

Karakteristik Dosimetri dari Sektor Kolimator Gamma Knife Perfexion

Jhon Wesly Manik^{*}, Eko Hidayanto, Heri Sutanto

Departemen Fisika Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, Tembalang Kota Semarang Jawa Tengah 50275, INDONESIA

*e-mail: jhon.wesly@st.fisika.undip.ac.id

Abstract

This study was conducted to evaluate the dosimetry of sector 1-8 collimator 4 mm, 8 mm, 16 mm for the dose rate of Gamma Knife Perfexion. The measurement method for determining the dosimetry of sectors 1-8 is done by calculating the dose rate using chamber ionization detector by convert to Electrometer. For calculating the dose rate of each collimator size 4 mm, 8 mm, 16 mm using rules from [American Association of Physicists in Medicine Task Grup 51](#). The dosimetry of the sectors 1 to 8 in the 4 mm, 8 mm, and 16 mm 4, 42.46%, 97.35%, 126.16%

Keywords: *Gamma Knife Perfexion, Elektrometer, Detector Ionisasi Chamber Dosimetri Gamma Knife, AAPM TG 51*

PENDAHULUAN

Teknologi *Gamma Knife* merupakan alat terapi yang baik dan aman karena tingkat radiasi ke jaringan sehat sekitarnya berada dalam kadar yang sangat rendah. *Gamma Knife* adalah sebuah alat terapi kesehatan yang menggunakan sinar gamma dari Kobalt-60 (*radiosurgery*) untuk terapi pengobatan tumor atau kelainan lainnya yang ada di otak tanpa harus membedah tulang. Teknologi *Gamma Knife* digunakan sejak 40 tahun yang lalu dan lebih dari 800.000 pasien diseluruh dunia telah mendapatkan manfaat yang lebih baik dalam proses pengobatan berbagai indikasi dengan risiko yang lebih sedikit daripada operasi terbuka. *Gamma Knife Perfexion*

memiliki teknologi yang sangat baik dikelasnya (Ganz, 2011).

Pada tahun 2006 *Gamma Knife* diproduksi ulang, yang dinamakan dengan *Gamma Knife Perfexion*. *Gamma Knife Perfexion* memiliki ukuran kolimator 4 mm, 8 mm, 16 mm dan memiliki 8 sektor dengan jumlah kolimator 192 (Lijun et al, 2008). Sedangkan *Gamma Knife 4C* yang merupakan generasi sebelumnya (Novotny et al, 2008). *Gamma Knife Perfexion* memiliki sistem kolimator stasioner pada sekali tembakan (radiasi) meliputi tiga kolimator dengan memberikan dosis tinggi ke volume target, dengan memfokuskan sinar gamma melalui penampang kolimator. Untuk mengarahkan ke target volume yang kecil *Gamma Knife Perfexion* memiliki

prinsip *stereotaktik* yang dibantu oleh *Frame adaptor*.

Pemanfaatan teknologi *Gamma Knife Perfexion* juga mempunyai dampak negatif yaitu jika terjadi kebocoran radiasi, di mana radiasi yang keluar tidak sesuai dengan yang diinginkan saat melakukan penyinaran pada pasien (Kutcher et al, 1995). *American Association of Physicists in Medicine* (AAPM) merekomendasikan bahwa dosis yang diberikan pada pasien mempunyai ketidakakuratan yang diperbolehkan berada pada jangkauan $\pm 3\%$ (Schlesinger et al, 2009). Pemberian dosis optimum pada penyinaran *Gamma Knife Perfexion* sangat diperlukan guna mencapai keberhasilan pengobatan, sebagai salah satu fungsi kendali kualitas dan jaminan kualitas (Chung et al, 2011).

Untuk memastikan dan meminimisasi dampak adanya kebocoran atau kelebihan dosis radiasi yang dipancarkan pada pengobatan kanker atau tumor di kepala dengan *Gamma Knife Perfexion*, maka penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi dosimetri menggunakan detektor *ionisasi chamber* dengan dikonversi menggunakan alat elektrometer dengan menggunakan aturan dari AAPM TG.51 $D_{DW} = KTP \cdot N_{DIW} \cdot M$. Tujuan dari penelitian ini untuk mengevaluasi akurasi dosimetri kolimator

setiap sektor 1-8 pada kolimator 4 mm, 8 mm, 16 mm pada *Gamma Knife Perfexion*.

METODE PENELITIAN

Penentuan faktor kalibrasi dari keluaran konversi elektrometer dilakukan oleh BATAN. yaitu 0.2993 mGy/ μc . Detektor *ionisasi chamber* yang akan dipapar radiasi dari alat *Gamma Knife* dengan sumber kobalt-60 dan nilai paparan radiasi akan dikonversi menggunakan elektrometer dan faktor korelasi suhu dan tekanan akan dihitung dengan menggunakan aturan dari AAPM TG.51 selama sepuluh menit setiap sektor dan setiap satu menit faktor konversi dihitung pada sektor 1-8 pada kolimator 4 mm, 8 mm, 16 mm dengan menggunakan persamaan 1 dan 2.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran untuk menentukan dosimetri dilakukan dengan menghitung D_{DW} adalah laju dosis (Gray/menit) menggunakan aturan dari AAPM TG.51 dengan persamaan

$$D_{DW} = KTP \cdot N_{DIW} \cdot M \quad (1)$$

tahapan pengukuran laju dosis menggunakan faktor konversi elektrometer (N_{DIW}) yaitu 0.2993 Gy/menit sedangkan M adalah nilai muatan yang terukur di elektrometer (nC atau pC) dan untuk

mencari faktor korelasi suhu dan tekanan (KTP) menggunakan persamaan:

$$KTP = \left(\frac{273.2+T}{273.2+T_0} \right) \frac{p_0}{P} \quad (2)$$

Berikut salah satu hasil pengukuran detektor yang diubah menjadi besaran fisika melalui elektrometer terhadap radiasi.

Tabel 1. Sektor 1

Waktu (Menit)	kolimator 16	kolimator 8	kolimator 4
1	822.4	657.0	281.5
2	822.6	657.1	281.4
3	822.7	657.1	281.4
4	822.5	657.2	281.3
5	822.7	657.0	281.4
6	822.6	657.1	281.4
7	822.5	657.1	281.3
8	822.8	657.4	281.2
9	822.7	657.5	282.3

Temperatur T 21,1 °C
 Pressure 1007.6 hPa

Setiap satu menit pada kolimator yang ditunjukkan pada tabel 1 – 8 setiap sektornya. Hasil data pengukuran tabel.1 sektor 1 akan dilakukan perhitungan menggunakan

persamaan 1 dan 2 untuk mendapatkan laju dosis setiap menitnya pada sektor 1 kolimator 4 mm, 8 mm, 16 mm dengan satuan Gy/menit dibawah ini.

Tabel II. Pengukuran Laju Dosis (Gy/menit)

Sektor	Laju dosis		
	Kolimator 4 mm	Kolimator 8 mm	Kolimator 16 mm
1	0.865	2.019	2.527
2	0.847	1.934	2.505
3	0.844	1.895	2.514
4	0.854	1.897	2.526
5	0.861	1.907	2.542
6	0.847	1.887	2.526

7	0.846	1.901	2.512
8	0.855	1.960	2.515

Tabel III. Kolimator 4 mm

Sektor	Laju Dosis (Gy/menit)		Akurasi dosimetri (%)
	Film Gafcromik	Standart (Elektrometer)	
1	1.994	0.865	- 134,58
2	1.994	0.847	- 135,41
3	1.994	0.845	- 135,97
4	1.994	0.854	- 133,48
5	1.994	0.861	- 131,59
6	1.994	0.847	- 135,41
7	1.994	0.846	- 135,69
8	1.994	0.855	- 133,21

Tabel IV Kolimator 8 mm

Sektor	Laju Dosis (Gray/menit)		Akurasi dosimetri (%)
	Film Gafcromik	Standar (Elektrometer)	
1	1.994	1.984	99.5 %
2	1.994	1.934	97.5 %
3	1.994	1.895	94.6 %
4	1.994	1.897	94.9 %
5	1.994	1.908	99.4 %
6	1.994	1.887	94.6 %
7	1.994	1.901	95.4 %
8	1.994	1.968	98.7 %

Table V Kolimator 16 mm

Sektor	Laju Dosis (Gray/menit)		Akurasi dosimetri (%)
	Film Gafchromik	Standar (Elektrometer)	
1	1.994	2.484	19,72
2	1.994	2.505	20,39
3	1.994	2.515	20,31
4	1.994	2.526	20,62
5	1.994	2.543	21,73
6	1.994	2.526	21,06
7	1.994	2.512	20,62
8	1.994	2.515	20,71

KESIMPULAN

Dari hasil pengukuran untuk akurasi dosimetri pada *Gamma Knife Perfexion* menggunakan alat elektrometer dan detektor ionisasi chamber mendapatkan nilai akurasi rata rata pada kolimator 4 mm, 8 mm, 16 mm berturut-turut -134,54 %, -3.18 %, 20.645 % Akurasi dosimetri yang terbaik adalah kolimator 8 mm (Schlesinger et al, 2009).

DAFTAR PUSTAKA

- Menard, K., O' Shaughnessy, B., Payne, A. A., Kotlyachkov, O., & Minaker, B. (2015). *The Effectiveness of Tutorials in Large Classes: Do they matter?*. Toronto: Higher Education Quality Council of Ontario.
- Nugroho, B. A. (2005). *Strategi Jitu Memilih Metode Statistika Penelitian dengan SPSS*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Sumarmo. (2006). *Kemandirian Belajar: Apa, Mengapa dan Bagaimana Dikembangkan Pada Peserta Didik*. Makalah pada Seminar Pendidikan Matematika di UNY.
- UNPAR, F. (2015/2016). Petunjuk Pelaksanaan Akademik. Retrieved from Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan: <http://ft.unpar.ac.id/informasi->

[untuk-mahasiswa/petunjuk-pelaksanaan-akademik/](#)

UPI.(n.d.). S_E0351_055055_Chapter2.

Retrieved from Research UPI:

[http://a-research.upi.edu/operator/upload/se0351_055055_chapter2\(1\).pdf](http://a-research.upi.edu/operator/upload/se0351_055055_chapter2(1).pdf)

Utari, R. (2012). *Taksonomi Bloom: Apa dan Bagaimana Menggunakannya?*.

Widyaiswara Madya, Pusdiklat KNPk.

Uyanto, S. S. (2009). *Pedoman Analisis Data dengan SPSS*. Yogyakarta: Graha Ilmu.