

ANALISIS OPTIMASI DESAIN PERANGKAT SILINDER SUBKRITIS BERBAHAN BAKAR URANIL SULFAT UNTUK PRODUKSI MOLIBDENUM (^{99}Mo)

Oleh
Akhmad Arwyn Imamur Rozi
08/269106/TK/34269

Diajukan kepada Jurusan Teknik Fisika Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada pada tanggal 14 Juli 2015. Untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat Sarjana S-1 Program Studi Teknik Nuklir

INTISARI

Compact Neutron Generator (CNG) merupakan alat pembangkit neutron yang sekarang banyak diteliti dan dikembangkan sebagai alternatif penyedia neutron selain bahan radioaktif dan reaktor nuklir. Salah satu pemanfaatan CNG adalah untuk sistem produksi radioisotop molibdenum (^{99}Mo) dengan cara menghubungkan perangkat CNG tipe Deuterium-Tritium (D-T) ke perangkat silinder subkritis berbahan bakar uranil sulfat. Reaksi fusi yang terjadi antara D-T dalam CNG menghasilkan neutron dengan energi 14 MeV yang akan menumbuk larutan uranil sulfat (UO_2SO_4) dalam silinder untuk menghasilkan ^{99}Mo . ^{99}Mo ini merupakan nuklida induk dari technisium ($^{99\text{m}}\text{Tc}$). Dan $^{99\text{m}}\text{Tc}$ merupakan radioisotop medis yang paling banyak digunakan dalam kedokteran nuklir di seluruh dunia.

Penelitian ini bertujuan untuk menyimulasikan desain silinder optimum berbasis metode Monte Carlo menggunakan program *Monte Carlo N-Particle version 5* (MCNP5) sehingga dapat dihasilkan reaksi fusi dengan hasil $k\text{-eff}$ 0,95 yang berarti silinder beroperasi dalam keadaan subkritis. Variasi yang dilakukan meliputi perubahan geometri (jari-jari dan ketinggian silinder), ketebalan reflektor grafit dan ketinggian *void* dalam bahan bakar. Tinjauan desain geometri awal sebagai titik acuan adalah geometri SAMOP (*Subcritical Assembly for Molibdenum Production*) yang diteliti dan dikembangkan oleh Prof. Syarip di BATAN Indonesia. Sedangkan jenis dan geometri CNG yang digunakan adalah CNG tipe IB-1764 karya Dr. Ka-Ngo Leung dari Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL) Amerika. Hasil penelitian menunjukkan geometri optimum untuk desain perangkat silinder subkritis berbahan bakar uranil sulfat adalah pada jari-jari 25 cm dan ketinggian 85 cm, dengan ketebalan reflektor grafit 0,5 cm dan ketinggian *void* bahan bakar 21 cm. Pada geometri optimum ini, jumlah Uranium (^{235}U) yang digunakan adalah sebesar 0,71864003 kg dan jumlah ^{238}U sebesar 2,920043681 kg. Konsentrasi larutan uranil sulfat yang digunakan dalam penelitian ini adalah 30 g/l atau 0,03% dengan tingkat pengayaan 19,75%.

Kata Kunci : *Compact Neutron Generator*, MCNP5, Silinder Subkritis, Larutan Uranil Sulfat, Molibdenum, Technisium.

Pembimbing Utama : Dr. Ir. Andang Widi Harto, M.T.
Pembimbing Pendamping : Dr. -Ing. Sihana

DESIGN OPTIMIZATION ANALYSIS OF SUBCRITICAL CYLINDER ASSEMBLY FUELED BY URANYL SULFATE FOR MOLYBDENUM (^{99}Mo) PRODUCTION

By

Akhmad Arwyn Imamur Rozi

08/269106/TK/34269

Submitted to the Department of Physics Engineering, Faculty of Engineering
Gadjah Mada University on July 14, 2015. In partial fulfillment of the Degree of
Bachelor of Engineering in Nuclear Engineering

ABSTRACT

Compact Neutron Generator (CNG) is a device to generate neutron that is vastly researched and developed nowadays to give alternative neutron source besides radioactivity and nuclear reactor. One of the CNG's usage is for the production system of molybdenum radioisotope by connecting CNG type D-T to the subcritical cylinder assembly fueled by uranyl sulfate. Fusion reaction that occurs between D-T in CNG will produce neutron with 14 MeV energy which will collide with uranyl sulfate solution (UO_2SO_4) in the cylinder to produce ^{99}Mo . ^{99}Mo is nuclide's parent of technitium ($^{99\text{m}}\text{Tc}$). And $^{99\text{m}}\text{Tc}$ is the most commonly used medical radioisotope in nuclear medicine worldwide.

This research is purposed to simulate optimum cylinder design based on Monte Carlo methods, using Monte Carlo N-Particle version 5 (MCNP5) program, until the result of k-eff 0,95 is achieved which means the cylinder is operating under subcritical condition. Variation done includes change of geometry (radius and cylinder height), graphite reflector thickness and fuel void height. Initial point of view geometry design is SAMOP (Subcritical Assembly for Molibdenum Production), which is researched and developed by Prof Syarif in BATAN (*Badan Tenaga Atom Nasional*) Indonesia. While CNG's type and geometry used is CNG IB-1764 developed by Dr. Ka-Ngo Leung from Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL) United States of America. The result of this research showed that optimum geometry is in the radius of 25 cm and at the height of 85 cm, with graphite reflector thickness 0.5 cm and fuel void height 21 cm. In this optimum geometry, amount of Uranium (^{235}U) used is 0.71864003 kg and for ^{238}U is 2.920043681 kg. Uranyl sulfate solution concentration used in this research is 30 g/l or 0.03% and enriched degree of 19.75%.

Keywords : Compact Neutron Generator, MCNP5, Subcritical Cylinder, Uranyl Sulfate Solution, Molybdenum, Technitium.

Supervisor I : Dr. Ir. Andang Widi Harto, M.T.

Supervisor II : Dr. -Ing. Sihana