

ISSN 1411-3481
EISSN 2503-1287
AKREDITASI LIPI Nomor : 604/AU3/P2MI-LIPI/03/2015

Jurnal

Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia

Indonesian Journal of Nuclear Science and Technology

Volume 19. No.1 Februari 2018

Diterbitkan oleh:

Pusat Sains dan Teknologi Nuklir Terapan
BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL
INDONESIA

JSTNI

Vol. 19

No. 1

Hal. 1-52

Bandung, Februari 2018

ISSN 1411 - 3481
EISSN 2503-1287

- Pemimpin Redaksi/
Managing Editor** : Dr. Jupiter Sitorus Pane, M.Sc (*Reaktor - BATAN*)
- Pemimpin Redaksi
Pelaksana/
Editor in Chief** : Drs. Duyeh Setiawan, MT (*Radiokimia - BATAN*)
- Redaksi/
Editorial Board** : 1. Prof. Dr. Mitra Djamal (*Instrumentasi – ITB*)
2. Dr. Mulya Juarsa (*Termohidrolika - BATAN*)
3. Dr. Djoko Hadi Prayitno, MSME (*Ilmu Bahan - BATAN*)
4. Dr. Topan Setiadipura (*Neutronika - BATAN*)
5. Dr. rer.nat. Iwan Hastiawan, MS. (*Kimia Anorganik – UNPAD*)
6. Drs. Putu Sukmabuana, M.Eng. (*Fisika Radiasi - BATAN*)
7. Dr. Ir. Nathanael Penagung Tendian (*Termodinamika – ITB*)
- Mitra Bestari/
Peer Reviewer** : 1. Dr. Hussein Kartamihardja, M.Kes, SpKN (*Kedoktrn Nuklir - UNPAD*)
2. Prof. Dr. Muhayatun, MT (*Kimia Analisis - BATAN*)
3. Drs. Ketut Kamajaya, MT (*Fisika - BATAN*)
4. Prof. Dr. Ir. Ari Darmawan Pasek (*Termodinamika - ITB*)
5. Prof. Dr. Ir. Rochim Suratman (*Ilmu Bahan/Metalurgi Fisik - ITB*)
6. Prof. Drs. Surian Pinem, M.Sc. (*Neutronika – BATAN*)
7. Prof. Dr. Mikrajuddin Abdullah (*Ilmu Bahan - ITB*)
8. Prof. Dr. Abdul Waris, M. Eng. *Fisika Reaktor/Fisika Nuklir - ITB*)
9. Dr. M. Syaifudin (*Biologi Radiasi/Radiobiologi - BATAN*)
10. Dr. Dani Gustaman Syarif, M.Eng (*Ilmu Bahan – BATAN*)
11. Dr. Rochadi Awaludin (*Radiofarmaka – BATAN*)
- Staf Administrasi/
Administrative Officers** : Rina Yuliyani
Dra. Arie Widowati, MT.
M.Basit Febrian, M.Si.
dr. Prabandhini Wardhani.
Santiko Tri Sulaksono, M.Si
- Alamat Penerbit /Redaksi
Publisher/Editor Address** : Pusat Sains dan Teknologi Nuklir Terapan
(Centre for Applied Nuclear Science and Technology)
BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL
(NATIONAL NUCLEAR ENERGY AGENCY OF INDONESIA)
JL. Tamansari 71 Bandung 40132, Indonesia
Telp. +62 (22) 2503997 Fax: +62 (22) 2504081
<http://www.batan.go.id/pstnt>
- Website** : <http://jstni.batan.go.id>
- E-mail** : jstni_batan@batan.go.id
jstni.batan@gmail.com
jstni.batan@yahoo.com
- Frekuensi terbit/Issue** : Setiap bulan Februari dan Agustus
Every February and August

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Lembar Abstrak	ii - vii
EVALUASI BIOLOGIS ^{99m}Tc -GLUKOSA-6-FOSFAT PADA TIKUS PUTIH (<i>Rattus norvegicus</i>) STOCK SPRAGUE DAWLEY lim Halimah, Hendris Wongso dan Isti Daruwati https://doi.org/10.17146/jstni.2018.19.1.3623	1 - 12
EVALUASI HUBUNGAN DOSIS RADIASI TERHADAP KERUSAKAN DNA SEL LIMFOSIT DENGAN MENGGUNAKAN TES COMET Darlina, Tur Rahardjo dan Mukh Syaifudin https://doi.org/10.17146/jstni.2018.19.1.3658	13 - 20
PENGARUH IRADIASI GAMMA TERHADAP <i>SOLANUM NIGRUM L</i> DAN EFEKNYA SEBAGAI ANTI KANKER Ermin K. Winarno, Indira Radana Reswari, Susanto dan Hendig Winarno https://doi.org/10.17146/jstni.2018.19.1.3693	21 - 28
STUDI PENINGKATAN RADIONUKLIDA ALAM KARENA LEPASAN ABU TERBANG DI SEKITAR PLTU LABUAN Niken Hayudanti Anggarini, Dadong Iskandar dan Megi Stefanus https://doi.org/10.17146/jstni.2018.19.1.3758	29 - 40
SIMULATION OF OPERATIONAL CONDITIONS OF FASSIP-02 NATURAL CIRCULATION COOLING SYSTEM EXPERIMENTAL LOOP Anhar R. Antariksawan, Surip Widodo, Mulya Juarsa, Dedy Haryanto, Mukhsinun Hadi Kusuma and Nandy Putra https://doi.org/10.17146/jstni.2018.19.1.4036	41 - 54

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia vol.19, No.1, Februari 2018 dapat diterbitkan. Edisi jurnal kali ini, menghadirkan lima makalah bertemakan sains dan teknologi nuklir di bidang radiofarmaka, radiobiologi, lingkungan dan reaktor.

Pengendalian kanker melalui deteksi dini dan diagnosis melalui aplikasi teknik nuklir dapat membantu penyembuhan pada stadium awal. Lim Halimah dkk hasil penelitiannya menyimpulkan ^{99m}Tc -glukosa-6-fosfat merupakan radiofarmaka yang penggunaannya ditujukan untuk diagnosis kanker.

Di bidang radiologi Darlina dkk telah mengevaluasi kerusakan DNA sel limposit akibat radiasi dengan menggunakan tes komet. Disimpulkan hasil penelitiannya bahwa uji komet sangat baik digunakan untuk mengetahui kerusakan DNA akibat radiasi.

Pengawetan buah leunca (*Solanum nigrum*) dengan cara iradiasi gamma telah dilakukan penelitian oleh Ermin K. Winarno dkk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis iradiasi maksimum dengan sumber gamma ^{60}Co untuk buah leunca adalah sebesar 7,5 kGy tidak merusak khasiatnya sebagai anti kanker.

Pengukuran konsentrasi radionuklida alam di tanah sekitar PLTU Labuan telah dilakukan oleh Niken Hayudanti Anggarini dkk. Dalam penelitiannya diketahui radionuklida ^{226}Ra , ^{232}Th dan ^{40}K alam tidak ada peningkatan rata-rata konsentrasi radionuklida tersebut di sekitar PLTU Labuan yang signifikan.

Sirkulasi alam telah banyak dipertimbangkan dalam desain sistem pendingin teras darurat pasif pada pembangkit daya nuklir. Dalam konteks tersebut, Anhar R. Antariksawan dkk telah merancang untaian eksperimen FASSIP-02 dan disimpulkan bahwa untuk semua kondisi operasi, jika didinginkan kondisi satu fasa cair, maka daya pemanas dijaga di bawah 10 kW.

Melalui jurnal ini diharapkan para peneliti dari berbagai bidang ilmu dapat saling berbagi informasi hasil penelitian yang telah dilakukannya, sehingga masyarakat mengetahui aplikasi teknik nuklir diberbagai bidang. Semoga Jurnal ini bermanfaat sebagai sumber informasi dalam kegiatan penelitian di Indonesia, dan kepada para penulis yang telah berkontribusi dalam bentuk naskah hasil penelitiannya serta semua pihak yang telah membantu penerbitan Jurnal ini kami ucapkan terima kasih.

Editor

**EVALUASI BIOLOGIS ^{99m}Tc -GLUKOSA-6-FOSFAT PADA TIKUS PUTIH
(*Rattus norvegicus*) STOCK SPRAGUE DAWLEY**

Iim Halimah, Hendris Wongso dan Isti Daruwati

Pusat Sains dan Teknologi Nuklir Terapan-BATAN,
Jl. Tamansari No.71, Bandung 40132

E-mail: iimhalimah@batan.go.id

Diterima: 23-08-2017

Diterima dalam bentuk revisi: 13-02-2018

Disetujui: 22-02-2018

ABSTRAK

EVALUASI BIOLOGIS ^{99m}Tc -GLUKOSA-6-FOSFAT PADA TIKUS PUTIH (*Rattus norvegicus*) STOCK SPRAGUE DAWLEY. Kanker merupakan penyebab kematian tertinggi dengan jumlah penderita yang diprediksi akan mengalami peningkatan hingga tujuh kali lipat pada tahun 2030. Pengendalian penyakit melalui deteksi dini dan diagnosis yang lebih akurat melalui aplikasi teknik nuklir diharapkan dapat membantu penyembuhan penyakit kanker pada stadium awal. ^{99m}Tc -glukosa-6-fosfat merupakan radiofarmaka yang dapat digunakan untuk diagnosis kanker, dan diharapkan dapat diaplikasikan terutama di rumah sakit yang tidak memiliki fasilitas PET (*Positron Emission Tomography*) dan siklotron. Telah dilakukan uji lanjutan analisis bioafinitas sel kanker terhadap ^{99m}Tc -glukosa-6-fosfat melalui serangkaian pengujian pada hewan model yang memiliki kanker artifisial, antara lain uji biodistribusi, uji pencitraan, uji *blood clearance*, dan uji *renal clearance*. Uji biodistribusi ^{99m}Tc -glukosa-6-fosfat menunjukkan adanya akumulasi radiofarmaka di dalam jaringan target yaitu jaringan kanker sebesar 6,23% pada interval waktu 15 menit setelah injeksi. Namun demikian, selain di jaringan kanker, radiofarmaka ini diakumulasi cukup tinggi di tulang yaitu sebesar 23,99% pada 15 menit setelah injeksi, sehingga akan berpengaruh pada saat uji pencitraan. Hasil uji pencitraan menunjukkan bahwa ^{99m}Tc -glukosa-6-fosfat terakumulasi di dalam jaringan tumor/kanker. Radiofarmaka ini dapat dikatakan cepat dikeluarkan dari tubuh berdasarkan hasil uji *blood clearance* dan *renal clearance* yang menunjukkan bahwa aktivitas radiofarmaka di dalam tubuh sudah menurun drastis pada 15 menit setelah injeksi (1,25%). Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa radiofarmaka ^{99m}Tc -glukosa-6-fosfat terakumulasi di dalam jaringan kanker artifisial. Akan tetapi karena terdapat akumulasi yang cukup signifikan pada tulang, maka perlu dilakukan reformulasi radiofarmaka ini, tanpa menggunakan Na-pirofosfat.

Kata kunci : biodistribusi, *blood clearance*, pencitraan, *renal clearance*, ^{99m}Tc -glukosa-6-fosfat

ABSTRACT

BIOLOGICAL EVALUATION OF ^{99m}Tc -GLUCOSE-6-PHOSPHATE IN SPRAGUE DAWLEY STOCK WHITE RATS (*Rattus norvegicus*). Cancer is the leading cause of death by the number of patients which is predicted to increase seven-fold in 2030. Control of disease by early detection and more accurate diagnosis through the application of nuclear techniques are expected to help cure cancer at early stage. ^{99m}Tc -glucose-6-phosphate is a radiopharmaceutical that can be used for the diagnosis of cancer, and is expected to be applied primarily in hospitals that do not have the facility of PET (*Positron Emission Tomography*) and cyclotron. Further research has been conducted to analyse the cancer cells bioaffinity ^{99m}Tc -glucose-6-phosphate through a series of tests in animal models which has artificial cancer, among others, biodistribution tests, imaging tests, blood test clearance, and renal clearance test. Biodistribution test ^{99m}Tc -glucose-6-phosphate showed a radiopharmaceutical accumulation in the target tissue is cancerous tissue by 6.23% at 15-minute intervals after injection. However, in addition to the cancerous tissue, this radiopharmaceutical accumulated quite high in bone that is equal to 23.99% at 15 minutes after injection, so it will affect the imaging tests. Imaging test

results showed that ^{99m}Tc -glucose-6-phosphate accumulates in the tumor/cancer tissue. It can be said that this radiopharmaceutical can be rapidly removed from the body by the results of blood clearance test and renal clearance test which indicates that the radiopharmaceutical activity in the body has dropped dramatically at 15 minutes after injection (1.25%). Based on the results of this study concluded that the radiopharmaceutical ^{99m}Tc -glucose-6-phosphate accumulates in cancer tissue artificially. However, because there is a significant accumulation in the bone, it is necessary to reformulate this radiopharmaceutical, without using Na-pyrophosphate.

Keywords: biodistribution, blood clearance, imaging, renal clearance, ^{99m}Tc -glucose-6-phosphate.

EVALUASI HUBUNGAN DOSIS RADIASI TERHADAP KERUSAKAN DNA SEL LIMFOSIT DENGAN MENGGUNAKAN TES COMET

Darlina, Tur Rahardjo dan Mukh. Syaifudin

Pusat Teknologi Keselamatan Metrologi dan Radiasi Jln Lebak Bulus Raya No. 49,
Jakarta 12070,

Email : mdarlina@batan.go.id

Diterima: 15 -09-2017

Diterima dalam bentuk revisi: 07-02-2018

Disetujui: 22-02-2018

ABSTRAK

EVALUASI HUBUNGAN DOSIS RADIASI TERHADAP KERUSAKAN DNA SEL LIMFOSIT DENGAN MENGGUNAKAN TES COMET. Kerusakan asam nukleat (DNA) akibat radiasi atau faktor lain dapat mengarah ke efek yang lebih parah seperti sel kanker. Oleh karena itu diperlukan suatu metode deteksi untuk mengetahui besarnya kerusakan tersebut antara lain dengan metode uji komet yang sederhana. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji efek radiasi pada sel limfosit akibat radiasi melalui teknik uji komet. Spesimen darah diiradiasi dosis gamma 2-8 Gy kemudian diisolasi limfositnya dengan histopaque. Isolat limfosit diproses uji komet pada slide dalam kondisi alkali dan hasil pencitraan dianalisis dengan software khusus. Hasil menunjukkan bahwa terdapat korelasi positif parameter komet dengan dosis radiasi, semakin besar dosis paparan semakin besar kerusakan DNA. Diantara parameter uji komet, *tail DNA* memberikan korelasi yang terbaik dengan dosis radiasi. Disimpulkan bahwa uji komet sangat baik digunakan untuk mengetahui kerusakan DNA akibat radiasi.

Kata kunci: kerusakan DNA, radiasi, tes komet, kondisi alkali

ABSTRACT

EVALUATION OF RADIATION DOSAGE RELATIONSHIP TO DNA CELL DAMAGE USING COMET TEST Nucleic acid (DNA) damage caused by radiation or other factors may lead to more suffering effects such as cancer cells. Therefore it needs a detection method to determine the extent of these damages, one of them is comet test that is a simple method. The Aim of the research was to assess radiation effects on lymphocyte cells caused by radiation using comet test. Blood specimen was irradiated with gamma rays at doses of 2-8 Gy and then lymphocytes were isolated with histopaque. Isolated lymphocyte to proceed comet test in alkali condition and their images were analyzed with special software. Results showed that there is a positive correlation of comet with radiation dose, higher dose caused higher DNA damage. Among parameters of comet test, *tail DNA* gave the best correlation with dose of radiation. It can be concluded that comet test is a fit method to evaluated radiation induced DNA damage.

Keywords: DNA damage, radiation, comet test, alkali condition

**PENGARUH IRADIASI GAMMA TERHADAP *SOLANUM NIGRUM* L
DAN EFEKTIVITASNYA SEBAGAI ANTI KANKER**

Ermin K. Winarno¹, Indira Radana Reswari², Susanto¹ dan Hendig Winarno¹

¹Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN)
Jalan Lebak Bulus Raya No 49, Pasar Jumat, Jakarta Selatan 12440

²Fakultas Farmasi, Universitas Pancasila
Jalan Srengseng Sawah, Jagakarsa, Jakarta Selatan
Email: erminkk@batan.go.id

Diterima:13-10-2017

Diterima dalam bentuk revisi:24-01-2018

Disetujui:20-02-2018

ABSTRAK

PENGARUH IRADIASI GAMMA TERHADAP *SOLANUM NIGRUM* L DAN EFEKTIVITASNYA SEBAGAI ANTI KANKER. Buah leunca (*Solanum nigrum* L) merupakan tanaman dari suku *solanaceae* yang dipercaya dapat mengatasi kanker. Leunca yang termasuk jenis buah dapat diawetkan dengan cara iradiasi gamma. Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari pengaruh perlakuan dosis iradiasi gamma terhadap buah leunca dan efeknya terhadap khasiat anti kanker leukemia L1210. Dosis iradiasi yang diberikan adalah 5; 7,5; 10; dan 15 kGy, masing-masing dengan 2 ulangan. Ekstraksi dilakukan secara bertahap dengan *n*-heksan, etil asetat, dan etanol. Fraksi aktif dari etil asetat saja yang diuji sitotoksiknya. Hasil menunjukkan bahwa dosis iradiasi maksimum dengan sumber gamma ⁶⁰Co untuk buah leunca adalah sebesar 7,5 kGy dengan tidak merusak khasiatnya sebagai anti kanker.

Kata kunci: *Solanum nigrum* L, Sel kanker L 1210, Iradiasi gamma, Sitotoksik

ABSTRACT

EFFECT OF GAMMA IRRADIATION ON *SOLANUM NIGRUM* L AND ITS ANTICANCER EFFECTIVITY. Leunca is a plant from family of a *solanaceae* that presumed possesses anticancer activity. Gamma irradiation can be applied for leunca preservation. This study aims to study the effect of gamma irradiation dose on the leunca fruit and its leukemia L1210 cancer effect. Doses of irradiation was varied at 5; 7.5; 10; and 15 kGy, respectively with 2 replications. Extraction was carried out with *n*-hexane, ethyl acetate, and ethanol, successively. Ethyl acetate extract was further tested for its cytotoxic property. Result indicates that the maximum irradiation dose of 7.5 kGy with gamma ⁶⁰Co resource on leunca fruit shows no damage against L1210 Leukemia cell.

Keywords: *Solanum nigrum* L, Cancer cell L1210, Gamma irradiation, Cytotoxic

STUDI PENINGKATAN RADIONUKLIDA ALAM KARENA LEPASAN ABU TERBANG DI SEKITAR PLTU LABUAN

Niken Hayudanti Anggarini¹, Dadong Iskandar², Megi Stefanus¹

¹ Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, BATAN, Jl. Lebak Bulus Raya No. 49, Jakarta Selatan,

² Pusat Teknologi Kalibrasi dan Metrologi Radiasi, BATAN, Jl. Lebak Bulus Raya No. 49, Jakarta Selatan

Email : niken84@batan.go.id

Diterima: 03-11-2017

Diterima dalam bentuk revisi: 10-02-2018

Disetujui: 22-02-2018

ABSTRAK

STUDI PENINGKATAN RADIONUKLIDA ALAM KARENA LEPASAN ABU TERBANG DI SEKITAR PLTU LABUAN. Abu terbang dan abu dasar hasil pembakaran batu bara mengandung radionuklida alam dengan konsentrasi tertentu. Lepasannya dapat berpotensi meningkatkan konsentrasi radionuklida alam di lingkungan sekitarnya. Tujuan penelitian ini adalah mengukur konsentrasi radionuklida alam di tanah dan menganalisis kemungkinan adanya peningkatan konsentrasi radionuklida alam di tanah sekitar PLTU Labuan. Metode penelitian diawali dengan pengambilan sampel tanah yang lokasinya disesuaikan dengan sampling sebelum PLTU Labuan beroperasi. Selanjutnya dilakukan preparasi dan pengukuran sampel tanah menggunakan spektrometer gamma detektor HPGe selama 61.200 detik. Hasil pengukuran konsentrasi yang didapat dibandingkan dengan data konsentrasi sampel tanah sebelum PLTU Labuan beroperasi. Perbandingan ini menggunakan komparasi dengan uji-t. Hasil pengukuran rata-rata konsentrasi radionuklida alam di sampel tanah saat ini adalah untuk Ra-226, Th-232, dan K-40 masing-masing sebesar 23,15±3,05 Bq/kg; 35,89±4,07 Bq/kg; dan 153,52±16,71 Bq/kg, sedangkan saat sebelum PLTU Labuan beroperasi adalah 22,94±1,92 Bq/kg; 38,60±2,58 Bq/kg; dan 122,10±8,90 Bq/kg. Hasil uji komparasi ketiga radionuklida antara sebelum dan sesudah PLTU Labuan beroperasi menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan. Kesimpulan penelitian ini adalah tidak ada peningkatan rata-rata konsentrasi radionuklida alam di sekitar PLTU Labuan yang signifikan.

Kata kunci : radionuklida alam, TENORM, abu terbang, PLTU batu bara, PLTU Labuan.

ABSTRACT

STUDY OF INCREASING NATURAL RADIONUCLIDE DUE TO FLY ASH DISCHARGED AT AROUND LABUAN COAL POWER PLANT. Fly ash from coal-fired power plants containing radionuclides will probably potentially improve concentration of natural radionuclides and radiation dose rate in the surrounding environment. The object of this study are to measure and analyze presence of increasing natural radionuclides concentrations around Labuan power plant after 6 years operation. The research method begun with soil sampling whose location was adjusted to the sampling before Labuan power plant operates. The next step was measurement of soil samples using HPGe spectrometers. The last step was comparing radionuclide concentration in soil samples on this time with the previous data before Labuan coal-fired power plant operated using t-test comparison. The average concentration of natural radionuclides in soil samples today are Ra-226 23.15 ± 3.05 Bq/kg, Th-232 amounted to 35.89 ± 4.07 Bq/kg, and K-40 amounted to 153.52 ± 16.71 Bq/kg. The value of this radionuclide concentrations did not differ significantly compared with the concentration of radionuclides in soil before Labuan power plant operation. It is concluded that there is no significant increase in the average natural radionuclide concentrations around Labuan power plant.

Keywords: natural radionuclide, TENORM, fly ash, coal power plant, Labuan power plant.

SIMULATION OF OPERATIONAL CONDITIONS OF FASSIP-02 NATURAL CIRCULATION COOLING SYSTEM EXPERIMENTAL LOOP

**Anhar R. Antariksawan¹, Surip Widodo¹, Mulya Juarsa¹, Dedy Haryanto¹,
Mukhsinun Hadi Kusuma¹ and Nandy Putra²**

¹Center for Nuclear Reactor Technology and Safety, National Nuclear Energy Agency of Indonesia (BATAN), Building 80 Puspipstek Area Serpong, Tangerang Selatan 15310, Indonesia

²Heat Transfer Laboratory, Department of Mechanical Engineering, Universitas Indonesia, Kampus UI, Depok 16424, Indonesia

Email : anhar@batan.go.id

Diterima: 05-01-2018

Diterima dalam bentuk revisi: 14-02-2018

Disetujui: 22-02-2018

ABSTRACT

SIMULATION OF OPERATIONAL CONDITIONS OF FASSIP-02 NATURAL CIRCULATION COOLING SYSTEM EXPERIMENTAL LOOP. The natural circulation is considered in the design of emergency passive core cooling system in a nuclear power plant. In that context, FASSIP-02 experimental loop is designed in order to investigate the characteristics of the natural circulation in a closed loop. This paper simulates the various operational conditions of FASSIP-02. The objective is to obtain the best operational conditions of FASSIP-02 once it is built. For that purpose, the simulation is done with different condition of the heater power, the pipe insulation and the expansion tank's valve using RELAP5 code. The simulation time is up to 50,000 s. The simulation results show that until 50,000 s the steady state condition could not be achieved yet when the heater power greater than 10 kW. The pipe insulation causes faster increase of the water temperature inside the pipe and the induced water flow rate, as well. While, if the expansion tank's valve is closed during the operation, the pressure inside the loop would increase, faster when the heater power is higher. It is concluded that in all cases to avoid the saturation condition, the heater power should be maintained lower than 10 kW, especially when the loop pipe is insulated.

Keywords: natural circulation, simulation, RELAP5, single-phase

ABSTRAK

SIMULASI KONDISI OPERASI UNTAI EKSPERIMENTAL SISTEM PENDINGIN SIRKULASI ALAMIAH FASSIP-02. Sirkulasi alam telah banyak dipertimbangkan dalam desain sistem pendingin teras darurat pasif pada pembangkit daya nuklir. Dalam konteks tersebut, telah dirancang untai eksperimen FASSIP-02 untuk menginvestigasi karakteristik sirkulasi alam pada suatu untai tertutup. Studi ini mensimulasikan berbagai kondisi operasi FASSIP-02. Tujuannya adalah memperoleh kondisi operasi terbaik untuk melakukan eksperimen. Untuk itu, dengan menggunakan program perhitungan RELAP5, simulasi dilakukan dengan berbagai nilai daya pemanas, kondisi isolasi pipa dan katup tangki ekspansi. Simulasi dilakukan hingga waktu 50.000 detik. Hasil simulasi menunjukkan bahwa hingga akhir perhitungan 50.000 detik, kondisi tunak tidak dapat tercapai jika daya pemanas sama atau lebih besar dari 10 kW. Isolasi perpipaan meningkatkan temperatur air di untai FASSIP-02 dan akibatnya laju alir juga meningkat. Jika katup tangki ekspansi ditutup, tekanan akan meningkat, khususnya pada daya pemanas yang tinggi, bahkan mencapai tekanan kritis. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa untuk semua kondisi operasi, jika diinginkan kondisi satu fasa cair, maka daya pemanas dijaga di bawah 10 kW, terlebih ketika pipa diisolasi.

Kata kunci: sirkulasi alam, simulasi, RELAP5, satu fasa