

Monitoring harian pesawat linac dengan EPID: studi pendahuluan

Andrian Dede Handika*, Sugiyantari

Instalasi Radioterapi, RSUP Persahabatan, Jakarta Timur, DKI Jakarta, 13230

*E-mail: andriandedehandika@gmail.com

Naskah Masuk	11 Agustus 2017
Naskah Revisi	16 April 2018
Naskah Diterima	30 Desember 2018
Naskah Terbit	28 Februari 2019

Abstrak: Linac Elekta Precise di Instalasi Radioterapi, RSUP Persahabatan yang dilengkapi dengan *Electronic Portal Imaging Device* (EPID). Telah dilakukan pengukuran monitoring harian pesawat linac dengan menggunakan EPID dan bilik ionisasi. Diharapkan dari keduanya diperoleh hasil yang dapat dibandingkan. Sehingga EPID dapat digunakan sebagai detektor alternatif untuk pengukuran monitoring harian pesawat linac. Pada studi ini digunakan pesawat linac Elekta Precise dengan EPID iViewGT a-Si flat panel dengan energi 6 MV dan 10 MV. Pengukuran menggunakan lapangan 10 cm × 10 cm, Source to Detector Distance (SDD) 160 cm dengan variasi MU mulai dari 95-105 MU dengan interval 1 MU. Pengukuran konsistensi harian pesawat linac dilakukan dengan eksposi 100 MU dengan parameter pesawat yang sama pada setiap harinya. Evaluasi profil berkas citra EPID dilakukan pada sepanjang kedua sumbu *inplane* dan *crossplane*. Hasil kalibrasi EPID menunjukkan hubungan yang linear antara nilai piksel dengan MU untuk kedua berkas energi (6 MV dan 10 MV). Pengukuran konsistensi keluaran harian dengan eksposi 100 MU memberikan deviasi secara umum tidak lebih dari 3% untuk kedua berkas energi, sesuai dengan hasil pengukuran yang menggunakan bilik ionisasi. Flatness dan simetri berkas yang diperoleh dari profil citra EPID menunjukkan deviasi tidak lebih dari 2% dan masih berada dalam batas toleransi. Berdasarkan hasil evaluasi citra EPID harian pesawat linac yang mencakup konsistensi keluaran, kerataan (*flatness*), dan simetri profil berkas, menunjukkan bahwa EPID disarankan sebagai detektor alternatif untuk monitoring harian profil berkas.

Abstract: Took place in Persahabatan Hospital, Department of Radiotherapy, a research has been held using Linac Elekta Precise equipped by EPID (Electronic Portal Imaging Device). The research is focused on daily measurement on Linac using EPID and Ionization Chamber which the results were compared in effort to use EPID as alternative detector for daily measurement on Linac. The Linac Elekta Precise used in this research was equipped with EPID iViewGT a-Si flat panel with energy consist of 6 MV and 10 MV, 160 cm SDD (Source to Detector Distance), MU variations between 95-105 MU with 1 MU interval, and measured on 10 cm x 10 cm for the field size. Linac's daily consistent measurement was held with 100 MU exposure and similar Linac's parameter every day. EPID's image beam profile evaluation was held along *inplane* and *crossplane* axis. The result is EPID's calibration show a linear relation between pixel value and MU for both of energy beam (6 MV and 10 MV). Specifically, for Linac's daily consistent measurement with 100 MU, the result show 3% deviation rate in general for both of energy beam which similar with Ionization Chamber measurement result. Flatness and symmetry that acquired from EPID's image profile show no more than 2% deviation rate which still in tolerance limit. In conclusion, EPID's daily image profile evaluation which covered output consistency, flatness, and symmetry beam profile show that EPID could be used for alternative detector for daily beam profile monitoring.

Kata kunci: EPID, konsistensi keluaran, monitoring harian, flatness, simetri

Keywords: EPID, output consistency, daily monitoring, flatness, symmetry

1. Pendahuluan

Pesawat *linear accelerator* (linac) Elekta Precise pada Instalasi Radioterapi, RSUP Persahabatan dilengkapi dengan *Electronic Portal Imaging Device* (EPID). EPID pada dasarnya digunakan untuk memverifikasi posisi pasien ketika akan dilakukan penyinaran. Hal ini penting dilakukan untuk memastikan posisi pasien terutama titik *isocenter*-nya sama dengan perencanaan di *Treatment Planning System* (TPS) agar ketidakpastian dalam pelaksanaan penyinaran pasien semakin kecil. Selain kegunaan utama tersebut, EPID ternyata dapat digunakan sebagai detektor untuk *Quality Check* (QC) pesawat linac. Pada studi sebelumnya, EPID ternyata dapat digunakan untuk pengecekan ukuran lapangan¹, kongruensi lampu dan ukuran lapangan radiasi dari pesawat linac², profil berkas dan konsistensi keluaran foton³ dan elektron⁴, dan verifikasi *planning* IMRT menggantikan 2D Array.⁵

Pada studi ini dilakukan monitoring harian pesawat linac dengan menggunakan EPID dan bilik ionisasi sebagai pembanding. Pengukuran ini dilakukan selama 16 hari, kemudian dilakukan analisa terhadap konsistensi keluaran pesawat dan profil berkas yang meliputi kerataan (*flatness*) dan simetri berkas.

2. Bahan dan metode

Pada studi ini digunakan pesawat linac Elekta Precise dengan EPID iViewGT *amorphous silicon flat panel* berukuran 40 cm × 40 cm. Linac memproduksi sinar-x 6 MV dan 10 MV. Pengukuran menggunakan lapangan 10 cm × 10 cm, *Source to Detector Distance* (SDD) 160 cm di *isocenter*, dan eksposi 100 MU dengan parameter posisi meja pesawat yang sama pada setiap harinya. Selain menggunakan EPID, dilakukan juga pengukuran menggunakan bilik ionisasi TM30013 (PTW, Freiburg) sebagai pembanding khusus untuk konsistensi keluaran pesawat linac. Pengukuran dengan bilik ionisasi dan *solid water phantom* RW3 dilakukan dengan kondisi sama, kecuali posisi SSD 100 cm dan kedalaman 10 cm.

Sebelum dilakukan eksposi harian terlebih dahulu dilakukan pengambilan data untuk memperoleh kurva kalibrasi EPID dalam rentang MU 95-105 MU dengan interval 1 MU, yang digunakan untuk menganalisa konsistensi keluaran pesawat linac. Selanjutnya semua data pengukuran EPID diekspor melalui komputer iViewGT dengan format *.tif*. *File* hasil ekspor berukuran data 16-bit, beresolusi 1024 × 2024 piksel, dengan dimensi 25.6 cm × 25.6 cm yang merepresentasikan area aktif dari EPID.

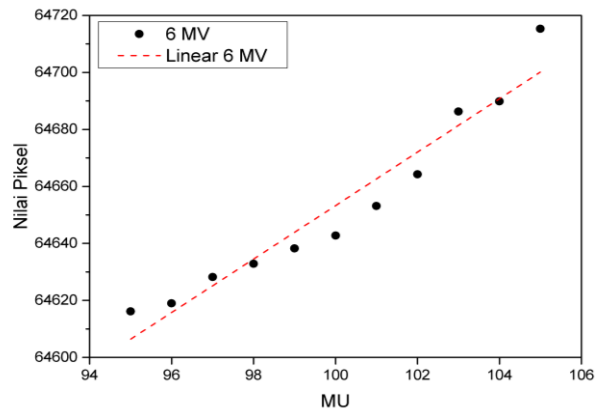
Evaluasi file citra EPID menggunakan *software* ImageJ versi 1.51n. Ada dua variasi dalam penentuan *region of interest* (ROI) yang digunakan dalam studi ini. Pertama, ROI berbentuk kotak berukuran 300 × 300 piksel pada lokasi tengah citra EPID untuk menganalisa konsistensi keluaran pesawat linac. Kedua, ROI berbentuk garis lurus sejajar sumbu utama *inplane* dan *crossplane* citra EPID untuk menganalisa profil berkas. Setiap citra EPID juga dilakukan inversi nilai piksel untuk memudahkan evaluasi.

Evaluasi profil berkas, yang meliputi kerataan (*flatness*) dan simetri berkas, menggunakan formulasi sesuai dengan IEC 609766 sebagai berikut:

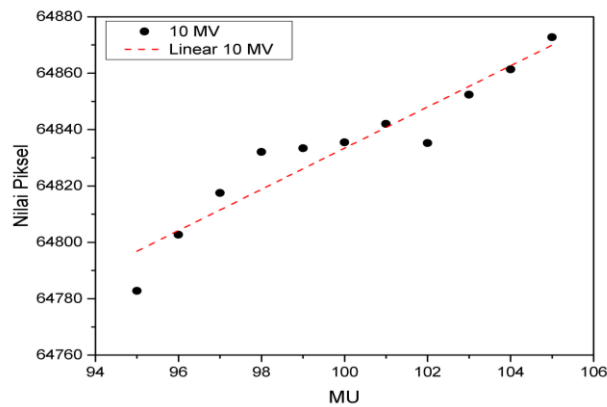
$$Flatness = (D_{max} / D_{min}) \times 100 \quad (1)$$

$$Simetri = (D_{kiri} / D_{kanan})_{max} \times 100 \quad (2)$$

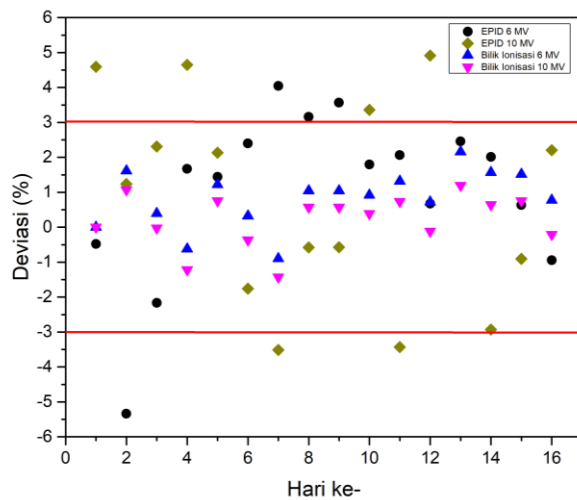
D_{max} dan D_{min} merupakan dosis maksimum dan dosis minimum, dan D_{kiri} dan D_{kanan} merupakan dosis maksimum di sisi kiri dan kanan pada profil berkas. Batas *flatness* dan simetri ditentukan sesuai dengan ketentuan oleh IEC yang nilainya lebar lapangan (FW) – 1 cm.



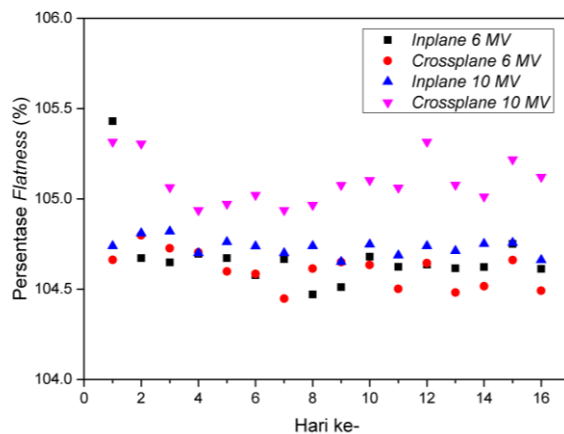
Gambar 1. Kurva kalibrasi EPID energi 6 MV



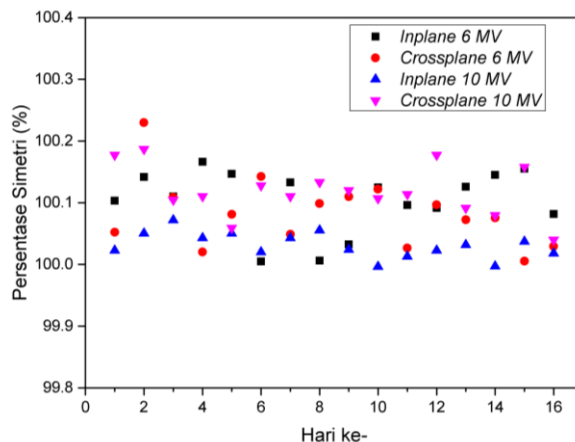
Gambar 2. Kurva kalibrasi EPID energi 10 MV



Gambar 3. Deviasi konsistensi keluaran harian pesawat linac menggunakan EPID dan bilik ionisasi



Gambar 4. Flatness berkas energi 6 MV dan 10 MV menggunakan EPID



Gambar 5. Simetri berkas energi 6 MV dan 10 MV menggunakan EPID

3. Hasil dan pembahasan

Kecenderungan grafik linear terlihat pada kurva kalibrasi energi 6 MV (Gambar 1) dan 10 MV (Gambar 2), dengan nilai R^2 masing-masing 0.935 dan 0.90, yang berarti tingkat kepercayaan kurva kalibrasi berada di atas 90%. Dari kedua grafik tersebut terlihat bahwa semakin tinggi nilai MU yang dieskposi ke plat panel EPID, maka semakin tinggi nilai piksel yang dihasilkan. Persamaan kurva kalibrasi tersebut digunakan untuk memperoleh nilai MU dari pengukuran harian menggunakan EPID.

Berdasarkan Gambar 3, terlihat bahwa sebaran deviasi hasil pengukuran menggunakan EPID untuk energi 6 MV secara umum tidak lebih dari 3% dengan deviasi terbesar terjadi pada hari kedua pengukuran sebesar -5.3%. Ketika pengukuran menggunakan bilik ionisasi untuk energi 6 MV, deviasi masih berada dalam rentang toleransi dan perbedaan deviasi antara EPID dan bilik ionisasi relatif tidak besar dengan selisih keduanya secara keseluruhan di bawah 1%. Energi 10 MV memiliki variasi deviasi yang besar jika dibandingkan dengan energi 6 MV. Secara keseluruhan deviasinya berada di dalam toleransi 3%, akan tetapi beberapa hari deviasinya berada di luar rentang tersebut dengan deviasi terbesar kedua belas sebesar 4.9%. Jika dibandingkan dengan bilik ionisasi 10 MV, selisihnya secara keseluruhan berada di dalam rentang 2%.

Gambar 4 menunjukkan sebaran *flatness* berkas energi 6 MV dan 10 MV sepanjang sumbu *inplane* dan *crossplane* dengan perbedaan nilai berada dalam rentang 2%. Semua *flatness* yang dihasilkan selama 16 hari monitoring

menghasilkan nilai yang relatif sama dan nilai tersebut ketika dibandingkan dengan hasil pengukuran *acceptance test*, *commissioning*, dan pengukuran bulanan terakhir menggunakan bilik ionisasi berselisih secara umum 1%, baik pada posisi *inplane* maupun *crossplane*. Nilai tersebut juga berada di bawah toleransi 106% untuk *flatness* lapangan 10 cm × 10 cm. Dari grafik juga terlihat bahwa variasi terbesar nilai *flatness* terjadi pada posisi *crossplane* energi 10 MV.

Pada Gambar 5, variasi sebaran nilai simetri berkas energi 6 MV dan 10 MV ketika dilakukan monitoring tidak jauh berubah setiap harinya dan berada pada rentang 0.3%, baik pada posisi *inplane* dan *crossplane* pesawat linac. Keseluruhan nilai tersebut juga masih berada dalam batas toleransi yaitu 103% untuk lapangan 10 cm × 10 cm. Ketika dibandingkan dengan data pengukuran *acceptance test*, *commissioning*, dan pengukuran bulanan terakhir berselisih secara keseluruhan tidak lebih dari 1%.

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari pengukuran konsistensi keluaran harian pesawat linac, menunjukkan bahwa sebenarnya EPID dapat digunakan sebagai detektor alternatif, akan tetapi hasil tersebut sangat bergantung dengan kurva kalibrasi, yang akan terus berubah ketika ada perubahan keluaran pesawat linac ketika dilakukan *adjustment* saat pengukuran bulanan, servis, dan pergantian *electron gun* pesawat. Selain itu, eksposi MU yang tinggi dalam jangka panjang juga mempengaruhi *life time* dari EPID, yang mengakibatkan kemampuan EPID untuk membaca citra juga semakin berkurang dikarenakan sifat dari bahan *amorphous silicon* yang digunakan, di samping harganya juga mahal. Begitu pula hasil yang diperoleh dari evaluasi berkas profil dari citra EPID yang meliputi *flatness* dan simetri berkas. Pengukuran yang mungkin dapat diterapkan ketika ingin menggunakan EPID sebagai detektor alternatif untuk monitoring harian pesawat linac adalah pengukuran profil berkas dengan syarat menggunakan nilai MU yang kecil dan tidak lebih dari 5 MU karena EPID akan digunakan secara rutin dalam jangka panjang.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil evaluasi citra EPID harian pesawat linac yang mencakup konsistensi keluaran, *flatness*, dan simetri profil berkas, menunjukkan bahwa EPID disarankan sebagai detektor alternatif untuk *monitoring* harian profil berkas.

Referensi

- ¹ S.J. Baker, G.J. Budgell, and R.I. MacKay, "Use of an amorphous silicon electronic portal imaging device for multileaf collimator quality control and calibration," *Phys. Med. Biol.* **50**, 1377-1392 (2005).
- ² P Dunscombe P, S Humphreys, and K Leszczynski, "A test tool for the visual of light and radiation fields using film or an electronic portal imaging device," *Med. Phys.* **26**, 239-243 (1999).
- ³ G.J. Budgell, R Zhang and R.I. MacKay, "Daily monitoring of linear accelerator beam parameters using an amorphous silicon EPID," *Phys. Med. Biol.* **52**, 1721-1733 (2007).
- ⁴ J.A. Beck, G.J. Budgell, D.A. Roberts, and P.M. Evans, "Electron beam quality control using an amorphous silicon EPID," *Med. Phys.* **36**(5), 1859-1866 (2009).
- ⁵ P.B. Greer and C.C Popescu, "Dosimetric properties of an amorphous silicon electronic portal imaging device for verification of dynamic intensity modulated radiation therapy," *Med. Phys.* **30**, 1618-27 (2009).
- ⁶ International Electrochemical Commission, "Medical electrical equipment-Medical electron accelerators-Functional performance characteristics (IEC 60976)," (2007).