

ANALISIS DOSIS YANG DITERIMA PASIEN PADA PEMERIKSAAN RENOGRAF

KRISTIYANTI, WIRANTO BUDI SANTOSO, ISTOFA

PUSAT REKAYASA PERANGKAT NUKLIR

Abstrak

ANALISIS DOSIS YANG DITERIMA PASIEN PADA PEMERIKSAAN RENOGRAF. Telah dilakukan analisis tentang dosis yang diterima pasien pada pemeriksaan renograf. Analisis dilakukan dengan menghitung dosis serap pada pasien pemeriksaan renograf yang menggunakan radioisotop Iodium ($I-131$) atau Technicium ($Tc-99m$). Pemeriksaan renograf menggunakan 20 hingga 50 μCi radioisotop Iodium atau 100 mCi hingga 200 mCi radioisotop Technicium. Perhitungan menggunakan rumus pendekatan perhitungan dosis serap berdasarkan prinsip radiasi internal yang direkomendasikan oleh ICRP (International Commission on Radiological Protection). Berdasarkan ICRP 68, analisis ini melakukan perhitungan dosis serap sebagai fungsi dari aktivitas dan faktor koreksi sedangkan metoda masuknya radioisotop ke dalam tubuh dengan melalui suntikan. Dari hasil analisis disimpulkan bahwa kedua dosis radioisotop ($I-131$ dan $Tc-99m$) masih di bawah Nilai Batas Dosis (NBD) yang dipersyaratkan oleh BAPETEN. Walaupun aktivitas Technicium ($Tc-99m$) yang disuntikan ke pasien lebih tinggi dari aktivitas Iodium ($I-131$), namun dosis serap pasien lebih rendah. Karena itu penggunaan Technicium ($Tc-99m$) direkomendasikan untuk pemeriksaan renograf.

Kata kunci : dosis, renograf

Abstract

AN ANALYSIS OF ABSORBED DOSE BY PATIENTS IN RENOGRAPHY PROCEDURE. An analysis of absorbed dose by patient in renography procedure has been done. The analysis is conducted by calculating absorbed dose by patients in a renography procedure which uses Iodium ($I-131$) or Technicium ($Tc-99m$) radioisotopes. The renography procedure uses 20 up to 50 μCi Iodium ($I-131$) radioisotopes or 100 mCi up to 200 mCi Technicium ($Tc-99m$) radioisotopes. The calculations use estimation absorbed dose calculating formula based on internal radiation principles recommended by ICRP (International Commission on Radiological Protection). Based on ICRP 68, this analysis calculates absorbed doses as radiation activity and correction factors functions whereas an intake method of radioisotopes inside the body by means of injections. From the result of the analysis is concluded that both radioisotopes renography doses ($I-131$ and $Tc-99m$) are below the Dose Limit Value which required by BAPETEN. Although Technicium ($Tc-99m$) activities injected to patients are higher than Iodium ($I-131$), but their absorbed dose by patients are lower. Therefore it is recommended to use Technicium ($Tc-99m$) radioisotopes in renography procedures.

Keywords : dose, renography

PENDAHULUAN

Penggunaan radioisotop dalam ilmu kedokteran telah berkembang dengan pesat. Radioisotop digunakan di dunia kedokteran untuk melakukan diagnosis dan terapi suatu penyakit. Salah satu alat yang berfungsi sebagai sarana diagnosis adalah renograf^[1]. Dengan

menggunakan renograf, kelainan fungsi ginjal dapat dideteksi sejak dini.

Ginjal dalam tubuh manusia memiliki fungsi untuk membuang sampah metabolisme dan racun dalam darah yang kemudian dikeluarkan dari tubuh dalam bentuk urine. Penurunan fungsi ginjal dapat mengakibatkan penimbunan racun sampah metabolisme dalam

tubuh. Penderita baru mengetahui penyakitnya ketika sudah dalam stadium lanjut, sehingga harus cuci darah. Dengan adanya peralatan renograf ini maka hal tersebut bisa dihindari karena peralatan tersebut bisa mendeteksi secara dini.

Cara kerja alat ini relatif sederhana yaitu dengan memasukkan radioisotop Iodium (I-131) atau Technicium (Tc-99m) pada tubuh manusia dengan jalan disuntikkan. Hasil diagnosis akan terbaca melalui grafik berbentuk kurva yang tampil dilayar monitor komputer.

Penggunaan radioisotop yang dipergunakan dalam bidang kedokteran nuklir, perlu diperhatikan dosis pemakaian yang tepat agar tidak berdampak buruk bagi pasien.

Batasan dosis yang diberikan ke pasien diatur dalam SK. Ka. BAPETEN No: 01/Ka-BAPETEN/V-99. Peraturan ini mengatur maksimum dosis radiasi yang diizinkan atau Nilai Batas Dosis (NBD) untuk pekerja radiasi dan masyarakat umum. Dalam peraturan ini, Nilai Batas Dosis yang diizinkan adalah:

1. Nilai Batas Dosis bagi pekerja radiasi untuk seluruh tubuh 50 mSv per tahun.
2. Nilai Batas Dosis untuk anggota masyarakat umum untuk seluruh tubuh 5 mSv per tahun. Dalam hal penyinaran lokal yaitu hanya bagian-bagian khusus dari tubuh, dosis rata-rata dalam tiap organ atau jaringan yang terkena harus tidak lebih dari 50 mSv^[2]

Ruang lingkup dari kajian ini meliputi penggunaan radioisotop I-131 dengan aktivitas antara 20 μ Ci sampai dengan 50 μ Ci dan Tc-99m dengan aktivitas antara 100 μ Ci sampai dengan 200 μ Ci yang memancarkan sinar gamma (γ) yang diterima pasien Renograf. Pengukuran dosis dihitung dengan mempertimbangkan prinsip Proteksi Radiasi untuk radiasi secara internal. Dengan menggunakan perhitungan hubungan antara aktivitas dengan dosis terikat maka akan didapatkan dosis yang harus diberikan ke pasien.

TEORI

Pada dasarnya metoda diagnosis renograf adalah memonitor kedatangan, sekresi, ekskresi dari radio isotop pada ginjal sesaat setelah injeksi intravena^[1]. Pemonitoran dari luar tubuh ini dimungkinkan karena isotop yang digunakan mengandung isotop yang

memancarkan radiasi gamma. Hasil pengukuran adalah berupa kurva renogram.

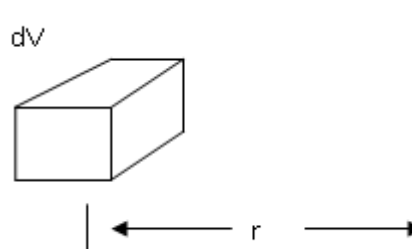
Radioisotop yang digunakan dalam pemeriksaan ginjal adalah I-131 atau Tc-99m yang dimasukkan dalam tubuh manusia kemudian dideteksi dengan menggunakan detektor. Detektor yang digunakan sebagai probes adalah jenis detektor Scintilasi NaI(Tl). Dalam kajian ini akan dibahas dosis internal dari sumber pemancar sinar- γ yang mengendap dalam jaringan.

Jangkauan sinar- γ jauh lebih panjang dibandingkan dengan ukuran organ tempat dimana zat radio aktif pemancar sinar- γ itu terikat. Dengan demikian, hanya sebagian kecil dari energi sinar- γ yang terserap oleh organ atau jaringan lainnya di sekitar organ tersebut. Jika zat radioaktif pemancar sinar- γ mengendap merata di dalam suatu organ, maka penurunan laju dosis pada suatu titik di dalam organ dapat dilakukan dengan menggunakan pemodelan seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Laju dosis pada titik P di dalam organ yang berjarak r dari sumber dV dirumuskan dengan^[3]:

$$dD = C_v \cdot \Gamma \cdot \frac{e^{-\mu r}}{r^2} dV \quad (1)$$

Dengan :

- dD : laju dosis pada suatu titik di dalam organ
 C_v : kadar zat radioaktif dalam organ.
 Γ : pancaran spesifik sinar- γ
 μ : koefisien penyerapan energi linier oleh jaringan.
 R : jarak antara sumber dengan titik dalam organ yang menerima penyinaran.
 dV : bagian volume organ di mana terdapat endapan zat radioaktif.



Gambar 1. Model untuk Perhitungan Laju Dosis di Titik P yang berjarak r dari sumber dV

Laju dosis total di titik P dari seluruh zat radioaktif yang mengendap di dalam organ

dapat diperoleh dengan mengintegrasikan persamaan tersebut.

Jika titik P berada di pusat bola dengan jari-jari r, maka integrasi persamaan dapat ditulis dengan^[3] :

$$D_{total} = C_v \cdot \Gamma \cdot \frac{4\pi}{\mu} (1 - e^{-\mu r}) \quad (2)$$

Dimana :

- D_{total} : Laju titik total di titik P
- C_v : kadar zat radioaktif dalam organ.
- Γ : pancaran spesifik sinar- γ
- μ : koefisien penyerapan energi linier oleh jaringan.
- R : jarak antara sumber dengan titik dalam organ yang menerima penyinaran.

Dari persamaan di atas terlihat bahwa laju dosis dari penyinaran internal pada suatu titik di dalam organ nilainya sama dengan dikalikan $C_v \Gamma$ dikalikan dengan suatu faktor yang disebut faktor geometri (g). Nilai g sangat bergantung bentuk geometri organ. Dengan demikian, persamaan dapat pula ditulis menjadi^[3]..

$$D_{total} = C_v \cdot \Gamma \cdot g \quad (3)$$

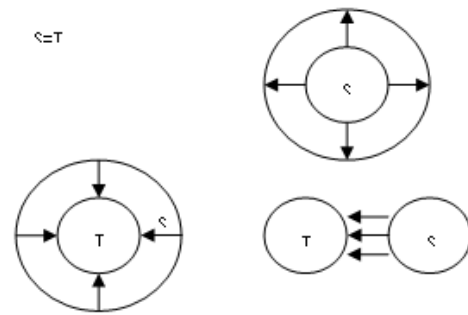
Dimana :

- D_{total} : Laju titik total di titik P
- C_v : kadar zat radioaktif dalam organ.
- Γ : pancaran spesifik sinar- γ
- G : faktor geometri

Perhitungan dosis penyinaran dalam dengan metode MIRD^[3]

Medical International Radiation Dose Committee of the Society of Nuclear Medicine (MIRD) memperkenalkan istilah sumber (S), yaitu organ atau jaringan yang mengandung sumber radiasi, dan juga organ sasaran (T), yaitu organ atau jaringan yang menerima penyinaran dari organ sumber. Untuk menyatakan dosis pada organ sasaran akibat penyinaran dari organ sumber, dituliskan $D(T \leftarrow S)$. Kedudukan nisbi S dan T digambarkan seperti dalam gambar . Karena adanya kemungkinan jangkauan radiasi yang sangat panjang, misalnya radiasi γ , MIRD memperkenalkan anggitan bagian energi yang diserap, ϕ , yang didefinisikan sebagai^[3].

$$\Phi = \frac{\text{energi yang diserap oleh T}}{\text{energi yang dipancarkan oleh S}} \quad (4)$$



Gambar 2. Diagram kedudukan nisbi organ sumber terhadap organ sasaran

Nilai ϕ untuk radiasi γ biasanya < 1 , sedangkan untuk radiasi α atau $\beta = 1$ atau $= 0$, bergantung apakah organ S dan organ T sama atau tidak ; nilai ϕ dihitung dengan menggunakan metode Monte Carlo. Nilai ϕ untuk foton dengan berbagai energi untuk sumber isotop bentuk titik dan yang tersebar seragam dalam jaringan dan air dalam bola, silinder dan elepsoida .

Laju dosis rata-rata dalam organ T yang menerima penyinaran dari organ S, $D(T \leftarrow S)$, dihitung menggunakan persamaan^[3]:

$$D = \frac{q \text{ Bq} \cdot I_{\text{pp}} / \text{Bq} \cdot E_i \text{ MeV} / \text{part} \cdot n_i \text{ part} / p \cdot \phi_i \cdot 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J} / \text{MeV} \cdot 8,64 \cdot 10^4 \text{ s} / \text{hari}}{\text{mkg} \cdot \text{IJ} / \text{kg} / \text{Gy}} \quad (5)$$

Dimana :

- E_i = energi zarah ke i (MeV)
- n_i = persen jumlah zarah ke I yang dipancarkan pada setiap peluruhan.
- ϕ_i = bagian energi foton ke i yang diserap
- m = massa organ sasaran
- q = aktivitas yang terkandung dalam organ S

Jika radio isotop yang mengendap selain memancarkan radiasi γ juga memancarkan radiasi β atau α , maka laju dosis rata-rata pada organ T adalah jumlah dari laju dosis sumbangan radiasi γ dan radiasi β atau α . Dengan demikian^[3]:

$$D_{total} = D(\gamma) + D(\beta) \quad (6)$$

Dimana :

- D_{total} : jumlah laju dosis
- $D(\gamma)$: laju dosis radiasi γ
- $D(\beta)$: laju dosis radiasi β

Jumlah energi radiasi γ yang diserap dalam organ T adalah^[3]:

$$E(\gamma) = \sum E_{\gamma i} n_{\gamma i} \phi_i \quad (7)$$

Dimana :

- $E(\gamma)$: jumlah energi (γ) yang diserap dalam organ

E_{γ_i} : energi γ ke i

Φ_i : bagian energi foton ke i yang diserap

Sedangkan jumlah energi radiasi β atau α yang diserap oleh organ T adalah ^[3]:

$$E(\beta) = \sum \bar{E}_{\beta_i} n_{\beta_i} \quad (8)$$

Ada kemungkinan $E(\beta) = 0$, yaitu bila organ T jauh terpisah dari organ S. Untuk $E(\beta)$ digunakan energi rata-rata \bar{E}_{β} , bukan energi maksimum, $E(\beta)$.

Dari hasil penurunan untuk $t \rightarrow \infty$ didapat dosis terikat sama dengan ^[3]:

$$D_{\text{terikat}} = 1,6 \cdot 10^{-13} x \frac{\sum E_i n_i \Phi_i}{m} x \frac{q_s(0)}{\lambda_E} \quad (9)$$

Perhitungan dosis ICRP .

Untuk mempermudah perhitungan, maka International Commission on Radiological Protection (ICRP) 68 menghitung dosis ekuivalen $D_{T,R}$ yaitu ^[4] :

$$D_{T,R} = I(t) \times e(g) \quad (10)$$

Dimana :

$D_{T,R}$ = dosis ekuivalen (mSv)

$I(t)$ = aktivitas (Bq)

$e(g)$ = faktor konversi dosis (Sv/Bq)

Harga $e(g)$ merupakan *effective dose per unit intake* yaitu dosis koefisien melalui suntikan langsung ke darah ^[5]

Dalam proteksi radiasi, besaran dosimetri yang lebih bermakna adalah dosis rata-rata dalam organ yang telah dibobot, yang disebut dengan dosis tara dalam organ T, dan ditentukan melalui persamaan ^[6] :

$$H_{T,R} = w_R \cdot D_{T,R} \quad (11)$$

Dimana :

$H_{T,R}$: dosis tara

$D_{T,R}$: dosis serap yang dirata-ratakan untuk daerah organ atau jaringan T yang disebabkan radiasi R.

w_R : faktor bobot radiasi menurut jenis dan energi radiasi.

Hubungan antara kemungkinan terjadinya akibat stokastik dengan dosis tara ternyata juga bergantung pada kepekaan organ atau jaringan yang tersinari. Faktor bobot yang digunakan untuk dosis serap dalam setiap organ T disebut faktor bobot w_T . Apabila organ T yang mempunyai faktor bobot jaringan w_T diberi dosis tara H_T , maka dosis efektifnya adalah ^[6]:

$$H_E = H_T \cdot w_T \quad (12)$$

Dimana :

H_E : Dosis efektif

H_T : Dosis tara

w_T : faktor bobot jaringan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan dengan persamaan (10), (11), dan (12) dari ICRP 68 digunakan untuk menghitung dosis yang aman. Sesuai dengan yang direkomendasikan BAPETEN maka NBD untuk anggota masyarakat umum untuk seluruh tubuh 5 mSv per tahun. Dalam hal penyinaran lokal yaitu hanya bagian khusus dari tubuh, dosis rata-rata dalam tiap organ atau jaringan yang terkena harus tidak boleh lebih dari 50 mSv.

Perhitungan dilakukan untuk Radioisotop I-131 dan Tc-99m

Untuk Radioisotop I-131 dengan aktivitas 25 μCi sampai dengan 50 μCi

Ditentukan harga ^[5]:

Faktor koreksi $e(g)$ untuk suntikan $2,2 \cdot 10^{-8}$ Sv/Bq

Faktor bobot radiasi $w_R = 1$

Faktor bobot jaringan $w_T = 0,05$

Maka dapat dihitung harga dosis efektif sesuai dengan Tabel 1.

Tabel 1. Hubungan antara aktivitas dan dosis efektif untuk I-131

No	Aktivitas (μCi)	Dosis efektif (mSv)
1	25	41
2	30	49
3	35	57
4	40	65
5.	45	73
6	50	81

Untuk Radioisotop Tc-99m dengan aktivitas 100 mCi sampai dengan 200 mCi ,

Ditentukan harga ^[5]:

Faktor koreksi $e(g)$ untuk suntikan $1,9 \cdot 10^{-11}$ Sv/Bq

Faktor bobot radiasi $w_R = 1$

Faktor bobot jaringan $w_T = 0,05$

Maka didapatkan harga dosis efektif sesuai dengan Tabel. 2

Dari hasil perhitungan dapat diketahui bahwa untuk penggunaan radioisotope I=131 aktivitas 20 μCi sampai dengan 50 μCi dihasilkan dosis serap antara 41 mSv sampai dengan 81 mSv. Sedangkan untuk radioisotope

Tc-99m aktivitas 100 mCi sampai dengan 200 mCi dihasilkan dosis serap 1,4 mSv sampai dengan 2,7 mSv.

Dalam perhitungan dosis serap untuk radioisotope I-131 dan Tc-99m didapatkan bahwa I-131 dengan aktivitas yang kecil akan didapatkan dosis serap yang besar sedangkan untuk Tc-99m dengan aktivitas yang besar akan didapatkan dosis serap yang lebih kecil.

Tabel 2. Hubungan antara aktivitas dan dosis efektif untuk Tc-99m

No	Aktivitas (mCi)	Dosis efektif (mSv)
1	100	1,4
2	125	1,7
3	150	2,0
4	175	2,4
5.	200	2,7

KESIMPULAN.

Dari hasil analisis disimpulkan bahwa kedua dosis radioisotop (I-131 dan Tc-99m) masih di bawah Nilai Batas Dosis (NBD) yang dipersyaratkan oleh BAPETEN. Walaupun aktivitas Technicium (Tc-99m) yang disuntikan ke pasien lebih tinggi dari aktivitas Iodium (I-131), namun dosis serap pasien lebih rendah.

SARAN

Penggunaan Technicium (Tc-99m) lebih disarankan untuk pemeriksan Renograf

DAFTAR PUSTAKA

1. WIRANTO BUDI SANTOSA, perangkat renograf untuk diagnosis fungsi ginjal, prosiding seminar teknoekonomi iptek nuklir, pktn-batan, 2009
2. Sk ka. Bapeten no : 01/ka-bapeten/v-99. Ketentuan keselamatan kerja terhadap radiasi, 1999
3. WIRYOSIMIN, mengenal asas proteksi radiasi, itb bandung, 1995
4. ICRP 68. Dose coefisien for intakes of radionuklides by worker, icrp, pergamon press, 1995.
5. Safety report series no 37, methodes for assessing occupational radiation doses due to intakes of radionuclides, 2004.
6. PUSAT PENDIDIKAN DAN PELATIHAN BATAN, prinsip proteksi radiasi, batan serpong, 2006.

