

PENGARUH TANGGAPAN DETEKTOR KAMERA GAMMA SPECT PADA PEMERIKSAAN GINJAL

Zaenal Arifin¹ dan Djarwani S. Soejoko²

¹ Fisika, FMIPA UNDIP, Semarang

² Fisika, FMIPA UI, Jakarta

email: zaenal.fisika@gmail.com

Abstract

In nuclear medicine, it is common to exam by using SPECT / SPECT-CT for planar or tomographic imaging. SPECT aircraft can be equipped with one or more detectors. The study aims to determine the response to the two detectors in SPECT gamma cameras. Furthermore, each detector used for renal function. The study consisted of two phases, the first to determine the response of each detector using acrylic phantom and the source of Technetium-99m activity of 1mCi to 25 mCi. The second stage, renal function tests with planar imaging in four patients using detector 1 and detector 2. Acrylic phantom measurement results show the detector response 1 was relatively higher. Although the detector 2 has a lower response but is still linear with respect to the activity. In the examination of the kidneys, the evaluation focused on image analysis, count rate, uptake, GFR and transit function of time. The fourth image shows the patient count rate of detector 1 is also relatively high. Left kidney uptake value detection results both detectors showed no significant differences, with a mean value $(48.3 \pm 3.9)\%$ and $(51.7 \pm 2.2)\%$ for detector 1 and detector 2. Both detectors generate GFR values in all four patients were in the range of 58-96 ml / min of detector 1 and 75-98 ml / min of detector 2. The results of these two detection detector transit time function shows the left kidney patients in all phases of the four showed no significant differences. It was concluded that the two detectors have relatively low response but is still linear with respect to the activity. Therefore detector 2 can still provide diagnoses did not differ significantly with detector 1.

Keywords : SPECT, Technetium-99m, response of detector, Examination of Renal

Abstrak

Dalam kedokteran nuklir, pemeriksaan umumnya menggunakan SPECT/SPECT-CT untuk pencitraan planar atau tomografi. Pesawat SPECT dapat dilengkapi dengan satu atau lebih detektor. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tanggapan dua detektor pada kamera gamma SPECT. Selanjutnya masing-masing detektor digunakan untuk pemeriksaan fungsi ginjal. Penelitian ini terdiri dari dua tahap, pertama menentukan tanggapan masing-masing detektor dengan menggunakan fantom akrilik dan sumber Technetium-99m dengan aktivitas 1mCi sampai 25 mCi. Tahap kedua, pemeriksaan fungsi ginjal dengan pencitraan planar pada empat orang pasien dengan menggunakan detektor 1 maupun detektor 2. Hasil pengukuran dengan fantom akrilik menunjukkan tanggapan detektor 1 ternyata relatif lebih tinggi. Meskipun detektor 2 mempunyai tanggapan lebih rendah namun masih linier terhadap aktivitas. Dalam pemeriksaan ginjal, evaluasi difokuskan untuk analisa citra, laju cacah, uptake, GFR dan fungsi transit waktu. Citra keempat pasien menunjukkan laju cacah dari detektor 1 juga relatif lebih tinggi. Nilai uptake ginjal kiri hasil deteksi kedua detektor tidak menunjukkan perbedaan signifikan, dengan nilai rerata $(48,3 \pm 3,9) \%$ dan $(51,7 \pm 2,2)\%$ untuk detektor 1 dan detektor 2. Kedua detektor menghasilkan nilai GFR pada keempat pasien berada dalam rentang 58 - 96 ml/min dari detektor 1 dan 75 - 98 ml/min dari detektor 2. Hasil deteksi kedua detektor menunjukkan fungsi transit waktu ginjal kiri keempat pasien pada semua fase tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Disimpulkan bahwa detektor 2 mempunyai tanggapan relatif lebih rendah namun masih linier terhadap aktivitas. Oleh karenanya detektor 2 masih dapat memberikan diagnosa yang tidak berbeda signifikan dengan detektor 1.

Kata-Kata Kunci : SPECT, Sumber Technetium-99m, Tanggapan Detektor, Pemeriksaan Ginjal

Pendahuluan

Berbeda dengan pencitraan diagnostik radiologi yang bertujuan untuk memperoleh citra anatomi tubuh, pencitraan kedokteran nuklir khususnya dengan SPECT ditujukan untuk memperoleh citra fungsi/fisiologi organ. Pencitraan kedokteran nuklir pada umumnya menggunakan modalitas SPECT (Single Photon Emission Computed Tomography), dengan pesawat ini dapat dibuat citra planar maupun citra tomografi. Detektor merupakan komponen utama dalam pesawat SPECT. Pesawat SPECT dapat dilengkapi dengan satu atau lebih detektor. Idealnya tiap detektor memiliki sensitivitas ataupun tanggapan yang sama.

Penelitian ini difokuskan untuk mengetahui tanggapan masing masing detektor. Untuk aplikasi klinis, pada umumnya pencitraan planar ginjal menggunakan detektor dengan proyeksi posterior.

Metode Penelitian

Peralatan utama dalam penelitian ini adalah SPECT merk Skylight Philips dan perangkat lunak pengolah data Pegasys Blade ADAC Laboratories, dilengkapi dual detektor kamera gamma milik Rumah Sakit Pusat Pertamina (RSPP) Jakarta. Pengukuran aktivitas dengan detektor bilik ionisasi well counter-type merk Capintec CRC 15R S/N 158459 dengan medium fantom susunan lembar akrilik dari buatan sendiri selanjutnya disebut fantom akrilik.

Sumber aktivitas ^{99m}Tc untuk pengukuran tanggapan detektor dan radiofarmaka untuk pemeriksaan ginjal digunakan ^{99m}Tc DTPA (*Diethylene Tramine Penta Acetic Acid*). Pemeriksaan dengan menggunakan 4 orang pasien.

Penelitian ini diawali dengan menentukan tanggapan detektor pada detektor 1 dan detektor 2. Kemudian

pemeriksaan ginjal terhadap pasien dengan detektor 1 dan detektor 2.

Pengujian tanggapan detektor dilakukan dengan mengukur cacahan sumber ^{99m}Tc dengan aktivitas sekitar 1 mCi, 5mCi sampai 25 mCi dengan interval 5 mCi dalam syringe 3cc. Sumber diletakkan ditengah-tengah fantom akrilik pada kedalaman 10 cm. Pengukuran dilakukan dengan citra planar menggunakan kolimator parallel-hole LEGP (*Low Energy General Purpose*), berturut-turut dengan detektor 1 dan detektor 2. Kamera gamma dihubungkan dengan antarmuka pengolah data Pegasys dengan akuisisi data pada energi ^{99m}Tc (140,5 keV) dengan jendela energi 20%. Citra dibentuk dengan ukuran matrik 512 x 512 piksel dan dipilih faktor *zoom* 1,46 dengan akuisisi selama 300 detik, dengan posisi detektor 1 maupun detektor 2 anterior berjarak 1 cm dari fantom akrilik. Hasil pengukuran cacahan aktivitas dibaca langsung pada layar monitor.

Pemeriksaan ginjal dilakukan dengan 4 orang pasien yang masing-masing menerima sumber sekitar 4 mCi. Pengambilan data dengan menggunakan detektor 1 posterior dilakukan selama 20 menit dengan *zoom factor* 1,46. Kemudian dengan metode yang sama dilakukan pengukuran dengan menggunakan detektor 2 posterior. Data hasil cacahan, nilai uptake, dan nilai *Glomerulus Filtration Rate* (GFR) diperoleh dengan melakukan ROI pada organ ginjal, bladder, dan ureter, yang kesemuanya ditayangkan pada layar monitor. Nilai fungsi GFR dikalkulasi melalui grafik renogram. Selanjutnya citra dan cacahan hasil pemeriksaan dengan kedua detektor dibandingkan. Pada layar monitor ditayangkan pula spektrum energi ^{99m}Tc yang diambil dengan jendela energi 20%.

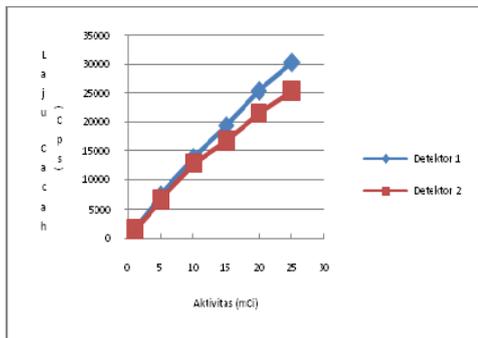
Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian tanggapan detektor dengan kolimator LEGP menggunakan sumber ^{99m}Tc yang bervariasi ditampilkan dalam Tabel 1 dan Gambar 1.

Tabel 1. Tanggapan detektor SPECT terhadap ^{99m}Tc dengan variasi aktivitas

Aktivitas (mCi)	Laju Cacah (Cps) Detektor 1	Laju Cacah (Cps) Detektor 2	Selisih Laju Cacah (%)
1	1582 ± 3	1480 ± 3	6 %
5	7288 ± 6	6608 ± 6	9 %
10	13749 ± 9	12786 ± 8	7 %
15	19357 ± 10	16725 ± 10	14 %
20	25352 ± 12	21507 ± 11	15 %
25	30269 ± 13	25478 ± 12	16 %

Dari tabel diatas tampak detektor 2 mempunyai tanggapan relatif lebih rendah. Perbedaan meningkat seiring dengan kenaikan aktivitas sumber.



Gambar 1. Hubungan laju cacah dengan aktivitas ^{99m}Tc untuk detektor 1 dan detektor 2.

Gambar 1 menunjukkan tanggapan kedua detektor yang meskipun berbeda, namun keduanya linier. Penyebab rendahnya tanggapan detektor 2 dimungkinkan oleh kesalahan posisi jendela energi / Pulse Height Analyzer (PHA)[2]. Posisi jendela energy detector detektor 2 tidak sesuai dengan energi gamma ^{99m}Tc (140.5 keV), kadangkala lebih rendah dan kadangkala lain lebih tinggi. Representasi ketidakstabilan spektrum energi ini dimungkinkan antara lain karena perubahan tegangan

tinggi *photomultiplier tube* (PMT) sehingga kinerja PMT terganggu [3]. Dalam rekomendasi IAEA, Quality Assurance for SPECT Systems (2009), penurunan tanggapan detektor mungkin disebabkan oleh perubahan gain pada *photomultiplier tube* (PMT).

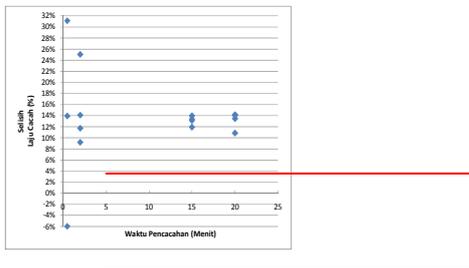
Pemeriksaan uji ginjal, sering disebut renografi menggunakan sampel empat (4) orang yang masing-masing menjalani 2 kali pemeriksaan dengan interval lima (5) bulan. Dalam setiap pemeriksaan pasien disuntik ^{99m}Tc dengan aktivitas sekitar 4 mCi, dan dideteksi dengan menggunakan detektor 1. Adapun pemeriksaan lainnya dideteksi dengan detektor 2.

Data laju cacah pada seluruh area citra yang diambil dengan kedua detektor ditampilkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Laju cacah pada pemeriksaan ginjal diambil dari citra 0,5 menit, 2 menit, 15 menit, dan 20 menit

Pasien	Waktu Citra (menit)	Laju Cacah (Cps)		% Selisih
		Detektor 1	Detektor 2	
G1	0,5	1849	1591	14%
	2	3112	2673	14%
	15	3475	3060	12%
	20	3483	3105	11%
G2	0,5	2296	602	74%
	2	3804	2851	25%
	15	4351	3743	14%
	20	4382	3761	14%
G3	0,5	1824	1256	31%
	2	3707	3271	12%
	15	4363	3790	13%
	20	4411	3818	13%
G4	0,5	1169	1238	-6%
	2	2829	2569	9%
	15	3817	3306	13%
	20	3805	3271	14%

Distribusi selisih laju cacah oleh detektor 1 dan detektor 2 untuk keempat pasien ditampilkan dalam Gambar 2



Gambar 2. Distribusi selisih laju cacah oleh detektor detektor 1 dan detektor 2

Seperti pada hasil pengukuran dengan fantom, tampak jelas semua data laju cacah detektor 1 selalu relatif lebih tinggi. Perbedaan laju cacah detektor 1 dan detektor 2 berada dalam rentang 6% sampai 16%, dan terjadi pada uptake 2 menit. Perbedaan diluar rentang tersebut terutama terjadi pada saat awal uptake, yakni sekitar 0,5 menit sampai 2 menit sesudah injeksi, yang kemungkinan disebabkan oleh perbedaan metabolisme tubuh pasien.

Perbedaan tanggapan detektor 1 dan detektor 2 mengakibatkan selisih nilai pengukuran uptake 2 menit terhadap pasien yang sama. Adapun rerata nilai uptake ginjal kiri hasil pemeriksaan dengan detektor 1 dan detektor 2 berturut-turut $48,3 \pm 3,9 \%$ dan $51,7 \pm 2,2 \%$. Ternyata kedua nilai tersebut ternyata tidak jauh beda, berada dalam rentang 44% sampai 53%. Menurut Sandler (2003), nilai uptake dalam rentang tersebut menunjukkan fungsi ginjal masih dalam batas normal yaitu 50/50 sampai 56/44.

Nilai GFR dievaluasi juga berdasarkan citra 2 menit. Keempat sampel pasien mempunyai nilai GFR 58 - 96 ml/min dan 75 - 98 ml/min untuk hasil deteksi detektor 1 dan detektor 2. Nilai GFR normal menurut Sandler (2003) berada dalam rentang 124 ± 26

ml/min/1.73m² untuk laki-laki dan 109 ± 14 ml/min/1.73m² untuk wanita, sehingga fungsi glomerulus keempat pasien dapat dinyatakan di bawah normal

Selain uptake dan GFR, pada pemeriksaan klinis dilakukan analisa pemeriksaan fungsi transit waktu dengan membaca hasil kurva renogram pasien yang hasilnya ditunjukkan dalam Tabel 3. Evaluasi mengacu pada hasil penelitian David (1996), yakni dengan menghitung waktu pada saat fase inialisasi, fase sekresi dan fase ekskresi.

Tabel 3. Evaluasi fase inialisasi, sekresi, dan ekskresi ginjal kiri dari data kurva renogram

Detektor	Parameter	Pasien G1	Pasien G2
	Kurva Renogram	(Keterangan)	(Keterangan)
Detektor 1	Fase Inialisasi (detik)	24 (normal)	20 (normal)
	Fase Sekresi (menit)	3,67 (normal)	3,83 (normal)
	Fase Ekskresi (menit)	9(normal)	9 (normal)
Detektor 2	Fase Inialisasi (detik)	24 (normal)	42 (normal)
	Fase Sekresi (menit)	7(tidak normal)	4,83 (normal)
	Fase Ekskresi (menit)	9 (normal)	13 (normal)
Detektor	Parameter	Pasien G3	Pasien G4
	Kurva Renogram	(Keterangan)	(Keterangan)
Detektor 1	Fase Inialisasi (detik)	24 (normal)	24 (normal)
	Fase Sekresi (menit)	3,00 (normal)	8,17 (tidak normal)
	Fase Ekskresi (menit)	6 (normal)	13 (normal)
Detektor 2	Fase Inialisasi (detik)	28 (normal)	24 (normal)
	Fase Sekresi (menit)	5,00 (normal)	6,33 (tidak normal)
	Fase Ekskresi (menit)	7 (normal)	13 (normal)

Berdasarkan data dalam Tabel 3 pada umumnya fungsi transit waktu ginjal kiri keempat pasien dalam batas normal.

Kesimpulan dan Saran

Dari pengukuran dengan fantom akrilik diperoleh temuan tanggapan detector detector 1 pesawat SPECT relative lebih tinggi dibanding dengan yang dimiliki oleh detector detector 2. Meskipun tanggapan detector 2 mengalami penurunan, namun tanggapan masih linier terhadap aktivitas sumber.

Pengukuran uptake ginjal 4 orang pasien dengan menggunakan kedua detector menunjukkan hasil dengan perbedaan yang tidak signifikan. Dari evaluasi citra dan laju cacah ditunjukkan pula fungsi GFR dan transit waktu yang ternyata kedua detector memberikan informasi yang tidak berbeda signifikan. Oleh karenanya dapat disimpulkan meskipun detector 2 mempunyai tanggapan lebih rendah namun masih dapat memberikan diagnosa yang tidak berbeda signifikan dengan detector 1.

Ketidaknormalan tanggapan detector 2, memberikan laju cacah yang relatif lebih rendah dan puncak spektrum yang berada posisi window/jendela energi yang kadangkala lebih rendah dan kadangkala lebih tinggi dari 140,5 keV maka diperkirakan telah terjadi ketidakstabilan *elektronik gain* atau penguatan pada sistem elektronik.

Daftar Pustaka

- [1]. M.M. Khalil (ed.). (2011). *Basic sciences of nuclear medicine*. Springer Verlag Berlin Heidelberg
- [2]. IAEA, (2009). *Quality Assurance for SPECT System*. IAEA Human Health Serise No 6. Vienna: Austria
- [3]. Bairi,B.R. et.al. (1994). *Handbook of Nuclear Medical Instruments*. New Delhi : Tata McGraw-Hill .
- [4]. Sandler .P.Martin., et.al.(2003). *Diagnostic nuclear medicine: Edition 3rd*; Baltimore: Williams and Wilkins.
- [5]. David, H. A. (1996). *Genitourinary imaging*. Loyola University Stritch School of Medicine. (diakses pada 16 Oktober 2012; 22:00 WIB) <http://www.meddean.luc.edu/lumen/MedEd/urology/nrngmnl.htm>.