

## STUDI AWAL UJI PERANGKAT KAMERA GAMMA *DUAL HEAD* MODEL PENCITRAAN *PLANAR* (STATIK) MENGGUNAKAN SUMBER RADIASI *MEDIUM ENERGY* RADIUM-226 ( $Ra^{226}$ )

Resky Maulanda Septiani<sup>1</sup>, Dian Milvita<sup>1</sup>, Fadil Nazir<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas

<sup>2</sup>Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi (PTKMR-BATAN)  
Pasar Jumat, Lebak Bulus, Jakarta Selatan

<sup>1</sup>e-mail : reskymaulandaseptiani@yahoo.com, <sup>1</sup>e-mail : d\_milvita@yahoo.com

<sup>2</sup>e-mail : niningadel@yahoo.com

### ABSTRAK

Penelitian tentang uji perangkat kamera gamma telah dilakukan di bidang Teknik Nuklir Kedokteran (TNK) Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi (PTKMR) Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) Jakarta Selatan. Penelitian ini bertujuan untuk menguji dan menganalisis perangkat kamera gamma *dual head* model pencitraan *planar* (statik) menggunakan sumber radiasi *medium Energy*  $Ra^{226}$ . Data penelitian diperoleh dari hasil pencacahan  $Ra^{226}$  dengan aktivitas 0,08 mCi selama 5 menit pada jarak 5 cm, 10 cm, dan 15 cm. Penelitian ini menggunakan kamera gamma *Dual Head* Mediso S Series As-105061-S, kolimator MEGP, *phantom* linier dan *phantom* BAR. Data diolah menggunakan program Statistica 6.0. Hasil penelitian menunjukkan laju cacahan tanpa kolimator MEGP lebih besar dibandingkan menggunakan kolimator MEGP dan laju cacahan menggunakan *phantom* BAR lebih besar dibandingkan menggunakan *phantom* linier. Studi awal uji kamera gamma *dual head* menggunakan sumber radiasi *medium energy*  $Ra^{226}$ , menunjukkan bahwa kamera gamma memberikan tanggapan yang baik dalam mencacah.

Kata kunci: kamera gamma,  $Ra^{226}$ , kolimator MEGP, *phantom* linier, *phantom* BAR, *planar* (statik).

### ABSTRACT

*Preliminary test of dual head gamma camera has performed at TNK PTKMR-BATAN, South Jakarta. The purpose of this study is examine and analyze the dual head gamma camera planar (static) imaging models using a medium energy radiation source  $Ra^{226}$ . The data were obtained from the enumeration of  $Ra^{226}$  with activity 0.08 mCi for 5 minutes at a distance of 5 cm, 10 cm, and 15 cm. This study uses a Dual Head Gamma Camera Mediso S Series As-105061-S, collimator MEGP, linear phantom and BAR phantom. The data were processed using Statistica 6.0 program. Results showed the total count without collimator MEGP greater than using the collimator MEGP and the total count using a linear phantom greater than using BAR phantom. Preliminary test of dual head gamma camera using a medium energy radiation source of  $Ra^{226}$ , showed that the gamma camera is able to provide good response in enumerating.*

*Keywords: gamma camera,  $Ra^{226}$ , collimator MEGP, linear phantom, BAR phantom, planar (static).*

### I. PENDAHULUAN

Kedokteran nuklir merupakan cabang dari ilmu kedokteran yang memanfaatkan sumber radiasi terbuka dari disintegrasi inti radionuklida buatan untuk penunjang diagnostik (secara *in-vivo* dan *in-vitro*), terapi dan penelitian. Perkembangan instrumentasi kedokteran nuklir dicatat dengan penemuan kamera gamma oleh Hal Anger pada tahun 1957. Awal penggunaannya, kamera gamma baru bisa digunakan untuk model pencitraan *planar* dan perkembangan selanjutnya kamera gamma dapat melakukan model pencitraan tomografi seperti *Single Photon Emission Computed Tomography* (SPECT). Kamera gamma saat ini sudah semakin maju dengan berbagai varian yaitu kamera gamma satu kepala (*single head*), kamera gamma dua kepala (*dual head*) dan kamera gamma tiga kepala (*triple head*).

Kelancaran pelayanan diagnostik di rumah sakit sangat tergantung pada kemampuan mempertahankan seluruh peralatan dalam kondisi operasional yang baik dan unjuk kerja alat yang optimal untuk menjamin hasil diagnosis. Hal tersebut bisa tercapai jika program perawatan dapat direncanakan dan dilaksanakan dengan baik. Menurut Isaris (2004), sering terjadi kerusakan pada alat yang disebabkan oleh faktor buruknya kualitas laboratorium, tidak dilakukan perawatan dan kesalahan operasional (*human error*). Melihat kondisi tersebut perlu

dilaksanakan program uji kualitas (*quality control*) instrumentasi nuklir secara rutin oleh operator untuk mendapatkan hasil pengukuran yang berkualitas tinggi.

Arifin dkk (2013) telah melakukan uji pengaruh tanggapan detektor kamera gamma pada pemeriksaan ginjal menggunakan sumber radiasi  $Tc^{99m}$  dengan aktivitas 1 mCi sampai 25 mCi, menggunakan *phantom* akrilik, kolimator *low energy general purposes* (LEGP) dan model pencitraan *planar*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa detektor 2 kamera gamma masih dapat memberikan diagnosis yang tidak berbeda signifikan dengan detektor 1 kamera gamma. Hal ini terlihat dari hubungan aktivitas  $Tc^{99m}$  terhadap laju cacahan untuk detektor kamera gamma yang linier.

Berbeda dengan penelitian Arifin yang melakukan uji tanggapan detektor kamera gamma dan melakukan pemeriksaan pada ginjal beberapa orang pasien, pada penelitian ini hanya dilakukan uji perangkat kamera gamma saja tanpa melakukan pemeriksaan pada pasien. Penelitian ini perlu dilakukan mengingat sangat berperannya kamera gamma dalam kedokteran. Penggunaan kamera gamma yang melibatkan kontak langsung dengan sumber radiasi dan manusia, sehingga harus dilakukan uji perangkat alat untuk meminimalisir terjadinya kesalahan yang berasal dari berbagai faktor khususnya yang berasal dari alat. Uji perangkat ini menggunakan beberapa parameter seperti sumber radiasi, kolimator dan *phantom*. Pada penelitian ini menggunakan kolimator MEGP (*Medium Energy General Purposes*) dengan sumber radiasi *medium energy* radium-226 ( $Ra^{226}$ ) yang memberikan gambaran *planar* secara *anterior*, *posterior*, *lateral* maupun *oblique*. Penelitian ini dilakukan untuk menguji dan menganalisis perangkat kamera gamma *dual head* model pencitraan *planar* (statik) menggunakan sumber radiasi *medium energy*  $Ra^{226}$ . Metode penelitian akan mengacu pada peraturan IAEA khususnya TECDOC 317 mengenai instrumentasi kedokteran nuklir.

## II. METODE PENELITIAN

Pengujian perangkat kamera gamma *dual head* diawali dengan melakukan *setting* energi sebesar 186 keV dengan windows 20% dan matrik 256 x 256. Aktivitas  $Ra^{226}$  yang digunakan pada uji perangkat kamera gamma sebesar 0,08 mCi. Penelitian ini menggunakan model pencitraan *planar* (statik). Sumber radiasi *medium energy*  $Ra^{226}$  dicacah tanpa menggunakan kolimator MEGP, menggunakan kolimator MEGP, menggunakan *phantom* linier dan *phantom* BAR selama 5 menit dengan jarak pengukuran 5 cm, 10 cm dan 15 cm. Data hasil pencacahan disusun dalam bentuk tabel dan kemudian dianalisis menggunakan program *Statistica 6.0*.

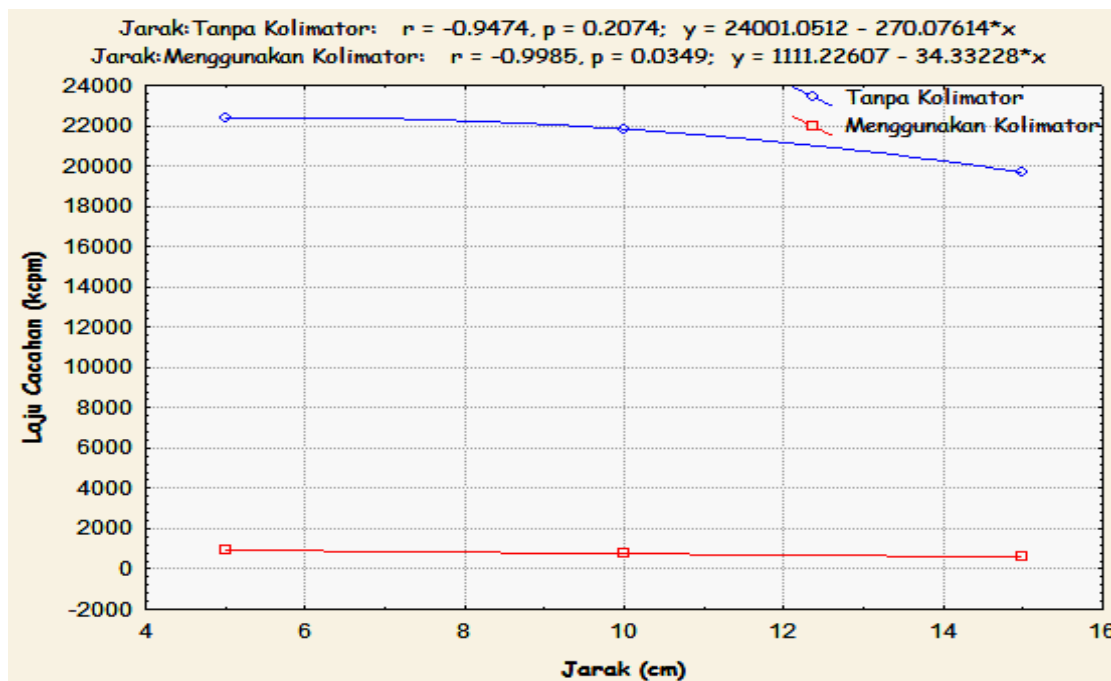
## III. HASIL DAN DISKUSI

### 3.1 Pencacahan $Ra^{226}$ tanpa kolimator MEGP dan menggunakan kolimator MEGP

Pencacahan dilakukan untuk mengetahui hubungan antara jarak sumber radiasi terhadap laju cacahan yang ditangkap oleh detektor kamera gamma tanpa kolimator MEGP dan menggunakan kolimator MEGP. Data hasil pencacahan  $Ra^{226}$  ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil pencacahan  $Ra^{226}$  tanpa kolimator MEGP dan menggunakan kolimator MEGP pada jarak pengukuran 5 cm, 10 cm dan 15 cm.

No	Jarak (cm)	Laju Cacahan (kcpm)	
		Tanpa Kolimator MEGP	Kolimator MEGP
1	5	22387,359	944,997
2	10	21826,913	757,039
3	15	19686,598	601,674



Gambar 1 Hubungan jarak sumber radiasi terhadap laju cacahan tanpa kolimator MEGP dan menggunakan kolimator MEGP.

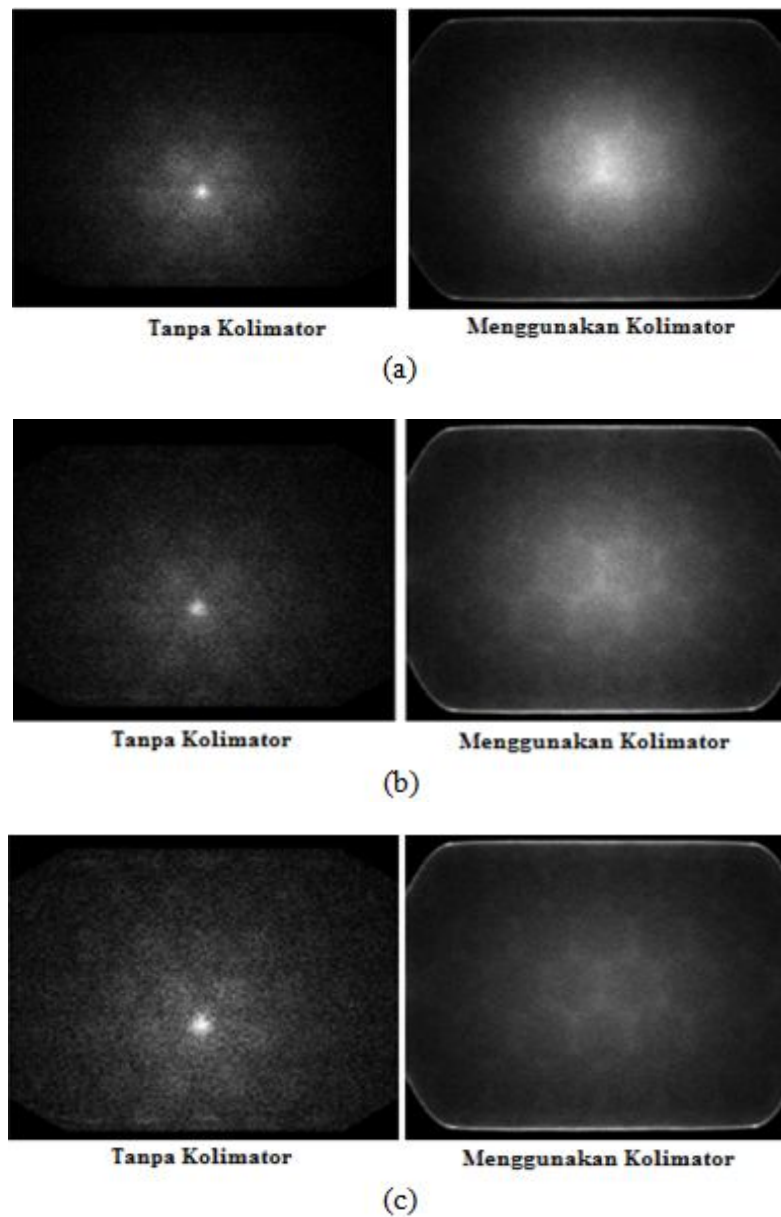
Berdasarkan Gambar 1 terlihat hubungan antara jarak sumber radiasi terhadap laju cacahan tanpa kolimator MEGP diperoleh persamaan garis  $y = 24001,0512 - 270,07614x$  dengan nilai regresi  $r = -0,9474$  dan probabilitas  $p = 0,2074$  yang menjelaskan bahwa jarak sumber radiasi terhadap laju cacahan memiliki hubungan yang kuat namun tidak signifikan karena nilai  $p > 0,1$ . Namun, pengujian menggunakan kolimator MEGP diperoleh persamaan garis  $y = 1111,22607 - 34,33228x$  dengan nilai regresi  $r = -0,9985$  dan probabilitas  $p = 0,0349$  yang menjelaskan bahwa jarak sumber radiasi terhadap laju cacahan memiliki hubungan yang kuat namun signifikan karena nilai  $p < 0,1$ . Data dikatakan signifikan atau bermakna, apabila nilai  $p < 0,1$  (Azwar, 2005).

Dari analisis statistik untuk pengujian tanpa kolimator MEGP dan menggunakan kolimator MEGP diperoleh hubungan yang mendekati linier. Jarak sumber radiasi dengan laju cacahan seharusnya memenuhi hukum kuadrat terbalik (inverse square law). Namun pada grafik hal tersebut belum terlihat jelas. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah kurang bervariasinya data yang diambil di lapangan.

Berdasarkan Gambar 1 laju cacahan pada pengujian tanpa kolimator MEGP lebih besar dibandingkan pengujian menggunakan kolimator MEGP. Hal ini disebabkan kolimator berfungsi menyalurkan foton gamma yang masuk melalui detektor kamera gamma, dimana hanya foton gamma yang searah dengan lubang kolimator saja yang diteruskan sehingga laju cacahan menjadi lebih kecil. Pencacahan Ra226 tanpa kolimator MEGP dan menggunakan kolimator pada jarak 5 cm, 10 cm, dan 15 cm menghasilkan citra yang ditunjukkan pada Gambar 2.

Berdasarkan Gambar 2, citra menggunakan kolimator MEGP lebih tajam dan merata dibandingkan dengan citra tanpa kolimator MEGP. Hal ini disebabkan oleh kolimator selain untuk menyalurkan foton gamma, juga berfungsi memberikan penajaman pada citra. Kolimator berperan penting dalam menghasilkan suatu citra yang tajam dan jelas. Pengujian tanpa menggunakan kolimator akan menghasilkan citra yang kurang tajam dan tidak jelas. Selain itu, citra pada jarak pengukuran 15 cm, daerah yang dilalui radiasi lebih luas dibandingkan daerah pada citra pengukuran 10 cm dan 5 cm. Kondisi ini sesuai dengan hukum kuadrat terbalik (*inverse square law*) dimana intensitas radiasi akan melemah dengan bertambahnya luas daerah yang dilalui oleh radiasi tersebut. Oleh karena itu, pada pemeriksaan

medis kemungkinan jika digunakan kolimator akan diperoleh citra yang lebih baik dan bagus yang dapat menunjang kegiatan diagnosis.



Gambar 2 Citra hasil pengujian tanpa kolimator dan menggunakan kolimator pada jarak yaitu: (a) 5 cm, (b) 10 cm, (c) 15 cm.

### 3.2 Pencacahan $Ra^{226}$ Menggunakan *Phantom* Linier dan *Phantom* BAR.

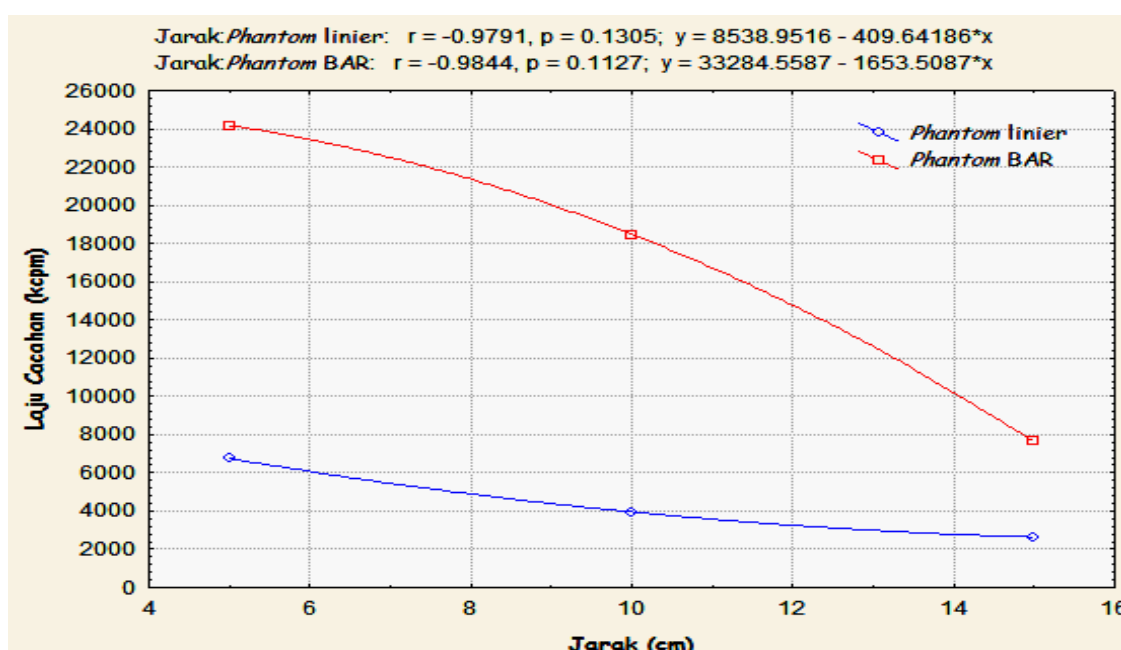
Pencacahan dilakukan untuk mengetahui hubungan antara jarak sumber radiasi terhadap laju cacahan yang ditangkap oleh detektor kamera gamma *dual head* menggunakan *phantom*. Data hasil pencacahan  $Ra^{226}$  ditunjukkan pada Tabel 2.

Berdasarkan Gambar 3 terlihat hubungan antara jarak sumber radiasi terhadap laju cacahan pada pengujian menggunakan *phantom* linier diperoleh persamaan garis  $y = 8538,9516 - 409,64186x$  dengan nilai  $r = -0,9791$  dan probabilitas  $p = 0,1305$ . Namun pengujian menggunakan *phantom* BAR diperoleh persamaan garis  $y = 33284,5587 - 1653,5087x$  yang berarti setiap penambahan nilai  $x$  (laju cacahan), maka akan terjadi pengurangan nilai  $y$  (laju cacahan) sebesar 1653,5087 kcpm. Pada pengujian menggunakan *phantom* BAR memiliki nilai regresi  $r = -0,9844$  dan probabilitas  $p = 0,1127$  yang menjelaskan bahwa jarak sumber radiasi terhadap laju cacahan pada kedua *phantom* memiliki hubungan yang kuat namun

tidak signifikan karena nilai  $p > 0,1$ . Data dikatakan signifikan atau bermakna, apabila nilai  $p < 0,1$  atau kebermaknaan data sebesar 90% (Azwar, 2005).

Tabel 2 Hasil pencacahan  $Ra^{226}$  menggunakan *phantom* linier dan *phantom* BAR pada jarak pengukuran 5 cm, 10 cm dan 15 cm.

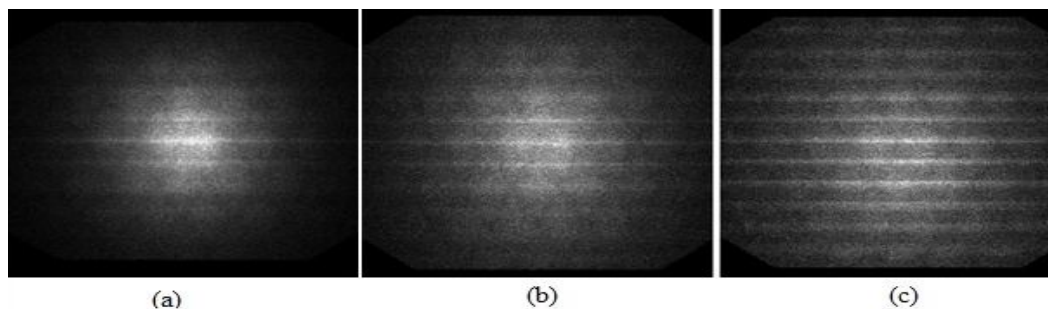
No	Jarak (cm)	Laju Cacahan (kcpm)	
		<i>Phantom</i> Linier	<i>Phantom</i> BAR
1	5	6736,568	24162,806
2	10	3950,881	18457,890
3	15	2640,149	7627,719



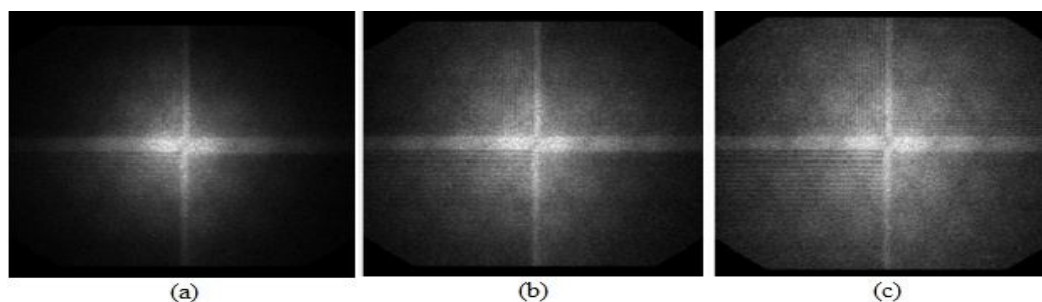
Gambar 3 Hubungan jarak sumber radiasi terhadap laju cacahan menggunakan phantom linier dan phantom BAR.

Dari analisis statistik pengujian menggunakan *phantom* linier dan *phantom* BAR diperoleh hubungan yang mendekati linier. Sesuai dengan kondisi pada pengujian tanpa kolimator MEGP dan menggunakan kolimator MEGP, seharusnya jarak sumber radiasi dengan laju cacahan memenuhi hukum kuadrat terbalik (*inverse square law*). Namun pada pengujian ini, *inverse square law* belum juga terlihat disebabkan kurangnya variasi data yang diambil di lapangan.

Berdasarkan Gambar 3 laju cacahan pada pengujian menggunakan *phantom* linier lebih besar dibandingkan menggunakan *phantom* BAR yang disebabkan oleh *phantom* BAR memiliki empat kuadran dengan lebar celah yang berbeda-beda yaitu: 2 mm, 2,5 mm, 3 mm dan 3,5 mm, sedangkan *phantom* linier memiliki lebar celah yang lebih sempit yaitu 1 mm. Perbedaan lebar celah inilah yang mengakibatkan foton gamma yang ditangkap kamera gamma pada *phantom* BAR lebih banyak sehingga laju cacahan juga menjadi lebih besar. Hal ini sesuai dengan prinsip dasar pengukuran radiasi, dimana semakin tinggi kuantitas radiasi yang mengenai detektor (alat ukur) maka jumlah cacahan yang dihasilkan semakin banyak (BATAN Homepage, 2010). Pencacahan  $Ra^{226}$  pada jarak 5 cm, 10 cm, dan 15 cm menggunakan *phantom* linier dan *phantom* BAR menghasilkan citra yang ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4 Citra hasil pengujian menggunakan *phantom* linier  
(a) 5 cm, (b) 10 cm, (c) 15 cm.



Gambar 5 Citra hasil pengujian menggunakan *phantom* BAR  
(a) 5 cm, (b) 10 cm, (c) 15 cm.

Berdasarkan Gambar 4 dan Gambar 5, citra hasil pengujian menggunakan *phantom* linier dan *phantom* BAR pada jarak 5 cm lebih tajam dan jelas dari pada citra pada jarak 10 cm dan 15 cm. Akan tetapi, daerah yang dilalui radiasi pada jarak 15 cm dan 10 cm lebih luas dibandingkan daerah pada jarak 5 cm. Hal ini terjadi karena semakin bertambah jarak sumber radiasi maka daerah yang dilalui oleh radiasi akan semakin luas namun citra yang dihasilkan kurang tajam dan kurang jelas. Kondisi ini sesuai dengan hukum kuadrat terbalik, dimana intensitas radiasi akan melemah dengan bertambahnya luas daerah yang dilalui oleh radiasi tersebut.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian perangkat kamera gamma model pencitraan *planar* (statik) ini dapat ditarik beberapa kesimpulan. Laju cacahan tanpa kolimator MEGP lebih besar dibandingkan dengan menggunakan kolimator MEGP dan laju cacahan menggunakan *phantom* BAR lebih besar dibandingkan menggunakan *phantom* linier. Semakin jauh jarak sumber radiasi maka laju cacahan yang ditangkap detektor kamera gamma semakin kecil. Citra hasil uji kamera gamma menunjukkan bahwa semakin luas daerah yang dilalui radiasi maka intensitas radiasi semakin melemah. Hal ini memenuhi hukum kuadrat terbalik. Uji awal kamera gamma *dual head* menggunakan sumber radiasi *medium energy*  $\text{Ra}^{226}$ , menunjukkan bahwa kamera gamma mampu memberikan tanggapan yang baik dalam mencacah.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Z. dan Soedjoko, D.S., 2013, Pengaruh Tanggapan Detektor Kamera Gamma SPECT pada Pemeriksaan Ginjal, *Jurnal Fisika*, No.1, Vol 16.
- Azwar, S., 2005, Signifikan atau Sangat Signifikan, Yogyakarta: *Buletin Psikologi*, No.1, Vol. 13, hal. 38-44.
- Isaris, R., 2004, Suatu Tinjauan tentang Peralatan Kedokteran Nuklir dan Masalah Pemeliharaannya, Yogyakarta: *Ganendra*, No. 2, Vol VII, BATAN.
- BATAN *Homepage*, 2010, Prinsip Dasar Pengukuran Radiasi, [http://www.batan.go.id/pusdiklat/elearning/Pengukuran\\_Radiasi/\\_private/Prinsip%20Dasar.pdf](http://www.batan.go.id/pusdiklat/elearning/Pengukuran_Radiasi/_private/Prinsip%20Dasar.pdf), diakses 12 Januari 2014.