ISSN : 1410 - 377X

KINERJA PESAWAT PEMERCEPAT LINIER MEVATRON 74

Nurman, C Tuti Budiantari
Pusat Standardisasi dan Penelitian Keselamatan Radiasi

ABSTRAK

KINERJA PESAWAT PEMERCEPAT LINIER MEVATRON 74. *Makalah ini menguraikan kinerja pesawat pemercepat linier MEVATRON 74 milik RS. Cipto Mangun Kusumo. Pengukuran dilakukan di dalam fantom air pada kondisi acuan dengan jarak sumber ke permukaan (SSD) 100 cm dan luas lapangan radiasi (FS) 10 cm x 10 cm. Sistem dosimeter Therados RFA 1 digunakan untuk menentukan prosentase dosis kedalaman (PDD), kualitas berkas radiasi (D^{20}_{10}) dan profil berkas foton 10 MV, sedangkan detektor kamar ionisasi volume 0,6 cc tipe NE 2581 yang terangkai dengan elektrometer Farmer tipe 2570 A digunakan untuk menentukan faktor kalibrasi satuan monitor. Perhitungan hasil pengukuran dilakukan dengan menggunakan protokol IAEA yang terdapat dalam Technical Report Series No. 277. Hasil yang diperoleh menunjukkan dosis mencapai maksimum di kedalaman 2,4 cm, kualitas berkas radiasi (D^{20}_{10}) 0,63 dan profil berkas pada 2 bidang tegak lurus sumbu utama berkas radiasi memiliki simetri 0,10 % dengan kerataan 4,25 % dan simetri 0,0 % dengan kerataan 2,03 %. Faktor kalibrasi satuan monitor didapatkan harga 0,998*

ABSTRACT

PERFORMANCE OF MEVATRON 74 LINEAR ACCELERATOR UNIT. *This paper describes the performance of MEVATRON 74 linear accelerator unit at Cipto Mangun Kusumo Hospital. Measurements were carried out in a water phantom at Source Surface Distance (SSD) of 100 cm and Field Size (FS) of 10 cm x 10 cm. Determination of percentage depth dose(PDD), beam quality(D^{20}_{10}) and beam profiles were done using Therados RFA 1 system. Calibration of monitor unit was measured using a 0.6 cc ionization chamber connected to an electrometer of Farmer type 2570 A. Calculation was based on the IAEA protocol in the Technical Report Series No. 277. The results showed that the maximum depth dose was 2.4 cm, beam quality (D^{20}_{10}) was 0.63. Beam profiles for two principal planes had symmetry of 0.1 % with flatness of 4.25 % and symmetry of 0.0 % with flatness of 2.03 %. The calibration factor of monitor unit was 0.998*

PENDAHULUAN

Pada tahun 1996 Fasilitas Kalibrasi Tingkat Nasional PSPKR-BATAN mengikuti kembali program interkomparasi dosis berkas foton energi tinggi menggunakan TLD yang diselenggarakan IAEA. Tujuan program ini adalah untuk mendapatkan telaahan nilai dosis serap radiasi terapi berkas foton energi tinggi. Untuk penyinaran TLD ini, Fasilitas Kalibrasi Tingkat Nasional menggunakan pesawat pemercepat linier MEVATRON 74 yang dapat memancarkan berkas foton 10 MV milik RS. Cipto Mangun Kusumo.

Sebelum pesawat ini digunakan untuk penyinaran TLD maka terlebih dahulu dilakukan pengukuran beberapa parameter dosimetri yang digunakan untuk perhitungan dosis serap dari pesawat tersebut. Beberapa parameter dosimetri tersebut antara lain : prosentase dosis kedalaman (PDD), kualitas berkas radiasi (D^{20}_{10}), profil berkas dan faktor kalibrasi satuan monitor.

Makalah ini akan menguraikan pengukuran tersebut diatas beserta hasilnya.

TEORI

Penentuan Keluaran Berkas Radiasi

Dosis serap di dalam air, D_w pada suatu titik pengukuran (pada titik efektif pengukuran, P_{eff}) dapat ditentukan menggunakan persamaan berikut [1] :

ISSN : 1410 - 377X

$$D_w\ (P_{eff}) = M_u \cdot N_D \cdot S_{w,air} \cdot P_u \cdot P_s \quad (1)$$

dengan D_w (P_{eff}) : dosis serap dalam air pada kedalaman acuan (cGy), M_u: bacaan dosimeter yang dikoreksi temperatur dan tekanan udara ruang (digit), N_D :faktor bacaan kalibrasi dosis serap di air (cGy/digit), $S_{w,air}$: nisbah daya henti masa air terhadap udara, mengacu pada TRS No.277. (Tabel XIII), P_u : faktor koreksi perturbasi, mengacu pada TRS No.277. (Gambar 14), P_s : faktor koreksi rekombinasi ion.

Kualitas Berkas Radiasi (D^{20}_{10})

Parameter yang biasa dipakai untuk menyatakan kualitas radiasi berkas foton pesawat pemercepat linier adalah potensial pemercepat nominal yang hampir sama dengan energi elektron yang menumbuk target.

Untuk menentukan kualitas berkas foton ini digunakan protokol kalibrasi NORDIC yaitu dengan mengukur dosis di sumbu utama berkas pada kedalaman 10 cm dan 20 cm. Perbandingan dosis pada kedalaman 10 cm dan 20 cm ini berhubungan dengan potensial pemercepat .

Kerataan (*flatness*) Berkas

Kerataan dapat dinyatakan sebagai variasi prosentase maksimum yang diijinkan dari dosis rata-rata yang menyilang pusat 80 % dari lebar tengah puncak profil berkas[3] .

Kerataan (F) dinyatakan sebagai :

$$F = \frac{M-m}{M+m} x100\% \quad (2)$$

dengan M dan m adalah harga dosis maksimum dan minimum

Simetri Berkas

Simetri berkas didefinisikan sebagai deviasi prosentase maksimum yang diijinkan dari dosis di sisi kiri dan dosis di sisi kanan yang berjarak sama ke sumbu utama berkas pada 80 % dari titik-titik lebar tengah puncak[3] .

Faktor Kalibrasi Satuan Monitor

Faktor kalibrasi satuan monitor adalah perbandingan antara dosis serap pada sumbu utama berkas di kedalaman dosis maksimum (d_{max}) dengan satuan monitor pada panel kontrol pesawat. Biasanya harga 1 satuan monitor ekivalen dengan 1 cGy [3] .

PERALATAN DAN TATA KERJA

Pertama dilakukan pengukuran prosentase dosis kedalaman dari pesawat pemercepat linier Mevatron 74 menggunakan sistem Therados RFA-1 yang terdiri dari detektor, fantom air, motor pengendali, elektrometer dan perangkat komputer. Pengukuran dilakukan pada jarak sumber ke permukaan, SSD 100 cm, FS 10 cm x 10 cm. Detektor digerakkan di sepanjang sumbu utama berkas radiasi mulai dari permukaan air sampai kedalaman yang sesuai dengan kebutuhan. Setelah itu dilakukan penentuan profil berkas radiasi untuk mengetahui simetri dan kerataan (*flatness*) berkas radiasi pada kedalaman 10 cm. Pengukuran dilakukan pada kondisi yang sama dengan pengukuran prosentase dosis kedalaman. Detektor digerakkan ke arah bidang yang tegak lurus sumbu utama berkas[3] . Hasil pengukuran tersebut diatas kemudian dicetak.

Selanjutnya dilakukan kalibrasi satuan monitor dari panel kontrol pesawat tersebut untuk mendapatkan perbandingan antara dosis serap pada sumbu utama berkas di kedalaman dosis mencapai maksimum (d_{max}) dengan satuan monitor. Kalibrasi satuan monitor dilakukan dengan meletakkan detektor volume 0,6 cc tipe NE 2581 di dalam fantom Standar IAEA pada kedalaman 10 cm untuk SSD 100 cm dan FS 10 cm x 10 cm. Detektor disinari dengan dosis 200 satuan monitor untuk bacaan ulangan sebanyak 5 (lima) kali. Temperatur dan tekanan udara pada setiap pengukuran dicatat

Setelah itu dilakukan pengukuran faktor koreksi rekombinasi ion (P_s). Faktor koreksi rekombinasi ion didapatkan dengan metoda ***dua-tegangan*** yang didasarkan pada pengukuran muatan Q_1 dan Q_2 yang dikumpulkan detektor dengan tegangan kerja V_1 dan V_2. Pada

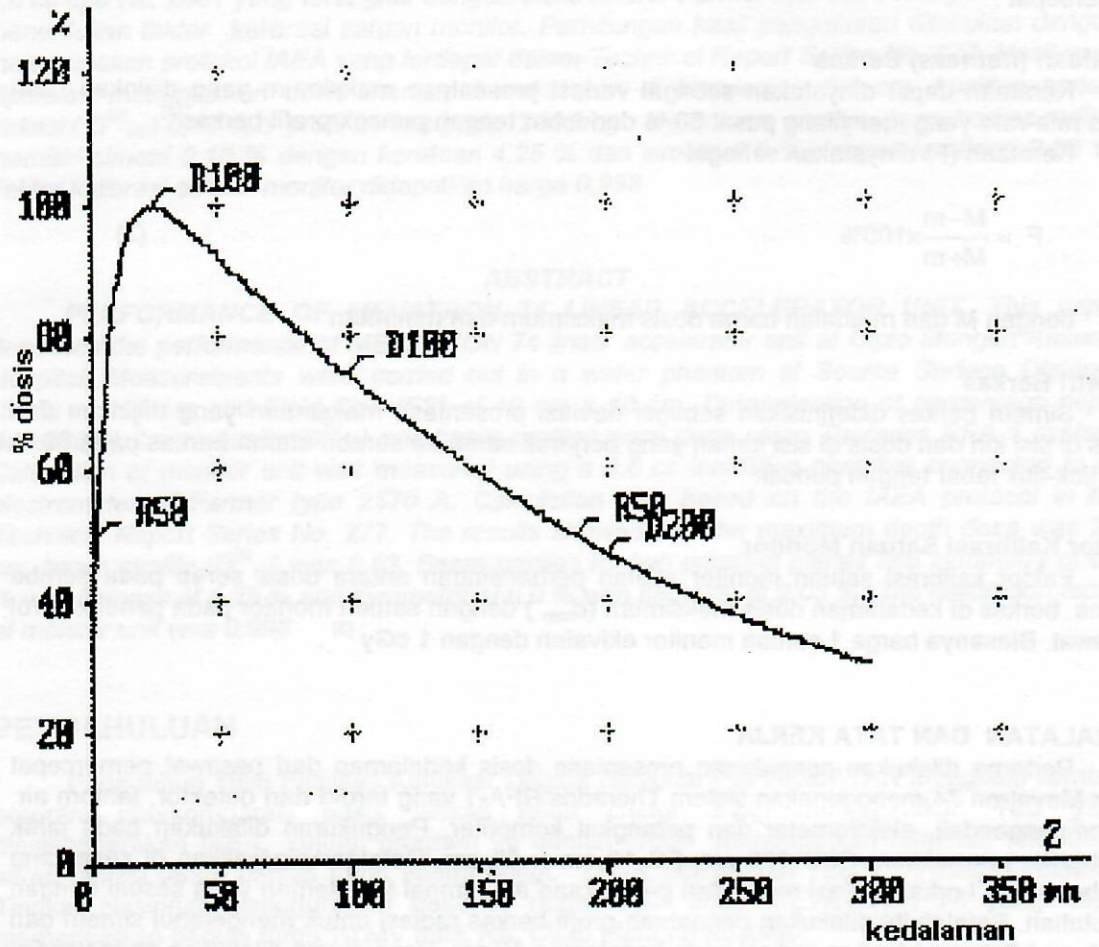
 ISSN : 1410 - 377X

pengukuran ini digunakan tegangan kerja V_1= V (249 Volt) dan V_2 = V/4. Detektor disinari untuk bacaan 100 satuan monitor. Temperatur dan tekanan udara selama penyinaran dicatat. Faktor koreksi rekombinasi ion (Ps) dihitung dengan persamaan berikut [1] :

$$P_s = 1{,}002 - 0{,}3632\,(Q1/Q2) + 0{,}3413\,(Q1/Q2)^2 \qquad (3)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran prosentase dosis kedalaman pada SSD 100 cm dan FS 10 cm x 10 cm menggunakan sistem Therados RFA-1 dapat dilihat pada Gambar 1. Dari Gambar 1. dapat dilihat bahwa dosis maksimum terukur pada kedalaman 2,4 cm dan prosentase dosis di kedalaman 10 cm adalah 74,3 % sedangkan harga perbandingan dosis pada kedalaman 20 cm terhadap dosis pada kedalaman 10 cm adalah 0,63.

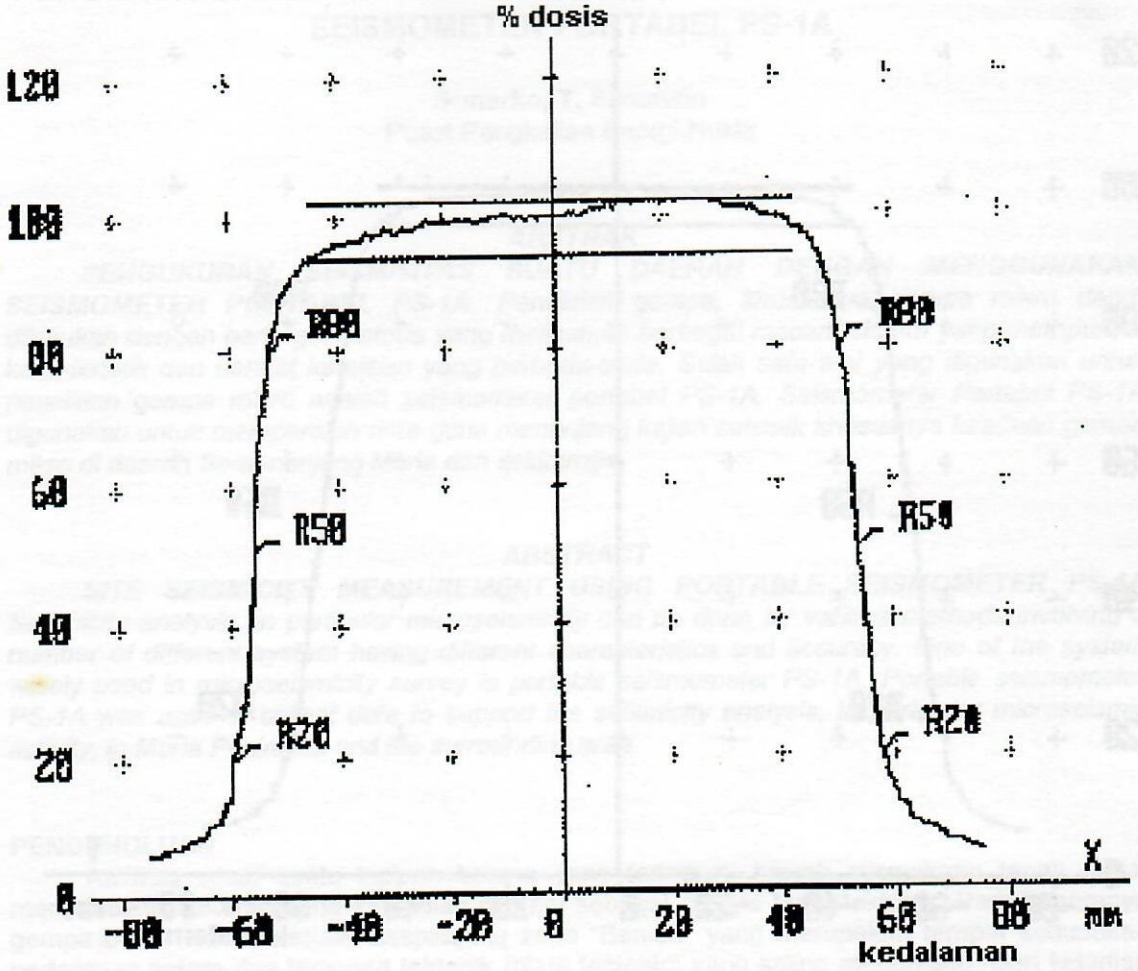


Gambar 1 Prosentase dosis kedalaman pesawat MEVATRON 74 pada jarak sumber ke permukaan fantom SSD 100 cm dan luas lapangan FS 10 cm x 10 cm.

Hasil pengukuran profil berkas radiasi pada arah 2 bidang yang tegak lurus sumbu berkas radiasi pada kedalaman 10 cm menggunakan sistem Therados RFA-1 terdapat pada Gambar 2. dan Gambar 3. Dari Gambar 2. dapat dilihat bahwa profil berkas radiasi memiliki simetri 0,10 % dengan kerataan (*Flatness*) 4,25 %, Sedangkan dari Gambar 3. dapat dilihat bahwa profil berkas radiasi memiliki simetri 0,00 dengan kerataan 2,03.

Hasil pengukuran kalibrasi satuan monitor panel kontrol pesawat pemercepat linier Mevatron 74 menggunakan detektor tipe NE 2581 terdapat pada Tabel 1. dan hasil perhitungan faktor kalibrasi satuan monitor menggunakan persamaan 1. dapat dilihat pada tabel yang sama di bawah ini.

ISSN : 1410 - 377X



Gambar 2 Profil berkas foton pada bidang horisontal di kedalaman 100 dengan jarak sumber ke permukaan fantom SSD 100 cm dan luas lapangan FS 10 cm x 10 cm.

Tabel 1. Hasil Kalibrasi Satuan Monitor Panel Kontrol Pesawat MEVATRON 74

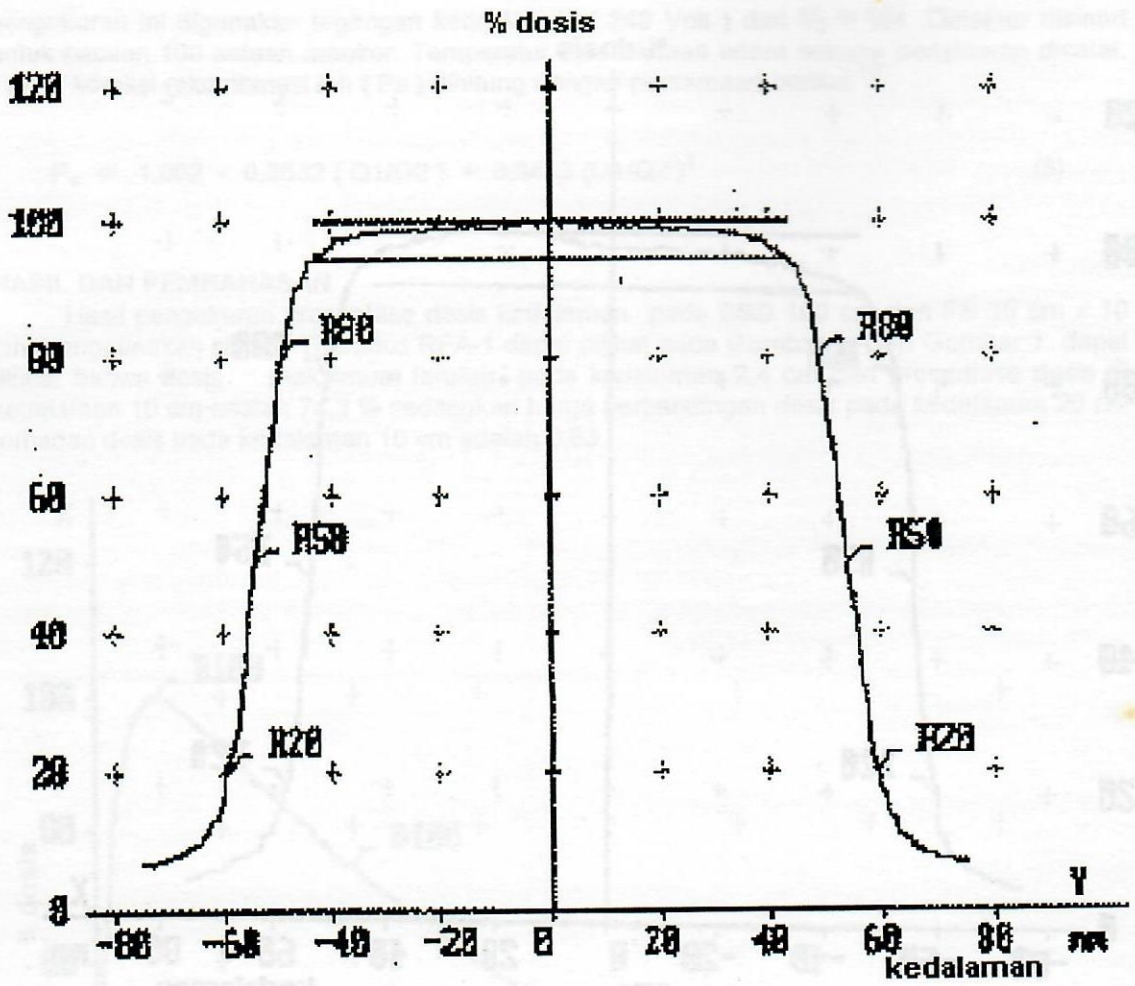
P/T mBar/°C	M_u digit	N_D Gy/digit	$S_{w,air}$	P_u	P_s	D_{w10} cGy	D_{max} cGy	FKSM cGy/SM
1004/22	158,4±0,09	0,8455	1,105	1,004	0,9977	148,24	199,5	0,998

Dari hasil pengukuran prosentase dosis kedalaman didapat dosis mencapai harga maksimum pada kedalaman 2,4 cm dan prosentase dosis di kedalaman 10 cm adalah 74,3 %. Sedangkan kualitas radiasi didapatkan harga (D^{20}_{10}) 0,63. Harga ini masih sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan pabrik.

Profil berkas radiasi pada arah horizontal mendapatkan harga simetri berkas sebesar 0,18 % dengan kerataan 4,25 % , sedangkan pada arah vertikal mendapatkan harga simetri 0,0 % dengan kerataan 2,03 %. Untuk kepentingan interkomparasi hal ini tidak begitu berpengaruh namun untuk penyinaran pasien tumor sebaiknya dilakukan penyetelan kembali bending magnit agar harga kerataan tersebut lebih kecil dari 3 %[3].

Dari hasil kalibrasi satuan monitor diperoleh faktor kalibrasi satuan monitor yang cukup baik yaitu sebesar 0,998 SM/cGy yang berarti 1 satuan monitor sama dengan 0,998 cGy.

ISSN : 1410 - 377X



Gambar 3 Profil berkas foton pada bidang vertikal di kedalaman 100 dengan jarak sumber ke permukaan fantom SSD 100 cm dan luas lapangan FS 10 cm x 10 cm.

KESIMPULAN

Dengan prosentase dosis kedalaman di kedalaman 10 cm sebesar 74,4 % yang masih sesuai dengan spesifikasi pabrik , profil berkas radiasi yang cukup baik untuk penyinaran TLD serta faktor kalibrasi satuan monitor sebesar 0,998 menunjukkan bahwa kinerja pesawat pemercepat linier Mevatron 74 dapat digunakan untuk penyinaran TLD

DAFTAR PUSTAKA

1. P. ANDREO et al, Absorbed Dose Determination in Photon and Electron Beam, Technical Report Series No. 277, IAEA, Vienna, 1987.
2. JOHN HORTON, PhD. Hand Book of Radiation Therapy Physics, Prentice Hall, INC, 1987.
3. WILLIAMS, J.R. AND TWAITES, D.I..,Radiotherapy Physics in Practice, Oxford University Press, Oxford,1993.