diikuti dengan reaksi gelasi di dalam kolom yang mengandung larutan ammonia 7 M. Dalam proses penuaan, gel ADU ditampung dan direndam dengan larutan ammonia yang digoyang selama 1 jam. Larutan isopropyl alkohol (90%) digunakan untuk mencuci gel ADU dan kamera digital digunakan untuk mengukur kebulatan gel ADU. Diameter dari bentuk bulat bola berkisar antara 1.8 mm hingga 2.2 mm. kebulatan gel ADU selama produksi berkisar 10% - 20%, selain itu berbentuk bola oblate, prolata dan ada cekungan pada permukaan.

Kata Kunci: ADUN, larutan-sol, Gel ADU, gelasi, bulat bola.

Aslina Br.Ginting, Maman Kartaman, Supardjo, (2015), Interaksi Bahan Bakar U_3Si_2 -Al Dengan Kelongsong AlMg2 Pada Elemen Bakar Silisida TMU 2,96 gU/cm³ Pasca Iradiasi, Vol. 21 No. 1, hal. 9.

INTERAKSI BAHAN BAKAR U_3Si_2 -Al DENGAN KELONGSONG AlMg2 PADA ELEMEN BAKAR SILISIDA TMU 2,96 gU/cm³ PASCA IRADIASI. Telah dilakukan analisis interaksi bahan bakar U_3Si_2 -Al dengan kelongsong AlMg2 pada pelat elemen bakar (PEB) U_3Si_2 -Al tingkat muat uranium (TMU) 2,96 gU/cm³ pasca iradiasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh radiasi terhadap perubahan mikrostruktur PEB selama di reaktor. Untuk mengetahui pengaruh radiasi terhadap mikrostruktur PEB U_3Si_2 -Al perlu dipahami interaksi kelongsong AlMg2 dengan inti elemen bakar U_3Si_2 -Al pra maupun pasca iradiasi. Pengujian pra iradiasi dilakukan pemanasan PEB U_3Si_2 -Al TMU 2,96 gU/cm³ dengan ukuran 10x10 mm di dalam tungku DTA (Differential Thermal Analysis) dengan variasi temperatur 450, 550, 650, 900 dan 1350°C. PEB U_3Si_2 -Al TMU 2,96 gU/cm³ pasca iradiasi dilakukan pemotongan di dalam *hotcell* dengan ukuran 2x10 mm sebanyak 3 (tiga) sampel bagian *bottom*, *middle* dan *top* PEB. Potongan PEB U_3Si_2 -Al TMU 2,96 gU/cm³ pra maupun pasca iradiasi dikenakan preparasi metalografi meliputi *mounting*, *grinda*, *poles*, dan *etsa*. Pengamatan mikrostruktur interaksi bahan bakar U_3Si_2 dengan kelongsong AlMg2 dalam PEB U_3Si_2 -Al pra iradiasi dilakukan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM-EDS), sedangkan pengamatan mikrostruktur PEB U_3Si_2 -Al pasca iradiasi dilakukan menggunakan mikroskop optik di dalam *hotcell*. Hasil interaksi U_3Si_2 dengan matrik Al maupun kelongsong AlMg2 pada PEB U_3Si_2 -Al pra iradiasi terjadi aglomerat dengan pembentukan senyawa baru U(Al,Si)_x dan UAl_x. Pembentukan aglomerat semakin besar dengan meningkatnya temperatur pemanasan. Interaksi U_3Si_2 dengan matrik Al maupun kelongsong AlMg2 pada PEB U_3Si_2 -Al pasca iradiasi diperoleh hasil bahwa pada kelongsong bagian atas dan bawah terjadi lapisan oksida dan pada bagian tengah PEB terbentuk layer senyawa U(Al,Si)_x berwarna abu-abu terang dengan ketebalan sekitar 1-3 mikron. Dari hasil analisis ini diperoleh bahwa PEB U_3Si_2 -Al pra maupun pasca iradiasi ke duanya menghasilkan senyawa intermetalik U(Al,Si)_x.

Kata kunci: interaksi, PEB U_3Si_2 -Al, kelongsong AlMg2, pra dan pasca iradiasi

Tri Hardi Priyanto, Mei Juan Li, (2015), Analisis Tekstur Zircaloy-4 Menggunakan Metode William-Imhof-Matthies-Vinel (WIMV), Vol. 21 No. 1, hal. 19.

ANALISIS TEKSTUR ZIRCALOY-4 MENGGUNAKAN METODE WILLIAM-IMHOF-MATTHIES-VINEL (WIMV). *Zircaloy-4* sebagai kelongsong bahan bakar nuklir telah banyak diteliti secara makroskopik maupun secara mikroskopik, namun penelitian menggunakan teknik difraksi neutron, terutama karakterisasi orientasi kristalit (tekstur) di Indonesia masih jarang dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menerapkan metode WIMV pada karakterisasi tekstur bahan tersebut. Metode WIMV adalah salah satu metode analisis tekstur bahan yang diperoleh dengan teknik difraksi neutron atau difraksi sinar-X. Dari hasil analisis tersebut diperoleh *pole figure* 002 dengan indeks tekstur (F^2) terbesar dibandingkan dengan *pole figure* yang lain yaitu 100, 101, 102 dan 110. Indeks tekstur (F^2) *pole figure* 002 untuk *incomplete pole figure*, $F^2 = 4,69$ m.r.d dengan faktor reliabilitas $RP0 = 3,28\%$, dan *recalculated pole figure*, $F^2 = 4,42$ m.r.d. dengan $RP1 = 2,97\%$. Semua *pole figure* diperoleh faktor reliabilitas dengan *pole figure* rata-rata $RP0 = 6,60\%$, $RP1 = 5,02\%$, entropy = - 0,5871, dan indeks tekstur, $F^2 = 2,34$ m.r.d. Hasil analisis bahan *Zircaloy-4* tersebut menyimpulkan bahwa metode WIMV dapat digunakan untuk menentukan arah orientasi tekstur, dimana tekstur yang paling kuat mengarah ke <001> (arah sumbu c) dalam struktur *hexagonal*.

Kata kunci: *Zircaloy-4*, WIMV, *pole figure*, difraksi neutron

Deni Mustika, Riwardi Sihombing, Slamet Pribadi, Ratih Langenati, Agus Sujatno, Arbi Dimiyati, Jan Setiawan, Eddy Indarto, (2015), Karakteristik Permukaan Serat Silikon Karbida Hasil Pemintalan Listrik Dari *Polycarbosilane* Dalam N,N-Dimetilformamida (DMF)/ Toluena, Vol. 21 No. 1, hal. 29.

KARAKTERISTIK PERMUKAAN SERAT SILIKON KARBIDA HASIL PEMINTALAN LISTRIK DARI POLYCARBOSILANE DALAM N,N-DIMETILFORMAMIDA (DMF)/ TOLUENA. Silikon karbida (SiC) merupakan keramik non oksida yang memiliki sifat unik seperti ketahanan mekanik, kimia dan stabilitas termal sehingga digunakan dalam berbagai aplikasi. Hasil pemodelan SiC dari beberapa studi yang menunjukkan stabilitas yang baik terhadap radiasi neutron dan permeabilitas yang rendah terhadap produk fisi. Hal ini meningkatkan ketertarikan penggunaan SiC dalam industri nuklir. Untuk meningkatkan sifat mekanik SiC, umumnya dibentuk berupa komposit. Komposit dengan penguat serat menunjukkan karakteristik mekanik yang lebih baik dibandingkan penguat partikel ataupun *whisker*. Pada komposit SiC, sifat mekanik komposit dominan dipengaruhi oleh sifat antar fasa dan atau karakteristik dari permukaan SiC. *Electrospinning* merupakan metode yang menjanjikan untuk menghasilkan serat. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari karakteristik permukaan serat silikon karbida hasil pemintalan listrik dari *polycarbosilane* dalam N,N-dimetilformamida (DMF)/ toluena. Perbedaan persentase DMF dan *polycarbosilane* dalam toluena mempengaruhi elektrosinnabilitas dan karakteristik permukaan serat yang dihasilkan. Serat SiC yang dihasilkan dari prekursor *polycarbosilane* dengan pelarut toluena dan kopelarut N-N, dimetilformamida (DMF) diperoleh serat kontinu, dengan berbentuk sedikit cekungan menyerupai pita. Adanya titik-titik hitam di permukaan serat hasil pirolisis dimungkinkan akibat adanya karbon bebas dan atau kontaminasi dari grafit material tungku. Serat hasil pirolisis memiliki luas muka sebesar $3.321 - 46.14 \text{ m}^2/\text{g}$ dan pori berukuran mikro, dengan distribusi radius pada rentang 1-3 nm, dengan jumlah pori terbanyak memiliki ukuran kurang dari 2 nm. Suhu pirolisis dan *sintering* yang lebih tinggi diharapkan menghasilkan serat yang minim pori dan densitasnya mampu mendekati densitas teori.

Kata kunci: Serat SiC, polycarbosilane, toluena, DMF, morfologi, SEM, luas muka, material nuklir, komposit

Suwardi, W. Dewayatna, Sungkono, Ridwan, M. Rifai, (2015), Model Simulation of Geometry and Stress-Strain Variation of Batan Fuel PIN Prototype During Irradiation Test In RSG-GAS Reactor, Vol. 21 No. 1, hal. 39.

MODEL SIMULASI VARIASI GEOMETRI DAN STRESS-STRAIN DARI PROTOTIP BAHAN BAKAR PIN BATAN SELAMA TES IRADIASI DI REAKTOR RSG-GAS. Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir (PTBBN) telah menyiapkan tangkai (pin) bahan bakar pendek perdana yang berisi pelet UO_2 alam dalam kelongsong paduan zircaloy untuk dilakukan uji iradiasi daya naik. Penelitian ini merupakan bagian dari perancangan percobaan iradiasi pertama di PRTF (*Power Ramp Test Facility*) yang terpasang di reaktor serbaguna RSG-GAS berdaya 30 MW. Telah dilakukan pemodelan dan simulasi kinerja termal mekanikal pin selama iradiasi. Variasi geometri pelet dan kelongsong selama pengujian dimodelkan dengan memperhatikan fenomena ekspansi termal, densifikasi, bengkak oleh produk fisi, creep termal dan pertumbuhan iradiatif. Variasi sifat kelongsong dimodelkan oleh ekspansi termal, termal dan iradiasi merinding. Sifat material dimodelkan dengan MATPRO serta parameter numerik standar kode TRANSURANUS. Hasil iradiasi simulasi dengan laju daya 9 kW/m , 75% data daya aksimal, menunjukkan bahwa awal kontak fisik pelet dengan kelongsong dari celah awal 0,09 mm terjadi setelah 806 hari, ketika ekspansi jejari pelet mencapai 0,015 mm sementara jejari kelongsong menyusut 0,075 mm. Data terbaru menunjukkan bahwa perhitungan maksimal dan pengukuran laju daya linear tangkai bahan bakar berisi UO_2 alam di PRTF adalah $12,4 \text{ kW/m}$ pada daya reactor 15 kW. Penelitian selanjutnya akan dilakukan dengan LHR lebih tinggi, sampai $\sim 25 \text{ kW / m}$, bila daya reactor 30 MW.

Kata kunci: iradiasi, pin bahan bakar, UO_2 alam, geometri, tegangan-regangan

ABSTRACT

S. Simbolon and S.R Susilowati, (2015), *Laboratory-Scale Production of ADU Gels by External Gelation For An Intermediate HTGR Nuclear*, Vol. 21 No. 1, hal. 1.

LABORATORY-SCALE PRODUCTION OF ADU GELS BY EXTERNAL GELATION FOR AN INTERMEDIATE HTGR NUCLEAR. The aim of this research is to produce thousands of microsphere ADU (Ammonium Diuranate) gels by using external gelation for an intermediate HTGR (High Temperature Gas-cooled Reactor) nuclear fuel in laboratory-scale. Microsphere ADU gels were based on sol-solution which was made from a homogeneous mixture of ADUN (Acid Deficient Uranyl Nitrate) which was containing uranyl ion in high concentration, a water soluble organic compound PVA (Polyvinyl Alcohol) and THFA (Tetrahydrofurfuryl Alcohol). The simple unified home made laboratory experimental machine was developed to replace test tube experiment method which was once used due to a tiny amount of microsphere ADU gels produced. It consists of four main parts: tank filled sol-solution connecting to peristaltic pump and vibrating nozzle, preliminary gelation and gelation column. The machine has successfully converted 150 mL sol-solution into thousands of drops which produced 120 - 130 drops in each minute in steady state in ammonia gas free sector. Preliminary gelation reaction was carried out in ammonia gas sector where drops react with ammonia gas in a bat an eye followed by gelation reaction in column containing ammonia solution 7 M. In ageing process, ADU gels were collected and submerged into a vessel containing ammonia solution which was shaken for 1 hour in a shaker device. Isopropyl alcohol (90%) solution was used to wash ADU gels and a digital camera was used to measured spherical form of ADU gels. Diameters in spherical spheroid form were found between 1.8 mm until 2.2 mm. The spherical purity of ADU gels were 10% - 20% others were oblate, prolate spheroid and microsphere which have hugetiny of dimples on the surface

Keywords: ADUN, sol-solution, ADU-gels, gelation, spherical.

Aslina Br.Ginting, Maman Kartaman, Supardjo, (2015), *Interaction of U_3Si_2 -Al Fuel Element with AlMg2 Cladding on Post Irradiation with Loading of Uranium 2.96 gU/cm³*, Vol. 21 No. 1, hal. 9.

INTERACTION OF U_3Si_2 -Al FUEL ELEMENT WITH AlMg2 CLADDING ON POST IRRADIATION WITH LOADING OF URANIUM 2.96 gU/cm³. Interaction of U_3Si_2 -Al fuel element with AlMg2 cladding on post irradiation of 2.96 gU/cm³ loading of uranium (TMU) of U_3Si_2 -Al fuel elements plate (PEB) has been analyzed. The purpose of this research is to study the changes of microstructure of nuclear fuel elements during irradiation in reactor core. Understanding on interaction of U_3Si_2 -Al fuel meat with AlMg2 cladding on pre and post irradiation needed to study the influence of radiation on fuel elements plate. PEB U_3Si_2 -Al with 2.96 gU/cm³ by size 10 × 10 mm were heated in DTA (Differential Thermal Analysis) furnace with temperature variation at 450, 550, 650, 900 and 1350°C to perform pre irradiation test. Post irradiation samples were cut by size 2 × 10 mm as many as three samples taken from bottom, middle, and top of PEB in hotcell. The metallography preparation for each pieces of pre and post irradiation samples of U_3Si_2 -Al fuel elements plate with 2.96 gU/cm³ were done through steps mounting, grinding, polishing, and etching. Scanning Electron Microscope (SEM-EDS) were used to observe the pre irradiation microstructure of fuel elements U_3Si_2 -Al with AlMg2 cladding interaction, while the post irradiation microstructure were observed by optical microscope in hot cell. The result show the interaction of U_3Si_2 with Al matrix or AlMg2 cladding in pre irradiation PEB U_3Si_2 -Al occurred agglomeration formed new compounds of U(Al, Si)_x and UAl_x formation. Agglomeration formation on heated pre irradiation samples were bigger while heating temperature increased. The post irradiation samples shoed the oxide layer were formed outside the AlMg2 cladding and the inner side of caldding that contact to the fuel meat formed light-grey U(Al, Si)_x layer at 1-3 micron of thickness.

Keywords: Interaction, U_3Si_2 -Al fuel elements plate, AlMg2 cladding, pre and post irradiation

Tri Hardi Priyanto, Mei Juan Li, (2015), *Texture Analysis of Zircaloy-4 Using William-IMHOF-Matthies-Vinel (WIMV) Method*, Vol. 21 No. 1, hal. 19.

TEXTURE ANALYSIS OF ZIRCALOY-4 USING WILLIAM-IMHOF-MATTHIES-VINEL (WIMV) METHOD. Zircaloy-4 as a nuclear fuel cladding has been widely examined macroscopically and microscopically, but research using neutron diffraction technique, especially the characterization of crystallite orientation (texture) in Indonesia is still rare. The purpose of this study is to apply the methods of William-Imhof-Matties-Vinel (WIMV) on the characterization of zircaloy-4 material texture. WIMV is one of data analysis method for textures materials obtained by neutron or x-ray diffractions technique. The analysis is obtained that 002 pole figure has the largest texture index (F^2) compared to the others pole figures, that are 100, 101, 102 and 110. Index texture (F^2) of pole figure 002 for incomplete pole figures, $F^2 = 4.69$ m.r.d with a reliability factor $RP0 = 3.28\%$, and recalculated pole figures, $F^2 = 4.42$ m.r.d with $RP1 = 2.97\%$. For all pole figures, it is obtained that a reliability factor of the average $RP0 = 6.60\%$, $RP1 = 5.02\%$, entropy = - 0.5871, and texture index (F^2) = 2.34 m.r.d. Data analysis showed that the WIMV method can be used to determine the direction of the crystallite orientation of the pole figure where the most powerful texture leads to the <001>(c-axis direction) in a hexagonal structure.

Keywords: Zircaloy-4, WIMV, pole figure, neutron diffraction

Deni Mustika, Riwardi Sihombing, Slamet Pribadi, Ratih Langenati, Agus Sujatno, Arbi Dimyati, Jan Setiawan, Eddy Indarto, (2015), *SiC Surface Characteristic Result of Electric Spinning from Policarbosilane in The Dimetilformamida (DMF)/ Toluena*, Vol. 21 No. 1, hal. 29.

SiC SURFACE CHARACTERISTIC RESULT OF ELECTRIC SPINNING FROM POLICARBOSILANE IN THE DIMETILFORMAMIDA (DMF) TOLUENA. Non oxide ceramic silicon carbide (SiC) has unique properties such as

mechanical strength, chemical and thermal stability that is used in many applications. Results of modelling studies on SiC show good stability on neutron irradiation and had low permeability against fission product increased the interest in the use of SiC in nuclear applications. Composites form was used to increased mechanical properties. Composites that used fiber as filler show better mechanical properties than filler in form particle and whisker. In SiC composites, mechanical properties influenced by interphase properties and/or SiC surface characteristic. Electrospinning was a promising method to form fibers. This research aims to study the characteristics of silicon carbide fiber surface produced from polycarbosilane that solute by toluene and N,N-dimethylformamide (DMF). The addition of DMF and polycarbosilane in toluen affect the electrospinnability and characteristic the surface of fibers. The SiC fibers produced from polycarbosilane that solute by toluen and N,N-dimethylformamide (DMF) form continue fibers with ribbon liked. Black spot on the surface of pyrolysis fibers possible from free carbon or graphite contamination from furnace material. Value of surface area of pyrolysis fibers at 3.321 – 46.14 m²/g and porous in micro size, with distribution its radius in range at 1-3 nm, highest distribution in size less than 2 nm. Pyrolysis and sintering in higher temperature expected to form fiber with less porous and its density able to approach the theoretical density.

Keywords: SiC fibers, polycarbosilane, toluene, DMF, morphology, SEM, surface area, pore size, nuclear material, composite

Suwardi, W. Dewayatna, Sungkono, Ridwan, M. Rifai, (2015), *Model Simulation of Geometry and Stress-Strain Variation of Batan Fuel PIN Prototype During Irradiation Test In RSG-GAS Reactor*, Vol. 21 No. 1, hal. 39.

MODEL SIMULATION OF GEOMETRY AND STRESS-STRAIN VARIATION OF BATAN FUEL PIN PROTOTYPE DURING IRRADIATION TEST IN RSG-GAS REACTOR*. The first short fuel pin containing natural UO₂ pellet in Zry4 cladding has been prepared at the CNFT (Center for Nuclear Fuel Technology) then a ramp test will be performed. The present work is part of designing first irradiation experiments in the PRTF (Power Ramp Test Facility) of RSG-GAS 30 MW reactor. The thermal mechanic of the pin during irradiation has simulated. The geometry variation of pellet and cladding is modeled by taking into account different phenomena such as thermal expansion, densification, swelling by fission product, thermal creep and radiation growth. The cladding variation is modeled by thermal expansion, thermal and irradiation creeps. The material properties are modeled by MATPRO and standard numerical parameter of TRANSURANUS code. Results of irradiation simulation with 9 kW/m LHR indicates that pellet-clad contacts onset from 0.090 mm initial gaps after 806 d, when pellet radius expansion attain 0.015 mm while inner cladding creep-down 0.075 mm. A newer computation data show that the maximum measured LHR of n-UO₂ pin in the PRTF 12.4 kW/m. The next simulation will be done with a higher LHR, up to ~ 25 kW/m.

Keywords: irradiation, fuel pin, natural UO₂, geometry, stress-strain.

UCAPAN TERIMA KASIH

Redaksi mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Drs. Sudjatmoko (PSTA, BATAN), mempunyai kepakaran dalam bidang fisika.
2. Dr. Azwar Manaf, M. Met (Universitas Indonesia), mempunyai kepakaran dalam bidang material.
3. Ir. Tagor Malem Sembiring (PTKRN, BATAN), mempunyai kepakaran dalam bidang teknik nuklir.
4. Prof. Dr. Yanni Sudiyani (LIPI), mempunyai kepakaran dalam bidang biologi lingkungan.
5. Ir. Rudi Setya Wahjudi, M.T (USAkti, Jakarta), mempunyai kepakaran dalam bidang elektro/instrumentasi.

sebagai penyunting ahli yang telah menyediakan waktu, pikiran serta saran-saran untuk mereview jurnal ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir "URANIA" Volume 21 No. 1 (edisi Februari 2015).

Februari, 2015

Redaksi

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

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, modeling dan keselamatan. Naskah harus orisinal dan belum pernah diterbitkan. Ketentuan penulisan naskah karya tulis ilmiah adalah sbb:

1. JUDUL, ditulis menggunakan jenis huruf arial 14, *bold* dengan spasi 1,5.
2. NAMA PENULIS, ditulis menggunakan jenis huruf arial 12, *bold* dengan spasi 1,5.
3. ALAMAT/UNIT KERJA/ALAMAT EMAIL, ditulis menggunakan jenis huruf arial 12 dengan spasi 1,5.
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, bila ada. 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 APA (*American Psychological Association*). Acuan lengkap dapat dilihat di situs <http://www.apastyle.org> Contoh penulisan Daftar pustaka dari berbagai sumber seperti berikut :
 - a. **Buku** : Smallman, RE.E.. (1991). Metalurgi Fisik Moderen (Edisi 4). Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
 - b. **Artikel Jurnal** : Sugondo, Chaidir, A. (2009). Pengaruh Temperatur Anil Terhadap Jenis dan Ukran Presipitat Fase Kedua pada Paduan Zr-1%Nb-1%Sn-1%Fe. Jurnal Teknologi Bahan Nuklir, 5(1), 21-29.
 - c. **Makalah Referensi** : Suwarno, H., Wisnu, A.A., & Andon, I. (2007, August). The X-Ray Diffraction Analyses on the Mechanical Alloying of the Mg2Ni Formation. Paper presented at the International Conference on Solid State Ionec Proceeding, Jakarta.
 - d. **Tesis/Disertasi** : Setiawan, J. (2010). JUDUL. Tesis Magister Teknis, Universitas Indonesia (...kode jika ada...).
 - e. **Dokumen Internet** : Bacon, H.P. (n.d.). The pig pen : Frequently asked questions about Pig Latin [WWW page]. URL <http://www.hammet.org/pigfaq.html>.
Catatan : *n.d (no date given) jika tanggal terbit tidak tersedia.
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 rangkap dua, satu bulan sebelum penerbitan.
- Penulis memperoleh 1 (satu) naskah cetak lepas untuk setiap penerbitan.
- Penerbitan jurnal dilakukan 3 (tiga) kali dalam satu tahun, yakni pada bulan Februari, Juni dan Oktober.