

Evaluasi Nilai *Diagnostic Reference Level* (DRL) pada pemeriksaan CT Scan Thorax Kontras klinis tumor paru di RS X Jakarta

Yuly Ekayanti^{(1,a)*}, Gando sari^(1,b) Heri Kuswoyo^(2,c) dan Muhammad Irsal^(2,d)

⁽¹⁾Jurusan Teknik Radiodiagnostik Dan Radioterapi, Politeknik Kesehatan Kemenkes Jakarta II, Kota Jakarta Selatan, 12120

Email : ^(a*)yey.bunda.azka11@gmail.com ^(b)Gandosari@poltekkesjkt2.ac.id. ^(c) anakgajahdemak@gmail.com

^(d)MuhammadIrsal@poltekkesjkt2.ac.id

Diterima (26 November 2023), Direvisi (21 Januari 2024)

Abstract. Awareness of the potential and increasing radiation dose in all CT scan examinations encourages radiographers to want and be able to minimize radiation exposure as the main goal in radiological examinations and also strive for radiation protection during examinations. The radiation dose to the patient needs to be optimized by applying the Diagnostic Reference Level (DRL) to optimize medical exposure protection for the patient. The standard DRL value permitted by BAPETEN for contrast chest CT scans is 16 mGy for CTDIvol and 810 mGy.cm for DLP. Dosage evaluation in clinical contrast chest CT scan examinations for lung tumors and the application of DRL in these examinations have never been carried out at RS X Jakarta. The aim of this study was to determine the DRL value in clinical contrast thorax CT scan examination of lung tumors at RS The DRL value is calculated at Quartile 3 (75 percentile) using the descriptive frequency test and Wilcoxon test in the SPSS application, then compared with the latest IDRL value, the results of the 3rd Quartile Value (75 percentile) from CTDIvol and DLP CT scan chest contrast clinical lung tumors, namely the value CTDIvol was 12.55 mGy and DLP was 439 mGy.cm. In conclusion, the DRL value in the clinical contrast chest CT scan for lung tumors at X Jakarta Hospital is still below the recommended standard, which shows that the radiation output dose in this examination practice is within normal limits and is classified as safe.

Keywords: Contrast CT Thorax Scan, Lung tumor, CTDIvol, DLP, IDRL

Abstrak. Kesadaran dengan adanya potensi dan meningkatnya dosis radiasi pada semua pemeriksaan CT Scan mendorong radiografer untuk mau dan bisa meminimalkan paparan radiasi sebagai tujuan utama dalam pemeriksaan radiologi juga mengupayakan proteksi radiasi selama pemeriksaan. Dosis radiasi ke pasien perlu dioptimisasi dengan menerapkan *Diagnostic Reference Level* (DRL) untuk mengoptimalkan perlindungan paparan medis bagi pasien. Nilai DRL standar yang diizinkan oleh BAPETEN pada pemeriksaan CT Scan thorax kontras yaitu sebesar 16 mGy untuk CTDIvol dan 810 mGy.cm untuk DLP. Evaluasi dosis pada pemeriksaan CT Scan thorax kontras klinis tumor paru dan penerapan DRL pada pemeriksaan tersebut belum pernah dilakukan RS X Jakarta. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui nilai DRL pada pemeriksaan CT Scan thorax kontras klinis tumor paru di RS X Jakarta dan membandingkannya dengan standar yang direkomendasikan oleh BAPETEN/IDRL 2021. Jenis penelitian ini adalah kuantitatif deskriptif dengan pendekatan observasional. Nilai DRL dihitung pada Kuartil 3 (75 persentil) menggunakan uji *deskriptif frekuensi* dan uji *wilcoxon* pada aplikasi SPSS, kemudian dibandingkan dengan nilai IDRL terbaru, Hasil Nilai Kuartil 3 (75 persentil) dari CTDIvol dan DLP pemeriksaan CT Scan thorax kontras klinis tumor paru yaitu nilai CTDIvol sebesar 12,55 mGy dan DLP sebesar 439 mGy.cm. Kesimpulannya Nilai DRL pada pemeriksaan CT Scan thorax kontras klinis tumor paru di RS X Jakarta masih berada dibawah standar yang direkomendasikan yang menunjukkan bahwa dosis output radiasi dalam praktik pemeriksaan ini berada dalam batas normal dan tergolong aman.

Kata kunci: CT Scan Thorax kontras, Tumor paru, CTDIvol, DLP, IDRL

PENDAHULUAN

Pemeriksaan *CT Scan Thorax* sering dilakukan untuk memeriksa dan mengidentifikasi patologi di *mediastinum* atau di paru-paru.[1] *CT Scan thorax* kontras adalah prosedur *CT Scan* pada daerah dada (*thorax*) yang menggunakan zat kontras untuk meningkatkan visualisasi organ dan struktur di dalam dada. Pada *CT Scan thorax* kontras, pasien akan diberikan injeksi zat kontras melalui pembuluh darah untuk memperjelas struktur *mediastinum*. Zat kontras dapat membantu mengidentifikasi kelainan seperti tumor, pembuluh darah yang tersumbat atau bocor, peradangan, atau infeksi di dalam dada.[2]

Tumor paru adalah tumbuhnya benjolan abnormal pada jaringan paru yang dapat bersifat jinak atau ganas. Bentuk yang ganas berasal dari tumor ganas epitel primer saluran nafas terutama bronki yang dapat menginvasi struktur jaringan sekitarnya dan berpotensi menyebar ke seluruh tubuh melalui aliran darah dan sistem limfatik.[3]

Pasien merupakan obyek perlakuan tindakan medis menggunakan sumber radiasi pengion. dosis radiasi yang diberikan kepada pasien tidak dibatasi menggunakan Nilai Batas Dosis seperti pekerja radiasi dan masyarakat. Kesadaran dengan adanya potensi dan meningkatnya dosis radiasi pada semua pemeriksaan *CT Scan* mendorong radiografer untuk mau meminimalkan paparan radiasi sebagai tujuan utama dalam pemeriksaan radiologi juga mengupayakan proteksi radiasi selama pemeriksaan.[4] Untuk mencegah penerimaan paparan bagi pasien dan mencegah paparan radiasi yang tidak diperlukan. penentuan *Diagnostic Reference Levels* (DRL) Nasional direkomendasikan pada nilai kuartil 3 (75 persentil/kuartil 3) dari sebaran data dosis yang diperoleh pada fasilitas.[9]

Dengan menggunakan DRL, fasilitas radiologi dapat memonitor dan

radiasi yang tidak diperlukan dan dibutuhkan, dosis yang diterima oleh pasien harus dijustifikasi dan dioptimisasi agar dosis yang diterima sebanding dengan tujuan medisnya.[5] *The International Commission on Radiological Protection* (ICRP) merekomendasikan sebuah sistem untuk membatasi dosis radiasi yang diterima oleh setiap individu yang dikenal dengan sebutan ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*), sistem tersebut meliputi justifikasi, optimasi dan limitasi.[6]

Menurut aturan BAPETEN nomor 4 tahun 2020 tentang keselamatan radiasi pada penggunaan pesawat sinar x radiologi diagnostik dan intervensional, bahwa seluruh praktisi medik atau petugas medis radiologi diwajibkan menggunakan *Diagnostic Reference Level* (DRL) untuk melaksanakan prosedur radiologi diagnostik dan intervensional dalam rangka mengoptimalkan proteksi radiasi terhadap pasien.[7] DRL (*Diagnostic Reference Level*) adalah tingkat referensi diagnostik yang digunakan dalam radiologi untuk mengontrol dosis radiasi yang diberikan kepada pasien selama pemeriksaan radiologi.[8]

DRL (*Diagnostic Reference Level*) sebagai panduan bertujuan untuk memastikan bahwa dosis radiasi yang diberikan kepada pasien adalah seefektif dan seaman mungkin, dengan mempertahankan kualitas gambar yang optimal untuk diagnosis serta bertujuan sebagai alat optimisasi proteksi dan keselamatan radiasi membandingkan dosis radiasi yang mereka berikan dengan tingkat referensi yang ditetapkan. DRL untuk pemeriksaan *CT Scan* dinyatakan dalam nilai CTDIvol (*Computed Tomography Dose Index Volume*) dan nilai DLP (*Dose Length Product*), yang dimana CTDIvol merupakan indicator dosis output dari *CT Scan* pada

sebuah irisan atau slice. Sedangkan DLP merupakan jumlah dosis serap total dari pemeriksaan CT Scan yang dilakukan.[10] Menurut Keputusan Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 1211/K/V/2021, nilai *Indonesia Diagnostic Reference Level* (IDRL) pada pemeriksaan *CT Scan thorax* kontras yaitu sebesar 16 mGy untuk CTDIvol dan 810 mGy.cm untuk DLP.[9]

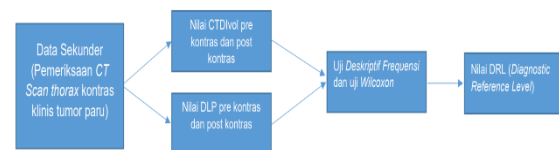
Berdasarkan Observasi peneliti di Rumah Sakit X Jakarta menggunakan alat *CT Scan 128 Slice*, penting untuk dilakukan penetapan nilai DRL (*Diagnostic Reference Level*) lokal sebagai upaya proteksi radiasi pada pemeriksaan *CT Scan thorax* kontras klinis tumor paru, dengan menganalisa dosis radiasi yang diterima pasien pada pemeriksaan ini apakah hasil nilainya sesuai dengan aturan yang telah ditetapkan oleh BAPETEN.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan observasional dengan metode kuantitatif yang bersifat deskriptif menggunakan data sekunder pasien yang melakukan pemeriksaan *CT Scan thorax* kontras klinis tumor paru selama periode Januari September 2023 di Instalasi radiologi Rumah Sakit X Jakarta. penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data pasien dan dosis pasien yang menjalani pemeriksaan *CT Scan thorax* kontras klinis tumor paru. data dosis pasien diambil dari *dose report* yang tersedia di *workstation* alat *CT Scan*.

Penelitian dilakukan dengan pencatatan nilai CTDIvol pre kontras serta post kontras dan DLP pre kontras serta post kontras, selain itu juga dilakukan pencatatan parameter pemeriksaan setiap pasien yang muncul pada layar *monitor console CT Scan* atau terintegrasi dengan sistem data DICOM seperti *dose protocol report* atau fitur lain tergantung merek alat. data hasil pengukuran dikumpulkan dan akan di analisis menggunakan aplikasi *Microsoft Excel* dan

SPSS statistik dengan menggunakan uji *Deskriptif Frekuensi* dan uji *Wilcoxon* yang bertujuan untuk mengetahui perbedaan nilai CTDIvol pre dan post kontras, serta mengetahui perbedaan nilai DLP pre dan post kontras dan juga untuk menentukan nilai kuartil 3 (75 persentil). Selanjutnya nilai kuartil 3 (75 persentil) ini dibandingkan dengan nilai standar yang ditetapkan oleh BAPETEN yaitu IDRL 2021 pemeriksaan *CT Scan thorax* kontras.



Gambar 1. Diagram Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini diperoleh 30 sampel pada rentang waktu selama periode Januari-September 2023 di Instalasi Radiologi RS X Jakarta.

Tabel 1. Karakteristik sampel berdasarkan Jenis Kelamin

Jenis Kelamin	Frekuensi	Presentase
Laki-laki	16	53%
Perempuan	14	47%
Total	30	100%

Berdasarkan **Tabel 1** karakteristik pasien yang melakukan pemeriksaan *CT Scan thorax* kontras klinis tumor paru dengan jenis kelamin dan jumlah pasien yakni jumlah pasien laki-laki sebanyak 16 sampel dan perempuan sebanyak 14 sampel.

Tabel 2. Karakteristik sampel berdasarkan Usia

Usia	Frekuensi	Presentase
15 - 24	2	6,7%
25 - 34	3	10%
35 - 44	5	16,7%
45 - 54	6	20%
55 - 64	8	26,6%
65 - 74	6	20%
Total	30	100%

Berdasarkan **Tabel 2** pasien yang melakukan pemeriksaan CT Scan thorax kontras klinis tumor paru tersebut, rata-rata berusia 45 tahun dengan perbandingan pasien perempuan rata-rata berusia 50 tahun dan pasien laki-laki rata-rata berusia 65 tahun.

Selain nilai CTDIvol dan DLP, data mengenai pengaturan parameter pemeriksaan yang digunakan juga dicatat yaitu *slice akuisisi* 0,6mm, tegangan tabung 130 kV, *pitch* 1,3 dan protokol thorax rutin konstan atau sama diterapkan untuk semua sampel dalam penelitian ini.

Tabel 3. Hasil Uji *deskriptif frekuensi* nilai CTDIvol

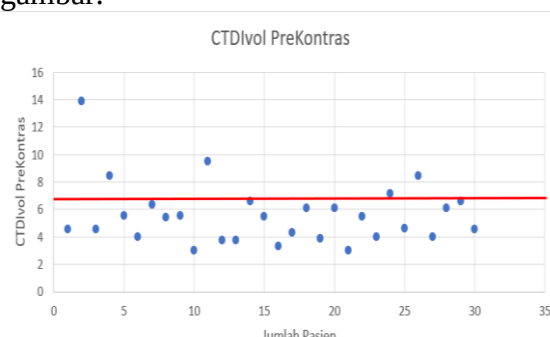
		CTDIvol Pre kontras	CTDIvol Post kontras
N	Valid	30	30
	Missing	0	0
Mean		5.59	5.56
Median		5.45	5.48
Minimum		3.01	3.01
Maximum		13.91	14.01
Percentiles	25	4.00	3.99
	50	5.45	5.48
	75	6.38	6.17

Berdasarkan **Tabel 3** hasil uji *Deskriptif Frekuensi* dari nilai CTDIvol Pre dan Post kontras diperoleh hasil nilai minimum, maksimum, mean, median serta nilai kuartil 3 (75 persentil). Dan pada tabel 4 diperoleh hasil nilai DLP Pre dan Post kontras juga diperoleh nilai minimum, maksimum, mean, median serta nilai kuartil 3.

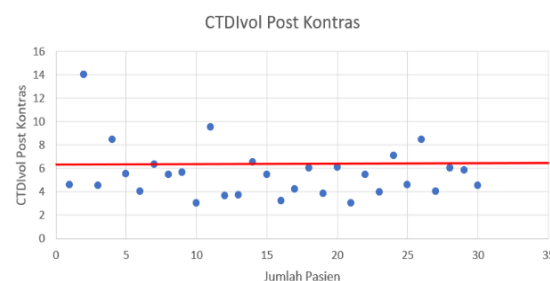
Tabel 4. Hasil Uji *deskriptif frekuensi* nilai DLP

		DLP Pre kontras	DLP Post kontras
	Valid	30	30
	Missing	0	0
Mean		194	196
Median		176	168
Minimum		102	109
Maximum		406	427
Percentiles	25	150	151
	50	176	168
	75	219	220

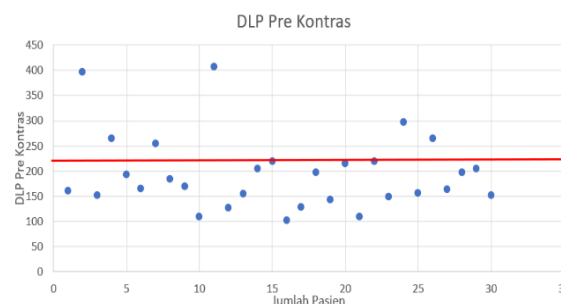
Berdasarkan data **Tabel 3** dan **Tabel 4** diatas diperoleh hasil penghitungan dari nilai Q3 CTDIvol dan DLP Pre kontras dan Post kontras pada pemeriksaan CT Scan Thorax kontras klinis tumor paru adalah nilai Q3 CTDIvol Pre kontras 6,38 mGy dan Post kontras 6,17 mGy maka total nilai CTDIvolnya sebesar 12,55 mGy dan nilai Q3 DLP Pre kontras 219 mGy.cm dan Post kontras 220 mGy.cm maka total nilai DLPnya sebesar 439 mGy.cm. Sebaran data dosis juga diterangkan dan dapat dilihat pada gambar.



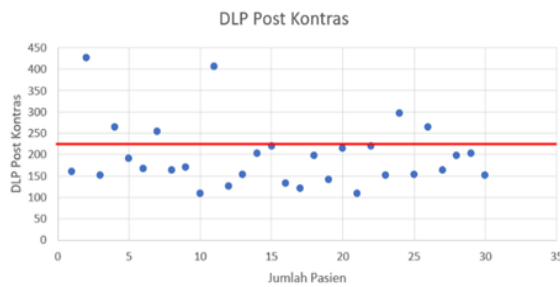
Gambar 2. Sebaran data dosis CTDIvol Pre Kontras



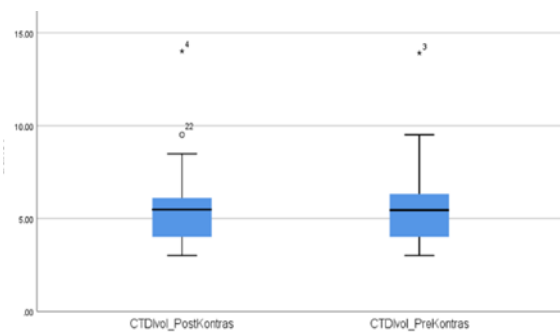
Gambar 3. Sebaran data dosis CTDIvol Post Kontras



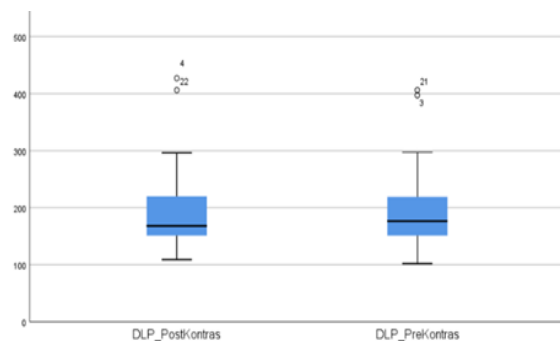
Gambar 4. Sebaran data dosis DLP Pre Kontras



Gambar 5. Sebaran data dosis DLP Post Kontras



Gambar 6. Nilai DLP Pre dan Post kontras



Gambar 7. Nilai DLP Pre dan Post kontras

Sebaran data dosis CTDIvol secara detail juga disajikan dalam **Gambar 2** dan **Gambar 3**, sedangkan sebaran data dosis DLP disajikan pada **Gambar 4** dan **Gambar 5**.

Berdasarkan **Gambar 2** dan **Gambar 3** terdapat 7 data CTDIvol pre kontras dan 7 data CTDIvol post kontras yang berada diatas nilai kuartil 3 (75 persentil) di Rumah Sakit X dengan nilai CTDIvol pre kontras tertinggi 13,91 mGy dan nilai CTDIvol post kontras tertinggi 14,01 mGy.

Berdasarkan **Gambar 3** dan **Gambar 4** terdapat 8 data DLP pre kontras dan 8 data

DLP post kontras yang berada diatas kuartil 3 (75 persentil). Dengan nilai DLP pre kontras tertinggi adalah 406mGy.cm dan DLP post kontras tertinggi adalah 427mGy.cm.

Berdasarkan **Gambar 5** diperoleh nilai CTDIvol Pre dan Post kontras, kotak pada plot ini membentang dari kuartil bawah (Q1) dengan nilai 4,00 mGy untuk Pre kontras dan 3,99 mGy untuk Post kontras hingga nilai kuartil atas (Q3) dengan nilai 6,38 mGy untuk Pre kontras dan 6,17 mGy untuk Post kontras, garis tengah pada kotak menunjukkan median dengan nilai 5,45 mGy untuk Pre kontras dan nilai 5,48 mGy untuk Post kontras.

Berdasarkan **Gambar 6** diperoleh nilai DLP Pre dan Post kontras, kotak pada plot ini membentang dari kuartil bawah (Q1) dengan nilai 150 mGy.cm untuk Pre kontras dan 151 mGy.cm untuk Post kontras hingga nilai kuartil atas (Q3) dengan nilai 219 mGy untuk Pre kontras dan 220 mGy.cm untuk Post kontras, garis tengah pada kotak menunjukkan median dengan nilai 176 mGy untuk Pre kontras dan nilai 168 mGy untuk Post kontras.

Berdasarkan data yang diperoleh dapat dilakukan uji beda antara nilai CTDIvol pre dan post kontras, serta perbedaan nilai DLP Pre dan post kontras. Uji statistik yang digunakan adalah uji Wilcoxon.

Tabel 5. Uji Wilcoxon CTDIvol dan DLP Pre dan Post Kontras

Nilai CTDIvol Post Kontras - Nilai CTDIvol Pre Kontras	
Z	0.788 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.431
Nilai DLP Post Kontras - Nilai DLP Pre Kontras	
Z	0.316 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.752

Berdasarkan **Tabel 5** diatas menunjukkan hasil output Uji Wilcoxon nilai CTDIvol dan DLP pre dan post kontras. Pada nilai CTDIvol diketahui *Asymp.Sig (2-tailed)* bernilai 0.431. Karena nilai 0.431 lebih besar *p value* dari 0.05 maka dapat disimpulkan bahwa Ada perbedaan rata - rata yang signifikan antara CTDIvol pre dan post kontras. Dan untuk nilai DLP pre dan post kontras diketahui *Asymp.Sig (2-tailed)* bernilai 0.752. Karena nilai 0.752 lebih besar *p value* dari 0.05 maka dapat disimpulkan bahwa Ada perbedaan rata - rata yang signifikan antara DLP pre dan post kontras.

Penelitian Fauziyah dkk (2018) dalam penelitiannya bahwa variasi *rotation time* terhadap nilai DLP (*Dose Length Product*) dan *image noise* pada pesawat MSCT 128 slice. penelitian ini menunjukan bahwa didapatkan hasil yang sangat signifikan *rotation time* memberikan sumbangan pengaruh pada nilai DLP[11] sedangkan penelitian Amando (2016) menjelaskan bahwa perubahan nilai kV dapat mengakibatkan pada perubahan dosis radiasi pada nilai DLP (*Dose Length Product*)[12] dan menurut penelitian yang dilakukan oleh Tsapaki (2007) menjelaskan bahwa parameter CT-Scan yang dapat mempengaruhi besarnya dosis radiasi yang diterima pasien antara lain adalah faktor eksposi (kV dan mAs), pitch dan rotation time[13].

Berdasarkan hal tersebut maka, apabila tegangan tabung diperbesar, maka

elektron dari katoda pada tabung akan semakin dipercepat menuju anoda sehingga energi sinar-X yang dihasilkan semakin besar. Sedangkan pemberian arus berdampak pada kerapatan sinar-X yang dihasilkan. Dari kedua parameter tersebut dapat diatur daya tembus sinar-X dan dosis radiasi yang dihasilkan[14]

Perbandingan nilai 75 percentile (Q3) dari *Computer Tomography Dose Index* (CTDI) dan *Dose Length Product* (DLP) pada Pemeriksaan *CT Scan thorax* kontras klinis tumor paru, pada tabel 3 diperoleh nilai kuartil 3 untuk CTDIvol sebesar 6,38 mGy Pre kontras dan 6,17 mGy untuk Post kontras maka total nilai CTDIvol nya sebesar 12,55 mGy serta nilai DLP 219 mGy.cm untuk Pre kontras dan 220 mGy.cm untuk Post kontras maka total nilai DLP nya sebesar 439 mGy.cm dimana nilai CTDIvol dan DLP tersebut didapatkan pada pemeriksaan *CT Scan thorax* kontras klinis tumor paru selama periode Januari-September 2023 di RS X Jakarta. sedangkan nilai standar yang direkomendasikan oleh BAPETEN 2021 adalah sebesar 16 mGy untuk CTDIvol dan 810 mGy.cm untuk DLP. Apabila nilai DRL tersebut, dibandingkan dengan nilai standar yang ditetapkan oleh Bapeten/IDRL 2021, maka diperoleh hasil nilai CTDIvol dan DLP masih dibawah nilai yang ditetapkan oleh Bapeten/IDRL 2021 maka nilai di RS X masih dikategorikan aman.

Tabel 6. Perbandingan Nilai CTDIvol dan DLP untuk pemeriksaan *CT Scan thorax* kontras pasien dewasa

Jenis Pemeriksaan	Hasil Penelitian		Indonesia[9]		Australia[15]		Jepang[16]	
	CTDIvol (mGy)	DLP (mGy.cm)	CTDIvol (mGy)	DLP (mGy.cm)	CTDIvol (mGy)	DLP (mGy.cm)	CTDIvol (mGy)	DLP (mGy.cm)
<i>CT Scan Thorax</i> kontras	12,55	439	16	810	10	390	13	510

Indonesia, Australia,dan Jepang

Berdasarkan **Tabel 6** diatas dapat diketahui ternyata negara Indonesia untuk nilai IDRL (*Indonesian Diagnostic Reference Level*) pada pemeriksaan *CT Scan Thorax* kontras masih lebih tinggi dari negara Australia dan Jepang sehingga masih harus ditinjau kembali nilai ketetapanannya.

KESIMPULAN

Nilai DRL (*Diagnostic Reference Level*) pada pemeriksaan *CT Scan Thorax* Kontras klinis Tumor Paru selama periode Januari- September 2023 di RS X Jakarta diperoleh nilai CTDIvol sebesar 12,55 mGy dan DLP sebesar 439 mGy.cm. sedangkan IDRL BAPETEN pada pemeriksaan *CT Scan Thorax* Kontras sebesar 16 mGy untuk CTDIvol dan 810 mGy.cm untuk DLP. maka data dari penghitungan total yang diperoleh pada pemeriksaan *CT Scan Thorax* kontras klinis tumor paru di RS X Jakarta masih dibawah nilai yang ditetapkan oleh BAPETEN, sehingga dikategorikan normal dan aman.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada Poltekkes kemenkes Jakarta 2 Jurusan Teknologi Radiologi Pencitraan serta dosen – dosen yang telah membimbing selama penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Lestari and S. Susilo, "Detection and Characterization of Lung Cancer using CT Scan Technology," *Proc. Soedirman Int. Conf. Math. Appl. Sci. (SICOMAS 2021)*, vol. 5, no. Sicomas 2021, pp. 91–94, 2022, doi: 10.2991/apr.k.220503.019.
- [2] A. Dwi Prastanti, B. Abimanyu, A. N. Kurniawan, S. N. Baiti, and) Health, "Jurnal Imejing Diagnostik," *J. Imejing Diagnostik*, vol. 8, pp. 35–39, 2022, [Online]. Available: <http://ejournal.poltekkes-smg.ac.id/ojs/index.php/jimed/index>
- [3] R. E. Kurniawan, N. A. Makrifatullah, N. Rosar, Y. Triana, and K. Kunci, "Analisis Pengaruh Variasi Slice Thickness Terhadap Kualitas Citra Pemeriksaan Ct Scan Thorax Dengan Kasus Tumor Paru Di Rs Ibnu Sina Yw-Umi Makassar," *J. Ilm. Multi Disiplin Indones.*, vol. 2, no. 1, pp. 163–173, 2022, [Online]. Available: <https://katadata.co.id/berita/2020/01/06/baru-83-peserta-bpjs-kesehatan-per-akhir-2019->
- [4] M. Irsal and G. Winarno, "Pengaruh Parameter Milliampere-Second (mAs) terhadap Kualitas Citra Dan Dosis Radiasi Pada Pemeriksaan CT scan Kepala Pediatrik," *J. Fis. Flux J. Ilm. Fis. FMIPA Univ. Lambung Mangkurat*, vol. 17, no. 1, p. 1, 2020, doi: 10.20527/flux.v17i1.7085.
- [5] Sukatin, Nurkhalipah, A. Kurnia, D. Ramadani, and Fatimah, "Humantech Jurnal Ilmiah Multi Disiplin Indonesia," *J. Ilm. Multi Disiplin Indones.*, vol. 1, no. 9, pp. 1278–1285, 2022.
- [6] Bapeten Nomor PRK/PD/01/00/2021, "Pedoman Teknis Penerapan Tingkat Panduan Diagnostik Indonesia (Indonesian Diagnostic Reference Level)," no. 8, pp. 1–61, 2021.
- [7] Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Republik Indonesia, "Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2020 Tentang Keselamatan Radiasi Pada Penggunaan Pesawat Sinar-X Dalam Radiologi Diagnostik Dan Intervensional," *Peratur. Badan Pengawas Tenaga Nukl. Republik Indones.*, pp. 1–52, 2020, [Online].

- Available:
<https://jdih.bapeten.go.id/unggah/dokumen/peraturan/1028-full.pdf>
- [8] E. Vañó *et al.*, “ICRP Publication 135: Diagnostic Reference Levels in Medical Imaging,” *Ann. ICRP*, vol. 46, no. 1, pp. 1–144, 2017, doi: 10.1177/0146645317717209.
- [9] Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN), “Keputusan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 1211/K/V/2021 Tentang Penetapan Nilai Tingkat Panduan Diagnostik Indonesia (Indonesian Diagnostic Reference Level) Untuk Modalitas CT-Scan Dan Radiografi Umum,” p. 4, 2021.
- [10] R. Annisah, “Penentuan Nilai Diagnostic Reference Level CT-Scan di Rumah Sakit Universitas Tanjungpura Pontianak,” *Prism. Fis.*, vol. 10, no. 3, pp. 387–391, 2022.
- [11] Asmaul Fauziah, Amillia Kartika Sari, Soegardo Indra P, Anggraini Dwi Sensusiati, and Pramono, “Pengaruh Variasi Rotation Time Terhadap Nilai Dlp (Dose Length Product) Dan Image Noise Pada Pesawat Msct 128 Slice (Studi Kasus),” *JRI (Jurnal Radiogr. Indones.*, vol. 1, no. 1, pp. 15–21, 2018, doi: 10.55451/jri.v1i1.5.
- [12] D. Rumah *et al.*, “Garuda Pelamonia Jurnal Keperawatan Evaluasi Nilai CTDI VOL Dan DLP Pada Pemeriksaan MSCT Abdomen Non Kontras Selama Periode Maret 2022 Sampai Juni 2022 Program Studi Sarjana Terapan , Teknologi Radiologi Pencitraan ATRO Bali Garuda Pelamonia Jurnal Keper,” *Garuda Pelamonia J. Keperawatan*, vol. 4, no. 2, pp. 37–50, 2022.
- [13] R. S. Masuku, “Analisis nilai Computer Tomography Dose Index(CTDI) dan Dose Length Product(DLP) pada pemeriksaan Multislice Computed Tomography(MSCT) trauma kepala dewasa di instalasi radiologi Rumah Sakit Balimed Denpasar, Bali,” *Naut. J. Ilm. Multidisiplin*, vol. 1, 2023, [Online]. Available: <https://jurnal.arkainstitute.co.id/index.php/nautical/index%0AAalisis>
- [14] E. Seeram, *Computed Tomography Physical Principles, Clinical Applications and Quality Control Fourth Edition Euclid Seeram*, Fourth Edi. USA: Library of Congress Cataloging-in-Publication Data, 2016. [Online]. Available: www.elsevier.com/permissions
- [15] A. 2021, “DRL _arpansa2021.” Australia. [Online]. Available: <https://www.arpansa.gov.au/research-and-expertise/surveys/national-diagnostic-reference-level-service/current-australian-drls/mdct#top>
- [16] J-RIME, “National Diagnostic Reference Levels in Japan (2020),” pp. 1–22, 2020.