

## STUDI AWAL UJI PERANGKAT KAMERA GAMMA *DUAL HEAD* MODEL PENCITRAAN *SINGLE PHOTON EMISSION COMPUTED TOMOGRAPHY* (SPECT) MENGGUNAKAN SUMBER RADIASI *HIGH ENERGY I<sup>131</sup>*

Yosi Sudarsi Asril<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, Jakarta  
e-mail : <sup>1</sup>yosisudarsi@yahoo.com, <sup>1</sup>d\_milvita@yahoo.com, <sup>2</sup>ningadel@yahoo.com

### ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian mengenai studi awal pengujian perangkat kamera gamma *dual head* model pencitraan *Single Photon Emission Computed Tomography* (SPECT) menggunakan sumber radiasi *high energy I<sup>131</sup>* di bidang Teknik Nuklir Kedokteran (TNK) Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi (PTKMR) Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN), Jakarta Selatan. Pada penelitian ini dilakukan pengujian dengan mencacah *I<sup>131</sup>* dan melihat pengaruh yang dihasilkan dari perubahan sudut terhadap laju cacahan menggunakan kolimator *High Energy General Purpose* (HEGP), tanpa kolimator, *phantom linier*, dan *phantom jaszczak*. Selain itu dilakukan analisa akumulasi sumber radiasi menggunakan teknik *Region of Interest* (ROI). Dari hasil pengujian didapatkan nilai laju cacahan pada saat tanpa kolimator lebih tinggi dibandingkan saat menggunakan kolimator HEGP, serta didapatkan bahwa detektor kamera gamma menangkap paparan sumber radiasi dengan baik dan tidak terjadi kerusakan pada detektor

Kata kunci: kamera gamma *dual head*, SPECT, kolimator HEGP, *phantom linier*, *phantom jaszczak*.

### 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 high energy radiation from I<sup>131</sup>. The performance was investigated from the influence of angle change on count rate for the system with High Energy General Purpose (HEGP) collimator, without any collimator, and with linier and jaszczak phantoms. Moreover, the accumulation of radiation was analyzed by using the Region of Interest (ROI) technique. It was found that the count rate for the measurement without any collimator was larger than the measurement with HEGP collimator. In addition, the result showed that the gamma camera detector captures the radiation exposure well, indicating that no damage occurs in the detector.*

*Keywords: dual head gamma camera, HEGP collimator, I<sup>131</sup>, jaszczak phantom, linier phantom, SPECT.*

## I. PENDAHULUAN

Kesehatan sangat penting dalam kehidupan setiap orang, oleh karena itu perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) khususnya di bidang kesehatan berkembang sangat pesat. Dalam bidang kedokteran, pemanfaatan sumber radiasi sudah menjadi bidang khusus tersendiri yang mempunyai peranan sangat penting dalam menunjang diagnostik dan terbagi menjadi tiga bidang keilmuan, yaitu radiodiagnostik, radioterapi dan kedokteran nuklir.

Pada bidang kedokteran nuklir telah disediakan alat pencitraan non invasif untuk mendeteksi berbagai penyakit, salah satunya adalah kamera gamma. Dewasa ini, varian kamera gamma mulai dari yang portabel sampai yang dipasang biasa dengan model pencitraan *planar* dan *Single Photon Emission Computed Tomography* (SPECT) berbagai *head* yaitu; *single head*, *dual head*, dan *triple head*.

Dalam pemanfaatan sumber radiasi terbuka di kedokteran nuklir, kamera gamma bertindak sebagai detektor yang menangkap pancaran radiasi gamma yang dipancarkan dari dalam tubuh pasien. Pentingnya kamera gamma dalam kedokteran nuklir memicu banyaknya rumah sakit, baik milik pemerintah maupun swasta untuk memiliki instalasi kedokteran nuklir dengan berbagai tipe kamera gamma. Sebagai salah satu pusat penelitian milik pemerintah, bidang Teknik Nuklir Kedokteran (TNK) pada Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi (PTKMR) BATAN juga memiliki kamera gamma sebagai salah satu alat penelitian.

Menurut aturan yang dikeluarkan oleh *International Atomic Energy Agency* (IAEA) tahun 1984, kamera gamma apapun baik *planar* maupun SPECT harus diuji dengan kalibrasi yang sesuai dengan standar yang telah dikeluarkan oleh IAEA melalui TECDOC-317 khusus mengenai instrumentasi kedokteran nuklir. Metode yang dikerjakan untuk perangkat kamera gamma *dual head* ini bisa memakai dua model pencitraan, yaitu dengan model pencitraan *planar* dan SPECT dengan radiasi sumber terbuka yang dapat menggunakan energi rendah, sedang, ataupun tinggi sesuai dengan kolimator yang akan digunakan dalam berbagai pemeriksaan.

Pengujian kamera gamma baik yang dengan menggunakan model pencitraan *planar* dan SPECT jika ditinjau dari azas manfaatnya, data yang diperoleh dapat menjadi acuan ada atau tidaknya gangguan pada kerja alat. Jika perawatan kamera gamma terus menerus dilakukan, manfaat lainnya adalah menjaga ketepatan dan kestabilan yang menjamin masa pakai lebih lama. Pada pengujian perangkat kamera gamma *dual head* ini, peneliti memilih sumber radiasi  $I^{131}$  dikarenakan kolimator yang digunakan adalah *High Energy General Purpose* (HEGP), dimana kolimator ini menangkap energi gamma yang cukup tinggi dari sumber.

Dewaraja, dkk (2000) telah melakukan penelitian tentang akurasi sumber radiasi  $I^{131}$  menggunakan pencitraan SPECT dengan membandingkan kolimator *ultra-high-energy* dan *high energy* menggunakan simulasi monte carlo. Hasil penelitian menunjukkan semakin tinggi tangkapan energi pada kolimator yang digunakan, tipe gambar akan memperlihatkan peningkatan kontras dan tidak terdapat efek visualisasi *hole* pada kolimator. Sedangkan pada penelitian ini, peneliti akan menguji dan menganalisis tanggapan perangkat kamera gamma *dual head* menggunakan kolimator *high energy* model pencitraan SPECT dengan sumber radiasi  $I^{131}$ . Penelitian ini pertama kalinya dilakukan di Indonesia sehingga diharapkan menjadi 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 dual head model pencitraan SPECT ini dilakukan dengan mencacah sumber radiasi *high energy*  $I^{131}$  menggunakan kolimator *High Energy General Purpose* (HEGP) dan tanpa kolimator HEGP, *phantom* linier tanpa kolimator, dan *phantom jaszczak* menggunakan kolimator. Akuisisi dilakukan dengan pengaturan energi 364 keV sesuai dengan energi sumber radiasi  $I^{131}$ , windows 20%, dan matrik 256x256. Setelah diposisikan detektor kamera gamma, sumber radiasi  $I^{131}$  diletakkan di atas tempat tidur pemeriksaan.  $I^{131}$  lalu dicacah hingga 64 cuplikan selama 32 menit dalam 1 putaran rotasi detektor kamera gamma ( $360^\circ$ ), 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 dikarenakan sumber radiasi yang digunakan tidak dapat dicampurkan dengan air. Pengujian menggunakan SPECT yang radionuklidanya dicampur dengan air hingga merata bertujuan agar citra yang dihasilkan dapat lebih jelas dan fokus (Zanzonico, 2008).

## III. HASIL DAN DISKUSI

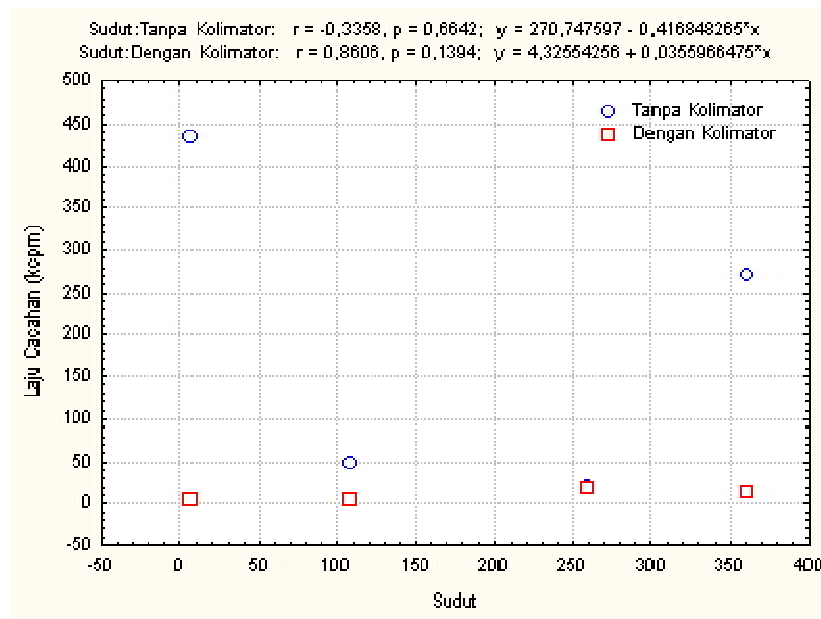
### 3.1 Pencacahan $I^{131}$ menggunakan kolimator HEGP dan tanpa kolimator

Uji awal perangkat kamera gamma *dual head* diawali dengan melihat pengaruh yang dihasilkan dari perubahan sudut terhadap laju cacahan saat menggunakan kolimator HEGP dan tanpa kolimator. Hasil data dapat dilihat pada Tabel 1 dan grafik korelasi dapat dilihat pada Gambar 1. Dari Gambar 1 diperoleh hubungan antara sudut terhadap laju cacahan tanpa kolimator diperoleh persamaan garis  $y = 270,747597 - 0,416848265x$ , dimana setiap penambahan nilai  $x$  akan terjadi pengurangan nilai  $y$  sebesar 0,416848265. Sedangkan hubungan sudut terhadap laju cacahan menggunakan kolimator HEGP diperoleh persamaan garis  $y = 4,32554256 + 0,0355966475x$ , dimana setiap penambahan nilai  $x$  akan terjadi pengurangan nilai  $y$  sebesar 0,0355966475. Hubungan antara sudut terhadap laju cacahan tanpa kolimator memiliki regresi yang tidak begitu kuat dengan nilai  $r$  sebesar -0,3358, dengan probabilitas terjadinya kesalahan sebesar 66,42% sehingga didapatkan kebermaknaan data sebesar 33,58%.

Sementara hubungan antara antara sudut terhadap laju cacahan menggunakan kolimator HEGP memiliki regresi yang cukup kuat dengan nilai  $r$  sebesar 0,8606, dengan probabilitas terjadinya kesalahan sebesar 13,94% sehingga didapatkan kebermaknaan data sebesar 86,06%.

Tabel 1 Data uji pengaruh perubahan sudut terhadap laju cacahan menggunakan parameter kolimator dan tanpa kolimator

No.	Sudut	Laju Cacahan (kcpm)	
		Tanpa Kolimator	Dengan Kolimator
1	5,625°	434,7700938	4,4464375
2	106,875°	49,75990625	6,371625
3	258,75°	21,69525	18,209625
4	360°	271,9448438	14,30453125

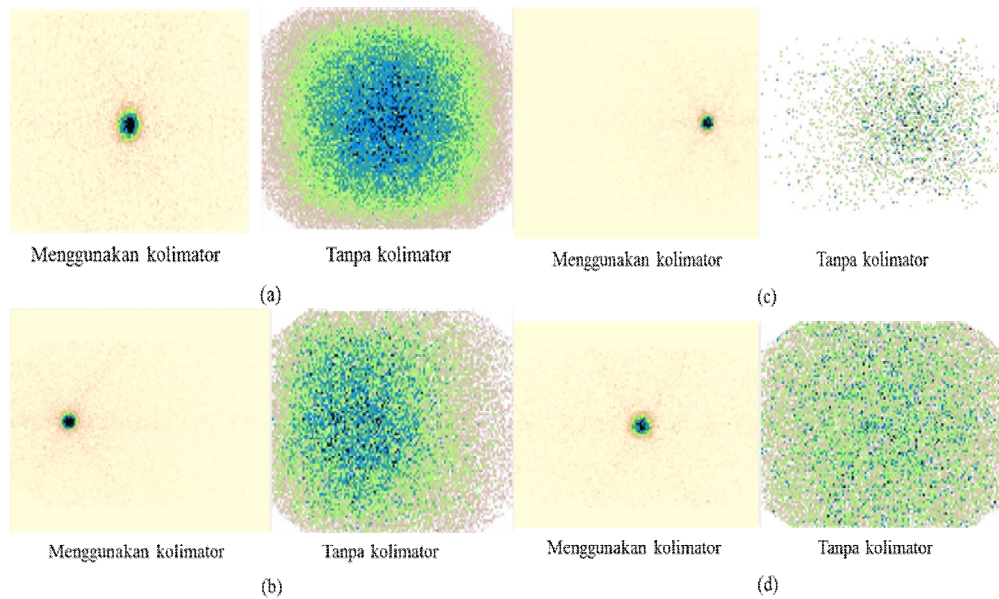


Gambar 1 Grafik hubungan antara sudut terhadap laju cacahan dalam uji perangkat kamera gamma menggunakan kolimator dan tanpa kolimator

Secara garis besar, grafik pada Gambar 1 menunjukkan tidak ada hubungan antara sudut dan laju cacahan. Hal ini dikarenakan sumber radiasi tidak homogen dengan air, sehingga saat SPECT bekerja didapatkan laju cacahan yang besarnya tidak merata. Sehingga berdasarkan teori, intensitas awal saat melewati suatu bahan lebih besar dibandingkan dengan 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. Saat foton dari sumber berinteraksi dengan detektor, terjadi peristiwa efek compton. Hal itu juga salah satu penyebab yang mempengaruhi tinggi rendahnya laju cacahan yang didapatkan saat tanpa kolimator dan menggunakan kolimator pada sudut yang berbeda. Selain itu, pemasangan kolimator juga mempengaruhi banyaknya partikel yang masuk, dimana saat detektor tidak dipasang kolimator, detektor tidak hanya menangkap partikel dari sumber radiasi yang digunakan, tetapi juga menangkap semua partikel yang ada di sekitar detektor, sedangkan saat detektor dipasangkan kolimator, penangkapan partikel oleh detektor lebih diarahkan. Perbandingan lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 2.

Dari Gambar 2 terlihat perbandingan citra hasil pengujian dengan berbagai sudut. Pencitraan cukup jelas saat posisi detektor tegak lurus dengan sumber, seperti terlihat pada pencitraan pada sudut 5,625° dan 360°. Seperti yang dilakukan oleh Dewaraja, dkk (2000), kolimator HEGP yang digunakan hanya menangkap dalam rentang energi tinggi yang dipancarkan oleh sumber radiasi  $I^{131}$ . Hasil yang didapatkan membuktikan bahwa semakin

tinggi tangkapan energi pada kolimator yang digunakan, tipe gambar akan memperlihatkan peningkatan kontras dan tidak terdapat efek pada visualisasi *hole* pada kolimator.



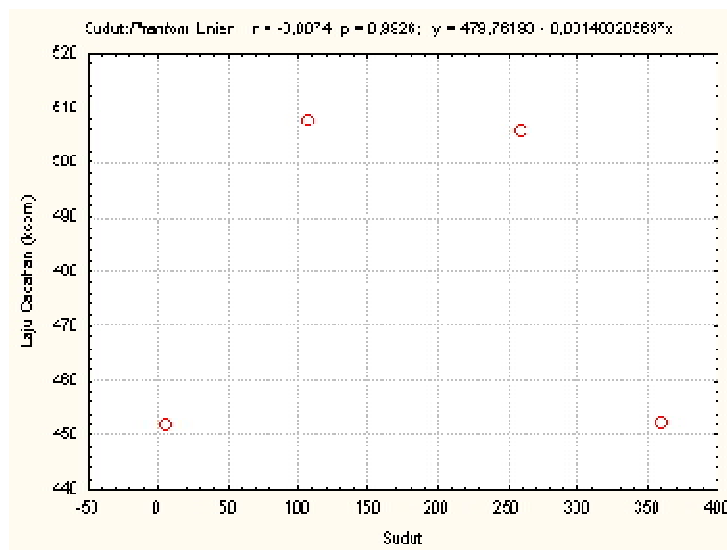
Gambar 2 Perbandingan citra hasil pengujian menggunakan kolimator HEGP dan tanpa kolimator pada sudut (a) 5,625° (b) 106,875° (c) 258,75° (d) 360°

### 3.2 Pencacahan $I^{131}$ menggunakan *phantom* linier

Uji awal perangkat kamera gamma *dual head* selanjutnya yaitu melihat pengaruh yang dihasilkan dari perubahan sudut terhadap laju cacahan saat menggunakan *phantom* linier. Hasil data dapat dilihat pada Tabel 2 dan grafik korelasi dapat dilihat pada Gambar 3.

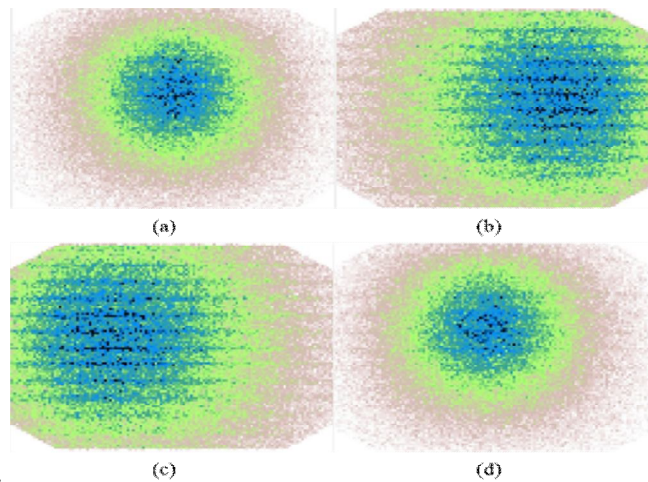
Tabel 2 Data uji hasil laju cacahan menggunakan *phantom* linier

No.	Sudut	Laju Cacahan <i>Phantom</i> Linier
1	5,625°	451,9715938
2	106,875°	507,838375
3	258,75°	506,0277188
4	360°	452,1254375



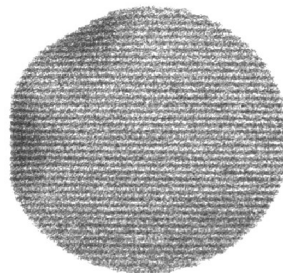
Gambar 3 Grafik hubungan antara sudut terhadap laju cacahan dalam uji perangkat kamera gamma menggunakan *phantom* linier

Dari Gambar 3 diperoleh hubungan antara sudut terhadap laju cacahan menggunakan phantom linier diperoleh persamaan garis  $y = 479,7619 - 0,001483x$ , dimana setiap penambahan nilai  $x$  akan terjadi pengurangan nilai  $y$  sebesar 0,001483. Hubungan antara sudut terhadap laju cacahan menggunakan phantom linier memiliki regresi yang sangat lemah dengan  $r$  bernilai -0,0074 dengan probabilitas terjadinya kesalahan sebesar 99,26% sehingga didapatkan kebermaknaan data sebesar 0,74%.



Gambar 4 Perbandingan citra hasil pengujian menggunakan phantom linier terhadap sudut (a) 5,625° (b) 106,875° (c) 258,75° (d) 360°

Gambar 4 menunjukkan perbandingan hasil pencitraan detektor pada tiap sudut terhadap laju cacahan menggunakan phantom linier, dimana detektor menangkap laju cacahan yang cukup tinggi untuk semua citra. Pencitraan dikatakan baik, apabila terbentuk garis-garis yang menggambarkan bahwa detektor kamera gamma menangkap paparan sumber radiasi dengan baik dan tidak terjadi kerusakan pada detektor. Pencitraan dikatakan tidak baik apabila bentuk garis-garis pada hasil citra tidak terbentuk sempurna, yang dapat dilihat pada Gambar 5.



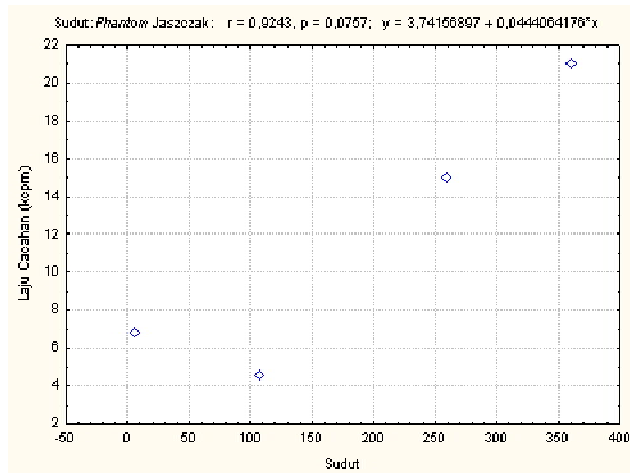
Gambar 5 Hasil citra pengujian menggunakan phantom linier yang terjadi kerusakan.

### 3.3 Pencacahan $I^{131}$ menggunakan phantom jaszczak

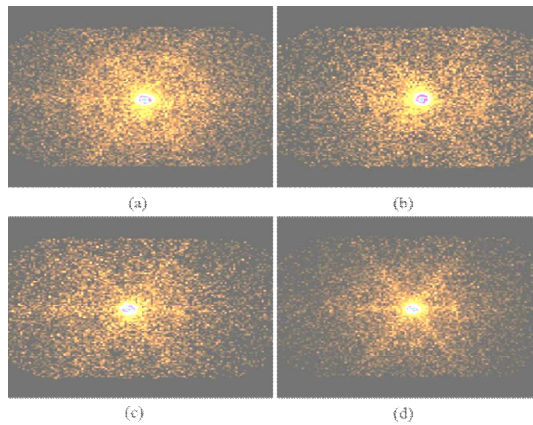
Uji awal perangkat kamera gamma dual head selanjutnya yaitu melihat pengaruh yang dihasilkan dari perubahan sudut terhadap laju cacahan saat menggunakan phantom jaszczak. Hasil data dapat dilihat pada Tabel 3 dan grafik korelasi dapat dilihat pada Gambar 6.

Tabel 3 Data uji pengaruh perubahan sudut terhadap laju cacahan menggunakan phantom jaszczak

No.	Sudut	Laju Cacahan Phantom Jaszczak
1	5,625°	6,8395
2	106,875°	4,58934375
3	258,75°	15,008625
4	360°	21,001

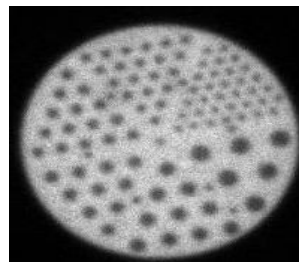


Gambar 6 Grafik hubungan antara sudut terhadap laju cacahan dalam uji perangkat kamera gamma *phantom jaszczak*



Gambar 7 Perbandingan hasil citra menggunakan *phantom jaszczak* untuk variasi sudut (a) 5.625° (b) 106.875° (c) 258.75° (d) 360°

Dari Gambar 6 diperoleh hubungan antara sudut dengan kamera gamma menggunakan *phantom jaszczak* diperoleh persamaan garis  $y = 3,7416 + 0,0444x$ , dimana setiap penambahan nilai  $x$  akan terjadi penambahan nilai  $y$  sebesar 0,0444. Hubungan antara sudut terhadap laju cacahan menggunakan *phantom jaszczak* memiliki regresi yang sangat kuat dengan nilai  $r$  sebesar 0,9243 dengan probabilitas terjadinya kesalahan sebesar 7,57% sehingga didapatkan kebermaknaan data sebesar 92,43%. Terlihat pada Gambar 7 bahwa semakin berubah posisi sudut kamera gamma, semakin besar cacahan yang didapat. Sehingga hasil yang diperoleh sesuai dengan yang diharapkan. Walaupun begitu, hasil pencitraan yang didapat menunjukkan bahwa detektor kamera gamma menangkap paparan sumber radiasi dengan baik dan tidak terjadi kerusakan pada detektor.



Gambar 8 *SPECT Images* menggunakan *phantom jaszczak* menggunakan sumber radiasi  $Tc^{99m}$

#### **IV. KESIMPULAN**

Untuk standar pertama, uji perangkat ini hanya mengambil 4 titik sudut dikarenakan sumber yang digunakan tidak dapat dicampurkan dengan cairan air, sehingga mengakibatkan laju cacahan yang didapatkan, besarnya tidak merata. Pengujian juga membuktikan bahwa kamera gamma dapat menangkap cacahan dengan baik dan tidak terdapat distorsi pada hasil citra.

#### **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 I131 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.
- 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