

**ANALISIS *TREND* PAPARAN RADIASI PADA PEMERIKSAAN RENOGRAFI
MENGUNAKAN TLD-100 DI INSTALASI KEDOKTERAN NUKLIR
RSUP Dr. M. DJAMIL PADANG**

Dian Mivita¹, Yunia Fitri¹, Aisyah Elliyanti², Fadil Nazer³, Helfi Yuliaty³

¹ Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas

² Instalasi Kedokteran Nuklir RSUP Dr.M.Djamil Padang

³PTKMR BATAN Jakarta

e-mail: d_milvita@yahoo.com

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang analisis *trend* paparan radiasi pada pemeriksaan renografi menggunakan TLD-100 di instalasi kedokteran nuklir RSUP Dr. M. Djamil Padang. Data penelitian diperoleh dari hasil pemeriksaan fungsi ginjal (renografi) 10 pasien. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui aktivitas dosis paparan radiasi yang diterima pasien yang menjalani pemeriksaan renografi, memprediksi paparan radiasi pada proyeksi organ jantung, ginjal dan kandung kemih selama pemeriksaan renografi, mengetahui rerata paparan radiasi pada proyeksi jantung, ginjal, dan kandung kemih, serta mengetahui dan menganalisa *trend* paparan radiasi pada masing-masing organ selama pemeriksaan berlangsung. Data diperoleh dari TLD-100 yang ditempel pada permukaan tubuh pasien selama 45 menit yang disuntik dengan Tc-99m DTPA (Teknesium-99m Diethylene Triamine Pentaacetic Acid) dan diperiksa dengan kamera gamma pada proyeksi jantung, ginjal, dan kandung kemih. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa rerata aktivitas dosis paparan radiasi yang diterima adalah $(4,17 \pm 0,76)$ mCi. Prediksi paparan radasi pada proyeksi jantung, ginjal, dan kandung kemih berturut-turut adalah $Y = 2,8084X + 3,2749$, $Y = -0,5296X + 4,3434$, dan $Y = -2,8413 X + 5,1587$. Rerata paparan radiasi yang diterima pada organ jantung adalah $(0,089 \pm 0,0252)$ mSv/pemeriksaan, ginjal $(0,096 \pm 0,0406)$ mSv/pemeriksaan, dan kandung kemih $(0,098 \pm 0,0303)$ mSv/pemeriksaan. Dari *trend* paparan radiasi yang diperoleh diketahui bahwa akumulasi radioaktivitas tertinggi nilainya hingga terkecil terdapat pada kandung kemih, ginjal dan jantung.

Kata kunci : paparan radiasi, radioaktivitas, renografi, Tc-99m DTPA, TLD-100

Abstract

The research about analysis of trend radiation exposure in renography inspection using TLD-100 was done in Nuclear Medicine Facility RSUP Dr. M. Djamil Padang. The data was taken from the inspecting result of kidney function from 10 patients. The purpose of this research is to determine radiation display dose activity accepted by renography inspection patients, to know prediction of radiation display in projection of heart, kidney and urinary bladder organs during renography inspection, know the frequency of radiation display in heart, kidney and urinary bladder organs and also to know and analyze trend radiation display of each organ during the inspection. The data were collected from TLD-100 patched at the body surface along 45 minutes and it was injected at heart, kidney, and urinary bladder projections. The research revealed that the accepted average of radiation display dose activity was $4,17 \pm 0,76$ mCi and radiation display which was accepted by the heart organ is $0,089 \pm 0,0252$ mSv/display, kidney $0,096 \pm 0,0406$ mSv/display, and urinary bladder $0,098 \pm 0,0303$ mSv/display. From the trend radiation display, the researcher concludes that the biggest radioactivity accumulation is urinary bladder, followed by kidney and heart.

Keyword: radiation display, radioactivity, renography, Tc-99m DTPA, TLD-100

1. Pendahuluan

Teknik nuklir dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang kehidupan, salah satunya adalah di bidang kedokteran. Perkembangan yang menakjubkan dalam bidang kesehatan memberikan sumbangan yang sangat berharga dalam diagnosa dan terapi berbagai penyakit. Penggunaan teknik nuklir di bidang kedokteran sangat luas khususnya bidang radiodiagnostik, sejalan dengan pesatnya perkembangan

bioteknologi, serta didukung pula oleh perkembangan instrumentasi nuklir dan produksi radioisotop umur pendek yang lebih menguntungkan ditinjau dari sisi medis. Salah satu pemanfaatan radioaktif dalam diagnosa kedokteran nuklir adalah untuk pemeriksaan fungsi ginjal (renografi). Ginjal merupakan salah satu organ penting dalam tubuh. Selain sebagai tempat terbentuknya urin, ginjal memiliki banyak fungsi, diantaranya sebagai tempat pengaturan keseimbangan volume dan komposisi cairan tubuh, pengaturan keseimbangan asam basa, serta berfungsi sebagai pengaturan tekanan darah. Kegagalan ginjal menjalankan fungsinya merupakan penyebab penyakit ginjal (Testa dan Presscott, 1996)

Renografi merupakan pemeriksaan untuk menilai fungsi ginjal baik secara global maupun masing-masing ginjal dengan cara memasukkan radiofarmaka ke dalam pembuluh darah menggunakan teknik nuklir. Pemeriksaan ginjal dapat dilakukan menggunakan berbagai macam zat radioaktif antara lain Tc-99m, I-131, dan I-123. Tc-99m lebih populer karena tidak menyebabkan perubahan struktur anatomi organ di dalam tubuh, memancarkan sinar gamma, memiliki waktu paro yang relatif pendek yaitu 6 jam (Maisey et al., 1998). Sejak diperkenalkannya pemeriksaan renogram sampai saat ini telah banyak radiofarmaka yang digunakan untuk evaluasi fungsi ginjal. Namun yang paling sering digunakan adalah I-131 hippuran, Tc-99m DTPA dan Tc-99m MAG3 (Kartamiharja, 2008).

Pemanfaatan kedokteran nuklir belum banyak dilakukan dalam penunjang diagnostik dari suatu penyakit, hal ini dikarenakan belum adanya sosialisasi atau edukasi yang memadai bagi tenaga medis dan para medis mengenai teknologi kedokteran nuklir. Selain memberikan manfaat yang cukup besar, zat radioaktif juga menimbulkan bahaya radiasi yang perlu diwaspadai, terutama timbulnya efek kerusakan akibat radiasi selama proses pemeriksaan. Hal ini dikarenakan Tc-99m merupakan unsur radioaktif yang dapat menyebabkan perubahan fisika, kimiawi, dan biologi pada jaringan atau organ yang dilaluinya. Sedangkan tingkat keparahan efek radiasi yang terjadi tergantung pada radiosensitivitas masing-masing jaringan atau organ tubuh manusia terhadap radiasi. Dengan demikian perlu dilakukan penelitian tentang analisa *trend* paparan radiasi dari Tc-99m DTPA pada beberapa titik tubuh menggunakan dosimeter termoluminesensi-100 (TLD-100) selama pemeriksaan fungsi ginjal.

Dalam makalah ini dipaparkan hasil-hasil penentuan aktivitas dosis paparan radiasi yang diterima pasien yang menjalani pemeriksaan renografi, paparan radiasi pada proyeksi organ jantung, ginjal, dan kandung kemih selama pemeriksaan renografi, rerata jumlah paparan radiasi interna pada proyeksi organ jantung, proyeksi organ ginjal dan proyeksi organ kandung kemih selama pemeriksaan renografi berlangsung serta analisis *trend* paparan radiasi pada masing-masing organ yaitu pada proyeksi jantung, proyeksi ginjal dan proyeksi kandung kemih selama pemeriksaan renografi.

2. Metode

TLD-100 ditempelkan pada tubuh pasien yang menjalani pemeriksaan fungsi ginjal yaitu pada proyeksi jantung, ginjal, dan kandung kemih. Peletakan TLD-100 dilakukan mulai dari sebelum penyuntikan sampai selesai pemeriksaan pada 10 orang pasien. Pasien berbaring di tempat tidur dalam posisi telentang dengan posisi kamera gamma berada dibelakang pasien dan dilakukan penyuntikan secara intravena di bagian lengan pasien dengan dosis radioisotop (Tc-99m) sebanyak 3 hingga 5 mCi. Pada pemeriksaan ginjal kamera gamma diletakkan dengan jarak ± 7 cm dari pasien. Pemeriksaan ini dilakukan selama ± 45 menit. Setelah pemeriksaan selesai TLD-100 yang diletakkan pada tubuh pasien diambil dan dilakukan pembacaan dosis radiasi yang diterima pasien di PTKMR BATAN Jakarta. Data yang diperoleh dari hasil cacahan TLD-100 dibaca menggunakan TLD-Reader dan diolah menggunakan program SPSS 13 dan program Statistika 6.

3. Hasil dan Diskusi

3.1. Aktivitas dosis injeksi radiofarmaka

Aktivitas dosis injeksi dari radiofarmaka yang disuntikkan ke pasien ditunjukkan pada Tabel 1. Sebelum pemeriksaan diukur berapa aktivitas dosis yang akan di suntikkan ke pasien (aktivitas dosis pra injeksi), dan setelah penyuntikan kembali diukur sisa aktivitas (aktivitas dosis pasca injeksi) dari radiofarmaka yang telah disuntikkan tadi. Besarnya aktivitas dosis injeksi diperoleh dari pengurangan aktivitas dosis pra injeksi dengan aktivitas dosis pasca injeksi. Radiofarmaka yang digunakan adalah Tc-99m DTPA dengan rerata aktivitas dosis yang dihitung sebelum dan sesudah injeksi dari *syringe* (jarum suntik) menggunakan *dose calibrator* diperoleh rerata aktivitas dosis yang disuntikkan ($4,17 \pm 0,76$) mCi. dosis radiofarmaka yang diberikan pada pemeriksaan ginjal adalah rentang 3 hingga 5 mCi dengan masing-masing pemeriksaan renografi berlangsung 45 menit.

Tabel 1. Jumlah rerata radiofarmaka yang diberikan pada pasien renografi

Pasien	Aktivitas Dosis (mCi)			
	Pra Injeksi	Pasca Injeksi	Injeksi	
1	4,89	0,35	4,538	
2	4,28	0,17	4,115	
3	3,83	0,10	3,729	
4	4,65	0,37	4,277	
5	5,07	0,37	4,697	
6	5,09	0,35	4,74	
7	5,54	0,55	4,989	
8	3,43	0,18	3,255	
9	3,37	0,20	3,173	
10	4,48	0,32	4,161	
Total	Mean	4,4630	0,17	4,174
	Median	4,5650	0,10	4,000
	Sum	44,63	0,37	41,74
	Range	2,17	0,37	2,00
	Std. Dev	0,73296	0,35	0,76339

3.2 Prediksi paparan radiasi pada masing-masing organ

Hubungan antara dosis injeksi yang diberikan pada setiap pasien terhadap monitoring paparan radiasi menggunakan TLD-100 ditunjukkan pada Tabel 2.

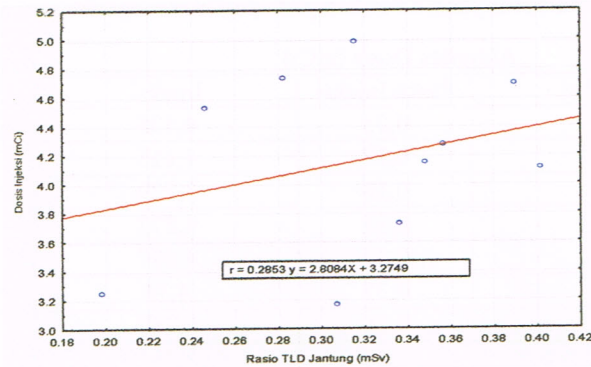
Tabel 2. Hubungan antara dosis injeksi (mCi) dengan rasio paparan radiasi TLD masing- masing organ

Pasien	Dosis Injeksi (mCi)	Rasio Paparan TLD-100 (mSv)		
		Jantung	Ginjal	Kandung Kemih
1	4,538	0,246	0,384	0,368
2	4,115	0,401	0,278	0,319
3	3,729	0,336	0,288	0,374
4	4,277	0,356	0,318	0,325
5	4,697	0,389	0,212	0,398
6	4,740	0,282	0,489	0,227
7	4,989	0,315	0,291	0,393
8	3,255	0,198	0,429	0,371
9	3,173	0,307	0,307	0,384
10	4,161	0,348	0,321	0,330
Total	Mean	0,318	0,332	0,349
	Median	0,326	0,313	0,370
	Sum	3,184	3,322	3,493
	Range	0,202	0,277	0,170
	Std. Dev	0,062	0,0807	0,0512

Rerata dosis injeksi radiofarmaka adalah $(4,167 \pm 0,619)$ mCi dengan masing-masing rerata rasio paparan radiasi pada TLD-100 jantung adalah $(0,318 \pm 0,062)$ mSv, ginjal $(0,332 \pm 0,080)$ mSv dan kandung kemih $(0,349 \pm 0,051)$ mSv. Dengan nilai batas dosis yang diizinkan oleh ICRP (*International Commission on Radiation Protection*) adalah 5 mSv untuk masing-masing organ. Dari data tersebut diperoleh kurva prediktor untuk masing-masing organ menggunakan program Statistika 6.0.

3.2.1 Paparan radiasi yang diterima pada organ jantung

Besarnya paparan radiasi yang diterima akibat akumulasi radioaktivitas Tc-99m DTPA pada organ jantung ditunjukkan pada Gambar 1.

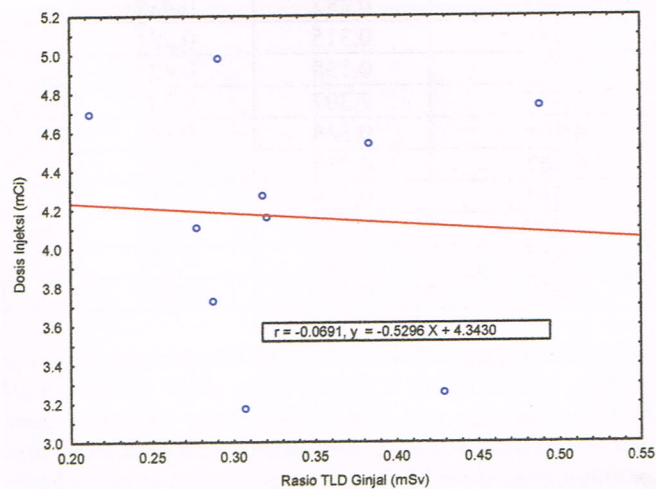


Gambar 1. Grafik hubungan antara dosis injeksi (mCi) terhadap rasio TLD jantung (mSv)

Secara umum besarnya dosis radioisotop yang diberikan pada tiap pasien sama tetapi besarnya paparan radiasi yang diterima berbeda pada masing-masing jaringan atau organ tubuh. Dari hasil olah data diperoleh persamaan garis $Y = 2,8084 X + 3,2749$ untuk prediktor TLD ginjal pada pemberian dosis tertentu. Pada Gambar 1 terlihat pola distribusi paparan radiasi yang diterima oleh masing-masing pasien tidak sama. Tidak terlihat hubungan yang jelas antara dosis injeksi dengan paparan pada TLD-100 pada proyeksi jantung untuk setiap pasien dengan besarnya koefisien korelasi r sebesar 0.2853. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya kemampuan jantung setiap pasien berbeda dalam menyerap radiasi. Besarnya paparan radiasi yang berasal dari energi sinar gamma yang dipancarkan oleh radioisotop Tc-99m DTPA meningkat 2,8084 mSv dengan konstanta sebesar 3,2749. Proses ini akan mengakibatkan kerusakan radiasi yang sebanding dengan besar energi yang diserap karena berapa pun besar energi radiasi yang diterima jaringan akan tetap menimbulkan perubahan atau kerusakan pada jaringan atau organ tubuh, tetapi waktu yang dibutuhkan sampai timbulnya efek tersebut tergantung pada tingkat kerusakan sel yang terjadi. Artinya semakin besar dosis yang diberikan semakin besar paparan radiasi yang diterima.

3.2.2 Paparan radiasi yang diterima pada organ ginjal

Besarnya paparan radiasi yang diterima akibat akumulasi radioaktivitas Tc-99m DTPA pada organ ginjal ditunjukkan pada Gambar 2.



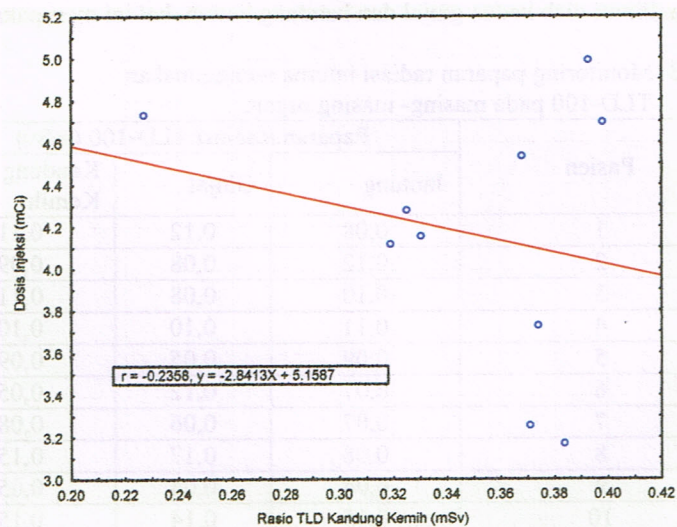
Gambar 2. Grafik hubungan antara dosis injeksi (mCi) terhadap Rasio TLD ginjal (mSv)

Secara umum besarnya dosis radioisotop yang diberikan pada tiap pasien sama tetapi besarnya paparan radiasi yang diterima berbeda pada masing-masing jaringan atau organ tubuh. Dari hasil olah data diperoleh persamaan garis $Y = -0,5296 X + 4,3430$ untuk prediktor TLD ginjal pada pemberian dosis

tertentu. Pada Gambar 2 terlihat pola distribusi paparan radiasi yang diterima oleh masing-masing pasien tidak sama. Tidak terlihat hubungan yang jelas antara dosis injeksi terhadap paparan pada TLD-100 pada proyeksi ginjal untuk setiap pasien dengan besarnya koefisien korelasi r sebesar 0,0691. Besarnya paparan radiasi yang berasal dari energi sinar gamma yang dipancarkan oleh radioisotop Tc-99m DTPA menurun 0,5296 mSv dengan konstanta sebesar 4,3434. Dari Gambar 2. terlihat bahwa semakin besar dosis yang diberikan maka paparan radiasi yang diterima semakin kecil. Ini dapat disebabkan oleh perbedaan penyakit yang diderita pasien.

3.2.3 Paparan radiasi yang diterima pada organ kandung kemih

Besarnya paparan radiasi yang diterima akibat akumulasi radioaktivitas Tc-99m DTPA pada organ kandung kemih ditunjukkan pada Gambar 3. Secara umum besarnya dosis radioisotop yang diberikan pada tiap pasien sama tetapi besarnya paparan radiasi yang diterima berbeda pada masing-masing jaringan atau organ tubuh. Dari hasil olah data diperoleh persamaan garis $Y = -2,8413 X + 5,1587$ untuk prediktor TLD ginjal pada pemberian dosis tertentu. Pada Gambar 3 terlihat pola distribusi paparan radiasi yang diterima oleh masing-masing pasien tidak sama. Tidak terlihat hubungan yang jelas antara dosis injeksi dengan paparan pada TLD-100 pada proyeksi jantung untuk setiap pasien dengan besarnya koefisien korelasi r sebesar -0,2358.



Gambar 3. Grafik hubungan antara dosis injeksi (mCi) dengan rasio TLD kandung kemih (mSv)

Besarnya paparan radiasi yang berasal dari energi sinar gamma yang dipancarkan oleh radioisotop Tc-99m DTPA menurun 2,8413 mSv dengan konstanta sebesar 5,1587. Dari Gambar 3 terlihat bahwa semakin besar dosis yang diberikan maka paparan radiasi yang diterima semakin kecil. TLD-100 pada masing-masing organ, disebabkan karena beberapa kemungkinan, diantaranya bisa disebabkan oleh jumlah sampel tidak terlalu banyak, penyuntikan tidak tepat di pembuluh darah, sehingga aliran radiofarmaka tidak lancar sampai ke jantung. Kemungkinan lainnya bisa disebabkan, karena penyakit yang diderita pasien tidak homogen dan tebal badan pasien tidak sama.

Pada hasil prediktor untuk proyeksi ginjal dan kandung kemih terdapat hal yang berlawanan dengan bentuk fisiologiknya, pada grafik yang menunjukkan nilai persamaan Y bernilai negatif, berbeda dengan prediksi pada proyeksi jantung. Seharusnya semakin besar dosis injeksi yang diberikan semakin besar paparan radiasi yang diterima oleh organ. Hal ini dapat terjadi karena jumlah sampel yang tidak terlalu banyak dengan kasus yang bervariasi dan fluktuasi titik sampel terlalu jauh. Ada kemungkinan terdapat ketidakstabilan pada perangkat *dose calibrator* yang digunakan untuk menghitung dosis sehingga dosis injeksi yang diberikan tidak sesuai dengan data yang terbaca.

3.2 Trend paparan radiasi akibat akumulasi radiofarmaka pada organ jantung, ginjal, dan kandung kemih

Tabel 3 menunjukkan paparan radiasi interna dan dihitung menggunakan program SPSS 13. Dari 10 sampel pasien yang diperiksa diperoleh rerata paparan radiasi pada TLD-100 proyeksi jantung adalah

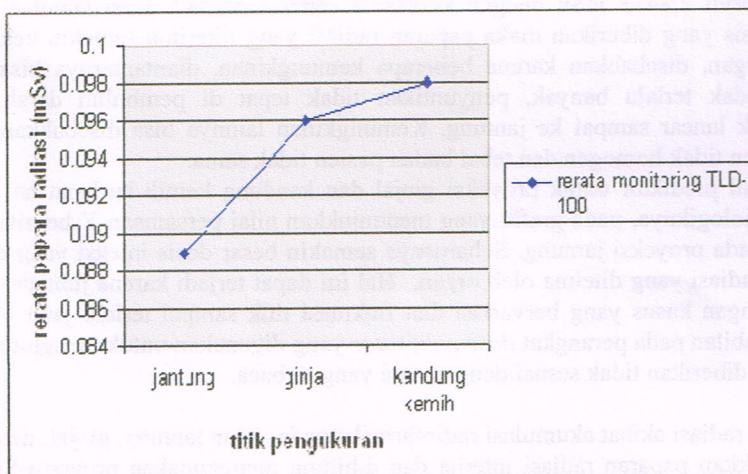
(0,089 ± 0,0252)mSv, TLD-100 proyeksi antara kedua ginjal adalah (0,096 ± 0,0406) mSv, TLD-100 proyeksi kandung kemih adalah (0,098 ± 0,0303) mSv.

Paparan radiasi interna pada proyeksi jantung adalah (0,089 ± 0,0252) mSv, dengan nilai lebih tinggi terdapat pada sample pasien berturut-turut pada nomor 10 (diagnosa obstruksi parsial ginjal kiri dengan fungsi yang menurun dan obstruksi total ginjal kanan dengan fungsi yang menurun), 2, 4 dan 3 yang kemungkinan adanya hambatan pada kedua ginjal sehingga aliran pada jantung lebih sering terjadi sehingga akan mengakibatkan jumlah paparan pada TLD-100 bertambah. Paparan radiasi interna pada proyeksi ginjal adalah (0,096 ± 0,0406) mSv, dengan nilai paparan lebih tinggi pada pasien berturut-turut nomor 8 (diagnosisnya adalah obstruksi parsial ginjal kiri dengan fungsi kedua ginjal menurun), 10, 1 dan 6. Hal ini dapat terjadi pada kasus dimana terdapat obstruksi/ sumbatan pada daerah ginjal.

Sedangkan paparan radiasi interna pada proyeksi kandung kemih adalah (0,098 ± 0,0303) mSv, dengan nilai paparan lebih tinggi terdapat berturut-turut pada sampel pasien nomor 8, 10, 1 dan 3 hal ini terjadi bila makin lama dilakukan pemeriksaan renogram maka akan terjadi penumpukan/ akumulasi di kandung kemih. Dari data-data hasil penghitungan paparan radiasi interna dengan TLD-100 yang telah dibaca menggunakan TLD reader diperoleh gambaran untuk masing- masing pasien trend terlihat paling tinggi pada kandung kemih, hal ini sesuai dengan teori bahwa makin lama waktu pemeriksaan renogram berlangsung akan menyebabkan radiofarmaka mengumpul pada kandung kemih sesuai dengan fisiologi saluran kemih. Gambar 4 menunjukkan bahwa kurva yang terbentuk adalah kebalikan dari kurva pada saat radiofarmaka disuntikan kepada pasien, dimana pada saat awal organ jantung memiliki nilai lebih tinggi, kemudian diikuti oleh kedua ginjal dan kandung kemih, hal ini merupakan pola fisiologi

Tabel 3. Monitoring paparan radiasi interna menggunakan TLD-100 pada masing- masing organ.

Pasien		Paparan Radiasi TLD-100 (mSv)		
		Jantung	Ginjal	Kandung Kemih
1		0,08	0,12	0,11
2		0,12	0,08	0,09
3		0,10	0,08	0,11
4		0,11	0,10	0,10
5		0,09	0,05	0,09
6		0,07	0,12	0,05
7		0,07	0,06	0,08
8		0,08	0,17	0,15
9		0,04	0,04	0,05
10		0,15	0,14	0,15
Total	Mean	0,089	0,096	0,098
	Median	0,084	0,082	0,073
	Range	0,08	0,13	0,10
	Std. Dev	0,0252	0,0406	0,0303



Gambar 4. Grafik trend dari rerata paparan radiasi interna

4. Kesimpulan

1. Rerata aktivitas dosis injeksi yang diperoleh dengan pemberian dosis radiofarmaka 3 hingga 5 mCi adalah $(4,17 \pm 0,76)$ mCi
2. Paparan radiasi yang diterima masing-masing rerata pada jantung sebesar $(0,089 \pm 0,0252)$ mSv/pemeriksaan, pada ginjal $(0,096 \pm 0,04)$ mSv/pemeriksaan dan pada kandung kemih $(0,098 \pm 0,0303)$ mSv/pemeriksaan selama selang waktu pemeriksaan 45 menit.
3. *Trend* rerata paparan radiasi yang diperoleh diketahui bahwa jumlah aktivitas rerata dosis radiasi yang tertinggi hingga terendah terdapat pada organ kandung kemih, ginjal, dan jantung.

Daftar Pustaka

- Djunigran, D. 2007, *Uji Fungsi dan rekalibrasi Renograf dual Probe Type BI-756 Periode tahun 2006 di Balai elektromekanik*. Seminar nasional III. SDM Teknologi Nuklir. Yogyakarta 21-22 November
- Kartamiharja, A., 2008, Peranan Teknik Kedokteran Nuklir di Bidang Nefrologi, *Buletin ALARA*, 9:3, 53-60.
- Maisey, M.N., K.E. Britton and B.D Collier. 1998. *Clinical Nuclear Medicine*, 3rd ed., Chapman and Hall., London.
- Nasukha Endo-radioterapi, 2004. *Sebuah Tantangan Puslitbang Keselamatan Radiasi dan Biomedika Nuklir (P3KRBN)*, Badan Tenaga Nuklir Nasional (Batan), Jakarta).
- Testa, H.J and Presscott, M.C. 1996. *Nephrology*. Department of nuclear Medicine Manchester Royal Infirmary. Oxford Road. Machester