



METODE IDENTIFIKASI URANIUM UNTUK FORENSIK NUKLIR DAN SEIFGARD BAHAN NUKLIR

oleh

Mohamad Sukron Fajrin Husein

Diajukan ke Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada pada 12 Desember 2025 untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat Magister program Studi Teknik Fisika

INTISARI

Implementasi sistem seifgard di Direktorat Pengelolaan Fasilitas Ketenaganukliran Badan Riset dan Inovasi Nasional (DPFK-BRIN) saat ini masih sangat bergantung pada pengukuran destruktif, sementara metode non-destruktif (NDA) yang handal untuk mengukur persentase ^{235}U belum tersedia baik untuk sistem seifgard maupun analisis forensik nuklir. Penelitian ini bertujuan menyediakan metode identifikasi uranium dari hasil pengukuran spektrometri gamma.

Penelitian dilakukan dengan mengukur sampel serbuk UO_2 dengan pengayaan 0,3 hingga 5% dan rentang massa 1 sampai 25 gram menggunakan detektor PMCA dan HPGe. Selain itu, pengukuran juga dilakukan terhadap pelet UO_2 dan larutan Uranil Nitrat (UN) untuk menentukan koreksi geometri serta memvalidasi hasil perhitungan metode yang dikembangkan. Perhitungan $\%error$ dilakukan dengan membandingkan hasil yang didapatkan dengan penentuan massa uranium dari titrasi potensiometrik dan ^{235}U dari sertifikat bahan. Penentuan massa uranium dilakukan menggunakan kurva massa U terhadap laju cacah bersih (net count rate) pada energi 1001 keV, sedangkan persentase ^{235}U ditentukan menggunakan kurva rasio laju cacah bersih 186/1001 keV. Koreksi atenuasi geometri diberlakukan pada kedua metode tersebut.

Hasil penelitian menunjukkan presisi pengukuran PMCA mencapai 90-95% dan HPGe 95%. Akurasi penentuan massa untuk serbuk UO_2 berada di atas 90%, pelet UO_2 berkisar 65-95%, dan larutan UN meningkat signifikan dari 50% menjadi di atas 80% dengan koreksi geometri. Pada penentuan ^{235}U , akurasi melebihi 90% untuk serbuk dan pelet UO_2 dengan koreksi geometri, serta di atas 80% untuk larutan UN. Metode ini terbukti handal untuk mendukung verifikasi *safeguards* dan analisis forensik.

Kata Kunci : Identifikasi Uranium, Spektrometri Gamma, Massa Uranium, ^{235}U , *Self-attenuation*.

Pembimbing I : Dr-Ing. Ir. Sihana.,IPU

Pembimbing II : Dr. R. Mohammad Subekti



URANIUM IDENTIFICATION METHOD FOR NUCLEAR FORENSICS AND NUCLEAR SAFEGUARDS

by

Mohamad Sukron Fajrin Husein

Submitted to the Department of Nuclear Engineering and Engineering Physics Faculty
of Engineering Universitas Gadjah Mada as one of the requirement to obtain the
Master's Degree in Engineering Physics

ABSTRACT

The current implementation of the nuclear safeguards system at DPFK-BRIN still relies heavily on destructive measurements, while a reliable non-destructive method (NDA) for measuring the percentage of ^{235}U is not yet available for either the safeguards implementation or nuclear forensic analysis. This study aims to provide a uranium identification method from the results of gamma spectrometry measurements. The study was conducted by measuring UO_2 powder samples with an enrichment of 0,3 to 5% and a mass range of 1 to 25 grams using PMCA and HPGe detectors. In addition, measurements were also carried out on UO_2 pellets and Uranyl Nitrate (UN) solutions to determine geometric corrections and validate the results of the calculations of the developed method. The calculation of % error was carried out by comparing the results obtained with the determination of the uranium mass from potentiometric titration and ^{235}U from the material certificate. Uranium mass determination was performed using a U mass curve against the net count rate at 1001 keV, while the percentage of ^{235}U was determined using a net count rate ratio curve of 186/1001 keV. Geometric attenuation correction was applied to both methods. The results showed that the precision of PMCA measurements reached 90-95% and HPGe 95%. The accuracy of mass determination for UO_2 powder was above 90%, UO_2 pellets ranged from 65-95%, and UN solution increased significantly from 50% to above 80% with geometric correction. In determining ^{235}U , the accuracy exceeded 90% for UO_2 powder and pellets with geometric correction, and above 80% for UN solution. This method has proven reliable to support safeguards verification and forensic analysis.

Keywords : Uranium Identification, Gamma Spectrometry, Uranium Mass, ^{235}U , Self-Attenuation

Supervisor : Dr-Ing. Ir. Sihana.,IPU

Co-Supervisor : Dr. R. Mohammad Subekti