

ANALISIS DAN EKSPERIMEN PRODUKSI ^{99}Mo BERBASIS LARUTAN DAN HIDRAT URANIL NITRAT SEBAGAI FUNGSI FLUKS NEUTRON

oleh

Feryantama Putra
21/486025/PTK/14131

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada pada tanggal November 1, 2023
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat
Master Program Studi Teknik Fisika

INTISARI

Larutan Uranil Nitrat digunakan sebagai bahan baku produksi ^{99}Mo dalam sistem SAMOP. Beberapa konsiderasi variabel perlu diperhatikan selama proses iradiasi dan deteksi. Eksperimen dalam tesis ini dilakukan untuk membuktikan kelayakan fasilitas-fasilitas iradiasi reaktor Kartini dalam mendukung tujuan SAMOP dalam memproduksi ^{99}Mo .

Iradiasi larutan Uranil Nitrat dengan pengayaan alam di *Beamport* Radiografi, Kolom Termal dan Rak Lazy Susan Reaktor Kartini TRIGA Mk II telah dilakukan. Larutan tersebut dibentuk dengan melarutkan Uranil Nitrat Hexahydrate (UNH). Variasi yang diuji antara lain fluks, konsentrasi Uranium dalam sampel dan fase sampel. Sampel yang teriradiasi dideteksi menggunakan detektor HPGe latar rendah serta dihubungkan dengan nilai fluks yang diukur menggunakan metode Analisis Aktivasi Neutron foil emas. Spektrum sampel larutan UNH dianalisis dengan menggunakan standarisasi relatif serta memperhatikan pengaruh puncak yang berhimpit. Analisis puncak $^{99}\text{Mo}/^{99m}\text{Tc}$ dilakukan menggunakan program InterSpec dan analisis rasio produk iradiasi dengan perhitungan penyelesaian rantai deplesi menggunakan OpenMC.

Eksperimen saat ini membutuhkan fluks di Lazy Susan untuk menghasilkan ^{99}Mo yang layak dari UNH berpengayaan alami. Hubungan antara aktivitas dan fluens (sebagai pengganti fluks dalam waktu iradiasi yang berbeda) adalah $A_{^{99}\text{Mo}}[Bq] = 4,650 \times 10^{-10} \pm 3,471 \times 10^{-13} f - 7,317 \pm 9,434$, dan $A_{^{99}\text{Mo}}[Bq] = 2,962 \times 10^{-10} \pm 5,027 \times 10^{-14} f - 5,624 \pm 1,776$, masing-masing untuk 1 ml larutan $238,2 \pm 2,3$ gU/L dan solid UNH dengan $243,2 \pm 3,5$ mg Uranium alam. Korelasi ini menunjukkan bahwa produksi ^{99}Mo dalam sampel larutan lebih tinggi daripada dalam bentuk padat dan dapat meningkat dengan konsentrasi. Adanya banyak isotop yang dihasilkan menyebabkan kontinum puncak untuk menutupi puncak yang menyebabkan jumlah yang berlebih atau hilang.



Kata kunci: Larutan Uranil Nitrate, Produksi Radioisotop, Spektrometri Gamma, Analisis Aktivasi Neutron, Detektor HPGe.

Supervisor: Dr.Ing. Ir. Sihana

Co-supervisor: Prof. Ir. Syarip



ANALYSIS AND EXPERIMENT OF ^{99}Mo PRODUCTION USING AQUEOUS AND HYDRATE OF URANYL NITRATE AS FUNCTION OF NEUTRON FLUX

by

Feryantama Putra
21/486025/PTK/14131

Submitted to the Department of Nuclear Engineering and Engineering Physics
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on November 1, 2023
in partial fulfillment of the requirement for the Degree of
Master of Engineering in Engineering Physics

ABSTRACT

Uranyl Nitrate solution is used as a fuel for ^{99}Mo production in the SAMOP system. Several variable considerations need to be taken into account during the irradiation and detection process. The experiment in this thesis was performed to prove the feasibility of Kartini Reactor irradiation facilities for supporting SAMOP objectives in producing ^{99}Mo .

Uranyl Nitrate solution with natural enrichment irradiation in Kartini TRIGA Mk II Reactor's Radiography Beamport, Thermal Column and Lazy Susan has been carried out. The experiment variation included flux, Uranium concentration in the sample and sample phase. The solution is prepared by dissolving Uranyl Nitrate Hexahydrate (UNH). The irradiated samples were detected using a low background HPGe detector and related to flux, measured using gold foil with the Neutron Activation Analysis method. The spectrum of the UNH solution sample was analyzed using relative standardization and paying attention to the effect of overlapping peaks. $^{99}\text{Mo}/^{99m}\text{Tc}$ peak analysis was done using the InterSpec program by fitting the Gaussian function and using irradiation product ratio analysis by solving the depletion chain using OpenMC.

Current experiment requires the flux in Lazy Susan to produce a feasible amount of ^{99}Mo from naturally enriched UNH. The relation between activity and fluence (as a substitute for flux in different irradiation time) are $A_{^{99}\text{Mo}}[Bq] = 4.650 \times 10^{-10} \pm 3.471 \times 10^{-13} f$ - 7.317 ± 9.434 and $A_{^{99}\text{Mo}}[Bq] = 2.962 \times 10^{-10} \pm 5.027 \times 10^{-14} f$ - 5.624 ± 1.776 for 1 ml 238.2 ± 2.3 gU/L solution and Solid UNH with 243.2 ± 3.5 mg natural Uranium, respectively. These correlations show that ^{99}Mo production in solution form is higher than in solid form and could increase by concentration. The presence of many produced isotopes caused the peak continuum to cover the peaks which caused excessive or lost counts.

Keywords: Uranyl Nitrate Solution, Radioisotope Production, Gamma Spectrometry,



Neutron Activation Analysis, HPGe Detector.

Supervisor: Dr.Ing. Ir. Sihana

Co-supervisor: Prof. Ir. Syarip

