



Verifikasi Dosis Penyinaran Terhadap Kasus Kanker Nasofaring Menggunakan Pesawat Linac Tipe Clinax CX Terintegrasi *Electronic Portal Imaging Device* (EPID) di RS Universitas Andalas

Dian Milvita¹*, Eli Defira¹, Fiqi Diyona²

¹Departemen Fisika, FMIPA Universitas Andalas, Padang, Indonesia

²Instalasi Radioterapi Rumah Sakit Universitas Andalas, Padang, Indonesia

*dianmilvita74@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan verifikasi dosis penyinaran pesawat Linac tipe Clinax CX menggunakan *Electronic Portal Imaging Device* (EPID). Verifikasi dilakukan pada 10 data rekam medis pasien kanker nasofaring di Instalasi Radioterapi Rumah Sakit Universitas Andalas. Proses verifikasi diawali dengan perencanaan *Treatment Planning System* (TPS) menggunakan *Software Eclipse* dilanjutkan dengan penyinaran pada EPID. Verifikasi dilakukan untuk mengetahui kesesuaian distribusi dosis radiasi berdasarkan penentuan nilai indeks gamma dan jumlah lapangan penyinaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa verifikasi dosis radiasi memenuhi standar yang ditetapkan IAEA Human Health Series No. 31 Tahun 2016, dengan nilai *dose different* sebesar 0,0% dengan rata-rata keberhasilan sebesar 99%.

Kata kunci: *Electronic Portal Imaging Device*, *Linac*, *Software Eclipse*, Verifikasi

1. Pendahuluan

Kematian akibat kanker nasofaring mengalami peningkatan setiap tahun. Di Indonesia kanker nasosofaring (KNF) termasuk kanker paling ganas ke-4 pada pria setelah kanker paru, kanker kolorektum dan kanker hati (Globocan, 2020). Kasus kanker nasofaring termasuk kanker ketiga terbanyak setelah kanker payudara dan serviks di Rumah Sakit Universitas Andalas. Oleh karena itu diperlukan metode pengobatan yang tepat. Pengobatan kanker dapat dilakukan menggunakan kemoterapi, pembedahan dan radioterapi. Radioterapi dapat dilakukan menggunakan brakiterapi dan teleterapi. Salah satu instrumen yang digunakan pada teleterapi adalah pesawat Linac. Teknik penyinaran dapat menggunakan *Three Dimension Recontruction Tehnique* (teknik 3DRCT) dan *Intensity Modulated Radiation Therapy* (teknik IMRT). Setiap kasus kanker yang menggunakan pesawat terapi harus melakukan verifikasi terlebih dahulu, sesuai dengan standar *International Atomic Energy Agency* (IAEA) No. 31 tahun 2016. Hal ini juga tertuang dalam Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) nomor 3 tahun 2013 mengenai keselamatan radiasi. Verifikasi keselamatan radiasi meliputi pengkajian keselamatan sumber, pengukuran parameter keselamatan dan rekaman hasil verifikasi keselamatan. Salah satu bentuk rekaman hasil verifikasi keselamatan adalah verifikasi geometri dan dosis radiasi penyinaran. Verifikasi geometri bertujuan untuk mendapatkan ketepatan lapangan radiasi sebelum dilakukannya penyinaran ke pasien sehingga tercapai penyesuaian antara titik origin pada *Treatment Planning System* (TPS) dengan titik origin penyinaran. *Treatment Planning System* (TPS) adalah



suatu sistem komputer khusus yang digunakan untuk membuat rencana pengobatan menggunakan radiasi dengan membuat kurva distribusi dosis pada terapi eksternal dan brakhiterapi sehingga dapat diketahui dosis pada volume tumor total (*gross tumour volume*), volume target klinis (*clinical target volume*), volume target pada perencanaan (*planning target volume*), dan dosis pada organ kritis sekitar tumor yang dapat dilihat pada histogram volume dosis (*dose volume histogram*). Ketidakpastian geometri selalu ditemukan dalam suatu proses radioterapi eksternal. Pergeseran yang terjadi pada proses radioterapi bisa disebabkan karena teknik yang digunakan atau pergeseran dari pasien (Podgorsak, 2005).

Verifikasi dosis penyinaran pada radioterapi dilakukan untuk mengetahui kesesuaian dosis radiasi dari perhitungan pada TPS dan pengukuran yang terukur. Verifikasi dosis penyinaran dilakukan dengan melihat perbandingan distribusi dosis radiasi (*dose difference*) yang diterima antara dosis gradien tinggi dan rendah. Pada dosis gradien rendah dapat dibandingkan secara langsung dengan toleransi yang dapat diterima antara pengukuran dan perhitungan dosis, sedangkan pada daerah dosis gradien tinggi digunakan *distance to agreement* (DTA) karena perbedaan dosis yang besar. DTA adalah jarak antara referensi titik data terukur dan titik data yang direncanakan pada TPS dengan hasil perbandingan distribusi dosis radiasi menunjukkan dosis radiasi yang sama. Kriteria DTA yang telah dibuat dan disepakati menurut IAEA adalah 3 mm dan kriteria perbedaan dosis radiasi sebesar 3% (Mayles et al., 2007).

Verifikasi dapat dilakukan menggunakan film *gafchromic*, 2D array dan *Electronic Portal Imaging Device* (EPID). Film *gafchromic* merupakan salah satu film yang digunakan untuk menentukan distribusi dosis radiasi karena dapat berpondar pada energi tinggi. 2D array merupakan detektor yang mempunyai resolusi spasial rendah. 2D array memiliki kesesuaian dosis yang baik untuk penyinaran menggunakan sinar-X dibandingkan dengan penyinaran menggunakan berkas elektron. *Electronic Portal Imaging Device* (EPID) merupakan sebuah perangkat tambahan yang diintegrasikan pada perangkat Linac. Perangkat ini menghasilkan citra dua dimensi dengan sistem elektronik/digital yang dapat langsung dilihat pada monitor komputer. EPID pada awalnya hanya digunakan untuk verifikasi posisi pasien (verifikasi geometri) namun saat ini EPID telah dikembangkan untuk mengidentifikasi kesalahan perhitungan dosis radiasi penyinaran (Mayles et al., 2007).

Penelitian menggunakan EPID telah dilakukan pada 35 pasien kanker nasofaring menggunakan teknik IMRT di RSCM Jakarta. Pada penelitian ini, EPID tidak digunakan untuk mencari verifikasi dosis radiasi penyinaran pada pasien (Nofridianita et al., 2016). Dosimetri berbasis EPID dengan teknik pengukuran 2D dan 3D juga telah dilakukan dengan hasil penelitian bahwa EPID alat yang bisa digunakan di dalam dosimetri 3D (Mijnheer, 2017). Penelitian menggunakan EPID dapat dilakukan untuk meningkatkan keselamatan pasien dan kualitas pengobatan. Hasil penelitian menunjukkan rekonstruksi dosis hampir seluruhnya berada 3% dalam dosis radiasi yang telah direncanakan sebelumnya (Peca et al., 2017).

EPID juga digunakan untuk memverifikasi dosis *in vivo* pada terapi stereotaktik paru-paru. Hasil penelitian menunjukkan *metode in-vivo dosimetry* (IVD) memberikan prosedur yang cepat dan akurat dalam rutinitas klinis selama memverifikasi dosis (Cilla et al., 2019). Perbandingan dosimetri EPID silikon amorf dan detektor 2D Array pada verifikasi *pra*



treatment IMRT telah dilakukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa EPID merupakan dosimeter yang andal dan akurat untuk *quality assurance* (QA) (Ibrahim et al., 2018). EPID juga dapat digunakan untuk verifikasi harian pesawat Linac. Hasil penelitian menunjukkan verifikasi harian berbasis EPID dapat memberikan informasi tambahan tanpa dosis tambahan (Kruszyna-Mochalska, 2018).

Verifikasi geometri pada pesawat Linac tipe Clinac CX terintegrasi EPID telah dilakukan di RS Unand. Hasil verifikasi menunjukkan Linac memiliki status sangat baik dengan nilai verifikasi geometri setiap lapangan di sumbu Y dan X tidak melebihi batas toleransi yang ditetapkan yaitu $\leq 0,3$ cm (Hadi & Milvita, 2018). Selanjutnya dilakukan verifikasi dosis radiasi penyinaran pada pesawat yang sama. Hasil verifikasi dosis radiasi penyinaran diperoleh menunjukkan pesawat Linac tipe Clinac CX milik rumah sakit Universitas Andalas berada dalam kondisi baik sesuai ketetapan IAEA dan dapat digunakan untuk mengobati penyakit kanker pada pasien (Milvita & Hadi, 2019)

Verifikasi dosis radiasi teknik 3D-CRT dilakukan juga pada pasien kanker payudara menggunakan film EBT3. Hasil verifikasi menunjukkan nilai dosis radiasi yang lebih tinggi dari dosis radiasi TPS (Wessha et al., 2021). Verifikasi dosis radiasi berdasarkan tiga dosimetri yang berbeda yaitu film *gafchromic*, array 2D dan EPID telah dilakukan dengan hasil menunjukkan bahwa kesesuaian distribusi dosis radiasi untuk film *gafchromic* sebesar 89,1 %, array 2D sebesar 99% dan EPID sebesar 96,6 %. Hasil tersebut menunjukkan penggunaan EPID dan 2D array lebih baik untuk verifikasi dosis dibandingkan dengan film *gafchromic* (Yassin et al., 2021).

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya maka dilakukan verifikasi pergeseran geometri pada pesawat Linac tipe Clinax CX menggunakan EPID. Pengolahan data dilakukan pada 10 data rekam medis pasien kanker nasofaring di Instalasi Radioterapi Rumah Sakit Universitas Andalas. Hasil verifikasi diperoleh terdapat pergeseran yang signifikan karena melebihi standar IAEA *Human Health Series* No. 31 tahun 2016 yaitu sebanyak 2 data pasien pada titik koordinat X, 1 data pasien pada titik koordinat Y dan 1 data pasien pada titik koordinat Z karena mempunyai nilai pergeseran $> 0,3$ cm (Defira et al., 2022). Berdasarkan penelitian ini maka dilakukan verifikasi dosis radiasi penyinaran. Verifikasi dosis radiasi dilakukan berdasarkan indeks gamma dan jumlah lapangan penyinaran. Indeks gamma merupakan standar yang paling umum digunakan untuk verifikasi pemberian radioterapi. Penentuan nilai indeks gamma bertujuan untuk mengevaluasi distribusi dosis terukur pada saat penyinaran dan distribusi dosis pada saat TPS. Jika nilai indeks gamma ≤ 1 maka verifikasi dosis penyinaran dinyatakan berhasil tetapi jika nilai indeks gamma > 1 maka verifikasi dosis penyinaran dinyatakan tidak berhasil (Mayles et al., 2007).

2. Metode

Verifikasi dosis radiasi menggunakan 10 data rekam medis pasien kanker nasofaring di Instalasi Radioterapi Rumah Sakit Universitas Andalas. Proses verifikasi diawali dengan perencanaan *Treatment Planning System* (TPS) untuk penentuan jumlah lapangan penyinaran dan sudut *gantry* menggunakan algoritma komputer yang dilengkapi software *Eclipse*. Data hasil perencanaan pada TPS akan dikirimkan ke komputer *console* untuk melakukan penyinaran menggunakan EPID yang terintegrasi pada Linac. Proses penyinaran dilakukan dengan menyesuaikan EPID terlebih



dahulu menggunakan remot *control*, kemudian laser pada linac dihidupkan. Penentuan verifikasi dosis radiasi berdasarkan indeks gamma dan jumlah lapangan penyinaran berdasarkan analisis *perform analys* dan standar yang ditetapkan IAEA *Human Health Series* No.31 Tahun 2016. Nilai indeks gamma yang baik yaitu mendekati nilai nol dan mempunyai batas toleransi sebesar 3%. Verifikasi dosis penyinaran menggunakan indeks gamma dinyatakan berhasil apabila analisis pada komputer *eclipse* menunjukkan '*Passed* ✓' seperti yang terlihat pada Gambar 1 karena memenuhi standar toleransi. Data hasil verifikasi diperoleh setelah melakukan penyinaran menggunakan EPID dan dapat dilihat pada komputer *eclipse*.

Gamma (3.0 %, 3.0 mm)	Value	Tol.	Abs. Dose Difference	Value	Tol.
Area Gamma < 1.0	99.6 %	97.0 %	Max. Dose Difference	0.14 CU	1.00 CU
Maximum Gamma	2.35	3.50	Avg. Dose Difference	0.01 CU	0.20 CU
Average Gamma	0.24	0.50	Area Dose Diff > 0.50 CU	0.0 %	
Area Gamma > 0.8	1.6 %		Area Dose Diff > 0.80 CU	0.0 %	
Area Gamma > 1.2	0.1 %				

Passed ✓

Evaluation Alignment Normalization

Gambar 1. Perform Analys indeks gamma pada komputer Eclipse

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Perencanaan pada *Treatment Planning System* (TPS)

Perencanaan *Treatment Planning System* (TPS) untuk verifikasi dosis penyinaran Linac dilakukan di ruang TPS Instalasi Radioterapi Rumah Sakit Universitas Andalas. Pengaturan jumlah lapangan dan sudut *gantry* dilakukan oleh algoritma komputer. Jumlah lapangan penyinaran yang digunakan pada penelitian ini yaitu 5, 7, dan 9 disesuaikan dengan posisi target kanker. Data perencanaan TPS untuk jumlah lapangan penyinaran dan sudut *gantry* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data perencanaan TPS

No	Inisial Pasien	Jumlah Lapangan Penyinaran	Sudut <i>Gantry</i>
1	R	5	0°,72°,144°,216°,288°
2	OKT		0°,72°,144°,216°,288°
3	ISP		0°,51°,103°,154°,205°,267°,309°
4	AS	7	0°,51°,103°,154°,205°,267°,309°
5	S		0°,51°,103°,154°,205°,267°,309°
6	SK		0°,51°,103°,154°,205°,267°,309°
7	UK	9	0°,51°,103°,154°,205°,267°,309°
8	HPA		0°,40°,80°,120°,160°,200°,240°,280°,320°
9	Y		0°,40°,80°,120°,160°,200°,240°,280°,320°
10	CW		0°,40°,80°,120°,160°,200°,240°,280°,320°

3.2 Data hasil verifikasi dosis penyinaran Linac pada EPID



Hasil verifikasi dosis berdasarkan indeks gamma dan jumlah lapangan penyinaran dapat dilihat pada Tabel 2 dengan status verifikasi secara keseluruhan baik dengan rata-rata keberhasilan indeks gamma sebesar 99%. Nilai *Dose Difference* dari masing-masing pasien adalah 0,0%. Nilai tersebut memenuhi standar yang ada karena lebih kecil dari yang ditetapkan oleh IAEA *Human Health Series* No.31 Tahun 2016 yaitu sebesar 3%. Verifikasi dosis berdasarkan jumlah lapangan berkaitan dengan indeks gamma karena apabila nilai indeks gamma pada *perform analys* tidak memenuhi standar maka akan menunjukkan 'Failed X'. Verifikasi dapat dinyatakan gagal apabila terdapat ≥ 2 lapangan untuk setiap pasien menunjukkan 'Failed X' maka proses *Treatment Planning System* (TPS) harus diulang karena distribusi dosis tidak tersebar merata.

Tabel 2. Geometri pada EPID

No	Inisial Pasien	Jumlah Lapangan Penyinaran	Nilai Rata-Rata Indeks Gamma (%)	Hasil Verifikasi
1.	R	5	99,76	Baik
2.	OKT		99,89	Baik
3.	ISP		99,7	Baik
4.	AS	7	99,8	Baik
5.	S		99,8	Baik
6.	SK		99,7	Baik
7.	UK		99,7	Baik
8.	HPA	9	99,8	Baik
9.	Y		99,9	Baik
10.	CW		99,7	Baik

Jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Hadi dan Milvita (2018) maka hasil penelitian menunjukkan hasil yang sama karena memenuhi standar yang ditetapkan oleh IAEA *Human Health Series* No.31 Tahun 2016, dengan nilai rata-rata keberhasilan lebih besar dari 96%.

4. Simpulan

Verifikasi dosis radiasi memenuhi standar yang ditetapkan IAEA *Human Health Series* No. 31 Tahun 2016 dengan nilai *dose different* sebesar 0,0% dengan rata-rata keberhasilan sebesar 99%.

Daftar Pustaka

- Cilla, S., Ianiro, A., Craus, M., Viola, P., Deodato, F., Macchia, G., Buwenge, M., Morganti, A. G., Valentini, V., & Piermattei, A. (2019). Epid-based in vivo dose verification for lung stereotactic treatments delivered with multiple breath-hold segmented volumetric modulated arc therapy. *Journal of Applied Clinical Medical Physics*, 20(3), 37–44. <https://doi.org/10.1002/acm2.12538>
- Defira, E., Milvita, D., & Diyona, F. (2022). Verifikasi Pergeseran Geometri Pesawat Linac Clinax CX Menggunakan Electronic Portal Imaging Device (EPID) Terhadap Kasus Kanker Nasofaring. *Jurnal Fisika Unand (JFU)*,



- 11(4), 482–486. <https://doi.org/10.25077/jfu.11.4.482-486.2022>
- Hadi, B. S. W., & Milvita, D. (2018). Verifikasi Luas Lapangan Radiasi penyinaran Linac Tipe Clinac CX Terintegrasi Electronic Portal Imaging Device (EPID) Menggunakan Teknik IMRT Di RSP Universitas Andalas. *Jurnal Fisika Unand*, 7(4), 334–338. <https://doi.org/https://doi.org/10.25077/jfu.7.4.334-338.2018>
- Ibrahim, A. G., Mohamed, I. E., & Zidan, H. M. (2018). Dosimetric Comparison of Amorphous Silicon EPID and 2D Array Detector for Pre-Treatment Verification of Intensity Modulated Radiation Therapy. *International Journal of Medical Physics, Clinical Engineering and Radiation Oncology*, 07(04), 438–452. <https://doi.org/10.4236/ijmpcero.2018.74037>
- Kruszyna-Mochalska, M. (2018). EPID-based daily verification of reproducibility of patients' irradiation with IMRT plans. *Reports of Practical Oncology and Radiotherapy*, 23(5), 309–314. <https://doi.org/10.1016/j.rpor.2018.05.003>
- Mayles, P., Nahum, A., & Rosenwald, J.-C. (2007). *Handbook of Radiotherapy Physics --Theory and Practice*. CRC Press. New York <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.1118/1.2969650>
- Mijnheer, B. (2017). EPID-based dosimetry and its relation to other 2D and 3D dose measurement techniques in radiation therapy. *Journal of Physics: Conference Series*, 847(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/847/1/012024>
- Milvita, D., & Hadi, B. S. W. (2019). Verifikasi Geometri dan Indeks Gamma pada Pesawat Linac Tipe Clinac CX Terintegrasi EPID di RS Universitas Andalas. *Wahana Fisika*, 4(2), 111–119. <https://doi.org/10.17509/wafi.v4i2.15587>
- Nofridianita, S., Prasetio, H., Pawiro, S. A., Keselamatan, P. T., & Radiasi, M. (2016). Perbandingan Verifikasi Akurasi Posisi Pasien Radioterapi Secara Manual dan Semiotomatis Berbasis Citra DRR/EPID. In *Indonesian Journal of Cancer* (Vol. 10, Issue 3). <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.33371/ijoc.v10i3.438>
- Peca, S., Brown, D. W., & Smith, W. L. (2017). A Simple Method for 2-D In Vivo Dosimetry by Portal Imaging. *Technology in Cancer Research and Treatment*, 16(6), 944–955. <https://doi.org/10.1177/1533034617711354>
- Podgorsak, E. B. (2005). *Radiation Oncology Physics: A Handbook for Teachers and Students.*, IAEA, Viena.
- Wessha, A., Milvita, D., & Ilyas, M. (2021). Verifikasi Dosis Radiasi Teknik Penyinaran 3D-CRT pada Pasien Kanker Payudara Menggunakan Film EBT3 di Rumah Sakit UNAND. *Jurnal Fisika Unand*, 10(2), 184–190. <https://doi.org/10.25077/jfu.10.2.184-190.2021>
- Yassin, A., Elshahat, K. M., Attlah, E. M., Khaled, H., & Kany, A. (2021). Dose verification and plan conformity with three different dosimeters for intensity-modulated radiation therapy plans. *International Journal of Radiation Research*, 19(3), 703–710. <https://doi.org/10.29252/ijrr.19.2.703>

GLOBOCAN Homepage, 2020, Cancer Today, <https://gco.iarc.fr/today/fact-sheets-cancers> diakses Oktober 2022