

PERBANDINGAN ANTARA *GLOMERULUS FILTRATION RATE* (GFR) SECARA MANUAL DENGAN HASIL PEMERIKSAAN KAMERA GAMMA MENGGUNAKAN SUMBER RADIASI Tc^{99m} DTPA PADA PASIEN RENOGRAFI

Monaliza¹, Dian Milvita¹, Fadhil Nazir², Chavied Varuna³

¹Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas, Padang, Indonesia

²PTKMR BATAN, Jakarta, Indonesia

³RSPP, Jakarta, Indonesia

e-mail: monaliza1804@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan perbandingan antara *Glomerulus Filtration Rate* (GFR) secara manual dengan hasil pemeriksaan kamera gamma menggunakan sumber radiasi Tc^{99m} DTPA. Pemeriksaan dilakukan pada 23 orang pasien renografi di Rumah Sakit Pusat Pertamina Jakarta. Persentase *uptake* dan GFR secara manual didapatkan dari perhitungan menggunakan metode Gates yang telah dimodifikasi, sedangkan persentase *uptake* dan GFR hasil pemeriksaan didapatkan setelah dilakukan scan ginjal menggunakan kamera gamma dan diolah menggunakan *Region of Interest* (ROI). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai GFR dan persentase *uptake* hasil perhitungan secara manual jauh lebih besar dibandingkan hasil pemeriksaan komputer kamera gamma, yaitu pada persentase *uptake* maksimum secara manual mencapai 300,42% sedangkan hasil pemeriksaan kamera gamma sebesar 100%. Pada GFR total secara manual didapatkan rata-rata sebesar 561,43 ml/menit sedangkan hasil pemeriksaan kamera gamma dengan rata-rata sebesar 54,22 ml/menit. Secara umum GFR komputer kamera gamma lebih tepat dibandingkan hasil perhitungan manual.

Kata kunci : *Glomerulus Filtration Rate* (GFR), persentase *uptake*, kamera gamma, Tc^{99m} DTPA, Renografi

ABSTRACT

The comparison between the manual calculation of Glomerulus Filtration Rate (GFR) and direct examination of gamma camera by using Tc^{99m} DTPA radiation source has been carried out. It takes on 23 renography patients in Pertamina Central Hospital, Jakarta. The uptake percentage and manual GFR calculation are obtained using modified Gates method, while the percentage of uptake and GFR test results are obtained after scanning of renal using a gamma camera, then they are processed by Region of Interest (ROI). The results show that the value of GFR and uptake percentage with manual calculation are bigger than the examination result of the gamma camera on computer, i.e the percentage of the maximum uptake manually reached 300.42% while the results of camera gamma examination is 100%. The total GFR manually obtained is 561.43 ml/min on average, while the gamma camera examination is 54.22 ml/min. In general, the calculation of computer GFR of gamma camera is more precise than the manual one.

Keywords : Glomerulus Filtration Rate(GFR), uptake percentage, gamma camera, Tc^{99m} DTPA, Renography

I. PENDAHULUAN

Kedokteran nuklir merupakan bidang kedokteran yang memanfaatkan materi radioaktif menggunakan sumber radiasi terbuka, baik untuk tujuan diagnosis, terapi radiasi internal, maupun untuk tujuan penelitian. Pemeriksaan kedokteran nuklir dapat dilakukan dengan memasukkan radiofarmaka ke dalam tubuh pasien (*in vivo*) dengan cara diminum, disuntikkan ataupun dihirup. Pemeriksaan juga dapat dilakukan melalui cek laboratorium dari sampel pasien (*in vitro*). Pemeriksaan kedokteran nuklir membantu dalam mendiagnosis berbagai penyakit, salah satunya adalah pada pemeriksaan ginjal.

Fungsi utama ginjal adalah melakukan filtrasi (penyaringan) hasil metabolisme berbagai bahan dan air yang masuk ke dalam tubuh, dan dikeluarkan melalui sistem ekskresi. Sebagai organ vital, ginjal harus dirawat sebaik mungkin, karena bisa saja ginjal akan mengalami gangguan fungsi sehingga bisa menyebabkan gagal ginjal. Untuk melihat fungsi ginjal tersebut dapat dilakukan pemeriksaan ginjal yang disebut renografi.

Renografi merupakan metode untuk mendeteksi fungsi ginjal. Pada pemeriksaan renografi, fungsi ginjal diperlihatkan dalam bentuk kurva renografi disertai dengan data semi kuantitatif yang disebut renogram. Pemeriksaan renografi menggunakan radioisotop Tc^{99m} yang dicampurkan dengan kit farmaka, yaitu senyawa kimia pembawa materi untuk mencapai organ target. Kit Farmaka untuk ginjal adalah Diethylene Triamine Penta Acetic Acid (DTPA).

Pada penelitian ini dilakukan perbandingan antara nilai GFR yang diperoleh secara manual dengan nilai GFR dari hasil pemeriksaan menggunakan kamera gamma. Nilai GFR dari hasil pemeriksaan kamera gamma tersebut menggunakan teknik *Region of Interest* (ROI) dan metode Gates, sedangkan nilai GFR secara manual tersebut diperoleh dengan menggunakan rumus dari metode Gates yang telah dimodifikasi. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode Gates, karena metode ini memerlukan prosedur sederhana dan waktu yang singkat dan metode Gates dijadikan sebagai standar untuk penilaian GFR dengan DTPA pada dewasa, sedangkan metode Inoue berasal dari metode Gates yang telah dimodifikasi (Inoue, dkk., 1999). Metode Tauxe telah dibuktikan bahwa terlalu jauh nilai yang diperoleh dari hasil uji peneliti berikutnya, dan sedangkan Oberhausen menggunakan rumus untuk perhitungan GFR dengan radiofarmaka I-131 hippuran, yang sebenarnya radiofarmaka ini bekerja pada fase vaskular (ERPF) (istilah mengenai arteri dan vena dalam pembuluh darah) dan tubulus (bagian dri ginjal) sehingga tidak akan akurat digunakan untuk GFR walaupun GFR dapat diprediksikan dari hasil ERPF dikali 0,25 (Blaufox, dkk., 1996).

Penelitian mengenai renografi pernah dilakukan sebelumnya oleh Rumbino (2008), dengan hasil penelitiannya didapatkan bahwa waktu singgah ginjal kiri pada gangguan berat (gagal ginjal) rerata ($14,96 \pm 4,2139$) menit dan kanan rerata ($14,6527 \pm 4,1311$) menit. Aktivitas sisa radiofarmaka dalam tubuh pasca 20 menit pemeriksaan renografi masih cukup tinggi yaitu rerata sisa adalah ($4,296 \pm 0,274$) mCi. Penelitian lain juga telah dilakukan oleh Putri (2010), dimana hasil dari penelitian tersebut adalah korelasi paparan radiasi terhadap *uptake* pada masing-masing organ terlihat semakin besar paparan radiasi maka akan semakin tinggi nilai *uptake* yang diterima oleh masing-masing organ pekerja radiasi.

Nilai GFR bergantung dari nilai persentase *uptake* yang sebelumnya telah ditentukan, baik dari yang menggunakan kamera gamma maupun secara manual menggunakan rumus. Dari kedua cara mendapatkan nilai GFR tersebut, maka dapat dilihat seberapa besar beda perbandingan antara persentase *uptake* dan GFR pada perhitungan secara manual terhadap persentase *uptake* dan GFR hasil pemeriksaan menggunakan kamera gamma.

Tujuan penelitian adalah menentukan dan membandingkan persentase *uptake* dan *Glomerulus Filtration Rate* (GFR) yang diperoleh secara manual dengan hasil pemeriksaan menggunakan kamera gamma. Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk dokter, sehingga dokter dapat melihat bagaimana kesesuaian dari kedua metode untuk menentukan nilai GFR, sehingga dokter dapat mempertimbangkan ketepatan hasil pemeriksaan dan menentukan terapi selanjutnya untuk penyembuhan pasien.

II. METODE

Bahan dan alat penelitian yang digunakan adalah Tc^{99m} DTPA sebagai radiofarmaka yang diinjeksikan ke dalam tubuh pasien. *Dose calibrator* model 35-056 *Millicuries* yang digunakan untuk menghitung aktivitas suatu radioisotop. Kamera gamma *dual head skylight* ADAC merek Philips merupakan alat pencitraan yang digunakan untuk pemeriksaan renografi. Komputer merk *Pegasys Sunblade* 150 digunakan untuk mengolah data dan pulsa yang didapat dari hasil pencitraan kamera gamma, tergantung pada pemeriksaan yang dilakukan dan dengan menggunakan teknik ROI.

Metode penelitian renografi dilakukan dengan pendataan kondisi pasien seperti: umur, jenis kelamin, diagnosis dokter serta aktivitas radiofarmaka yang disuntikkan ke dalam tubuh pasien. Radiofarmaka yang digunakan dalam pemeriksaan tiroid yaitu Tc^{99m} DTPA, aktivitas radiofarmaka diukur menggunakan *dose calibrator* sebanyak 3-5 mCi. Pasien dalam keadaan dehidrasi, kemudian pasien diminta berbaring terlentang dengan posisi kamera gamma berada tepat di belakang pinggang pasien, agar tepat langsung mengenai ginjal pasien. Radiofarmaka disuntikkan ke dalam tubuh pasien melalui pembuluh intervena di daerah kubiti (lipatan

lengan), bersamaan dengan dimulainya akuisisi data. Pemeriksaan *scan* renografi dilakukan menggunakan kamera gamma *dual head skylight ADAC merk Philips*. Pengambilan data dilakukan pada 1 menit pertama untuk aliran darah yang mengalir di dalam tubuh setelah disuntikkan radiofarmaka. Setelah 20 menit pemeriksaan selesai, sisa radiofarmaka dihitung kembali di bawah kamera gamma selama 1 menit. Hasil pencitraan diolah menggunakan teknik ROI pada ginjal kanan, ginjal kiri, kandung kemih dan *background*. Dari hasil ROI didapatkan nilai GFR dan *uptake* hasil pemeriksaan kamera gamma Hasil GFR dan *uptake* pada perhitungan manual menggunakan metode Gates yang telah dimodifikasi (Gates, 1982) yang ditunjukkan pada Persamaan 1 hingga 7.

Kedalaman ginjal diperkirakan dari berat badan dan tinggi pasien, sehingga dapat diperoleh dari Persamaan 1.

$$DI (cm) = 13,3 \left(\frac{W}{H}\right) + 0,7 \tag{1}$$

Persamaan 1 disubstitusikan ke dalam Persamaan 2 dan 3.

$$L - CNT = \frac{\text{left renal count} - \text{background count}}{e^{-(0,153 \times DI)}} \tag{2}$$

$$R - CNT = \frac{\text{Right renal count} - \text{background count}}{e^{-(0,153 \times DI)}} \tag{3}$$

Persamaan 2 dan 3 disubstitusikan ke dalam Persamaan 4 untuk mendapatkan % *renal uptake*,

$$\% \text{ renal uptake} = \frac{(L - CNT + R - CNT)}{\text{Pre.inj} - \text{Post.inj}} \times 100 \tag{4}$$

Persamaan 4 disubstitusikan ke dalam persamaan 5, sehingga didapatkan persamaan total GFR,

$$\text{Total GFR (ml/menit)} = (\% \text{ renal uptake}) \times 9,75621 - 6,19843 \tag{5}$$

Keterangan:

- DI* = kedalaman ginjal (cm).
- W* = berat badan pasien (kg)
- H* = tinggi badan pasien (cm).
- 0,153 = merupakan koefisien atenuasi dari Tc^{99m} di jaringan lunak
- % *renal uptake* = persentase *uptake* (%)
- L-CNT = koreksi laju perhitungan ginjal kiri (MBq)
- R-CNT = koreksi laju perhitungan ginjal kanan (MBq)
- Pre injeksi = cacahan dari radiofarmaka sebelum disuntikkan ke tubuh pasien (MBq)
- Post injeksi = cacahan dari radiofarmaka setelah disuntikkan ke tubuh pasien (MBq)

Pencacahan penyerapan ginjal dari intravena Tc^{99m} DTPA, dalam waktu 2-3 menit hingga *radiotracer* (radionuklida perunut) tiba di ginjal, sebanding dengan laju filtrasi glomerulus yang disebut dengan Split GFR, dapat ditentukan dengan menggunakan Persamaan 6 dan Persamaan 7.

$$\text{Left Split GFR} = \frac{L - CNT}{L - CNT + R - CNT} \times \text{Total GFR} \tag{6}$$

$$\text{Right Split GFR} = \frac{R - CNT}{L - CNT + R - CNT} \times \text{Total GFR} \tag{7}$$

dimana, *Left Split GFR* merupakan *split* ginjal kiri dan *Right Split GFR* merupakan *split* ginjal kanan, dan L-CNT merupakan nilai *left renal count* dan R-CNT merupakan *right renal count*.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Menentukan dan Membandingkan Persentase *Uptake* secara Manual dengan Hasil Pemeriksaan Kamera Gamma

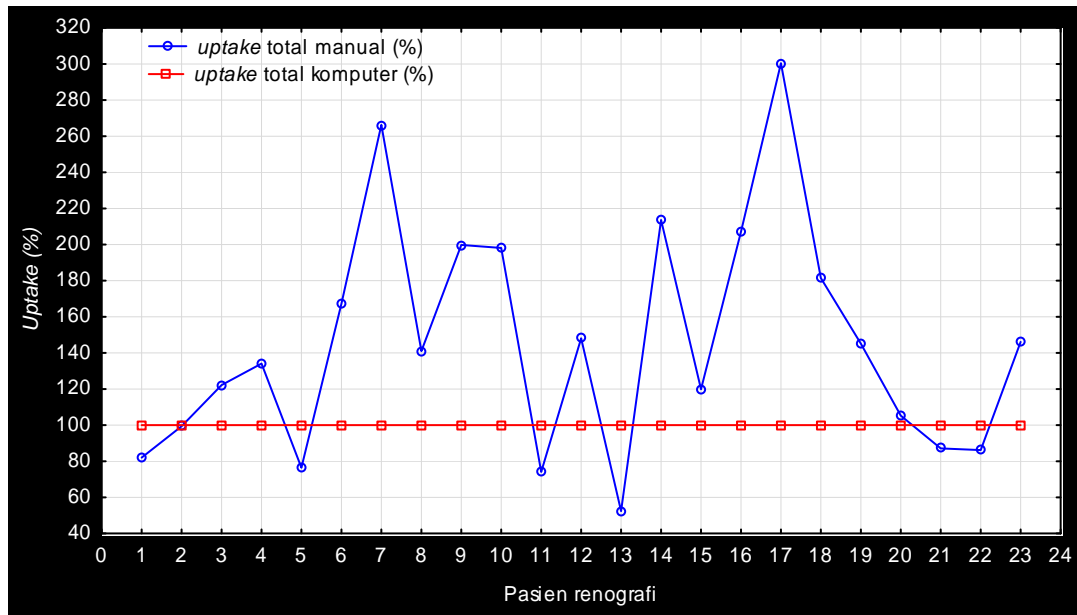
Persentase *uptake* diperoleh dengan dua cara, pertama secara manual menggunakan Persamaan 2 hingga Persamaan 5, dan kedua dari hasil pemeriksaan kamera gamma. Data persentase *uptake* ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Data persentase *uptake*

No.	Inisial pasien	Persentase <i>uptake</i> komputer kamera gamma (%)			Persentase <i>uptake</i> secara manual (%)
		Ginjal kanan	Ginjal kiri	Ginjal Total	
1	RG	54,73	45,27	100	82,05
2	AK	53,33	46,67	100	99,38
3	DJ	52,43	47,57	100	122,23
4	SN	48,76	51,24	100	134,08
5	FL	47,25	52,75	100	76,41
6	SR	52,26	47,74	100	167,32
7	IS	45,94	54,06	100	266,27
8	DY	59,38	40,62	100	140,99
9	RD	53,95	46,05	100	199,78
10	LR	61,62	38,38	100	198,11
11	MM	52,26	47,75	100	74,09
12	JT	51,47	48,53	100	148,11
13	BB	47,07	52,93	100	52,37
14	YN	56,91	47,09	100	213,61
15	SD	46,89	53,11	100	119,88
16	NS	45,35	54,65	100	207,17
17	HC	55,30	44,70	100	300,42
18	SS	26,49	73,51	100	181,48
19	HS	64,17	35,83	100	145,13
20	JS	96,59	3,41	100	105,28
21	MD	17,65	82,35	100	87,13
22	HH	57,43	42,57	100	86,19
23	KW	49,15	50,85	100	146,13
Minimum		17,65	3,41	100	52,37
Maksimum		96,59	82,35	100	300,42
Rata-rata		52,01	48,16	100	145,81

Tabel 1 menunjukkan rata-rata persentase *uptake* pasien renografi secara manual yaitu 145,81% dan pemeriksaan kamera gamma yaitu ginjal kanan 52,01%, ginjal kiri 48,16% dan total 100%. Terlihat bahwa dengan metode yang sama (metode Gates) diperoleh nilai persentase *uptake* yang berbeda. Hal ini karena pada perhitungan manual dengan rumus metode Gates yang telah dimodifikasi menggunakan data asli (tinggi dan berat badan) masing-masing pasien untuk menentukan nilai GFR (Gates, 1981).

Persentase *uptake* maksimum secara manual mencapai 300,42%, sedangkan dari hasil pemeriksaan kamera gamma diperoleh pada ginjal kiri 82,35% dan ginjal kanan 96,59%. Perbandingan nilai *uptake* yang diperoleh secara manual terhadap nilai *uptake* yang diperoleh dari kamera gamma ditunjukkan pada Gambar 1. Gambar 1 menunjukkan nilai *uptake* dari hasil perhitungan secara manual jauh lebih besar dibandingkan dengan hasil pemeriksaan kamera gamma. Perbedaan persentase *uptake* yang diperoleh secara manual terhadap pemeriksaan kamera gamma disebabkan karena beberapa faktor, diantaranya pada perhitungan secara manual dipengaruhi oleh tinggi dan berat badan pasien sebagai penentu kedalaman ginjal pada tubuh, seperti yang ditunjukkan pada Persamaan 5, sedangkan pada hasil pemeriksaan kamera gamma data yang diperoleh merupakan nilai *real* dari hasil pemeriksaan. Kedalaman ginjal pada pemeriksaan kamera gamma dapat langsung dilihat pada komputer kamera gamma tanpa harus melakukan penghitungan menggunakan rumus, karena kedalaman posisi ginjal ditentukan dengan sonografi (Gates, 1981), dimana sonografi merupakan teknik diagnosis pencitraan menggunakan suara ultra yang digunakan untuk mencitrakan organ internal dan otot, ukuran organ, struktur dan luka patologi.



Gambar 1 Perbandingan antara persentase uptake secara manual terhadap hasil pemeriksaan kamera gamma

Persentase uptake hasil kamera gamma dapat dikatakan lebih tepat dibandingkan hasil perhitungan manual, hal ini dapat ditunjukkan dari kalibrasi alat, dimana pemeriksaan dilakukan disaat alat kamera gamma berada pada rentang masa kalibrasi atau masi dalam standar kalibrasi. Kalibrasi alat dapat mempengaruhi ketepatan nilai yang dihasilkan, karena ketepatan kerja alat sesuai standar kalibrasi yang dilakukan.

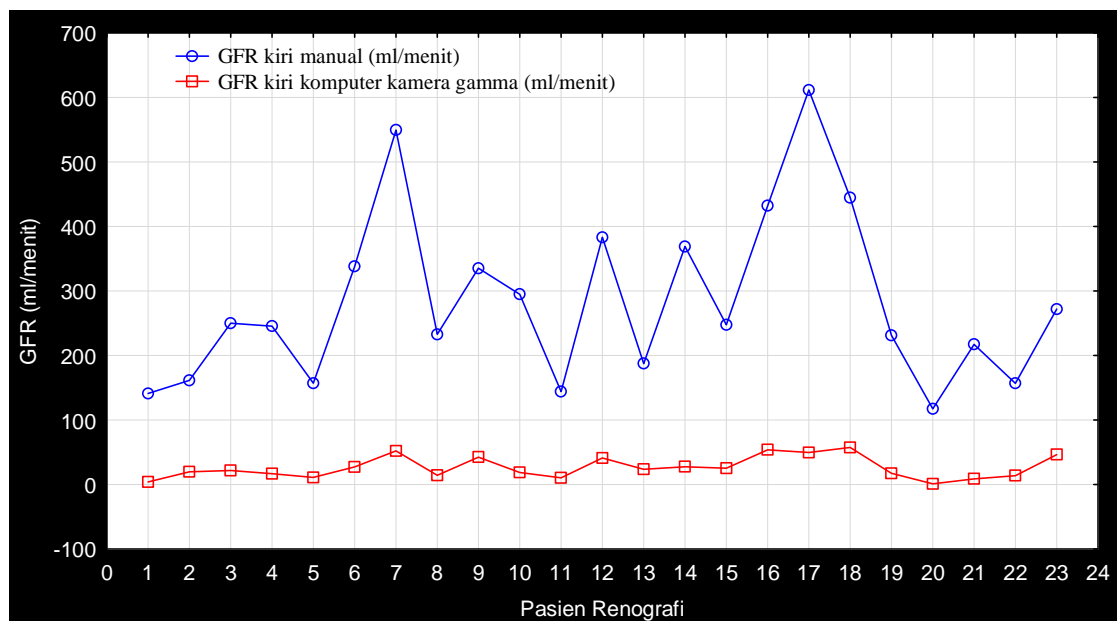
3.2 Menentukan dan Membandingkan GFR (Kiri, Kanan dan Total) Ginjal secara Manual terhadap Hasil Pemeriksaan Kamera Gamma

Nilai (GFR) diperoleh dengan dua cara, pertama dari perhitungan secara manual dengan menggunakan metode Gates yang telah dimodifikasi ditunjukkan pada Persamaan 1 hingga Persamaan 7, kedua dari hasil pemeriksaan menggunakan kamera gamma dengan metode Gates. Data nilai GFR pasien yang telah diperoleh ditunjukkan pada Tabel 2.

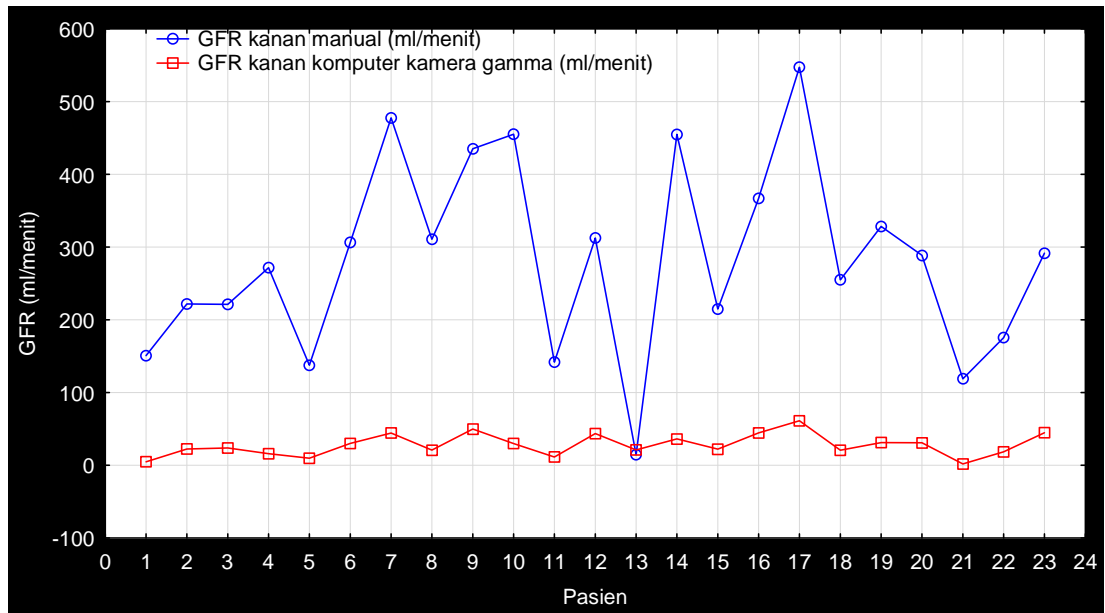
Tabel 2 menunjukkan rata-rata nilai GFR total secara manual yaitu 561,43 ml/menit dan nilai tertinggi yaitu 1158,96 ml/menit, sedangkan hasil pemeriksaan kamera gamma diperoleh rata-rata yaitu 54,22 ml/menit dan nilai tertinggi yaitu 110,93 ml/menit. Perbandingan masing-masing ginjal ditunjukkan pada Gambar 2, 3 dan 4.

Tabel 2 Data nilai GFR

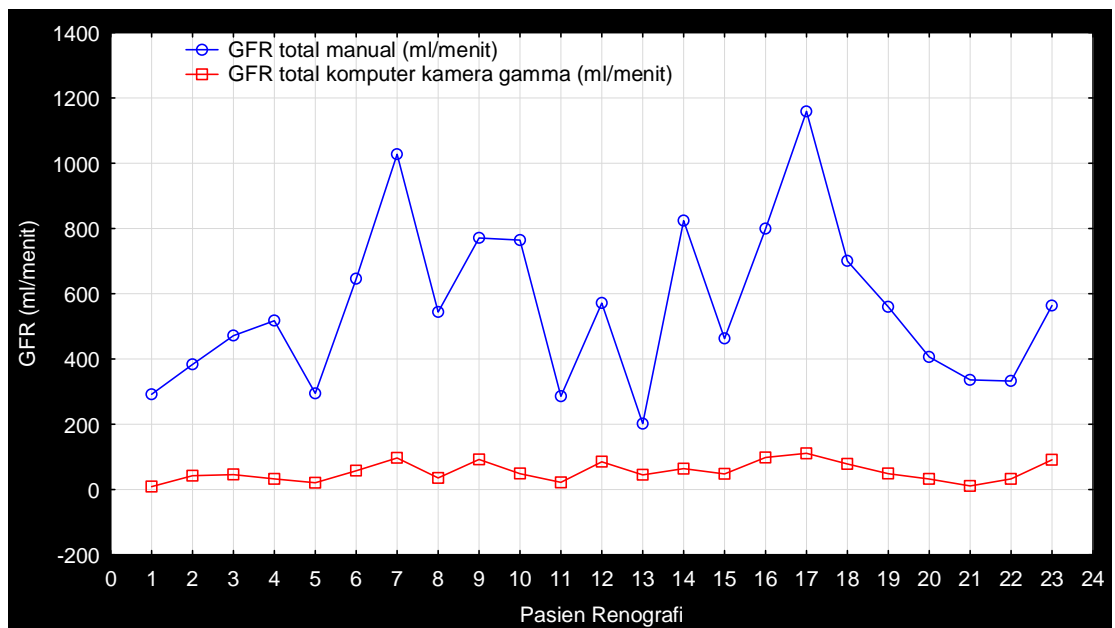
No	Inisial pasien	GFR komputer kamera gamma (ml/menit)			GFR secara manual (ml/menit)		
		Ginjal kanan	Ginjal Kiri	Ginjal Total	Split Ginjal kanan	Split Ginjal kiri	Ginjal Total
1	RG	4,88	4,03	8,91	150,89	141,19	291,92
2	AK	22,49	19,68	42,17	221,93	161,46	383,39
3	DJ	23,94	21,72	45,66	221,36	250,17	471,53
4	SN	15,96	16,77	32,73	271,73	245,52	517,25
5	FL	9,88	11,04	20,92	137,65	157,14	294,79
6	SR	30,08	27,47	57,56	306,47	338,02	645,49
7	IS	44,39	52,25	96,64	477,66	549,57	1027,22
8	DY	21,06	14,41	35,47	310,94	232,99	543,93
9	RD	49,83	42,54	92,36	435,34	335,38	770,72
10	LR	29,93	18,64	48,57	455,23	294,99	764,25
11	MM	11,50	10,50	22,00	141,78	144,05	285,84
12	JT	43,66	41,17	84,83	312,58	258,79	571,38
13	BB	21,11	23,74	44,85	14,60	187,42	202,02
14	YN	36,35	27,53	63,87	455,00	369,05	824,05
15	SD	22,30	25,25	47,55	214,85	247,62	462,47
16	NS	44,66	53,83	98,49	367,14	432,08	799,22
17	HC	61,34	49,59	110,93	547,28	611,68	1158,96
18	SS	20,77	57,62	78,39	255,07	445,03	700,09
19	HS	31,16	17,40	48,56	328,49	231,39	559,87
20	JS	31,10	1,10	32,19	288,69	117,46	406,14
21	MD	1,90	8,86	10,75	118,87	217,27	336,14
22	HH	18,62	13,80	32,42	175,59	156,90	332,49
23	KW	44,78	46,33	91,11	291,69	272,05	563,74
Minimum		1,90	1,10	8,91	14,60	117,46	202,02
Maksimum		61,34	57,62	110,93	547,28	611,68	1158,96
Rata-rata		27,89	27,35	54,22	282,64	283,55	561,43



Gambar 2 Grafik perbandingan antara GFR kiri ginjal secara manual terhadap hasil pemeriksaan kamera gamma



Gambar 3 Grafik perbandingan antara GFR kanan secara manual terhadap hasil pemeriksaan kamera gamma



Gambar 4 Grafik perbandingan antara GFR total secara manual terhadap hasil pemeriksaan kamera gamma

Gambar 2, 3 dan 4 menunjukkan nilai GFR yang diperoleh secara manual jauh lebih besar dibandingkan nilai GFR yang diperoleh dari hasil pemeriksaan kamera gamma. Perbedaan nilai GFR ginjal yang diperoleh secara manual terhadap hasil pemeriksaan kamera gamma disebabkan karena beberapa faktor, diantaranya pada pemeriksaan kamera gamma data yang diperoleh merupakan nilai real, ada beberapa hal yang tidak dibuka pada rumus dalam program GFR di komputer kamera gamma, karena adanya rahasia pabrik, sementara nilai GFR secara manual diperoleh dengan menggunakan rumus GFR yang ditunjukkan pada Persamaan 1 hingga 7. Luas permukaan tubuh orang Indonesia yang berbeda jauh dengan orang luar Indonesia juga menyebabkan nilai GFR yang diperoleh jauh berbeda, sehingga rumus yang ada dapat mempengaruhi nilai yang diperoleh. Hal ini karena berat dan tinggi badan mempengaruhi nilai GFR yang diperoleh, semakin naik berat badan pasien maka nilai GFR juga akan naik, terutama apabila berat badan dan tinggi badan pasien proporsional (Hadiyat, 1991). Selain itu

menurut ahli Instalasi Kedokteran Nuklir, selisih terjadi karena ada satuan dari hasil korelasi rumus Gates yang pasti berbeda dengan perhitungan manual, sehingga dapat dikatakan hasil dari pemeriksaan komputer kamera gamma yang lebih tepat, dan selisih nilai manual yang telah diperoleh menjadi suatu konstanta yang dapat diterapkan di dalam rumus pada program GFR. Hal ini juga disebabkan karena nilai GFR dari hasil komputer kamera gamma yang mendekati nilai batas normal GFR ginjal yaitu 120 ml/min (Rumbino, 2008), dan juga nilai ketetapan GFR ginjal berdasarkan tingkat kerusakan ginjal yaitu $GFR \geq 90$ ml/menit merupakan kerusakan ginjal dengan GFR normal, (60–89) ml/menit kerusakan ginjal dengan penurunan GFR ringan, (30-59) ml/menit kerusakan ginjal dengan penurunan GFR sedang, (15-29) ml/menit kerusakan ginjal dengan GFR berat dan <15 ml/menit adalah gagal ginjal (Mahesa dan Rachmadi., 2010).

IV. KESIMPULAN

Persentase *uptake* yang diperoleh dari perhitungan secara manual jauh lebih besar dibandingkan dengan hasil pemeriksaan kamera gamma, karena dari hasil yang didapatkan nilai *uptake* secara manual mencapai nilai 300,42 %, sedangkan pada *uptake* hasil pemeriksaan kamera gamma didapatkan nilai 100%. GFR (kiri, kanan dan total) ginjal yang diperoleh dari hasil pemeriksaan kamera gamma lebih tepat dibandingkan dengan hasil perhitungan manual, karena nilai GFR yang didapatkan dari hasil perhitungan manual sangat jauh dari batas nilai GFR normal seharusnya yaitu 120 ml/menit, sedangkan nilai GFR hasil pemeriksaan kamera gamma sesuai dengan batas normal nilai GFR tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Blaufox, M.D., Aurel, M. dan Bubeck, B., 1996, Report of The Radionuclides In Nephrourology Committee on Renal Clearance, *Journal Nuclear Medicine*, Vol. 37, No. 11, Departement of Nuclear Medicine, hal. 1883-1890.
- Gates, G.F., 1981, Glomerular Filtration Rate: Estimation from Fractional Renal Accumulation of Tc^{99m} DTPA (Stannous), *American Journal of Roentgenology*, Vol. 138 Departement of Nuclear Medicine, hal 565-570.
- Gates, G.F., 1982, Split Renal Function Testing using Tc^{99m} DTPA, A Rapid Technique for Determining Differential Glomerulus Filtration, *American Journal of Roentgenology*, Vol.138, Clinical Nuclear Medicine, hal 565-570.
- Hadiyat, D., 1991, Pengaruh Perbedaan Berat Badan dan Pemberian Dosis Bertingkat dari Furosemide terhadap Laju Filtrasi Glomerulus, Prosiding Seminar Reaktor Nuklir dalam Penelitian Sains dan Teknologi Menuju Era Tinggal Landas, PPTN-BATAN, Bandung.
- Inoue, Y., Ohtake, T., Yokoyama, I., Yoshikawa, K., Asai, S. dan Ohtomo, K., 1999, Evaluation of Renal Function from Tc^{99m} MAG3 Renography Without Blood Sampling, *Journal Nuclear Medicine*, Vol. 40, No. 5, Departement of Nuclear Medicine, hal. 793-798.
- Mahesa dan Rachmadi, D., 2010, *Penyakit Ginjal Kronis*, UNPAD, Bandung.
- Rumbino, Y.C., 2008, Studi Waktu Singgah (*Transit Time*) Pada Ginjal dengan Menggunakan $Tc-99m$ DTPA, *Skripsi*, FSM, UPH, Tangerang.