

## STUDI AWAL UJI PERANGKAT KAMERA GAMMA *DUAL HEAD* MODEL PENCITRAAN *PLANAR* STATIK MENGGUNAKAN SUMBER RADIASI *HIGH ENERGY* IODIUM-131 ( $I^{131}$ )

Rima Ramadayani<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 Jum'at, Lebak Bulus, Jakarta Selatan

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

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

### ABSTRAK

Telah dilakukan studi awal uji perangkat kamera gamma *dual head* model pencitraan *planar* statik menggunakan sumber radiasi *high energy* Iodium-131 ( $I^{131}$ ) di PTKMR BATAN, Jakarta Selatan. Pada penelitian dilakukan pengujian perangkat untuk mengetahui akumulasi sumber radiasi menggunakan teknik ROI (*Region of Interest*) dan model yang digunakan *planar* statik. Variabel penelitian yang digunakan adalah *phantom* (*phantom* linier dan *phantom* BAR) variasi jarak 5 cm, 10 cm dan 15 cm selama 5 menit dan data diolah menggunakan *Statistica 6.0*. Untuk variasi jarak didapatkan hasil laju cacahan tanpa kolimator lebih tinggi dibandingkan menggunakan kolimator, sedangkan laju cacahan menggunakan *phantom* BAR lebih tinggi dibandingkan *phantom* linier. Hasil semua cuplikan untuk pengujian perangkat kamera gamma tidak jauh berbeda karena akumulasi sumber radiasi tersebar merata.

Kata kunci : iodium-131, jarak, kamera gamma *dual head*, kolimator hegp, *phantom*, *planar* statik.

### ABSTRACT

*The research conducted a preliminary study testing dual head gamma camera device models static planar imaging using high energy radiation sources Iodine-131 ( $I^{131}$ ) in PTKMR BATAN, South Jakarta. In research conducted testing device to determine the accumulation of radiation sources using techniques ROI (Region of Interest) and the models used planar static. The variables used in this study is the phantom (phantom linear and phantom BAR) variation distance of 5 cm, 10 cm and 15 cm for 5 minutes and the data processed using Statistica 6.0. For distance variation of counts rate showed no higher than using a collimator collimator, whereas the rate of shredded using phantom BAR higher than phantom linear. The results of all samples for testing gamma camera device is not much different because of the accumulation of radiation sources spread evenly.*

*Keywords : iodium-131, distance, camera gamma dual head, hegp collimator, phantom, planar static*

### I. PENDAHULUAN

Aplikasi teknik nuklir memiliki peran yang sangat penting dalam bidang kesehatan. Pemanfaatan radiasi dalam bidang kedokteran di rumah sakit sudah menjadi bidang khusus dan pada saat ini bidang kedokteran yang memanfaatkan radiasi dibagi lagi menjadi tiga bidang keilmuan, yaitu radiodiagnostik, radioterapi dan kedokteran nuklir. Salah satu perangkat yang digunakan pada kedokteran nuklir adalah kamera gamma. Perangkat kamera gamma pada saat ini berkembang pesat dengan berbagai model dan bentuk, dengan berbagai bentuk kamera gamma yaitu kamera gamma satu kepala (*single head*), kamera gamma dua kepala (*dual head*) dan kamera gamma tiga kepala (*triple head*). Model pencitraan kamera gamma ada dua macam yaitu model pencitraan *Planar* Statik dan SPECT (*Single Photon Emission Computed Tomography*).

Sebagian besar rumah sakit tingkat provinsi di Pulau Jawa, baik milik pemerintah maupun swasta telah memiliki Instalasi Kedokteran Nuklir yang dilengkapi kamera gamma maupun PET (Positron Emission Tomography) dengan model terbaru. Perangkat tersebut perlu pengujian secara rutin maupun berkala. Pengujian perangkat kamera gamma ini dilakukan sesuai dengan energi dari sumber radiasi yang akan digunakan. Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi (PTKMR) Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) juga memiliki kamera gamma Dual Head AnyScan S Series AS-105061 merek Mediso yang telah di-install.

Perangkat kamera gamma ini juga dilengkapi dengan komputer akusisi data, komputer proses data dan juga printer untuk mencetak data hasil pencitraan yang akan dibaca oleh dokter spesialis kedokteran nuklir.

Berdasarkan peraturan IAEA (*International Atomic Energy Agency*) tahun 1986 melalui TECDOC 317 mewajibkan semua kamera gamma harus dilakukan pengujian sesuai dengan standar. Hal ini harus dilakukan secara berkala dan dicatat di dalam *logbook* sesuai dengan aturan jaminan mutu (*QC/quality control*) dan jaminan kualitas (*QA/quality assurance*) berdampak pada keselamatan baik untuk pasien, pekerja dan lingkungannya.

Di Indonesia, pengujian perangkat kamera gamma di Instalasi Kedokteran Nuklir jarang dilakukan dan tidak semua operator bisa melakukan kegiatan pengujian. Hal ini disebabkan kurangnya tenaga ahli dalam melakukan pengujian perangkat kamera gamma. Perawatan dan pengujian secara berkelanjutan untuk perangkat kamera gamma akan menurunkan biaya, menjaga ketepatan dan kestabilan perangkat kamera gamma. Hal inilah yang mendasari peneliti untuk melakukan pengujian perangkat kamera gamma *dual head* dengan sumber radiasi *high energy* Iodium-131 ( $I^{131}$ ), dimana penelitian ini untuk pertama kalinya dilakukan di Indonesia.

Arifin dkk (2013) telah melakukan penelitian mengenai tanggapan detektor kamera gamma pada pemeriksaan ginjal menggunakan sumber radiasi  $Tc^{99m}$  (aktivitas 1 mCi sampai 25 mCi), kolimator LEGP (*Low Energy General Purposes*), *phantom* akrilik dan metode *planar*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hubungan laju cacahan terhadap aktivitas pada detektor kamera gamma linier.

Pada pengujian perangkat kamera gamma *dual head* menggunakan kolimator HEGP (*High Energy General Purposes*), dengan model pencitraan *planar* statik. Kolimator ini bekerja menangkap energi gamma yang cukup tinggi sesuai dengan energi yang dipancarkan oleh sumber radiasi *high energy*  $I^{131}$  sebesar  $300 \text{ keV} < E < 364 \text{ keV}$ , sedangkan model pencitraan *planar* statik yang digunakan sesuai dengan peraturan IAEA melalui TECDOC 317. Diharapkan dari penelitian ini, dapat memberikan informasi dan acuan bagi Instalasi Kedokteran Nuklir yang ada di setiap rumah sakit di Indonesia dalam melakukan perawatan terhadap perangkat kamera gamma.

**II. METODE**

Pengujian perangkat kamera gamma *dual head* diawali dengan melakukan *setting* energi sebesar 364 keV dengan windows 20% dan matrik 256 x 256. Aktivitas  $I^{131}$  yang digunakan pada uji perangkat kamera gamma sebesar 0,9 mCi. Penelitian ini menggunakan model pencitraan *planar* statik. Sumber radiasi *high energy*  $I^{131}$  dicacah tanpa menggunakan kolimator HEGP, menggunakan kolimator HEGP, 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  $I^{131}$  tanpa kolimator dan menggunakan kolimator HEGP

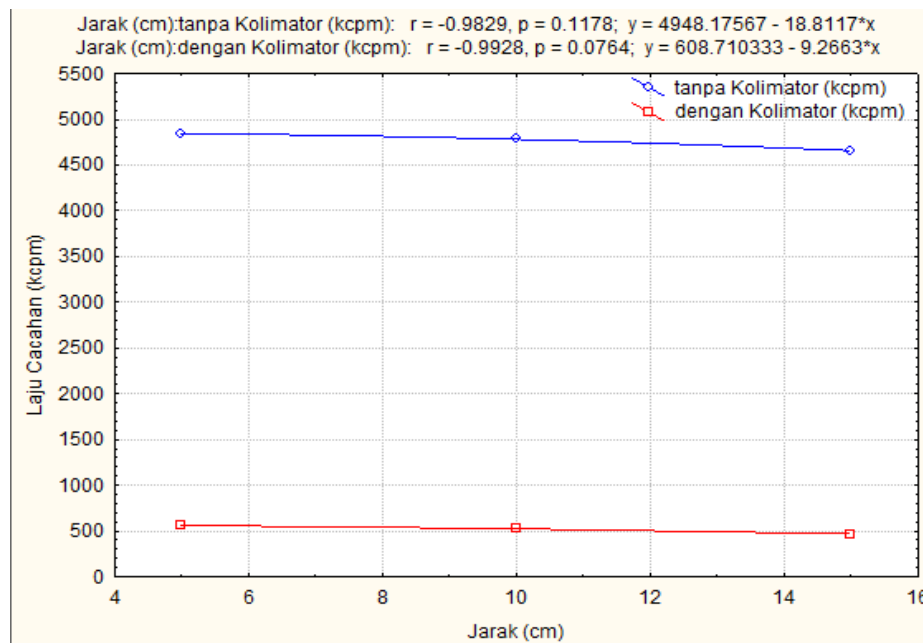
Pengujian perangkat kamera gamma dengan model pencitraan planar statik tanpa kolimator dan menggunakan kolimator HEGP. Hasil pencacahan  $I^{131}$  tanpa kolimator dan menggunakan kolimator HEGP pada variasi jarak 5 cm, 10 cm dan 15 cm, ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil pencacahan  $I^{131}$  tanpa kolimator dan menggunakan kolimator HEGP pada variasi jarak 5 cm, 10 cm dan 15 cm.

No	Jarak (cm)	Laju Cacahan (kcpm)	
		Tanpa Kolimator	Dengan Kolimator
1	5	4843,950	559,155
2	10	4780,393	522,495
3	15	4655,833	466,492

Pada Tabel 1 data yang diperoleh dari hasil pengujian perangkat kamera gamma, menunjukkan bahwa jarak sumber radiasi menentukan laju cacahan yang ditangkap oleh detektor kamera gamma. Semakin dekat jarak sumber radiasi dengan detektor kamera gamma, maka laju cacahan yang akan ditangkap semakin tinggi. Sebaliknya, jika jarak sumber radiasi semakin jauh dengan detektor kamera gamma, maka laju cacahan yang ditangkap semakin rendah. Secara fisis, hal ini sesuai dengan hukum kuadrat terbalik (*inverse square law*) yang menyatakan bahwa laju dosis radiasi pada suatu titik akan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara titik tersebut dengan sumber radiasi (John, dkk., 2007).

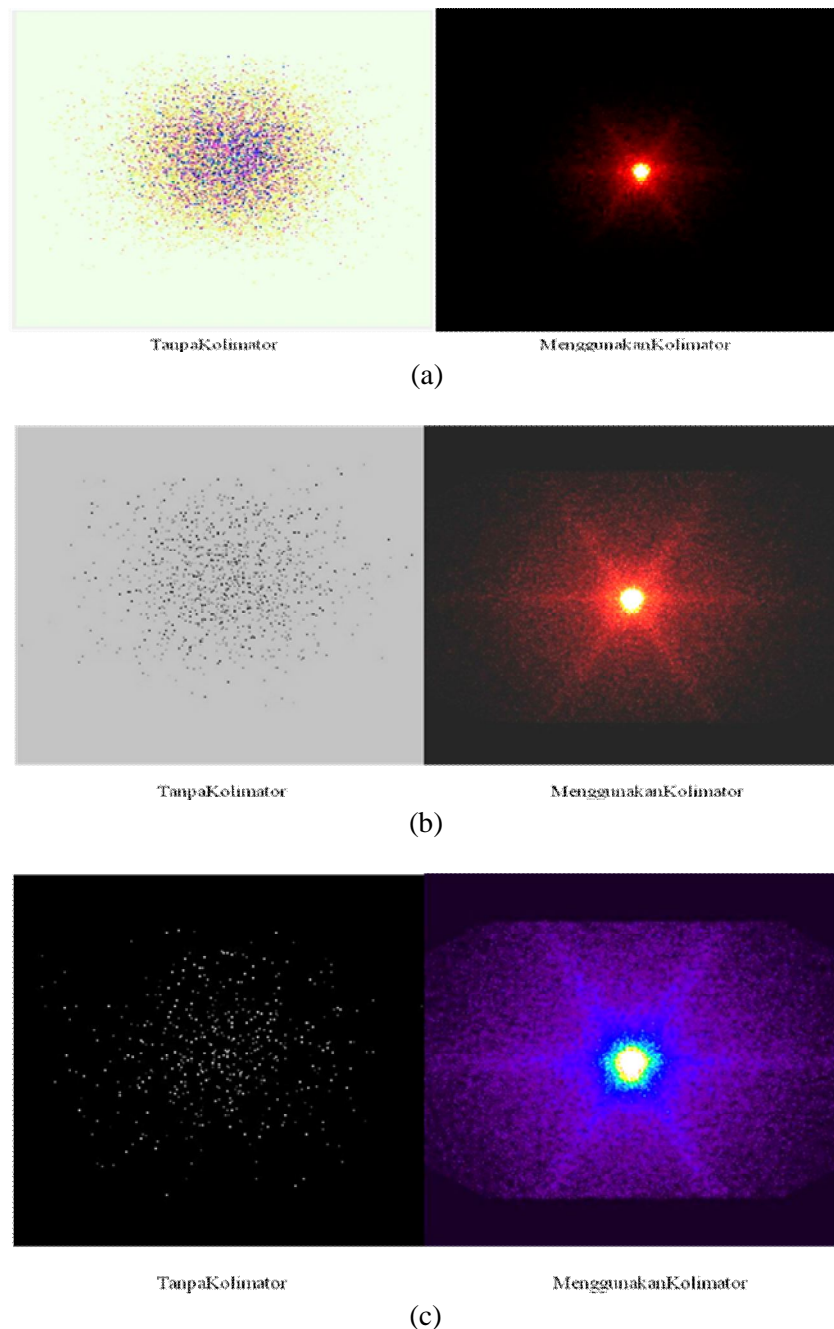
Hubungan jarak sumber radiasi terhadap laju cacahan pada pengujian perangkat kamera gamma tanpa kolimator dan menggunakan kolimator HEGP, ditunjukkan pada Gambar 1. Pada Gambar 1 dapat dilihat hubungan jarak sumber radiasi terhadap laju cacahan tanpa kolimator HEGP dengan persamaan garis  $y = 4948,17567 - 18,8117x$ , persamaan garis tersebut berarti setiap penambahan nilai  $x$ , maka terjadi pengurangan nilai  $y$  sebesar 18,8117 kcpm. Dimana  $x$  adalah jarak sumber radiasi dan  $y$  adalah laju cacahan. Hubungan jarak sumber radiasi terhadap laju cacahan menggunakan kolimator HEGP dengan persamaan garis  $y = 608,710333 - 9,2663x$ , berarti setiap penambahan nilai  $x$ , maka terjadi pengurangan nilai  $y$  sebesar 9,2663 kcpm.



Gambar 1 Hubungan jarak sumber radiasi dengan laju cacahan untuk pengujian perangkat kamera gamma tanpa kolimator dan menggunakan kolimator.

Persamaan garis tanpa menggunakan kolimator HEGP memiliki hubungan yang sangat kuat antara jarak sumber radiasi terhadap laju cacahan, dapat dilihat dari nilai  $r = -0,9829$ . Nilai  $p = 0,1178$  menunjukkan bahwa kesalahan yang terjadi pada data sebesar 11,78%, sehingga kebermaknaan data sebesar 88,22%. Pada pengujian menggunakan kolimator HEGP memiliki hubungan yang sangat kuat antara jarak sumber radiasi terhadap laju cacahan, dapat dilihat dari nilai  $r = -0,9928$ . Nilai  $p = 0,0764$  menunjukkan bahwa kesalahan yang terjadi pada data sebesar 7,64%, sehingga kebermaknaan pada data sebesar 92,36%. Secara statistik, grafik yang dihasilkan belum memenuhi *inverse square law*. Hal ini disebabkan oleh batasan pengambilan data pada saat penelitian.

Pada pencacahan  $I^{131}$  didapatkan citra hasil pengujian perangkat kamera gamma *dual head* tanpa kolimator dan menggunakan kolimator HEGP pada variasi jarak 5 cm, 10 cm dan 15 cm, ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Perbandingan citra hasil pengujian perangkat kamera gamma tanpa kolimator dan menggunakan kolimator pada variasi jarak (a) 5 cm; (b) 10 cm dan (c) 15 cm

Pada Gambar 2, dapat dilihat bahwa citra hasil pengujian menggunakan kolimator HEGP lebih tajam dan fokus dibandingkan dengan citra hasil pengujian tanpa menggunakan kolimator HEGP. Kolimator berfungsi untuk menyearahkan foton gamma yang ditangkap oleh detektor pada kamera gamma, sedangkan tanpa kolimator semua foton gamma yang masuk akan ditangkap oleh detektor pada kamera gamma sehingga citra hasil pengujian kurang tajam dan tidak jelas.

### 3.2 Pencacahan $I^{131}$ Menggunakan *Phantom* Linier dan *Phantom* BAR

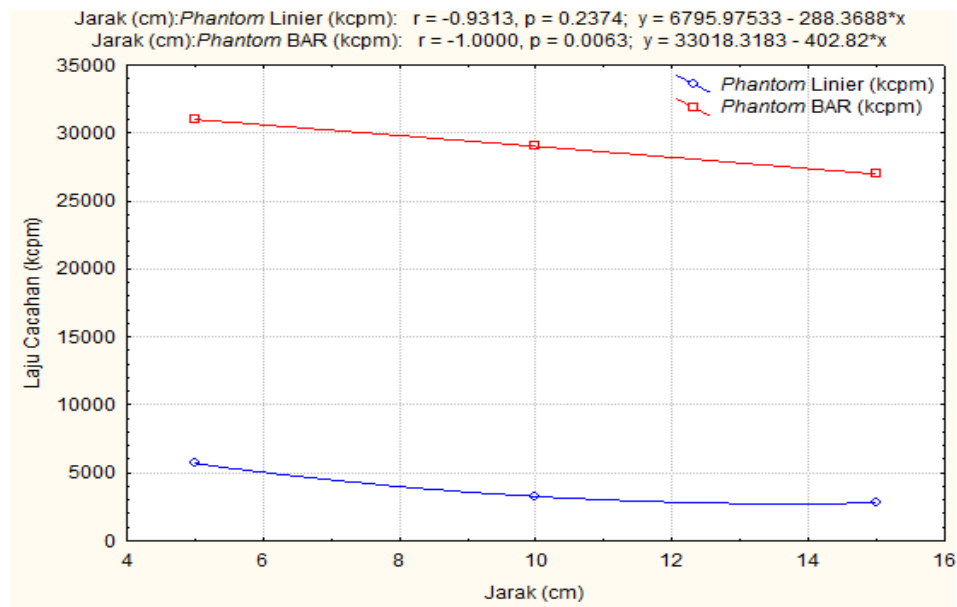
Pengujian perangkat kamera gamma dengan model pencitraan *planar* statik menggunakan *phantom* linier dan *phantom* BAR. Hasil pencacahan  $I^{131}$  menggunakan *phantom* linier dan menggunakan *phantom* BAR pada variasi jarak 5 cm, 10 cm dan 15 cm, ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil pencacahan  $I^{131}$  menggunakan *phantom* linier dan *phantom* BAR pada variasi jarak 5 cm, 10 cm dan 15 cm.

No	Jarak (cm)	Laju Cacahan (kcpm)	
		<i>Phantom</i> Linier	<i>Phantom</i> BAR
1	5	5679,830	30992,715
2	10	3260,890	29013,125
3	15	2796,142	26964,515

Pada Tabel 2 data yang diperoleh dari hasil pengujian perangkat kamera gamma menggunakan *phantom* linier dan *phantom* BAR, menunjukkan jarak sumber radiasi menentukan laju cacahan yang ditangkap oleh detektor kamera gamma. Semakin dekat jarak sumber radiasi dengan detektor kamera gamma, maka laju cacahan yang akan ditangkap oleh detektor kamera gamma semakin tinggi. Sebaliknya, jika jarak sumber radiasi semakin jauh dengan detektor kamera gamma, maka laju cacahan yang ditangkap oleh detektor kamera gamma semakin rendah. Secara fisis, hal ini sesuai dengan hukum kuadrat terbalik (*inverse square law*) yang menyatakan bahwa laju dosis radiasi pada suatu titik akan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara titik tersebut dengan sumber radiasi (John, dkk., 2007).

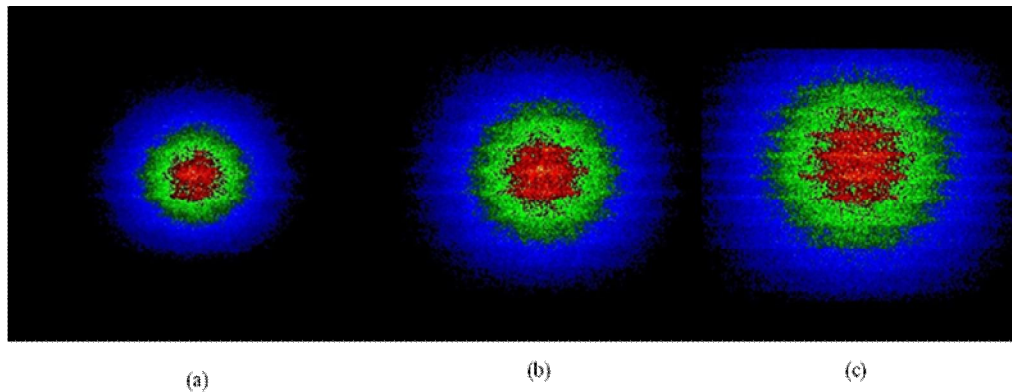
Hubungan jarak sumber radiasi dengan laju cacahan untuk pengujian perangkat kamera gamma menggunakan *phantom* linier dan *phantom* BAR, ditunjukkan pada Gambar 3. Pada Gambar 3 dapat dilihat hubungan jarak sumber radiasi terhadap laju cacahan menggunakan *phantom* linier dengan persamaan garis  $y = 6795,97533 - 288,3688x$ , persamaan garis tersebut berarti setiap penambahan nilai  $x$ , maka terjadi pengurangan nilai  $y$  sebesar 288,3688 kcpm. Dimana  $x$  adalah jarak sumber radiasi dan  $y$  adalah laju cacahan. Hubungan jarak sumber radiasi terhadap laju cacahan menggunakan *phantom* BAR dengan persamaan garis  $y = 33018,3183 - 402,82x$ , berarti setiap penambahan nilai  $x$ , maka terjadi pengurangan nilai  $y$  sebesar 402,82 kcpm.



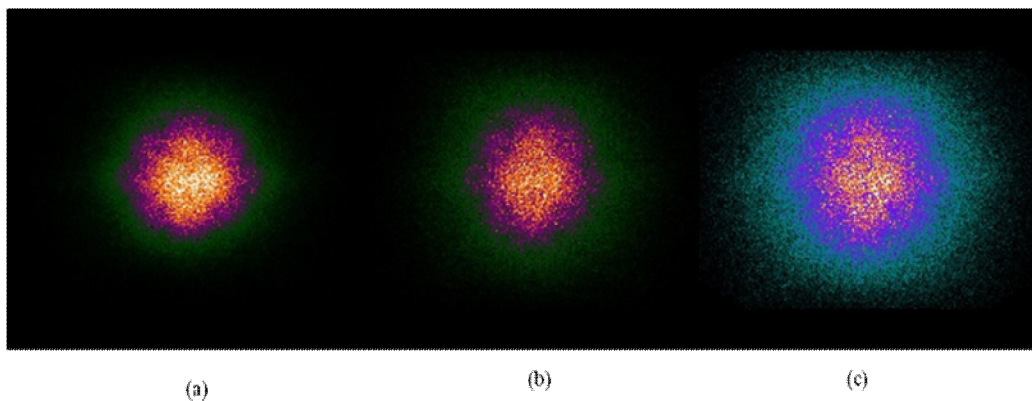
Gambar 3 Hubungan jarak sumber radiasi dengan laju cacahan untuk pengujian perangkat kamera gamma menggunakan *phantom* linier dan *phantom* BAR

Persamaan garis tanpa menggunakan *phantom* linier memiliki hubungan yang sangat kuat antara jarak sumber radiasi terhadap laju cacahan, dapat dilihat dari nilai  $r = -0,9313$ . Nilai  $p = 0,2374$  menunjukkan bahwa kesalahan yang terjadi pada data sebesar 23,74%, sehingga kebermaknaan data sebesar 76,26%. Pada pengujian menggunakan *phantom* BAR memiliki hubungan yang sangat kuat antara jarak sumber radiasi terhadap laju cacahan, dapat dilihat dari nilai  $r = -1,000$ . Nilai  $p = 0,0063$  menunjukkan bahwa kesalahan yang terjadi pada data sebesar

0,06%, sehingga kebermaknaan pada data sebesar 99,94%. Secara statistik, grafik yang dihasilkan belum memenuhi *inverse square law*. Hal ini disebabkan oleh batasan pengambilan data pada saat penelitian. Pencacahan  $I^{131}$  didapatkan citra hasil pengujian perangkat kamera gamma menggunakan *phantom* linier dan *phantom* BAR pada variasi jarak 5 cm, 10 cm dan 15 cm, ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4 Perbandingan citra hasil pengujian perangkat kamera gamma menggunakan *phantom* linier dan pada jarak 5 cm, 10 cm dan 15 cm



Gambar 5 Perbandingan citra hasil pengujian perangkat kamera gamma menggunakan *phantom* BAR dan pada jarak 5 cm, 10 cm dan 15 cm.

Pada Gambar 4 dan Gambar 5, dapat dilihat dari citra hasil pengujian menggunakan *phantom* linier dan *phantom* BAR pada jarak 5 cm lebih tajam dan fokus dibandingkan citra pada jarak 10 cm dan 15 cm yang kurang jelas. Semakin bertambah jarak citra akan semakin terang namun akan terlihat kurang jelas karena banyak hamburan pada foton gamma yang dideteksi oleh detektor kamera gamma. Pada penelitian ini, hasil citra dari paparan radiasi yang di tangkap oleh detektor pada kamera gamma kurang jelas. Pada citra, kondisi ini sesuai dengan *inverse square law*.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian rancang perangkat kamera gamma model pencitraan *planar* statik ini dapat ditarik beberapa kesimpulan. Laju cacahan tanpa kolimator HEGP lebih tinggi dibandingkan dengan laju cacahan menggunakan kolimator HEGP. Citra hasil pengujian menggunakan kolimator HEGP lebih tajam dibandingkan tanpa kolimator HEGP. Laju cacahan menggunakan *phantom* BAR lebih tinggi dibandingkan dengan laju cacahan menggunakan *phantom* linier. Semakin bertambah jarak sumber radiasi terhadap detektor maka laju cacahan semakin kecil. Secara fisis, kondisi ini memenuhi hukum kuadrat terbalik (*inverse square law*). Uji awal perangkat kamera gamma *dual head* menggunakan sumber radiasi *high energy*  $I^{131}$ , 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*, Vol 16, No.1, Jur. Fisika UNDIP, Semarang.
- John dan Gerlach, B., 2007, *Digital Nature Photography : The Art and The Science*, Focal Press, USA.
- Medical Application Section of IAEA, 1986, *Quality Control Of Nuclear Medicine Instruments*, TECDOC-317, IAEA (International Atomic Energy Agency), Vienna.