

STUDI AWAL UJI PERANGKAT KAMERA GAMMA *DUAL HEAD* MODEL PENCITRAAN *SINGLE PHOTON EMISSION COMPUTED TOMOGRAPHY* (SPECT) MENGGUNAKAN SUMBER RADIASI *MEDIUM ENERGY Ra²²⁶*

Friska Wilfianda Putri¹, Dian Milvita¹, Fadil Nazir²

¹Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas,

²Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi (PTKMR) BATAN, Jakarta

e-mail : wilfiandaputrifriska@yahoo.com, d_milvita@yahoo.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian mengenai studi awal uji perangkat kamera gamma *dual head* model pencitraan *Single Photon Emission Computed Tomography* (SPECT) menggunakan sumber radiasi *medium energy Ra²²⁶* di Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi (PTKMR) Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN). Penelitian ini dilakukan untuk menguji dan menganalisis perangkat kamera gamma *dual head* model pencitraan SPECT menggunakan sumber radiasi *medium energy Ra²²⁶* memakai kolimator *Medium Energy General Purpose* (MEGP), tanpa kolimator MEGP, memakai *phantom linier*, dan *phantom jazczak*. Dari hasil pengujian didapatkan nilai laju cacahan pada saat tanpa memakai kolimator lebih tinggi dibandingkan saat menggunakan kolimator MEGP. Pada saat pencacahan menggunakan *phantom linier* dan *phantom jazczak* menghasilkan hasil citra yang jelas dan tidak terdapat gangguan pada detektor kamera gamma.

Kata kunci: kamera gamma *dual head*, *phantom jazczak*, *phantom linier*, *Ra²²⁶*, SPECT

ABSTRACT

Preliminary study on the performance of a dual head Single Photon Emission Computed Tomographic (SPECT) gamma camera at PTKMR-BATAN has been examined by using medium energy radiation from Ra²²⁶. This research is conducted to test and analyze of dual head gamma camera model SPECT image using medium energy radiation source Ra²²⁶ and Medium Energy General Purpose (MEGP) collimator, without MEGP collimator, using linier and jazczak phantom. It was found that the count rate for the measurement without any collimator was larger than with MEGP collimator. During counting when using linier and jazczak phantom, it produces clear images and there is no distortion on gamma camera detector.

Keywords: *dual head gamma camera, jazczak phantom, linier phantom, Ra²²⁶, SPECT*

I. PENDAHULUAN

Energi nuklir mempunyai peranan penting pada bidang kedokteran terutama di bidang radiodiagnostik, radioterapi, dan kedokteran nuklir. Kedokteran nuklir memanfaatkan sumber radiasi terbuka yang berasal dari inti radionuklida buatan yang berfungsi untuk diagnosis penyakit secara tepat, untuk terapi dan penelitian kedokteran. Perangkat yang biasa digunakan untuk diagnosis penyakit dalam kedokteran nuklir adalah perangkat kamera gamma.

Perangkat kamera gamma bersifat fungsional karena dapat melihat perubahan biokimiawi dan fisiologis yang ditimbulkan dari berkas radiasi sinar gamma suatu radioisotop yang telah dimasukkan ke dalam tubuh pasien untuk mencerminkan fungsi organ atau bagian tubuh yang akan diperiksa. Perangkat kamera gamma ini sudah berkembang pesat seperti kamera gamma model pencitraan *planar* dan kamera gamma model pencitraan SPECT, yang dapat berupa kamera gamma satu kepala, dua kepala, dan tiga kepala. Perangkat kamera gamma ini juga dilengkapi dengan komputer akuisisi data, komputer proses data dan printer untuk mencetak data hasil pencitraan.

Baik tidaknya hasil pengujian perangkat kamera gamma sangat tergantung pada keahlian operator dalam menangani perangkat tersebut, baik dari segi elektronik, pengoperasian, dan pengolahan hasil citranya. Perangkat kamera gamma harus dalam kondisi yang baik sebelum dilakukan pemeriksaan agar tidak membahayakan pasien atau menimbulkan hasil citraan yang buruk. Oleh karena itu, perangkat kamera gamma perlu dilakukan pengujian kualitas perangkat kamera gamma secara rutin oleh operator agar nantinya mendapatkan hasil pengukuran dan analisis yang baik.

Pada awal tahun 2012, PTKMR BATAN telah menyediakan perangkat kamera gamma terbaru *Dual Head Anyscan S Series AS-105061-S* buatan *Mediso* dari Hungaria yang telah dipasang oleh staf PTKMR BATAN. Perangkat kamera gamma tersebut telah dikalibrasi menggunakan radioisotop energi rendah yaitu Technetium-99m (Tc^{99m}) sebesar 5 mCi dengan menggunakan kolimator *Low Energy General Purpose* (LEGP).

Dewaraja, dkk., (2000) telah melakukan penelitian menggunakan pencitraan SPECT tentang akurasi sumber radiasi I^{131} dengan membandingkan kolimator *ultra-high-energy* dan *high energy* menggunakan simulasi monte carlo. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan semakin tinggi energi dari kolimator yang digunakan, tipe gambar akan memperlihatkan peningkatan kontras dan tidak terdapat efek pada visualisasi *hole* pada kolimator, kekurangan dari penelitian tersebut yaitu hanya bisa mensimulasikan pencitraan saja tanpa menguji perangkat secara langsung. Berbeda dengan penelitian Dewaraja, dkk yang hanya mensimulasikan pencitraan, pada penelitian ini langsung melakukan studi awal uji perangkat kamera gamma *dual head* model pencitraan SPECT. Kolimator yang digunakan adalah kolimator *Medium Energy General Purposes* (MEGP) dengan sumber radiasi *medium energy* yaitu radium-226 (Ra^{226}).

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah detektor kamera gamma dapat menangkap berkas sinar radiasi tersebut secara baik, untuk melihat ada atau tidaknya distorsi atau gangguan pada hasil citra, untuk menentukan ada atau tidaknya kerusakan pada detektor sintilator, serta mengetahui besarnya pengaruh sumber radiasi *medium energy* seperti Ra^{226} dari segi energi, kolimator, dan *phantom* yang digunakan dalam kamera gamma. Ra^{226} digunakan karena sesuai dengan energi kolimator MEGP untuk sumber radiasi dengan pemancaran energi gamma $140\text{ keV} < E < 300\text{ keV}$, salah satu radioisotop yang memiliki *medium energy* adalah Ra^{226} dengan energi gamma 186 keV. Uji tanggapan perangkat kamera gamma ini disesuaikan dengan standard yang telah dikeluarkan oleh *International Atomic Energy Agency* (IAEA) melalui TECDOC 317. Penelitian uji perangkat kamera gamma dengan menggunakan sumber radiasi *medium energy* Ra^{226} ini belum pernah dilakukan sebelumnya di Indonesia dikarenakan tenaga ahli yang mengerti penggunaan alat tersebut masih sedikit, sehingga peneliti melakukan studi awal uji perangkat kamera gamma *dual head* model pencitraan SPECT menggunakan sumber radiasi *medium energy* Ra^{226} .

II. METODE

Pengujian awal tanggapan perangkat kamera gamma *dual head* model pencitraan SPECT dilakukan dengan mencacah sumber radiasi *medium energy* Ra^{226} menggunakan kolimator MEGP, tanpa kolimator MEGP, *phantom* linier, dan *phantom jazchazk*. Akuisisi dilakukan menggunakan pengaturan energi 186 KeV sesuai dengan energi sumber radiasi Ra^{226} , windows 20%, dan matrik 256x256. Setelah memosisikan detektor kamera gamma, sumber radiasi Ra^{226} diletakkan di atas tempat tidur pemeriksaan. Ra^{226} lalu dicacah hingga 64 cuplikan selama 32 menit dalam 1 putaran rotasi detektor kamera gamma (360°), dimana selang $5,625^\circ$ detektor kamera gamma menangkap aktivitas radiasi selama 30 detik.

Untuk standar pertama, uji perangkat ini hanya mengambil 4 titik sudut saja, hal ini dikarenakan sumber radiasi yang digunakan tidak bisa dicampurkan dengan air, 4 data sudut yang dipakai ditujukan untuk melihat detektor bisa atau tidak menangkap laju cacahan dari sumber radiasi. Seharusnya SPECT radionuklidanya harus bisa diisi dengan larutan air agar menghasilkan citra yang fokus, tampak jelas atau menyatu (Zanzonico, 2008).

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Pencacahan Ra^{226} tanpa kolimator MEGP dan memakai kolimator MEGP

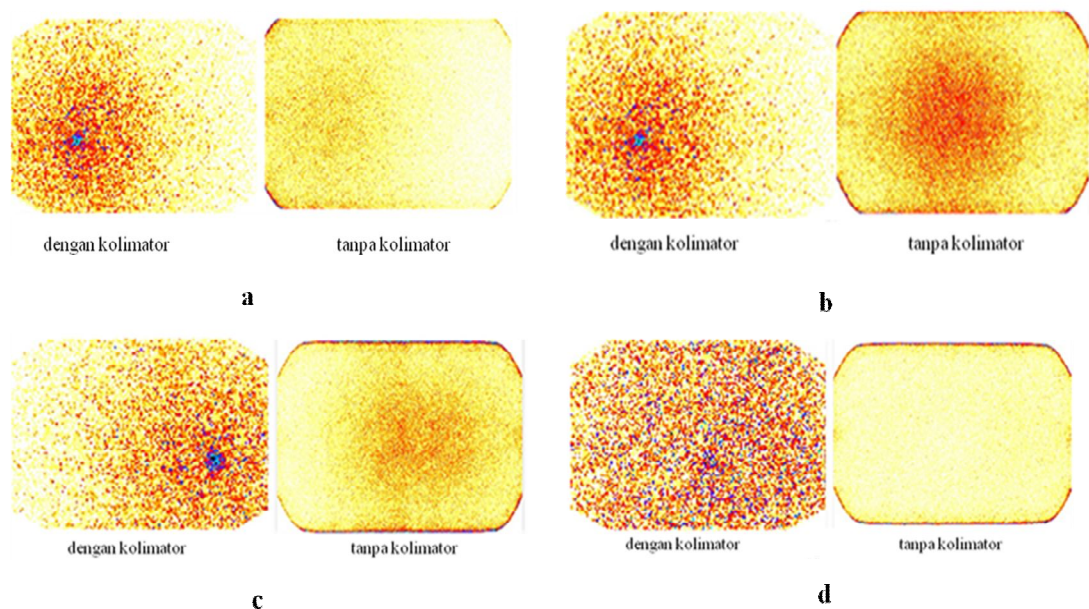
Pencacahan pertama dilakukan untuk melihat perubahan nilai laju cacahan terhadap perpindahan sudut dengan menggunakan kolimator MEGP dan tanpa kolimator MEGP, diperoleh data seperti Tabel 1.

Tabel 1 Hasil uji perubahan nilai laju cacahan terhadap perpindahan sudut dengan menggunakan kolimator dan tanpa kolimator MEGP

No	Sudut (°)	Laju Cacahan (kcpm)	
		Tanpa kolimator	Dengan Kolimator
1	45°	57,91603125	5,8659375
2	135°	213,2019688	9,058
3	270°	199,0072813	6,24453125
4	360°	44,65246875	4,22875

Berdasarkan Tabel 1, diperoleh perubahan nilai laju cacahan pada sudut 45°, 135°, 270°, dan 360°. Berhubung sumber radiasi yang digunakan tidak dapat dihomogenkan dengan air, sehingga didapatkan nilai laju cacahan yang besarnya tidak merata. Berdasarkan teori, intensitas awal saat melewati suatu bahan lebih besar dibandingkan dengan nilai intensitas setelah melewati suatu bahan (intensitas akhir) (Akhadi, 2000), sehingga foton dari sumber radiasi yang terpancar ke segala arah, intensitasnya tidak akan sama setelah berinteraksi dengan permukaan detektor pada sudut yang berbeda.

Proses interaksi foton dengan detektor ini, diawali dengan foton datang akan mendesak elektron untuk lepas dari kristal sintilasi dan elektron akan berinteraksi dengan ion positif dari kristal sehingga terbentuklah kilatan cahaya foton energi dari sumber radiasi Ra²²⁶ dan terjadi efek Compton. Hamburan Compton terjadi pada foton yang berenergi 200 keV-5 MeV, sehingga sumber radiasi yang digunakan termasuk dalam rentang tersebut yaitu 186 keV. Semakin banyak kilatan cahaya yang dihasilkan maka sinyal elektron akan menerjemahkan lebih banyak pula, sehingga nilai laju cacahan akan tinggi. Laju cacahan yang tinggi juga disebabkan oleh intensitas foton yang masuk semakin tinggi akibat hamburan Compton yang terjadi di dalam detektor (Akhadi, 2000). Citra hasil pengujian menggunakan kolimator dan tanpa kolimator dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Perbandingan citra hasil pengujian memakai kolimator dan tanpa kolimator pada sudut (a) 45° (b) 135° (c) 270°, dan (d) 360°

Pemasangan kolimator mempengaruhi banyaknya partikel yang masuk, dikarenakan pada saat memakai kolimator radiasi gamma yang dilepaskan oleh Ra²²⁶ akan langsung dideteksi oleh detektor kamera gamma NaI(Tl) setelah melalui lubang-lubang kolimator, sehingga memperkecil kemungkinan adanya radiasi selain radiasi gamma yang ikut terdeteksi.

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa semua perubahan sudut menghasilkan citra yang jelas, dimana dengan menggunakan kolimator hasil citra lebih jelas dan terfokus dibandingkan tanpa menggunakan kolimator. Tanpa kolimator sinar gamma yang ditangkap akan menyebar karena detektor kamera gamma menangkap semua partikel radiasi, jadi dapat disimpulkan bahwa pemakaian kolimator MEGP ini juga menghasilkan hasil citra yang jelas dan tidak terdapat distorsi pada hasil citra. Berdasarkan hasil citra tersebut dapat dibandingkan dengan hasil literatur oleh Dewaraja, dkk., (2000) yang membandingkan kolimator *ultra-high-energy* dan *high energy* menggunakan simulasi monte carlo yang menghasilkan tipe gambar kontras dan tidak terdapat efek pada kolimator, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak hanya menggunakan kolimator *high energy* saja yang menghasilkan gambar yang jelas tetapi memakai kolimator *medium energy* juga bisa.

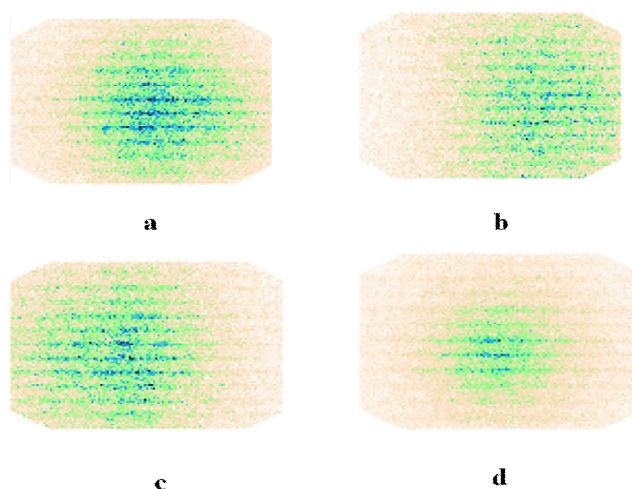
3.2 Pencacahan Ra²²⁶ menggunakan *phantom* linier

Pencacahan selanjutnya dilakukan dengan menggunakan *phantom* linier tanpa memakai kolimator MEGP untuk melihat perubahan nilai laju cacahan pada perpindahan sudut. Hasil pengujian *phantom* linier tanpa memakai kolimator MEGP dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil uji perubahan nilai laju cacahan menggunakan *phantom* linier

No	Sudut (°)	Laju Cacahan <i>Phantom</i> Linier (kcpm)
1	45°	42,063
2	135°	25,04678125
3	270°	34,74346875
4	360°	44,411625

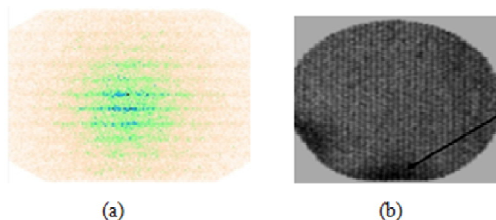
Berdasarkan Tabel 2 terlihat pada sudut 360° nilai laju cacahan lebih tinggi dikarenakan detektor kamera gamma berada tegak lurus dengan sumber radiasi, sehingga lebih banyak menangkap sumber radiasi tersebut. Secara teori kekuatan penerangan yang paling maksimal adalah pada saat cahaya jatuh tegak lurus pada suatu permukaan. Menurut Giancoli (2001), cahaya yang jatuh tegak lurus dengan permukaan lebih besar ditangkap dibandingkan dengan cahaya yang tidak tegak lurus dengan suatu permukaan. Citra hasil pengujian menggunakan *phantom* linier dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Perbandingan citra menggunakan *phantom* linier pada sudut (a) 45° (b) 135° (c) 270°, dan (d) 360°

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa dari semua hasil citra menggunakan *phantom* linier tanpa memakai kolimator dengan variasi sudut tersebut terlihat jelas dikarenakan

detektor kamera gamma dapat menangkap berkas sumber radiasi dengan baik dan tidak ada terlihat gangguan pada citra, dimana gangguan tersebut berbentuk bayangan hitam di bagian tepinya, sedangkan bayangan warna hijau ditengah itu merupakan bayangan posisi sumber radiasi yang tertangkap oleh detektor kamera gamma. Salah satu sumber radiasi yang didapatkan bisa terlihat distorsi pada hasil citranya adalah Tc^{99m} , Gambar 3 memperlihatkan perbandingan bentuk citra distorsi pada sumber radiasi Tc^{99m} dengan citra tanpa distorsi pada Ra^{226} .



Gambar 3 Perbandingan bentuk citra (a) tanpa distorsi pada Ra^{226} dan (b) dengan adanya distorsi pada Tc^{99m}

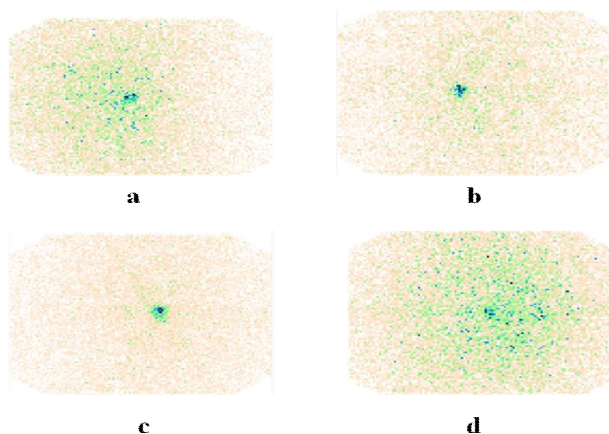
3.3 Pencacahan Ra^{226} menggunakan *phantom jazczak*

Pencacahan selanjutnya dilakukan dengan menggunakan *phantom jazczak* memakai kolimator MEGP untuk melihat perubahan nilai laju cacahan pada perpindahan sudut. Pencacahan Ra^{226} menggunakan *phantom jazczak* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil uji perubahan nilai laju cacahan terhadap perpindahan sudut dengan menggunakan *phantom jazczak*

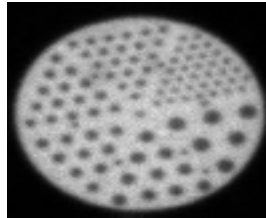
No	Sudut (°)	Laju Cacahan <i>Phantom Jazchack</i> (kepm)
1	45°	7,80140625
2	135°	6,3593125
3	270°	7,0766875
4	360°	8,77046875

Berdasarkan Tabel 3 diperoleh perubahan nilai laju cacahan terhadap perpindahan sudut, dimana pada sudut 360° nilai laju cacahannya tetap terlihat tinggi, hal ini dikarenakan posisi detektor kamera gamma berada tegak lurus dengan sumber radiasi yang digunakan sehingga menangkap sumber radiasi lebih banyak. Citra hasil pengujian menggunakan *phantom jazczak* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Perbandingan citra menggunakan *phantom jazczak* pada sudut (a) 45° (b) 135° (c) 270°, dan (d) 360°

Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat bahwa hasil citra menggunakan *phantom jazchazk* memakai kolimator MEGP. Hal ini dikarenakan pada penggunaan *phantom jazchazk* sebenarnya sumber radiasi harus dihomogenkan dengan air, sedangkan sumber Ra^{226} tidak dapat dicampurkan dengan air karena bersifat padat. Apabila tetap dicampurkan dengan air, maka proses tersebut akan merusak *phantom jazchazk*. Walaupun demikian, hasil dari citra sudah bisa dikatakan baik, karena tidak terdapat distorsi pada citra. Salah satu sumber radiasi yang bisa dihomogenkan dengan air adalah $\text{Tc}^{99\text{m}}$. Bentuk citra dari $\text{Tc}^{99\text{m}}$ dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 SPECT Images menggunakan *phantom jazczak* menggunakan sumber radiasi $\text{Tc}^{99\text{m}}$

IV. KESIMPULAN

Pengujian perangkat kamera gamma *dual head* model pencitraan SPECT dengan pencacahan sumber radiasi Ra^{226} memiliki nilai laju cacahan tinggi pada saat tanpa memakai kolimator, sedangkan dengan menggunakan kolimator nilai laju cacahan akan kecil. Pencacahan dengan menggunakan kolimator MEGP lebih tajam dibandingkan tanpa menggunakan kolimator MEGP. Pada saat menggunakan *phantom* linier dan *phantom jazchazk* menghasilkan hasil citra yang jelas dan tidak terdapat gangguan pada detektor kamera gamma.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhadi, M., 2000, *Dasar-dasar Proteksi Radiasi*, PT. Rineka Cipta, Jakarta.
- Dewaraja, Yuni K., Ljungber, M., dan Kenneth F.K., 2000, Accuracy Of I^{131} Tumor Quantification in Radioimmunotherapy Using SPECT Imaging with an Ultra-High-Energy Collimator : Monte Carlo Study, *The Jurnal Of Nuclear Medicine*, Vol 41, No 10, Hal 1760-1767.
- Giancoli, D.C., 2001, *Fisika 2*, Edisi Kelima, Erlangga, Jakarta.
- Zanzonico, P., 2008, Routine Quality Control of Clinical Nuclear Medicine Instrumentation; A Brief Review, *The Journal of Nuclear Medicine*, Vol 49, No 7, Hal 1114-1131.