

**PEMODELAN DAN VALIDASI DETEKTOR NAI(TL) UNTUK
PENGUKURAN SPEKTRUM GAMMA ^{137}CS MENGGUNAKAN
PERANGKAT LUNAK OPENMC**

Davey Earl Arta Gunawan Giri

21/479282/TK/52846

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 3 Oktober 2025
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat
Sarjana Program Studi Teknik Nuklir

INTISARI

Detektor sintilasi NaI(Tl) merupakan perangkat vital dalam aplikasi keamanan nuklir, namun sering kali menghadapi tantangan dalam skenario cacah rendah di mana sinyal dari sumber radioaktif seperti ^{137}Cs menjadi lemah dan sulit diidentifikasi. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan dan memvalidasi sebuah model komputasional yang akurat dari detektor portabel FLIR identiFINDER[®] R400 menggunakan perangkat lunak simulasi Monte Carlo OpenMC sebagai analisis pembandingan untuk hasil detektor secara langsung pada skenario cacah rendah.

Metode penelitian meliputi perancangan model detektor dengan geometri yang disederhanakan, hasil simulasi kemudian dikalibrasi menggunakan parameter *gaussian energy broadening* yang didapat dari proses *fitting* data resolusi eksperimental. Validasi model dilakukan secara kuantitatif dengan membandingkan hasil simulasi pada puncak fotolistrik terhadap data pengukuran dari lima variasi, meliputi variasi jarak, ketebalan perisai, dan konfigurasi perisai berlapis.

Penelitian ini berhasil mencapai tiga validasi utama. Pertama, validasi bentuk spektrum melalui uji statistik *reduced chi-squared* (χ_v^2) menunjukkan kesesuaian yang baik, dengan nilai rata-rata 0,73 pada 24 variasi jarak. Kedua, parameter respons detektor GEB berhasil ditentukan dengan parameter $a = 8592,44$; $b = 94$; $c = 4,46 \times 10^{-7}$ melalui proses fitting data eksperimental dengan akurasi sangat tinggi ($R^2 = 0,9990$). Ketiga analisis galat relatif bervariasi dari 2,57% pada kondisi perisai dengan pelat samping hingga di atas 53% pada variasi ketebalan perisai timbal.

Kata kunci: Monte carlo, NaI(Tl), openMC, sesium-137, spektroskopi gamma

Pembimbing Utama : Dr.Ing Ir. Sihana, IPU

Pembimbing Pendamping : Ir. Nunung Prabaningrum, M.T., PhD., IPU



MODELING AND VALIDATION OF NAI(TL) DETECTOR FOR ^{137}CS GAMMA SPECTRUM MEASUREMENT USING OPENMC SOFTWARE

Davey Earl Arta Gunawan Giri

21/479282/TK/52846

Submitted to the Department of Nuclear Engineering and Engineering Physics
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on October 3, 2025
in partial fulfilment of the requirement for the Degree of
Bachelor of Engineering in Nuclear Engineering

ABSTRACT

NaI(Tl) scintillation detectors are vital devices in nuclear security applications, but often face challenges in low-count scenarios where signals from radioactive sources such as ^{137}Cs become weak and difficult to identify. This study aims to model and validate an accurate computational model of the FLIR identiFINDER® R400 portable detector using OpenMC Monte Carlo simulation software as a comparative analysis for direct detector results in low-count scenarios.

The research method includes designing a detector model with simplified geometry, then calibrating the simulation results using Gaussian energy broadening parameters obtained from experimental resolution data fitting. Model validation was performed quantitatively by comparing the simulation results at the photovoltaic peak with measurement data from five variations, including variations in distance, shield thickness, and layered shield configuration.

This study successfully achieved three main validations. First, spectrum shape validation through the reduced chi-squared (χ^2_ν) statistical test showed good conformity, with an average value of 0.73 at 24 distance variations. Second, the GEB detector response parameters were successfully determined with parameters $a = 8592.44$; $b = 94$; $c = 4.46\text{E}-07$ through the process of fitting experimental data with very high accuracy ($R^2 = 0.9990$). Third, the relative error analysis varied from 2.57% in the shielding condition with side plates to above 53% in the lead shielding thickness variation.

Keywords: Cesium-137, Gamma Spectroscopy, Monte Carlo, NaI(Tl), OpenMC.

Supervisor : Dr. Ing Ir. Sihana, IPU

Co-supervisor : Ir. Nunung Prabaningrum, M.T., PhD., IPU

