

Analisis Dosis Serap CT Scan Thorax Dengan Computed Tomography Dose Index Dan Thermoluminescence Dosimeter

Lutfiana Desy Saputri¹, Budi Santoso¹, Agung Nugroho Oktavianto², Febria Anita¹

¹Program Studi Fisika, Universitas Nasional, Pasar Minggu, Jakarta Selatan 12520

² Kementkes TI Direktorat Pelayanan Kesehatan Masyarakat

Korespondensi : febria.anita85@gmail.com

ABSTRACT. *CT Scan of the thorax are widely used in hospitals to know if there is a disease or disorder in the mediastinum and lungs. During scanning, the patient received radiation from CT Scan. The estimated dose received by patient is already available on the monitor, that is on the CTDI value. But to determine the actual dose, it is necessary to have measurement directly using TLD which are placed on the patient's body during the scanning process. The purpose of this study were (1) to determine the number of doses received by the patient during the thorax CT Scan process by direct measurement with TLD (2) to compare the TLD value with the number of doses CTDI value indicated on the CT Scan monitor, (3) to determine the result of measuring the doses still within the guidelines of doses specified or not, (3) to determine the relationship between the result of measuring the doses with DLP of the patients during thorax CT Scan. The study begins by measuring the consistency of the output voltage X-ray tube (kVp output). Then measured the radiation dose to the thoracic area using TLD-100 chips are placed on the surface of the thorax area of the 9 different patients. TLD-100 chips placed on three points, namely the caput humerus dextra, caput humerus sinistra and sternum. The results of the study shows that (1) The radiation doses received by the patients during the thorax CT Scans is between 16.19 to 27.66 mGy. (2) The difference percentage of the measuring results between TLD and $CTDI_{vol}$ is 0.06% - 70.74%, there are 3 differences in the three measurement point that is in the caput humerus dextra is 17,6 mGy, caput humerus sinistra is 16,52 mGy, dan sternum is 25,4 mGy. (3) The average dose acceptance of the patients on the thorax CT Scan is still within the limit of dose guidance which are define by European Commission, which amounted to 30 mGy for routine CT thorax, but the value of DLP which has been got is above the specified dosage guidelines. (4) The measuring results of the dose is in proportional line to the DLP (Dose Length Product) by patients.*

Keywords: Thorax dose, CT-Scan, Thermoluminescence Dosimeter (TLD), CTDI

ABSTRAK. Pemeriksaan CT scan thorax banyak digunakan dirumah sakit untuk mengetahui penyakit atau kelainan yang terdapat pada mediastinum atau paru-paru. Selama scanning, pasien mendapatkan radiasi pada pesawat CT scan. Perkiraan dosis yang diterima pasien sudah ada pada layar monitor yaitu nilai CTDI, namun untuk mengetahui dosis sebenarnya yang diterima pasien maka perlu pengukuran langsung menggunakan TLD yang ditempelkan pada tubuh pasien selama proses scanning. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya dosis yang diterima pasien selama CT scan thorax, membandingkan besar dosis yang diterima pasien dengan menggunakan TLD dan nilai CTDI yang tertera pada layar monitor selama CT scan thorax, mengetahui hasil ukur dosis masih dalam batas panduan monitor selama CT scan yang ditetapkan atau tidak, mengetahui hubungan antara hasil ukur dosis dengan DLP pada pasien selama CT Scan thorax. Penelitian diawali dengan pengukuran konsistensi keluaran tegangan tabung sinar-X (kVp Output). Lalu dilakukan pengukuran dosis radiasi pada area thorax dengan menggunakan chips TLD-100 yang ditempelkan pada permukaan area thorax terhadap 9 pasien yang berbeda-beda. Chips TLD-100 ditempelkan pada 3 titik yaitu caput humerus kanan, caput humerus kiri, dan sternum. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) besarnya dosis radiasi yang diterima pasien selama CT scan thorax sebesar 16,19 mGy sampai dengan 27,66 mGy. (2) prosentasi perbedaan hasil ukur terhadap $CTDI_{vol}$ sebesar 0,06%-70,74%, adanya perbedaan rerata dosis pada tiga titik pengukuran yaitu caput humerus kanan sebesar 17,6 mGy, caput humerus kiri sebesar 16,52 mGy, dan sternum sebesar 25,4 mGy. (3) penerimaan dosis rata-rata pasien pada CT Scan thorax masih dalam batas panduan dosis CT scan yang ditetapkan oleh European Commission, yaitu sebesar 30 mGy

untuk *CT thorax* rutin, namun nilai DLP yang didapatkan berada diatas panduan dosis yang ditetapkan. (4) hasil ukur dosis berbanding lurus dengan DLP (dose length ProduCT) yang diterima pasien.

Kata kunci: Dosis Thorax, *CT Scan*, Thermoliminisence Dosimeter (TLD), CTDI.

PENDAHULUAN

CT Scan pada pemeriksaan *thorax* bertujuan untuk melihat letak dan luas massa mediastinum, serta melihat kelainan yang terjadi pada mediastinum lainnya. Selain itu digunakan pula untuk menunjukkan nodus limfatikus yang membesar sewaktu menentukan stadium pasien dengan penyakit neoplastic, terutama kasus tumor dan limfoma paru. *CT Scan thorax* juga berguna untuk menentukan luas dari carcinoma ataupun tumor yang terdapat pada paru-paru maupun pada mediastinum. Pemeriksaan *CT Scan thorax* banyak dilakukan khususnya pada kasus tumor paru sehingga diagnosis yang didapatkan lebih akurat dari pemeriksaan konvensional biasa karena dapat menentukan letak dan luas dari tumor tersebut dengan tepat.

Pada saat proses *scanning*, pasien akan menerima radiasi dari pesawat *CT Scan*. CTDI digunakan sebagai indeks dosis radiasi yang dihasilkan oleh *CT Scan* untuk mengetahui perkiraan jumlah dosis radiasi yang diterima oleh pasien akibat pemeriksaan menggunakan *CT Scan*. *Computed Tomography Dose Index* (CTDI) merupakan integral dari profil dosis $D(z)$ sumbu tunggal *scan* sepanjang garis tegak lurus terhadap bidang tomografi (*z-axis*) dibagi dengan produk dari irisan nominal ketebalan (T).

Dosis radiasi serendah apapun yang diterima pasien akan menimbulkan perubahan pada sistem biologis dan risiko kanker yang didapatkan oleh organ-organ sensitif pada tubuh pasien. Untuk itu estimasi dosis radiasi perlu dilakukan untuk mengetahui persentasi risiko kanker yang diterima oleh pasien karena radiasi pengion yang dipancarkan pada pemeriksaan *CT-Scan*. Pada pesawat *CT Scan* sudah terdapat protokol untuk mengetahui perkiraan dosis yang diterima pasien yaitu nilai CTDI. Namun untuk mengetahui dosis yang diterima oleh pasien secara lebih akurat diperlukan pengukuran dosis radiasi dengan menggunakan TLD, yang diletakkan pada tubuh pasien.

Penelitian mengenai estimasi CTDI dan dosis efektif pasien bagian *head*, *thorax* dan *abdomen* pada hasil pemeriksaan *CT-Scan* telah dilakukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: CTDI pasien pada pemeriksaan bagian *thorax* sebesar 11,26 mGy hingga 32,55 mGy. Penelitian mengenai analisis dosis serap pada *CT Scan thorax*, dengan nilai CTDI dan DLP mengacu pada *European Commission* (2000).

Tujuan penelitian ini dilakukan yaitu (1) mengetahui besarnya dosis yang diterima pasien selama *CT Scan thorax*, (2) membandingkan besarnya dosis yang diterima pasien dengan menggunakan TLD dan nilai CTDI yang tertera pada layar monitor selama *CT Scan thorax*, (3) mengetahui hasil ukur dosis masih dalam batas panduan dosis *CT Scan* yang ditetapkan atau tidak, (4) mengetahui perbandingan antara hasil ukur dosis dengan DLP pada pasien selama *CT Scan thorax*.

BAHAN DAN METODE

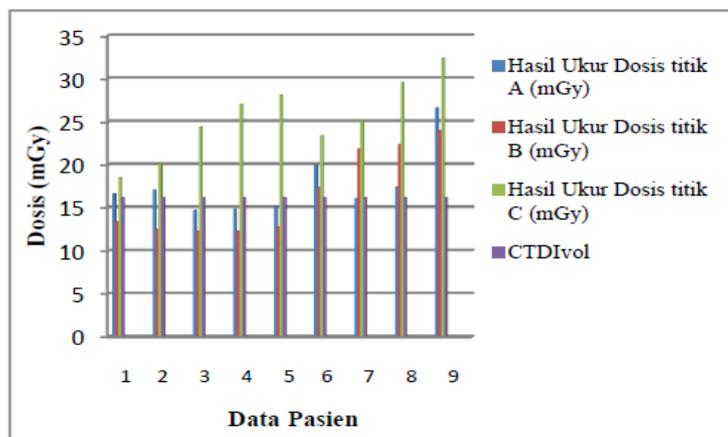
Alat yang digunakan pada penelitian adalah (1) pesawat *CT-Scan* merek *Brilliance Philips* sebagaipenghasil radiasi Sinar-x. (2) *TLD-100* untuk mengukur dosis radiasi yang dipancarkan pesawat *CT-Scan* pada pasien.

Pengukuran dosis radiasi pada pasien dilakukan pada 3 titik yaitu *caput humerus* kanan, *caput humerus* kiri, dan sternum. Pemasangan chips *TLD-100* dilakukan sebelum *scanning* dimulai dan hanya dilakukan untuk satu kali *scanning* pada satu pemeriksaan. Selanjutnya *TLD-100* dibaca menggunakan *TLD-reader* di PTKMR BATAN, Jakarta. Pengolahan data dosis radiasi pada pasien dari hasil *scanning* dihitung dengan mengambil nilai rata-rata dari ketiga bagian *marker phantom* tempat pemasangan *TLD-100*. Nilai rata-rata tersebut merupakan dosis radiasi yang diterima pasien selama pemeriksaan menggunakan pesawat *CT-Scan*. Sedangkan untuk

data CTDI dan DLP pada pasien yang melakukan pemeriksaan CT Scan dapat dilihat pada *consul*. *Consul* merupakan perangkat komputer yang digunakan untuk pengaturan dan rekonstruksi data yang dihasilkan dari pesawat CT Scan. Nilai CTDI yang diterima pasien pada setiap pemeriksaan kemudian dibandingkan terhadap hasil ukur dosis yang diterima TLD. Hal ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan nilai CTDI yang tertera pada *consul* dengan dosis sebenarnya yang diterima pasien. Sedangkan nilai DLP pada *consul* kemudian dibandingkan dengan hasil ukur dosis pada pasien. Hal ini dilakukan untuk mengetahui hubungan antara hasil ukur dosis pasien dengan DLP pada *consul*. Korelasi antara hasil ukur dosis dengan CTDI dapat diketahui dengan membuat grafik antara keduanya, sedangkan untuk hasil ukur dosis dengan DLP pada pasien dapat diketahui dengan melakukan *plot* data dari hasil *scanning*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbandingan dosis yang diterima masing-masing pasien pada *caput humerus* kanan (titik A), *caput humerus* kiri (titik B), *sternum* (titik C) dan nilai CTDI_{vol}.



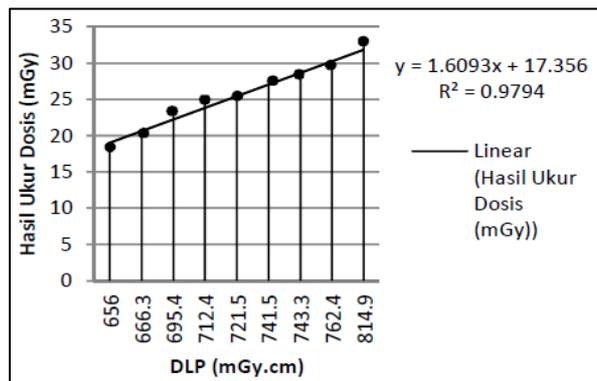
GAMBAR 1. Perbandingan dosis pasien pada *caput humerus* kanan, *caput humerus* kiri, *sternum* dan nilai CTDI_{vol}.

Berdasarkan gambar 1 dapat diketahui bahwa besarnya dosis radiasi rata-rata yang diterima pasien selama CT Scan *thorax* sebesar 16,19 mGy sampai dengan 27,66 mGy, dengan rerata sebesar 19,85 mGy. Dari ketiga titik yang diukur dosisnya, area yang menyerap dosis radiasi paling besar adalah *sternum*. Hal tersebut diakibatkan karena *sternum* berada di tengah-tengah objek sehingga menerima radiasi hambur yang lebih banyak dibandingkan yang diterima pada *caput humerus* kanan dan *caput humerus* kiri sehingga dosis yang diserap pada area *sternum* lebih besar, selain itu juga disebabkan karena *sternum* berada di titik isosentris (titik awal dan akhir) perputaran gantry sehingga dosis yang diterima lebih besar di bandingkan pada kedua titik pengukuran yang lain karena CT Scan yang digunakan merupakan CT Scan *multislice (helical)*.

Prosentase perbandingan hasil ukur dosis terhadap CTDI_{vol} sebesar 0,06 % - 70,74 %. Rata-rata hasil ukur dosis yang diterima pasien hampir semuanya berada di atas nilai CTDI_{vol}, bahkan nilai tertinggi yang diperoleh sangat jauh dari nilai CTDI_{vol}. Namun, hasil ukur dosis yang diperoleh masih berada di bawah batas maksimal untuk CT Scan *thorax* rutin yang ditetapkan oleh *European Commission* yaitu sebesar 30 mGy. Perbandingan antara hasil ukur dosis *sternum* dengan DLP (*Dose Length Product*) pada pasien.

Pada penelitian ini, hasil ukur dosis yang dibandingkan dengan DLP hanya hasil ukur dosis pada *sternum*. Hal tersebut dikarenakan *sternum* berada pada tengah-tengah area penyinaran sepanjang sumbu scan, karena radiasi terus memancar seluas lapangan penyinaran, atau di dalam CT Scan dinamakan DLP. Sedangkan untuk *caput humerus* kanan dan kiri merupakan obyek yang berada di tepi, sehingga jumlah radiasi yang diterima lebih kecil daripada yang didapatkan oleh *sternum* karena obyek tersebut hanya menerima radiasi primer pada area yang kecil dan banyak yang menjadi radiasi hambur di udara. Kontribusi dosis hambur pada udara

sedikit terhadap dosis yang diterima oleh TLD sehingga dosis yang diterima tidak mewakilkan jumlah dosis yang keluar sepanjang sumbu scan selama penyinaran berlangsung.



GAMBAR 2. Perbandingan hasil ukur dosis *sternum* dengan DLP.

Dari Gambar 2 terlihat bahwa semakin tinggi dosis yang diterima *sternum* maka semakin tinggi pula DLP yang didapatkan oleh pasien. Hal tersebut dikarenakan semakin luas area penyinaran, maka semakin banyak radiasi yang keluar dari pesawat CT Scan. Hal ini mengakibatkan semakin besar dosis yang diterima *sternum* karena memperoleh radiasi hambur yang lebih banyak dari area yang terpapar radiasi selama penyinaran berlangsung. Dari grafik diperoleh hubungan regresi linear dengan persamaan $y = 1,61x + 17,36$ yang artinya faktor koreksi antara hasil ukur dosis dengan DLP diperoleh nilai sebesar 1,61/cm. Jika DLP meningkat 1 cm, maka hasil ukur dosis meningkat 1,61 mGy. Hubungan regresi linear ini dapat dipakai untuk mengetahui jumlah dosis terukur pada pasien dengan nilai DLP yang sudah diketahui pada layar monitor sehingga dapat digunakan untuk memperkirakan dosis terukur apabila alat ukur tidak tersedia.

Berdasarkan penelitian, penerimaan dosis rata-rata pasien pada CT Scan *thorax* masih dalam batas panduan dosis CT Scan yang ditetapkan oleh *European Commission*, yaitu sebesar 30 mGy untuk CT *thorax* rutin, namun DLP yang di dapatkan nilainya berada di atas nilai yang ditetapkan oleh *European Comission* sebesar 650 mGy. Hal tersebut disebabkan karena dosis terukur yang diperoleh berada di atas nilai CTDI_{vol} sehingga hasil DLP yang didapat juga cukup besar.

KESIMPULAN

Hasil pengukuran nilai dosis pada pasien yang menjalani pemeriksaan CT Scan *Thorax* yang dilakukan dengan menggunakan tegangan tabung 120 kVp, arus waktu tabung 250 mAs, *slice thicknes* 3 mm memperoleh nilai dosis pada *thorax* sebesar 16,19 mGy sampai dengan 27,66 mGy Prosentasi perbedaan hasil ukur dosis terhadap CTDI_{vol} diperoleh sebesar 0,06% - 70,74%. Adanya perbedaan rerata dosis pada tiga titik pengukuran yaitu *caput humerus* kanan sebesar 17,6 mGy, *caput humerus* kiri sebesar 16,52 mGy, dan *sternum* sebesar 25,4 mGy. Penerimaan dosis rata-rata pasien pada CT Scan *thorax* masih dalam batas panduan dosis CT Scan yang ditetapkan oleh *European Commission*, yaitu sebesar 30 mGy untuk CT *thorax* rutin, namun nilai DLP yang di dapat berada di atas panduan dosis yang ditetapkan Hasil ukur dosis berbanding lurus dengan DLP (*Dose Length Product*) yang diterima pasien, semakin tinggi hasil ukur dosis maka semakin tinggi pula nilai DLP, begitu pula sebaliknya.

REFERENSI

[1] Tsalafoutas, I.A. dan Metallidis, S.I. 2011. *A Method for Calculating Dose Length Product from CT DICOM Images*. The British Journal of Radiology, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>. Diakses pada tanggal 20 Januari 2015.

- [2] AAPM. 2010. *AAPM Report No. 111 Comprehensive Methodology for the Evaluation of Radiation Dose in X-ray Computed Tomography*. American Association of Physicists in Medicine : College Park Batan, 2009. “Pedoman Keselamatan dan Proteksi Radiasi Kawasan Nuklir Serpong. Badan Tenaga Nuklir Nasional, Tangerang Selatan.
- [3] Batan. 2009. “Pedoman Keselamatan dan Proteksi Radiasi Kawasan Nuklir Serpong. Badan Tenaga Nuklir Nasional, Tangerang Selatan.
- [4] Alatas, Z., 2004, “Efek Radiasi Pengion dan Non Pengion pada Manusia”, Puslitbang Keselamatan Radiasi dan Biomedika Nuklir, BATAN, Jakarta.
- [5] Aprilyanti, Dinda Dyesti, dkk. 2013. “Pengaruh Diameter *Phantom* dan Tebal *Slice* Terhadap Nilai CTDI Pada Pemeriksaan Menggunakan *CT-Scan*”. Jurnal. Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas, Padang.
- [6] Sylvia Helga, dkk. 2013. “Estimasi Nilai CTDI dan Dosis Efektif Pasien Bagian *Head*, *Thorax* dan *Abdomen* Hasil Pemeriksaan *CT-Scan* Merek Philips Brilliance 6. Jurnal. Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas, Padang.
- [7] Masdi, 2013. “Analisis Penerimaan Dosis Radiasi di Organ Mata Pada Pemeriksaan Nasofaring Menggunakan *CT-Scan*”. Skripsi. Jurusan Fisika FMIPA Universitas Diponegoro, Semarang.
- [8] Tappouni, R, Mathers, B. 2013. Scan Quality and Entrance Skin Dose in Thoracic *CT*: A Comparison between Bismuth Breast Shield and Posteriorly Centered Partial *CT* Scans. Journals. Radiology Department, Penn State Hershey Medical Center, 500 University Drive, Hershey, PA 17033, USA.
- [9] Ballinger P.W., 1995, “Atlas of Radiographic Positions and Radiologic Procedures”, volume III, The Mosby Company, London.
- [10] Seeram, E., 2001, “Computed Tomography Physical Principles, Clinical Applications, and Quality Control.”, W.B.Saunders Company.
- [11] Sprawls P. 1995. *Physical Principles of Medical Imaging*. Edition 2. Rockville Md: Aspen.
- [12] Bontranger, K.L., 2001, “Text Book of Radiographic and Related Anatomy”, Fift Edition, The CV Mosby, London.
- [13] Hendee, W.R., Ritenour, E.R., 2002, “Medical Imaging Physics”, Willey-Liss inc. New York, USA