



Analisis Perbandingan Detektor Geiger Muller dan Scintillation dalam Aplikasi Klinik dan Proteksi Radiasi di Rumah Sakit

Aisya Villeda Rania Az Zahra^{1*}, Dzakya Ilmi², Erlinda Ratnasari Putri³

¹Program Studi Fisika FMIPA Universitas Mulawarman
Jl. Barong Tongkok No. 4, Samarinda 70123, Kalimantan Timur, Indonesia

*E-mail korespondensi: aisyavilleda@gmail.com

Article Info:

Received: 15-12-2026

Revised: 05-02-2026

Accepted: 23-02-2026

Keywords:

Geiger-Müller Detector,
Scintillation Detector,
Radiation Monitoring,
Clinical Applications,
Radiation Protection.



Abstract

The use of ionizing radiation in medical procedures requires accurate and reliable monitoring to ensure the safety of healthcare workers and patients. Radiation detectors such as Geiger-Müller (GM) and scintillation detectors are widely utilized in hospitals, yet they differ significantly in their working principles, sensitivity, and suitability for clinical and protection purposes. This study aims to compare the performance of GM and scintillation detectors through a literature review approach. Articles were collected from Google Scholar using keywords related to GM detectors, scintillation detectors, clinical applications, and radiation protection. Selected studies were examined based on operational mechanisms, sensitivity, dose-rate range, energy discrimination capability, and practical use in hospital settings. The analysis shows that GM detectors operate through gas ionization and produce pulses of uniform amplitude, enabling only the counting of radiation events without providing energy information. These characteristics make GM detectors more appropriate for environmental surveillance, background monitoring, and high-dose alert systems due to their wide measurement range and stable response. In contrast, scintillation detectors such as NaI(Tl) generate light output proportional to the absorbed energy, allowing spectral analysis, radionuclide identification, and more accurate dose assessment. Their high sensitivity and superior energy resolution make them more suitable for clinical tasks, including gamma spectroscopy, nuclear medicine imaging, radiotherapy dose verification, and beam quality assessment. Overall, GM detectors are advantageous for routine radiation protection monitoring, while scintillation detectors are preferred for clinical applications requiring precise measurement and energy characterization.

PENDAHULUAN

Radiasi merupakan bentuk pemancaran energi yang dapat merambat melalui ruang atau medium tertentu dalam bentuk partikel maupun gelombang elektromagnetik. Fenomena ini dapat berasal dari sumber alami maupun buatan dan banyak dijumpai dalam berbagai aspek kehidupan serta aplikasi ilmiah [1]. Berdasarkan kemampuannya, radiasi diklasifikasikan menjadi radiasi ionisasi dan radiasi non-ionisasi, yang masing-masing memiliki karakteristik serta dampak biologis yang berbeda. Radiasi ionisasi, seperti sinar-X dan sinar gamma, memiliki energi yang cukup untuk mengionisasi atom dalam jaringan biologis sehingga berpotensi menyebabkan kerusakan sel, mutasi genetik, dan peningkatan risiko kanker. Sementara itu, radiasi non-ionisasi, meskipun tidak menyebabkan ionisasi, dilaporkan dapat menimbulkan efek

biologis non-termal seperti stres oksidatif, perubahan fungsi sel, dan gangguan sistem fisiologis apabila terjadi paparan secara terus-menerus [2].

Untuk mengendalikan bahaya radiasi, penting untuk mengetahui besarnya radiasi yang dilepaskan, baik melalui pengukuran langsung maupun perhitungan. Pengukuran ini dilakukan dengan alat deteksi radiasi, yang kini terus dikembangkan agar semakin akurat dan mudah digunakan. Secara umum, detektor radiasi dikelompokkan menjadi tiga jenis, yaitu detektor gas, detektor sintilasi, dan detektor semikonduktor [3]. Dalam lingkungan rumah sakit yang menggunakan peralatan berbasis radiasi, sering timbul permasalahan seperti radiasi hambur, kebocoran kecil dari alat, serta fluktuasi tingkat radiasi selama prosedur pemeriksaan. Kondisi ini menyebabkan lingkungan kerja tidak selalu stabil, sehingga pemantauan radiasi yang rutin dan tepat sangat dibutuhkan untuk menjaga keselamatan tenaga medis dan memastikan bahwa prinsip proteksi radiasi tetap terpenuhi.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan kinerja detektor Geiger-Müller (GM) dan detektor sintilasi dalam aplikasi klinis serta proteksi radiasi di rumah sakit. Analisis dilakukan melalui studi literatur dengan meninjau beberapa parameter utama, meliputi prinsip kerja, sensitivitas, rentang laju dosis, dan kemampuan identifikasi energi. Berdasarkan karakteristik masing-masing detektor, diharapkan penelitian ini dapat memberikan gambaran mengenai kesesuaian penggunaannya, di mana detektor GM lebih tepat digunakan untuk pemantauan radiasi rutin, sedangkan detektor sintilasi lebih sesuai untuk aplikasi klinis yang membutuhkan ketelitian tinggi, seperti spektroskopi gamma dan verifikasi dosis radioterapi.

Geiger Muller

Studi yang dilaporkan oleh [4] menyatakan detektor Geiger-Müller merupakan alat yang digunakan untuk mendeteksi radiasi ionisasi seperti partikel beta, sinar gamma, dan pada jenis tertentu juga partikel alfa. Alat ini bekerja menggunakan tabung berisi gas inert, biasanya argon dengan tambahan halogen, yang akan menjadi konduktif ketika terkena radiasi. Ionisasi yang terjadi menimbulkan sinyal listrik yang kemudian diperkuat oleh rangkaian elektronik dan ditampilkan melalui jarum penunjuk, lampu, atau bunyi klik sebagai tanda adanya partikel radiasi.

Menurut [5], meskipun dapat digunakan untuk radiasi gamma, sensitivitas detektor Geiger-Müller cenderung lebih rendah pada energi gamma tinggi karena densitas gas di dalam tabung yang relatif rendah membuat banyak foton melewati tabung tanpa berinteraksi. Karena keterbatasan ini, detektor Geiger-Müller lebih cocok digunakan untuk mendeteksi keberadaan radiasi secara umum dibandingkan untuk analisis energi atau pengukuran yang memerlukan tingkat ketelitian tinggi.

Menjaga kualitas pengukuran radiasi membutuhkan detektor yang mampu bekerja stabil dan mengendalikan proses ionisasi secara efektif. Studi yang dilaporkan oleh [6] menunjukkan bahwa parameter geometris serta komposisi gas dalam tabung Geiger-Müller berpengaruh signifikan terhadap karakteristik respons detektor, seperti lebar plateau, slope plateau, dan *dead time*, yang berkaitan langsung dengan kestabilan operasi detektor. Hasil penelitian tersebut menegaskan bahwa penggunaan campuran gas dengan fraksi gas peredam yang tepat mampu meningkatkan performa plateau dan mengurangi ketidakstabilan lucutan, sehingga faktor konstruksi tabung dan karakteristik gas kerja memegang peranan penting dalam menentukan kinerja detektor Geiger-Müller pada aplikasi pengukuran radiasi.

Dalam konteks proteksi radiasi, [3] melaporkan bahwa detektor Geiger-Müller (GM) banyak digunakan sebagai alat pemantauan karena kemampuannya mendeteksi keberadaan radiasi secara cepat dan sensitif. Kinerja Geiger-Müller, khususnya dalam mendeteksi radiasi alfa, dipengaruhi oleh karakteristik detektor seperti ukuran dan geometri tabung, yang menentukan efisiensi partikel alfa mencapai daerah sensitif, sementara detektor ini hanya mampu menghitung radiasi tanpa membedakan energi.

Scintillation

Menurut [7] detektor sintilasi bekerja dengan menggunakan bahan sintilator yang menghasilkan kilauan cahaya ketika terkena radiasi pengion. Saat partikel radiasi masuk dan mengenai bahan tersebut, energinya diserap dan kemudian dilepaskan kembali dalam bentuk cahaya. Cahaya ini kemudian ditangkap oleh sensor seperti *photomultiplier tube* atau *photodiode*, lalu diubah menjadi sinyal listrik yang dapat diukur. Kilauan yang dihasilkan bisa berlangsung sangat cepat atau sedikit tertunda, tergantung jenis bahan sintilatornya. Perbedaan ini menghasilkan dua jenis pancaran cahaya, yaitu fluoresensi yang muncul hampir seketika dan fosforesensi yang muncul lebih lambat.

Pemilihan teknologi detektor radiasi yang tepat menjadi kunci untuk memperoleh pengukuran yang akurat dan sesuai kebutuhan aplikasi modern. Studi yang diperoleh [8] menekankan bahwa setiap jenis detektor memiliki prinsip kerja dan karakteristik performa yang berbeda, mulai dari detektor gas seperti Geiger-Müller dan *ionization chamber*, hingga detektor *scintillator* dan semikonduktor seperti silikon, germanium, serta material maju seperti CZT dan SDD. Variasi ini muncul karena masing-masing detektor memiliki sensitivitas, resolusi energi, rentang pengukuran, serta kebutuhan operasional yang berbeda, sehingga pemilihannya harus mempertimbangkan jenis radiasi yang hendak diukur dan konteks penggunaannya, baik untuk medis, keamanan, maupun riset sains.

Sifat inilah yang membuat detektor sintilasi memiliki sensitivitas tinggi dan mampu memberikan informasi energi radiasi lebih detail dibandingkan beberapa jenis detektor lainnya. Kualitas detektor sintilasi terutama ditentukan oleh resolusi energi, yaitu kemampuan detektor membedakan puncak energi radiasi. Berdasarkan temuan [9] resolusi ini dipengaruhi oleh beberapa faktor utama yaitu disproporsional *light yield*, fluktuasi proses ionisasi, dan komponen cahaya lambat dari kristal. Disproporsional menjadi faktor terbesar yang menurunkan kualitas sinyal karena jumlah cahaya yang dihasilkan tidak selalu sebanding dengan energi yang diserap.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini disusun berdasarkan studi literatur terhadap artikel ilmiah nasional maupun internasional yang berisi tentang detektor Geiger-Müller dan *scintillator*. Artikel yang dikaji dibatasi pada publikasi dengan rentang tahun 2020 hingga 2025 untuk memastikan bahwa informasi yang digunakan sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan di bidang fisika medis dan dikumpulkan dari berbagai analisis data elektronik seperti *Google Scholar* dan JSTOR dengan menggunakan kata kunci: "Geiger-Müller Detector", "Scintillation Detector", "Radiation Monitoring", "Clinical Applications", dan "Radiation Protection". Data yang diperoleh kemudian dibandingkan untuk melihat keunggulan, keterbatasan, serta penggunaan masing-masing detektor dalam lingkungan klinik dan proteksi radiasi di rumah sakit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 berikut ini menunjukkan hasil analisis perbandingan dari berbagai penelitian yang membahas detektor Geiger-Müller dan detektor sintilasi, mencakup aspek-aspek penting seperti prinsip kerja, sensitivitas, rentang dosis, kemampuan identifikasi energi, serta kesesuaian penggunaannya dalam aplikasi klinis maupun proteksi radiasi di lingkungan rumah sakit.

Pada penelitian yang dilakukan oleh [10] mengkaji monitoring radiasi hambur (*scatter*) sinar-X di ruang operasi ortopedi, diperoleh laju dosis sebesar 0,34–3,52 μSv tanpa proteksi dan menurun menjadi 0,03–0,40 μSv dengan proteksi. Hasil ini menunjukkan bahwa paparan radiasi hambur masih signifikan bagi tenaga medis, namun dapat dikurangi secara efektif dengan penggunaan alat proteksi radiasi.

Pada studi [11] di bidang radiologi dan kedokteran nuklir yang melibatkan iodium radioaktif (I-131), laju dosis terukur berada di bawah 2 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$, mengindikasikan bahwa sistem monitoring radiasi yang digunakan mampu mendukung pengendalian paparan dalam batas aman.

Tabel 1. Analisis Perbandingan Detektor Geiger muller dan Sintilasi.

Detektor	Bidang atau Fasilitas Penggunaan	Jenis Radiasi	Sensitivitas	Rentang Dosis	Kemampuan Identifikasi Energi	Referensi
Geiger Muller	Kedokteran Nuklir, Radiologi, PET/SPECT	Gamma, X-ray, Alpha, Beta, Neutron, Ultraviolet & Cosmic Radiation	GM sensitif untuk deteksi keberadaan radiasi cocok untuk survei area.	-	-	[1]
	Radiologi diagnostik untuk pengukuran dosis X-ray, uji kesesuaian mesin X-ray, dan keselamatan radiasi	Beta dan Gamma	Sensitivitas meningkat pada collimation lebih luas; responss linear hingga $\pm 200 \mu\text{Sv/h}$	50-70 kV, 100-160 mA, jarak collimation 100 & 150 cm.	-	[2]
	Monitoring radiasi scatter di ruang operasi ortopedi	X-ray	-	0.34 - 3.52 μSv (Tanpa proteksi) & 0.03 - 0.40 μSv (dengan proteksi)	-	[3]
	Monitoring background radiation di rumah sakit	X-ray	-	0.006 - 0.018 mR/h	-	[4]
	Radiologi	X-ray	-	25.2 ± 1.3 mR/hr; 0.68 mR/wk & 5.6 ± 1.8 mR/hr; 0.35 mR/wk	-	[5]
	Radiologi dan Kedokteran Nuklir	iodium radioaktif (I-131)	-	$< 2 \mu\text{Sv/hr}$	-	[6]

	Radiologi diagnostik dan Terapeutik	Alpha, Beta, Gamma	-	-	-	[7]
Sintilasi	Proteksi radiasi radiologi (pengukuran kebocoran X-ray, survei area klinis)	Sinar-X diagnostik (80–100 kV) dan gamma 137Cs.	Sangat sensitif terhadap radiasi rendah (<30 $\mu\text{Sv/h}$). Memerlukan peredaman tambahan agar tidak jenuh. Respons stabil pada energi diagnostik (80–100 kV).	<30 $\mu\text{Sv/h}$.	Perubahan kualitas energi X-ray, mendeteksi dosis rendah <30 $\mu\text{Sv/h}$, dan memverifikasi respons detektor pada radiasi teredam.	[8]
	Radiologi diagnostik, radioterapi, dan kedokteran nuklir	X-ray diagnostik, Megavoltage X-ray, Gamma Ray	Sintilator sangat sensitif karena densitas tinggi lebih efektif menyerap radiasi.	-	-	[9]
	Radioterapi (QA dan PSQA untuk IMRT, VMAT, SBRT pada LINAC klinis)	Menggunakan foton energi tinggi (X-ray) dari linac.	-	0,01–10 Gy ($\approx 10^4$ – 10^7 μSv)	Intensitas cahaya meningkat sesuai dengan energi; dapat membedakan energi; cocok untuk pengukuran dosis dan kualitas berkas.	[10]
	Gastroenterologi	Beta dari 14C	sangat tinggi mencapai 95,4%	27.8 kBq, dosis efektif ± 1.59 μSv	mampu mendeteksi peluruhan beta berenergi rendah dengan akurasi tinggi	[11]

Kedokteran Nuklir dan Radiofarmasi	Alpha dari ¹¹¹ At	-	1,25 – 3,5 MBq per kg berat badan pasien	Kemampuan identifikasi energinya rendah karena fokus alat pada penghitungan aktivitas	[12]
Radiologi	X-ray	Sangat tinggi	-	Terbatas	[13]
Radioterapi	Foton	Sangat tinggi	1200–2400 MU/min	Rendah	[14]
Radiologi	<i>Proton beam</i>	Sangat tinggi	3.44 cGy	Rendah	[15]

Penelitian yang dilaporkan oleh [12] menunjukkan bahwa detektor Geiger–Müller (GM) digunakan pada kedokteran nuklir, radiologi, serta sistem PET/SPECT untuk mendeteksi berbagai jenis radiasi, termasuk gamma, sinar-X, alfa, beta, neutron, radiasi ultraviolet, dan kosmik. GM memiliki sensitivitas tinggi terhadap keberadaan radiasi sehingga sesuai untuk survei area dan monitoring proteksi radiasi, meskipun tidak mampu membedakan energi radiasi.

Pada aplikasi radiologi diagnostik oleh [13] melaporkan bahwa Geiger–Müller (GM) dimanfaatkan untuk pengukuran dosis sinar-X, uji kesesuaian pesawat sinar-X, dan keselamatan radiasi. Hasil menunjukkan bahwa sensitivitas Geiger–Müller (GM) meningkat pada kolimasi yang lebih luas dengan respons *linear* hingga sekitar $\pm 200 \mu\text{Sv/jam}$, pada kondisi operasi 50–70 kV, 100–160 mA, dan jarak 100–150 cm.

Studi yang dilakukan oleh [14] di bidang radiologi melaporkan paparan radiasi sinar-X sebesar $25,2 \pm 1,3 \text{ mR/jam}$ dan $5,6 \pm 1,8 \text{ mR/jam}$, dengan akumulasi dosis mingguan masing-masing $0,68 \text{ mR/minggu}$ dan $0,35 \text{ mR/minggu}$, yang digunakan sebagai dasar evaluasi keselamatan radiasi di fasilitas kesehatan.

Menurut [15], monitoring *background radiation* di lingkungan rumah sakit menggunakan detektor Geiger–Müller (GM) menunjukkan laju dosis yang relatif rendah, yaitu sekitar $0,006\text{--}0,018 \text{ mR/jam}$, yang masih berada dalam batas aman untuk area kerja medis.

Penelitian yang dilaporkan oleh [16] menunjukkan bahwa pada radiologi diagnostik dan terapeutik yang melibatkan radiasi alfa, beta, dan gamma menegaskan pentingnya penggunaan detektor pemantauan yang andal untuk berbagai jenis radiasi, meskipun fokus utama pengukuran tetap pada pengendalian paparan dan keselamatan radiasi, bukan identifikasi energi.

Dalam penelitian [13] diperoleh bahwa ionisasi gas pada tabung bertegangan tinggi memicu *avalanche* elektron yang menghasilkan pulsa, dan pulsa inilah yang dihitung sebagai CPM. Detektor ini peka terhadap radiasi beta dan gamma, dengan sensitivitas yang meningkat ketika kolimasi dibuat lebih lebar. Responsnya tetap linier hingga sekitar $200 \mu\text{Sv/jam}$. Pengujian biasanya dilakukan pada rentang 50–70 kV dengan arus 100–160 mA pada jarak 100 hingga 150 cm, sehingga karakter respons detektor dapat dipahami pada kondisi klinis umum.

Penelitian yang dilaporkan oleh [17] ini membahas proteksi radiasi radiologi melalui pengukuran kebocoran sinar-X dan survei area klinis menggunakan sinar-X diagnostik (80–100 kV) dan gamma ¹³⁷Cs. Detektor menunjukkan sensitivitas sangat tinggi pada dosis rendah ($<30 \mu\text{Sv/jam}$) dengan respons stabil pada energi diagnostik, namun memerlukan peredaman tambahan untuk mencegah kejenuhan. Sistem ini efektif untuk mendeteksi perubahan kualitas

energi sinar-X, memverifikasi respons detektor pada radiasi teredam, serta memantau dosis rendah.

Penelitian oleh [13] melaporkan bahwa radioterapi, khususnya untuk QA dan PSQA pada teknik IMRT, VMAT, dan SBRT menggunakan LINAC klinis, detektor *scintillation* digunakan pada rentang dosis 0,01–10 Gy. Intensitas cahaya yang dihasilkan meningkat sebanding dengan energi radiasi, sehingga memungkinkan pengukuran dosis dan evaluasi kualitas berkas, serta perbedaan variasi energi foton berenergi tinggi.

Penelitian yang dilakukan oleh [18] menunjukkan bahwa pada aplikasi radiologi diagnostik, radioterapi, dan kedokteran nuklir, detektor *scintillation* digunakan untuk radiasi sinar-X diagnostik, sinar-X megavoltage, dan sinar gamma. Sensitivitas tinggi dicapai karena densitas material *scintillator* yang besar, sehingga lebih efektif dalam menyerap radiasi dan sesuai untuk aplikasi klinis yang membutuhkan respons stabil pada berbagai energi.

Menurut [19] yang membahas kedokteran nuklir dan radiofarmasi, fokus utama terletak pada penggunaan partikel alfa dari ^{211}At dengan aktivitas sekitar 1,25–3,5 MBq per kg berat badan pasien. Hasil analisis menunjukkan bahwa sistem deteksi yang digunakan lebih diarahkan pada penghitungan aktivitas radiofarmaka, sehingga kemampuan identifikasi energi partikel relatif rendah. Hal ini menegaskan bahwa pada aplikasi kedokteran nuklir, akurasi dosis dan aktivitas lebih diprioritaskan dibandingkan dengan pemisahan energi radiasi.

Menurut [20] di bidang radiologi dengan sumber sinar-X, sensitivitas detektor tergolong sangat tinggi, memungkinkan deteksi foton berintensitas rendah secara efektif. Namun, kemampuan sistem dalam mengidentifikasi energi masih terbatas, karena detektor umumnya dioptimalkan untuk pencitraan dan pengukuran intensitas berkas, bukan untuk analisis spektrum energi secara rinci.

Selanjutnya, pada penelitian yang dilakukan oleh [21] yang mengkaji radioterapi berbasis foton, laju dosis yang digunakan sangat tinggi, yakni sekitar 1200–2400 MU/menit. Meskipun demikian, resolusi energi detektor tetap rendah, karena tujuan utama sistem adalah memastikan ketepatan dosis terapeutik dan stabilitas keluaran berkas, bukan karakterisasi energi foton.

Penelitian yang dikaji oleh [22] yang membahas radiologi dengan proton beam, sensitivitas sistem juga tergolong sangat tinggi dengan dosis sekitar 3,44 cGy. Akan tetapi, serupa dengan modalitas radioterapi lainnya, kemampuan identifikasi energi proton rendah, karena pengaturan energi dilakukan oleh akselerator, sedangkan detektor lebih difokuskan pada verifikasi dosis dan distribusi berkas.

Pada penelitian [23] di bidang gastroenterologi, penggunaan radionuklida ^{14}C sebagai pemancar beta berenergi rendah menunjukkan efisiensi deteksi yang sangat tinggi, mencapai 95,4%, pada aktivitas sekitar 27,8 kBq dengan dosis efektif $\pm 1,59 \mu\text{Sv}$. Hasil ini menegaskan bahwa sistem deteksi yang digunakan mampu mendeteksi peluruhan beta berenergi rendah secara akurat, sehingga sesuai untuk aplikasi klinis yang memerlukan sensitivitas tinggi dengan paparan radiasi minimal bagi pasien.

Penelitian-penelitian yang dikaji menunjukkan bahwa detektor Geiger-Müller (GM) banyak dimanfaatkan pada monitoring dan proteksi radiasi di lingkungan klinis serta radiologi diagnostik. Pada aplikasi ini, Geiger-Müller (GM) efektif digunakan untuk mendeteksi keberadaan radiasi, mengukur laju dosis, dan memantau paparan radiasi hambur maupun radiasi latar di area kerja medis. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa paparan radiasi umumnya masih berada dalam batas aman dan dapat dikendalikan melalui penerapan proteksi radiasi yang sesuai. Respons Geiger-Müller (GM) yang linier pada rentang dosis klinis tertentu serta sensitivitasnya yang tinggi menjadikannya alat yang andal untuk survei area dan evaluasi keselamatan radiasi, meskipun keterbatasan dalam membedakan energi radiasi membatasi penggunaannya pada aplikasi yang memerlukan resolusi energi tinggi.

Sementara itu, pada aplikasi radioterapi dan kedokteran nuklir, sistem deteksi yang digunakan lebih difokuskan pada akurasi dosis dan aktivitas radiasi dibandingkan dengan identifikasi energi. Detektor sintilasi banyak diaplikasikan pada radioterapi untuk keperluan *quality assurance* karena mampu memberikan respons stabil pada laju dosis tinggi dan berbagai

energi berkas. Pada kedokteran nuklir, baik untuk pemancar alfa maupun beta berenergi rendah, sistem deteksi menunjukkan efisiensi tinggi dengan paparan dosis yang relatif rendah bagi pasien. Keterkaitan hasil penelitian pada kategori ini menegaskan bahwa pemilihan detektor sangat ditentukan oleh tujuan aplikasi, di mana keselamatan, ketepatan dosis, dan kestabilan respons menjadi prioritas utama dibandingkan dengan kemampuan analisis spektrum energi.

Secara keseluruhan, hasil kajian menunjukkan bahwa pemilihan detektor radiasi sangat bergantung pada tujuan dan bidang aplikasinya. Pada lingkungan klinis, radiologi, radioterapi, dan kedokteran nuklir, tidak ada satu jenis detektor yang paling unggul untuk semua kebutuhan. Detektor Geiger-Müller lebih banyak digunakan untuk memantau keberadaan dan tingkat paparan radiasi sebagai bagian dari proteksi radiasi, sedangkan detektor sintilasi lebih sesuai untuk aplikasi yang membutuhkan sensitivitas tinggi dan respons yang stabil pada berbagai tingkat dosis. Keterbatasan kemampuan identifikasi energi pada sebagian besar sistem deteksi menunjukkan bahwa dalam aplikasi medis, fokus utama pengukuran adalah pengendalian dosis dan keselamatan pasien serta tenaga medis, bukan analisis energi radiasi secara rinci. Temuan ini menegaskan pentingnya menyesuaikan jenis detektor dengan kebutuhan aplikasi agar pengukuran radiasi tetap akurat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis berbagai penelitian, dapat disimpulkan bahwa detektor Geiger-Müller (GM) di rumah sakit digunakan untuk proteksi radiasi, seperti survei area dan pemantauan laju dosis, karena hanya menghitung intensitas radiasi tanpa informasi energi. Sebaliknya, detektor scintillation seperti NaI(Tl) memiliki sensitivitas dan respons energi yang baik, sehingga digunakan pada aplikasi klinis untuk analisis spektrum, identifikasi radionuklida, dan pengukuran dosis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Ibu **Erlinda Ratnasari Putri, S.Si., M.Si.** Atas bimbingan dan arahan yang beliau berikan selama proses penyusunan jurnal ini. Kontribusi beliau sangat membantu kami dalam memahami materi dan menyelesaikan tugas dengan lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Karmaker, K. M. Maraz, F. Islam, M. M. Haque, M. Razzak, M. Z. I. Mollah, M. R. I. Faruque, dan R. A. Khan, "Fundamental characteristics and application of radiation," *GSC Advanced Research and Reviews*, vol. 7, no. 1, pp. 64-72, 2021, doi: 10.30574/gscarr.2021.7.1.0043.
- [2] A. J. Olch, P. van Luijk, C. H. Hua, M. Avanzo, R. M. Howell, E. Yorke, et al., "Physics considerations for evaluation of dose for dose-response models of pediatric late effects from radiation therapy: A PENTEC introductory review," *International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics*, vol. 119, no. 2, pp. 360-368, 2024.
- [3] S. Sihotang, Karakterisasi Detektor Radiasi untuk Aplikasi Dosimetri. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, 13(2), 51-61, 2022.
- [4] G. K. Barends, B. Utomo, and T. B. Indrato, Design of instrument measurement for X-ray radiation with Geiger Muller, *Journal of Electronics, Electromedical Engineering and Medical Informatics*, vol. 2, no. 1, pp. 29-36, 2020. doi: 10.35882/ijeemi.v2i1.93.
- [5] A. Alharbi, "Attenuation of gamma radiation in different materials, *Nature and Science*, vol. 22, no. 3, pp. 40-47, 2024. doi: 10.7537/marsnsj220324.04.
- [6] D. Arbutina, M. Pejović, B. Ž. Arbutina, and M. M. Milošević, The influence of the GM tube insulation parameters on the GM counter characteristics, *Vacuum*, vol. 196, art. no. 110755, 2022. doi: 10.1016/j.vacuum.2021.110755.

- [7] M. Gosek, M. Jędrzejowski, G. Poręba, K. Kłosok, T. Błachowicz, and K. Tudyka. Dose Rate Measurements With Correlated U, Th And K Uncertainties Using Full Nai Tl Gamma Spectrum Analysis. *Geochronometria*, vol. 52, no. 1, 2025.
- [8] P. Mitra, S.K. Sahu, A. V. Kumar. A comparative study of long-term measurements of natural gamma absorbed dose rate in outdoor air by TLD and GM detectors. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 334, 2391–2396, 2025. doi: <https://doi.org/10.1007/s10967-024-09946-0>
- [9] L. Liu, H. Hu, W. Pan, H. Gao, J. Song, X. Feng, et al., Robust organogel scintillator for self-healing and ultra-flexible X-ray imaging, *Advanced Materials*, vol. 36, no. 13, art. no. 2311206, 2024.
- [10] M. K. Hameed and W. A. Abdulwahid, The effect of radiation protection provided by lead aprons in orthopedic theater, *Kirkuk Journal of Medical Sciences*, vol. 12, no. 1, pp. 36–41, 2024. doi: 10.32894/kjms.2024.143948.1078.
- [11] K. L. Chia, S. J. Ong, M. Ong, M. Tong, H. Y. Loi, B. Ang, and S. T. Quek, A targeted radionuclide therapy facility at a university teaching hospital in Singapore, *Cureus*, vol. 17, no. 9, e92308, 2025. doi: 10.7759/cureus.92308.
- [12] A. Patel and H. Mazumdar, A review on Radiation Detectors for Various Radiation Detection Applications, *Journal of Radiation and Nuclear Applications*, vol. 8, no. 2, pp. 93–111, May 2023. doi: 10.18576/jrna/080201.
- [13] W. Pratama, M. R. Mak'ruf, T. B. Indrato, E. Yulianto, L. Lamidi, M. Nosike, and S. Srivastava, Analysis of the Geiger Muller Ability on the Effect of Collimation Area and Irradiation Distance on the Dose of X-Ray Machine Measurements, *Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics*, vol. 4, no. 3, pp. 161–169, 2022.
- [14] E. Kenneth, M. O. Collins, U. O. Anthony, E. A. Anthony. Investigating The Protective Effectiveness Of The Shielding Parameters For Diagnostic X-Ray Rooms In Some Selected Hospitals In Agbor Metropolis - Delta State. *Journal Of Sciences*, 6(2), 116-119, 2022. doi: <https://doi.org/10.33003/fjs-2022-0602-914>
- [15] O. Y. Omogunloye, A. O. Ilori, O. T. Isaiah, and K. C. Adiukwu, Analysis of Background Radiation Doses and Their Potential Radiological Effects in Hospitals Across Southwestern Nigeria, *Coast Journal of the School of Science*, vol. 7, no. 2, pp. 1427-1441, Sep. 2025, doi: 10.4314/coast.v7i2.18s.
- [16] S. S. Hasan, A. H. Miry, and T. M. Salman, Implementation of radiation monitoring system, *Journal of Engineering and Sustainable Development*, 2nd Online Scientific Conference for Graduate Engineering Students, 1–71, 2021. doi: 10.31272/jeasd.conf.2.1.9.
- [17] H. Suzuki, Characterization of Scintillation Detector response for Photon Beam Dosimetry. *Sensors and Materials*, 35(8), 2961-2970, 2023. doi: <https://doi.org/10.18494/SAM4439>
- [18] C. Michail, C. Liaparinos, P. Kalyvas, N. Kandarakis, I. Fountos, and I. Valais, Radiation detectors and sensors in medical imaging, *Sensors*, vol. 24, art. no. 6251, 2024. doi: 10.3390/s24196251.
- [19] E. Leidermark, E. Aneheim, T. Bäck, S. Lindegren, H. Jensen, C. Dulieu, and S. Palm, On-site activity determination of ^{211}At using absolute 4π -alpha liquid scintillation counting and HPGe, *Applied Radiation and Isotopes*, vol. 221, art. no. 111781, 2025.
- [20] L. Liu, H. Hu, W. Pan, H. Gao, J. Song, X. Feng, et al., Robust organogel scintillator for self-healing and ultra-flexible X-ray imaging, *Advanced Materials*, vol. 36, no. 13, art. no. 2311206, 2024.
- [21] F. Cui, T. Jin, M. Li, L. Zhu, X. Di, and H. Zhu, Assessment Of Scintillation And Cherenkov Imaging As Beam Shape Verification Method In Cyberknife Radiotherapy. *Journal of Applied Clinical Medical Physics*, vol. 25, no. 12, e14508, 2024.
- [22] M. Liu, Y. Wang, Y. Gu, H. Gong, H. M. Lu, Z. Tang, and Y. Yang, Development of a proton CT imaging system using scintillator-based range detection, *Medical Physics*, vol. 51, no. 11, pp. 8047–8059, 2024.

- [23] Y.-H. Han, W. Zhang, Y.-T. Wang, Z.-J. Xiong, Q. Du, Y. Xie, and H. Lu, Performance evaluation of a novel ^{14}C -urea breath test (solid scintillation) for the diagnosis of *Helicobacter pylori* infection, *Medicine*, 102, no. 9, art. no. e33107, 2023. doi: 10.1097/MD.00000000000033107