Kontribusi Fisika Indonesia
Vol. 13 No.3, Juli 2002

Dosimetri *In-Vivo* Pada Pasien Kanker Payudara dan Nasofaring

Nasukha[1)], Suseno MS[2)], Santoso[2)], dan Jumadi[3)]
[1)]Kelompok Dosimetri Klinik, P3KRBiN-Batan, P.O Box 7043 JKSKL Jakarta 12070
[2)] Jurusan Fisika - FMIPA - Universitas Indonesia, Depok - Jawa Barat
[3)]Instalasi Radioterapi - RSUPN Ciptomangunkusumo, Jakarta 10430

Abstrak

Penggunaan radiasi pengion untuk pengobatan kanker yang dikenal dengan radioterapi memerlukan akurasi yang sangat tinggi. Besarnya akurasi dosimetri dalam radioterapi dapat ditelusuri dari tahapan-tahapan dosimetri. Pengukuran dosis secara langsung pada pasien atau dosimetri in-vivo digunakan untuk mengetahui besarnya akurasi antara perencanaan dengan pelaksanaan. Dosimetri in-vivo kanker payudara dan nasofaring pada penelitian ini dilakukan pada pesawat teleterapi Co-60 dengan menggunakan dosimeter diode. Tanggapan 6 detektor diode yang digunakan terhadap detektor acuan nomor 8 menunjukkan fluktuasi perbedaan lebih kecil dari 1,3 %. Kalibrasi keenam dosimeter dilakukan pada dua luas lapangan radiasi yang berbeda, dan diperoleh faktor kalibrasi antara 0,946 sampai 1,018. Dari sejumlah 17 pasien penderita kanker payudara dan nasofaring dengan jumlah perlakuan 140 lapangan radiasi, perbedaan dosis maksimum hasil perhitungan TPS dengan penentuan melalui pengukuran langsung sebesar -8,76 %, yang berarti 'underdose'. Perbedaan hasil ini akan lebih besar bila dilihat pada pengukuran pasien kanker payudara saja, yaitu -12,28 %, Sedangkan pada pengukuran langsung pasien kanker nasofaring didapatkan perbedaan -6,88 % terhadap perhitungan TPS. Tingkat kesulitan pada teknik perlakuan pasien kanker payudara merupakan satu faktor yang menyebabkan perbedaannya menjadi dominan, di samping hal-hal lain.

Kata kunci : *Dosimetri In-vivo, radioterapi, kanker payudara, kanker nasofaring*

Abstract

The need of high accuracy in the use of ionizing radiation for cancer treatment called radiotherapy important. Accuracy in radiotherapy dosimetry depends on dosimetry steps. In-vivo dosimetry is a tool to detect accuracy on radiotherapy dosimetry. In-vivo dosimetry for breast and nasopharynx cancers has been done with diode dosimeters in Co-60 teletherapy. For 6 diode detectors the response fluctuated less than 1,3 % with calibration factors between 0.946 to 1.018. It was found that a mean deviation of -8.76 % or underdose occurred between calculation and measurement, for 17 patients for 140 radiation fields of breast and nasopharynx cancer. This result was higher for patients with breast cancer treatment only, which is -12.28 %. For patients with nasopharynx cancer treatment only difference was -6.88 %. The difficulty of treatment techniques on breast cancer was a factor that caused the deviation.

Keywords : *In-vivo dosimetry, radiotherapy, breast cancer, nasopharynx cancer*

1. Pendahuluan

Di Indonesia, penderita kanker payudara memiliki jumlah terbesar kedua setelah kanker mulut rahim pada kaum perempuan, sedangkan kanker nasofaring menduduki peringkat pertama yang banyak dialami oleh kaum lelaki. Pengobatan penyakit kanker, sekitar setengahnya dilakukan dengan modalitas radioterapi atau pengobatan dengan menggunakan radiasi pengion, di samping bedah dan kemoterapi.

Penggunaan radiasi pengion untuk mengobati kanker memerlukan akurasi yang sangat tinggi, jika tidak maka kegagalan pengobatan sangat besar kemungkinannya terjadi. Hal ini telah dijelaskan oleh hubungan antara probabilitas *local tumor control* atau kerusakan jaringan normal dan dosis serap absolut[1,2)]. Maka ketidakpastian yang dikaitkan dengan distribusi dosis diharapkan lebih kecil daripada +/- 3,5 %[3)]. Goiten[4)] telah menghitung bahwa akurasi 5 % diperlukan dalam radioterapi.

Ada beberapa tahapan dalam dosimetri radioterapi untuk sampai pada pelaksanaan pendistribusian dosis pada pasien. Setiap tahapan tentunya memiliki derajat ketidakpastian. Secara kumulatif derajat ketidakpastian beberapa tahapan tersebut dapat dideteksi dengan melakukan pengukuran dosis langsung pada pasien yang selanjutnya dikenal dengan dosimetri *in-vivo*.

Dosimetri *in-vivo* pada teleterapi dapat dikelompokkan menjadi pengukuran dosis masuk (*entrance dose*) dan pengukuran dosis keluar (*exit dose*). Dosis masuk digunakan untuk mengecek keluaran (*output*) radiasi dan kinerja peralatan ketika pelaksanaan pengobatan termasuk akurasinya, sedangkan dosis keluar dapat dimanfaatkan untuk mengecek algoritma perhitungan dosis dan menentukan bentuk, ukuran, variasi densitas tubuh pasien pada prosedur perhitungan dosis.

Sistem dosimetri yang digunakan secara *in-vivo* pun sangat bervariasi dan berkembang mengikuti kemajuan teknologi yang digunakan dalam radioterapi. Dosimeter termoluminesensi (TLD) merupakan dosimeter yang sering digunakan dalam dosimetri *in-vivo*, karena sederhana dan mudah digunakan. Selain TLD, detektor diodepun banyak dimanfaatkan untuk keperluan dosimetri *in-vivo*. Digunakannya detektor diode ini karena TLD

tidak bisa secara langsung memberikan hasil, sedangkan detektor diode yang terintegrasi dengan elektrometer secara langsung memberikan informasi hasil bacanya dengan segera.

Pada penelitian ini, beberapa pasien kanker payudara dan nasofaring yang mendapatkan terapi dengan pesawat teleterapi Co-60 diukur secara langsung dosis masuknya dengan menggunakan detektor diode yang terintegrasi dengan elektrometer. Hasilnya digunakan untuk mengetahui dosis maksimum yang kemudian akan dikonfirmasikan dengan hasil perhitungan yang dikerjakan oleh *Treatment Planning System* (TPS), sehingga didapatkan gambaran besarnya akurasi antara *prescribed dose* dengan *actual dose* untuk dosis maksimum.

2. Dosimetri Radioterapi

Seperti telah disebutkan di atas ada beberapa tahapan dalam dosimetri radioterapi yang menyumbangkan akurasi dosimetri dalam radioterapi. Secara sederhana tahapan-tahapan tersebut dapat diuraikan sebagai berikut :

2.1 Kalibrasi dosimeter

Sistem Pengukuran Internasional untuk radiasi pengion telah memiliki jaringan yang cukup mapan. Dimulai dari PSDL (*Primary Standard Dosimetry Laboratory*) sebagai laboratorium standard primer untuk radiasi pengion, telah ada di beberapa negara, yang secara berkala, berkesinambungan melakukan interkomparasi, baik untuk besaran dosis serap, kerma, maupun paparan. Di tingkat berikutnya ada SSDL (*Secondary Standard Dosimetry Laboratory*) sebagai laboratorium dosimetri sekunder yang ada di hampir sebagian besar negara, termasuk Indonesia, yaitu Batan. Di tingkat berikutnya adalah pemakai, misalnya rumah sakit. Dosimeter yang dimiliki rumah sakit harus dikalibrasi pada SSDL, sehingga didapatkan faktor kalibrasi dosimeter yang digunakan untuk keperluan pengukuran. Demikian juga dosimeter yang dimiliki SSDL harus dikalibrasi terhadap PSDL. Pemberian faktor kalibrasi sampai ke tingkat pemakai ini tentunya memilki ketidakpastian, dan ini akan memberikan sumbangan pada akurasi pengukuran yang dilakukan di rumah sakit.

2.2 Penentuan dosis serap di titik referensi fantom

Penentuan dosis serap di titik referensi fantom biasanya dikenal dengan sebutan pengukuran keluaran/*output* pesawat. Protokol pengukuran keluaran/*ouput* dari suatu pesawat teleterapi, baik teleterapi sinar-x energi sedang, teleterapi Co-60 ataupun dari pesawat akselerator linear medik telah banyak dipublikasikan oleh beberapa negara. Akan tetapi secara internasional juga telah diterbitkan oleh IAEA (*International Atomic Energy Agency*) dua buah protokol untuk keperluan tersebut yang juga biasa digunakan di Indonesia, yaitu dari TRS (*Technical Report Series*) nomor 277 dan 381[5,6]. TRS 381 lebih khusus, yaitu menggunakan detektor *plan parallel*.

2.3 Penentuan distribusi dosis serap pada fantom di luar titik referensi

Untuk mengetahui besarnya dosis yang diterima pasien, tidaklah cukup hanya dengan dosis serap di titik referensi fantom. Parameter-parameter dosimetri diperlukan untuk mengetahui besarnya dosis yang diterima pasien; parameter-parameter tersebut menggambarkan bagaimana menentukan distribusi dosis serap, seperti misalnya persen dosis kedalaman (PDD-*percentage depth dose*), perbandingan jaringan-udara (TAR - *tissue-air ratio*), perbandingan jaringan-fantom (TPR – *tissue-phantom ratio*), kurva isodosis dan yang lainnya. Untuk mendapatkan paramater-parameter tersebut pun tentu ada tingkat akurasinya, sehingga akan memberikan sumbangan akurasi pada penentuan dosis berikutnya.

2.4 Perencanaan terapi

Sebelum dilakukan penyinaran pada pasien, perencanaan terapi harus dilakukan, termasuk perhitungan dosis yang akan diberikan pada pasien. Paramater dan besaran dosimetri yang telah diketahui dan diukur sebagai karakteristik suatu pesawat teleterapi digunakan untuk itu. Pada awal mulanya perencanaan dikerjakan secara *manual*, sebelum digunakan perencanaan perlakuan berbasis komputer. Namun saat ini sudah banyak perencanaan perlakuan yang sudah terkomputerisasi dan lebih dikenal dengan TPS-*Treatment Planning System* berbasis komputer. TPS berbasis komputer ini pun terus berkembang, baik dari algoritma maupun tampilannya; kesemuanya dalam rangka mencapai tujuan radioterapi yang lebih efektif.

2.5 Pelaksanaan perlakuan

Keberhasilan pengobatan kanker dengan modalitas radioterapi menjadi besar apabila keakurasiannya tinggi, termasuk di dalamnya pelaksanaan perlakuan. Ketika seorang pasien mendapatkan perlakuan radiasi dengan suatu pesawat, baik teleterapi ataupun lainnya, maka teknik pelaksanaannya harus diperhatikan dengan saksama dan teliti. Satu di antaranya untuk mengetahui besarnya akurasi distribusi dosis terhadap pasien ialah dengan dosimetri *in-vivo*. Cara ini sangat efektif untuk mengetahui besarnya penyimpangan antara perencanaan dengan pelaksanaan, sebagaimana dalam manajemen; sehingga kegiatan dosimetri *in-vivo* seringkali dikenal dengan sebutan *quality control* dalam radioterapi.

Banyak metode yang dapat digunakan dalam dosimetri *in-vivo*, di antaranya dengan melalui pengukuran dosis masuk, dosis keluaran, atau mungkin juga *intracavitary dose* yang biasanya digunakan pada brakiterapi. Akan tetapi dalam penelitian ini hanya akan dilakukan pengukuran dosis masuk pada pasien kanker payudara dan nasofaring yang mendapatkan perlakuan radiasi dengan teleterapi Co-60.

Untuk melakukan dosimetri *in-vivo* sampai saat ini banyak variasi digunakan untuk sistem instrumentasinya, seperti dosimeter termoluminesensi (TLD), dosimeter diode, dan pada saat ini juga sudah mulai digunakan PID (*portal imaging device*) sebagai dosimeter *in-vivo*.

Dosimeter diode digunakan dalam percobaan ini mengingat kemudahannya disamping *real time*.

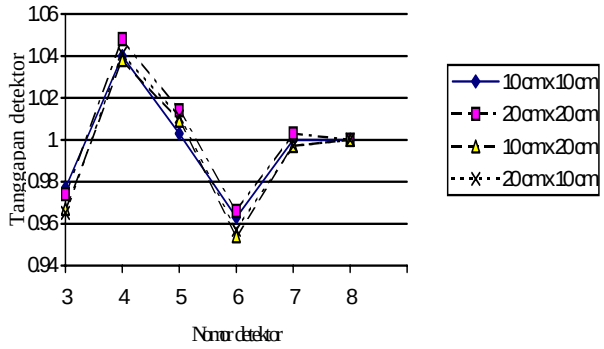
3. Peralatan dan Tata Kerja

Sejumlah peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Treatment Planning System* (TPS) berbasis komputer ISIS, pesawat teleterapi Co-60 Alcyon, 8 buah detektor diode dan elektrometer (*Rainbow*), sistem dosimeter *Farmer* yang terdiri dari detektor bilik pengionan bervolume 0,6 cc dan elektrometernya dengan type 2570/I, sebuah fantom berbentuk lingkaran dengan diameter 5 cm dan berketebalan 5 mm dari bahan perspex, fantom air berukuran 32 cm x 32 x 20 cm.

Sebelum dilakukan pengukuran dosis langsung pada pasien, dilakukan pengukuran *output*/keluaran radiasi pesawat teleterapi Co-60 tersebut dengan sistem dosimeter *Farmer* pada fantom air berukuran 32 cm x 32 cm x 20 cm dengan menggunakan protokol internasional yang diterbitkan oleh IAEA[5]**.** Untuk mengetahui tanggapan dosimeter diode (beberapa detektor diode), digunakan fantom berbentuk lingkaran dengan diameter 5 cm dan berketebalan 5 mm dan ditempatkan 8 detektor diode secara melingkar dan diiradiasi pada luas lapangan 10 cm x 10 cm dengan jarak sumber-pusat fantom 80 cm. Untuk mengetahui ketergantungannya terhadap luas lapangan radiasi, juga dilakukan iradiasi pada luas lapangan 20 cm x 20 cm, 10 cm x 20 cm, 20 cm x 10 cm. Kalibrasi dosimeter diode dilakukan dengan menempatkan posisi detektor diode pada fantom air berukuran 32 cm x 32 cm x 20 cm seperti halnya ketika akan digunakan dalam pengukuran langsung di pasien. Detektor diode ditempatkan pada permukaan fantom dan detektor *Farmer* pada kedalaman 16 cm. Jarak antara sumber ke permukaan fantom (SSD) 80 cm dan irradiasi dilakukan selama 1 menit pada luas lapangan 10 cm x 10 cm dan juga 16 cm x 16 cm. TPS digunakan untuk mengetahui besarnya dosis maksimum pada masing-masing posisi penyinaran yang akan diterima untuk sejumlah pasien kanker payudara dan nasofaring. Kemudian pengukuran langsung pada pasien dilakukan dengan menempatkan detektor diode pada pusat lapangan radiasi sesuai dengan perencanaan TPS untuk setiap perlakuan lapangan radiasi. Pada sejumlah 140 lapangan radiasi dilakukan pengukuran dari sejumlah 17 orang pasien penderita kanker nasofaring dan payudara.

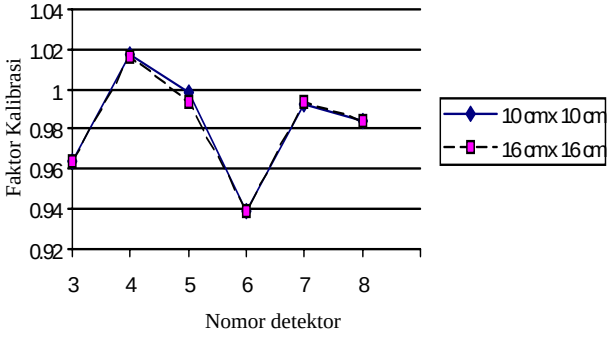
4. Hasil dan Pembahasan

Tanggapan ke-enam detektor diode relatif terhadap detektor diode nomor 8 (sebagai detektor acuan) terlihat pada Gambar 1. Fluktuasi tanggapan terhadap detektor nomor delapan untuk beberapa koreksi terhadap luas lapangan radiasi tidak terlalu besar, lebih kecil dari 1,3 % dan untuk luas lapangan radiasi 10 cm x 20 cm ataupun sebaliknya hanya diperoleh variasi sekitar 0,3 %. Dengan demikian tanggapan detektor terhadap adanya perbedaan luas lapangan tidak memberikan kontribusi yang cukup berarti.



Gambar 1. Tanggapan detektor diode terhadap perbedaan luas lapangan

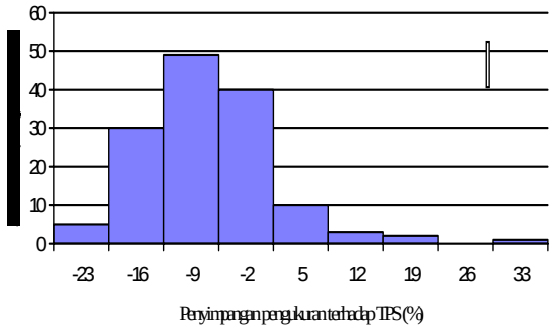
Faktor kalibrasi detektor diode ditentukan terhadap dosis serap maksimum pesawat teleterapi Co-60 sesuai dengan protokol internasional yang digunakan. Dosis serap maksimum pada saat itu, dari hasil pengukuran diperoleh sebesar 115,97 cGy/menit dan 123,95 cGy/menit pada luas lapangan radiasi 10 cm x 10 cm dan 16 cm x 16 cm secara berurutan. Data tersebut di atas selanjutnya digunakan untuk menentukan faktor kalibrasi detektor masing-masing diode seperti pada Gambar 2. Terlihat bahwa Gambar 2 tidak memperlihatkan perbedaan yang berarti dengan perbedaan luas lapangan radiasi dan hanya terkoreksi sekitar 0,2 % sampai 0,4 %. Dengan hasil ini maka untuk memudahkan perhitungan dalam menentukan dosis pasien, faktor kalibrasi terhadap koreksi luas lapangan radiasi tidak perlu diperhitungkan.



Gambar 2. Faktor kalibrasi detektor terhadap luas lapangan

Dari sejumlah 17 pasien penderita kanker payudara dan nasofaring yang mendapatkan paparan radiasi sejumlah 140 lapangan radiasi diperoleh hasil seperti pada Gambar 3. Distribusi normal terlihat pada Gambar 3 yang menggambarkan banyaknya lapangan radiasi (frekuensi) terhadap penyimpangan antara hasil perhitungan TPS dengan pengukuran dengan detektor diode. Rata-rata penyimpangan diperoleh sebesar -8,76 %, yang berarti bahwa hasil pengukuran dengan diode lebih rendah dibandingkan dengan perhitungan TPS. Beberapa referensi memberikan kriteria terhadap penyimpangan yang diperoleh dari *in-vivo* dosimetri dengan kisaran

sekitar 10 % untuk pengukuran dengan dosis masuk[7]. Besar kecilnya angka ini biasanya sangat bergantung pada sistem pengukuran yang dilakukan, termasuk prosedur dan sistem dosimeter yang digunakan.



Gambar 3. Distribusi jumlah lapangan radiasi (frekuensi) terhadap penyimpangan (%)

Apabila dilihat dari teknik dan kasus pemeriksaannya, kanker payudara dan nasofaring secara rata-rata memiliki penyimpangan sebesar -12,28 % dan -6,88 % secara berurutan. Pada penderita kanker payudara biasanya digunakan teknik yang agak rumit, sehingga mengkontribusi penyimpangan yang cukup besar. Biasanya digunakan asesoris *wedge*, blok dan *tray* serta teknik penyinarannya seringkali *oblique*, baik atas mau pun bawah. Kondisi-kondisi di atas memerlukan perhatian yang lebih dibandingkan dengan tanpa asesoris atau teknik penyinaran yang sederhana. Selanjutnya dengan menggunakan *wedge* diperoleh penyimpangan rata-rata sebesar -10,72 % untuk sejumlah 55 luas lapangan radiasi, sedangkan teknik penyinaran *oblique* bawah memberikan penyimpangan sebesar 15,62 % untuk sejumlah 22 luas lapangan radiasi. Untuk itu perlu diperhatikan oleh radiografer dalam melaksanakan perlakuan, untuk lebih hati-hati dalam menyiapkan pasien untuk kondisi-kondisi dengan asesoris '*wedge*' dan teknik penyinaran *oblique* bawah.

5. Kesimpulan

Sukses tidaknya pengobatan radioterapi diperiksa melalui pengukuran dosis secara langsung pada pasien atau dosimetri *in-vivo*. Pengukuran dosis secara langsung pada 17 pasien penderita kanker payudara dan nasofaring dengan 140 lapangan radiasi dan menggunakan detektor diode pada pesawat teleterapi Co-60 telah menghasilkan penyimpangan sebesar -8,76 %. Penyimpangan ini memiliki arti *underdose*, yang menunjukkan bahwa dosis radiasi yang diterima lebih rendah dibandingkan dengan dosis radiasi yang direncanakan. Namun beberapa referensi masih merekomendasikan besarnya penyimpangan tersebut, meskipun masih perlu diperbaiki lebih lanjut, karena presisi maupun akurasi merupakan faktor yang sangat penting untuk melihat kegagalan dan keberhasilan pengobatan kanker dengan radioterapi.

Daftar Pustaka

1. A.L Boyer, dan T Schulthesis, *Radiotherapy and Oncology* 11 , 65 (1988)
2. A Brahme, *Acta Radiologic Oncology* **23**, 379 (1984)
3. International Commission on radioogical Units and Measurements (ICRU) Report No. 24 (1976)
4. M Goiten, *Int. J. of Radiation Oncology, Biology, and Physics*, **12**, 701 (1986)
5. International Atomic Energy Agency (IAEA), Technical Report Series No. 277 (1987)
6. International Atomic Energy Agency (IAEA), Technical Report Series No. 381 (1997)
7. G Leunens *et al*, Radiotherapy and Oncology, 17, 141 (1990)