

STUDI LITERATUR: NILAI DLP DAN CTDIVOL PADA PROSEDUR CT-SCAN KEPALA DI TIGA INSTALASI RADIOLOGI

Evelin Trivena Samaiwu

Jurusan Fisika, Fakultas Sains, Teknologi, dan Matematika, Universitas Matana, Indonesia

e-mail: evelin.samaliwu@student.matanauniversity.ac.id

Abstrak

CT Scan banyak dimanfaatkan untuk pemeriksaan berbagai organ pada manusia, seperti kepala, abdomen, thorax, dan pemeriksaan lainnya. Dalam bidang radiologi, Pesawat CT Scan merupakan modalitas dengan dosis tertinggi dibandingkan dengan modalitas lainnya. 70% dosis radiasi pada pencitraan medis disumbang oleh CT Scan. Risiko kanker dapat meningkat bergantung pada tinggi rendahnya paparan radiasi yang diterima oleh pasien. Oleh karena itu, perlu diterapkan Diagnostic Reference Level (DRL) agar perlindungan radiasi terhadap pasien dapat dioptimalkan. Penulis mendapatkan bahwa meskipun terdapat sedikit perbedaan dalam metode penelitian, ketiga jurnal tersebut memiliki tujuan yang sama, yaitu mengkaji dosis radiasi yang diterima pasien berdasarkan nilai DLP dan CTDIvol CT Scan. Karya Tulis Ilmiah ini menggunakan metode penelitian kualitatif dengan pendekatan Studi Literatur Review (SLR). Penulis melakukan penelusuran literatur atau bahan pustaka, menganalisis literatur tersebut, melakukan analisis data, menginterpretasikan hasil, kemudian menyusun kesimpulan. Perhitungan nilai CTDIvol dan DLP pada ketiga jurnal berbeda-beda. Jurnal pertama untuk nilai DRL kuartil 2 sebesar 55.51 mGy untuk CTDIvol dan 867.00 mGy*cm untuk DLP. Sementara, Jurnal kedua untuk nilai DRL kuartil 3 sebesar 49.84 mGy untuk CTDIvol dan 1133 mGy*cm untuk DLP. Untuk jurnal ketiga, nilai DRL kuartil 3 sebesar 49.90 mGy untuk CTDIvol dan 1199.10 mGy*cm untuk nilai DLP. Hasil penelitian dari ketiga jurnal menunjukkan bahwa nilai DLP dan CTDIvol untuk prosedur CT Scan kepala di instalasi radiologi yang dianalisis masih berada di bawah nilai referensi dari BAPETEN.

Kata kunci: CT Scan, Kepala, CTDIvol, DLP

LITERATURE STUDY: CTDIVOL AND DLP VALUES ON HEAD CT-SCAN EXAMINATIONS IN THREE RADIOLOGY INSTALLATIONS

Abstract

*CT Scan is widely used for examining various organs in humans, such as the head, abdomen, thorax, and other examinations. In radiology, CT scan machines deliver the highest radiation dose compared to other modalities, contributing to 70% of the radiation dose in medical imaging. The high or low radiation dose received by patients can increase the risk of cancer. Therefore, it is necessary to apply the Diagnostic Reference Level (DRL) to optimize protection of radiation exposure to patients. The author found that despite slight differences in the methods, the three journals share the same objective to examine the radiation dose received by patients in CT scans based on CTDIvol and DLP. This study uses a qualitative approach with a Literature Review (SLR). The author analyzes existing research, interprets findings, and draws conclusions on the topic. The calculation of CTDIvol and DLP values in the three journals varies. The first journal for the DRL value of quartile 2 is 55.51 mGy for CTDIvol and 867.00 mGy*cm for DLP. Meanwhile, the second journal for the DRL value of quartile 3 is 49.84 mGy for CTDIvol and 1133 mGy*cm for DLP. For the third journal, the DRL value of quartile 3 is 49.90 mGy for CTDIvol and 1199.10 mGy*cm for DLP. The results of the research from the three*

journals indicate that the CTDIvol and DLP values for head CT Scan examinations in the analyzed radiology installations are still below the reference values from BAPETEN.

Keywords: CT Scan, Head, CTDIvol, DLP

PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya teknologi, kebutuhan akan pencitraan terlebih dalam bidang radiodiagnostik menjadi semakin meningkat, salah satunya melalui penggunaan pesawat *Computer Tomography Scan* atau CT Scan [1]. CT Scan adalah sebuah teknologi prosedur atau pencitraan medis yang digunakan untuk menghasilkan gambar organ bagian dalam tubuh dengan menggunakan berkas sinar-X dan dapat dilihat serta dianalisis dari layar komputer [2].

CT Scan dalam imaging diagnostik digunakan untuk menghasilkan citra cross-sectional dan tiga dimensi organ tubuh dengan resolusi tinggi dan waktu cepat guna membantu diagnosa [3]. CT Scan dimanfaatkan untuk banyak pemeriksaan organ pada manusia, seperti kepala, abdomen, thorax, dan lainnya. Di antara semua bagian tubuh, CT Scan pemeriksaan kepala adalah yang paling sering dilakukan, dengan persentase pemeriksaan kepala sebesar 60%. Kepala adalah bagian tubuh yang sangat vital karena sistem saraf pusat sepebaerti otak terdapat di kepala [4]. Permasalahan pada kepala dan otak merupakan patologi yang paling sering terjadi dan memerlukan diagnostik sebelum dilakukan tindakan terapi [5].

Apabila CT Scan dikomparasi dengan modalitas pencitraan yang lain, CT Scan menghasilkan dosis radiasi yang lebih tinggi dibandingkan alat radiologi lainnya [6]. CT Scan berkontribusi sebanyak 70% dari total dosis radiasi yang diterima pada prosedur diagnostik [7]. Faktor-faktor seperti tegangan dan arus tabung sinar-X mempengaruhi banyaknya radiasi yang diterima oleh pasien selama prosedur CT Scan. Arus tabung dan tegangan tabung merupakan parameter yang mengatur pembangkitan sinar-X, sehingga mempengaruhi intensitas radiasi yang diterima oleh pasien [8]. Akan tetapi, sinar-X dapat membahayakan kesehatan jika dosisnya melebihi batas yang dianjurkan, baik bagi pasien, petugas radiasi, maupun masyarakat [9].

Perlindungan pasien dari paparan dosis berlebih harus menjadi fokus utama dalam prosedur pemeriksaan CT-Scan [10]. Dosis radiasi yang tinggi yang diterima oleh pasien akan mengakibatkan timbulnya efek kerusakan dan perubahan DNA pada sel tubuh, yang mana akan meningkatkan risiko terkena kanker [11]. Oleh karena itu, penting untuk mengontrol perhitungan dosis radiasi yang akan diterima oleh tubuh pasien saat akan menjalani pemeriksaan CT Scan [4]

Untuk memastikan dosis CT Scan yang tepat pada pasien, DRL (Diagnostic Reference Level), yang diukur dalam CTDIvol (dosis per irisan) dan DLP (dosis total) [5], digunakan sebagai panduan. Oleh karena itu, diperlukan upaya meminimalkan paparan dosis dengan mengoptimalkan indeks DRL [12]. CTDIvol menunjukkan dosis radiasi yang dipancarkan CT Scan per irisan, dipengaruhi oleh tegangan dan kuat arus. Sedangkan, DLP menunjukkan total dosis radiasi yang diserap pasien selama pemeriksaan, didapatkan dari CTDIvol dikalikan dengan panjang scan [5,11].

Lewat Bapeten, telah ditetapkan IDRL atau Indonesia Diagnostic Reference Level yaitu "Tingkat Panduan Diagnostik" yang diberlakukan dalam lingkup nasional. DRL ditetapkan pada nilai kuartil 3 (75 persentil) dari data dosis yang didistribusikan dan diperoleh dari fasilitas. IDRL ini diukur dalam DLP dan CTDIvol [13]. Sesuai dengan putusan Direktur Otoritas Pengatur Tenaga Nuklir dalam Keputusan No. 1211/K/V/2021 tentang penetapan Tingkat Referensi Diagnostik Indonesia (IDRL) untuk CT Scan Kepala Non-Kontras, parameter yang ditentukan adalah 60 mGy untuk CTDIvol dan 1275 mGy*cm untuk DLP [14].

Fasilitas kesehatan disarankan memiliki DRL lokal sebagai indikator mutu dan pembanding dengan DRL nasional di instalasi radiologi [15]. Berdasarkan Peraturan Kepala BAPETEN Pasal 36 Ayat (2) Nomor 8 Tahun 2011 menyoroti pentingnya mengoptimalkan perlindungan dan keselamatan radiasi pada Penggunaan Pesawat Sinar-X Diagnostik dan Intervensial. Penekanan ditempatkan pada

implementasi tindakan yang efisien untuk memastikan bahwa pasien terpapar dosis radiasi yang diperlukan untuk mencapai tujuan diagnostik. Tujuan utama dari pendekatan diagnostik ini adalah untuk memperoleh gambaran radiografi yang optimal yang memberikan informasi diagnostik penting yang dicari oleh praktisi medis, dengan upaya berkelanjutan untuk meminimalkan paparan radiasi yang diterima oleh pasien, selaras dengan prinsip dasar ALARA atau As Low As Reasonably Achievable [11].

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam tulisan ini adalah penelitian kualitatif deskriptif dengan pendekatan Studi Literatur Review (SLR). Dalam tulisan ini penulis merujuk pada tiga jurnal yang terkait dengan analisis nilai DLP dan CTDIvol pada prosedur CT kepala. Literatur pertama yang digunakan berjudul “Analisis Nilai CTDIvol dan DLP pada pemeriksaan CT Scan Brain Non Kontras Dewasa untuk Periode Januari-Desember 2022 di Instalasi Radiologi Rumah Sakit X Jakarta Pusat” dengan doi 10.55606. Literatur kedua berjudul “Estimasi Nilai Dosis pada Pemeriksaan CT Scan Kepala Dewasa Berdasarkan Nilai CTDIvol dan DLP” dengan doi 10.55451. Untuk literatur terakhir berjudul “Estimasi Nilai Dosis Radiasi pada Pemeriksaan CT-Scan Kepala Dewasa Non Kontras Berdasarkan Nilai CTDI dan DLP di Instalasi Radiologi RS TK II Pelamonia” dengan doi 10.55606.

Data yang diberikan dalam penelitian ini bersumber dari hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan dan dipublikasikan dalam jurnal online di tingkat nasional. Analisis dilakukan terhadap metode pengukuran dosis radiasi CT Scan, faktor yang mempengaruhi nilai DLP dan CTDIvol, serta perbandingan nilai-nilai tersebut antara beberapa pemeriksaan CT Scan yang telah dilakukan di beberapa instalasi radiologi dengan cara mengkompilasi, mensintesis, mengkritisi, dan menyimpulkan dari hasil penelitian yang dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan pada ketiga jurnal merupakan bentuk penelitian kuantitatif deskriptif yang menggunakan pendekatan observasional dengan tujuan yang sama yaitu menganalisis nilai DLP dan CTDIvol pada pemeriksaan kepala. Ini melibatkan identifikasi sebaran dosis DLP dan CTDIvol yang diberikan kepada pasien, serta faktor-faktor yang mempengaruhi besar kecilnya dosis seperti mAs, kV, jenis kelamin, dan usia.

Studi ini dilakukan dengan mencatat nilai DLP dan CTDIvol setiap pasien, yang ditampilkan di monitor konsol CT Scan. Dalam konsep CTDI, perhitungan CTDIvol diperlukan, yaitu perhitungan CTDI yang telah diserap oleh organ. CTDIvol pada dasarnya adalah pengukuran jumlah radiasi yang diterima oleh suatu organ (pasien), terutama dalam konteks pemeriksaan CT Scan. Secara matematis, CTDIvol (mGy) dirumuskan:

$$CTDIvol = \frac{CTDIw}{Pitch} \quad (1)$$

CTDIw menunjukkan nilai CTDI yang diturunkan dari perhitungan yang melibatkan dosis penyerapan rata-rata dalam phantom. Sementara, istilah pitch berkaitan dengan penilaian substansial dari perpindahan meja selama satu rotasi dalam kaitannya dengan lebar berkas yang terkolimasi. Dari persamaan di atas, dapat dilakukan perhitungan Dose Length Product (DLP), yang merupakan ukuran dosis radiasi yang diserap selama proses pemindaian CT Scan. Nilai DLP diperoleh dengan mengalikan CTDIvol dengan panjang pemindaian atau Scan Length (L). Scan length memengaruhi besar kecilnya nilai DLP. Nilai Scan Length yang besar menyebabkan nilai DLP yang dihasilkan juga akan semakin besar (5). Secara matematis dapat dituliskan:

$$DLP = CTDIvol \times L \quad (2)$$

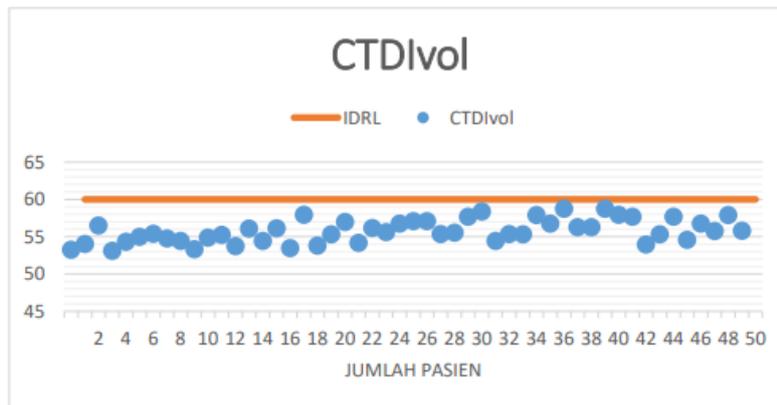
Populasi penelitian mencakup nilai CTDIvol dan DLP kumulatif yang diberikan kepada pasien selama prosedur CT Scan. Sampel yang termasuk dalam setiap jurnal penelitian menunjukkan variabilitas dalam hal kuantitas, usia, dan jenis kelamin. Jurnal pertama, “Analisis Nilai CTDIvol dan DLP pada pemeriksaan CT Scan Brain Non Kontras Dewasa untuk Periode Januari-Desember 2022 di Instalasi Radiologi Rumah Sakit X Jakarta Pusat” dengan doi 10.55606 mengambil sampel

50 pasien dewasa dengan usia >20 tahun, terdiri dari 29 pasien laki-laki dan 21 pasien perempuan. Literatur kedua berjudul “Estimasi Nilai Dosis pada Pemeriksaan CT Scan Kepala Dewasa Berdasarkan Nilai CTDIvol dan DLP” dengan doi 10.55451, melakukan prosedur CT Scan kepala pasien dengan jumlah sampel sebanyak 60. 60 data yang didapatkan, terdiri atas 25 pasien pria dan 35 pasien wanita dengan usia berkisar antara 19 hingga 86 tahun. Untuk literatur terakhir berjudul “Estimasi Nilai Dosis

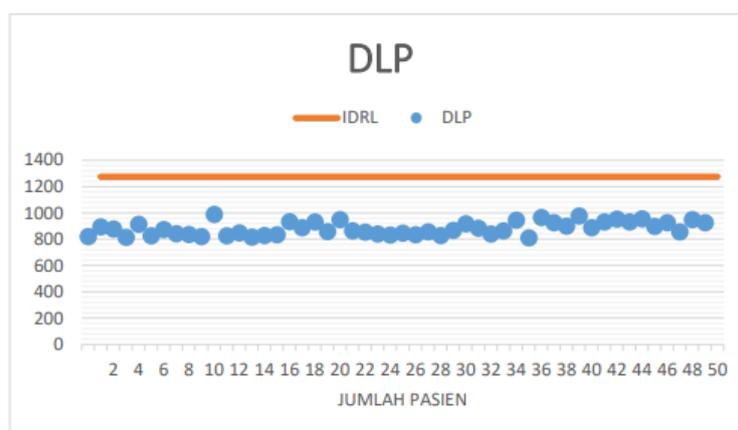
Radiasi pada Pemeriksaan CT-Scan Kepala Dewasa Non Kontras Berdasarkan Nilai CTDI dan DLP di Instalasi Radiologi RS TK II Pelamonia” dengan doi 10.55606, menggunakan sampel sebanyak 151 pasien yang terdiri dari 82 pasien perempuan dan 69 pasien laki-laki dengan rentang usia 16-91 tahun. Adapun data sebaran dosis pada pasien pada ketiga jurnal sebagai berikut.

Tabel 1. Karakteristik Hasil Observasi Pemeriksaan CT Scan Kepala

Indikator	Min	Max	Mean	Q2
mAs			329	
CTDIvol (mGy)	53.00	59.00	55.70	55.51
DLP (mGy*cm)	810.00	989.00	879.00	867.00



Gambar 1. Grafik Nilai CTDIvol Keseluruhan Data Pasien CT Scan Kepala



Gambar 2. Grafik Nilai DLP Keseluruhan Data Pasien CT Scan Kepala

Menurut Tabel 1 [4], jurnal pertama menggunakan mAs secara otomatis, dengan rata-rata total sebesar 329 mAs, namun untuk

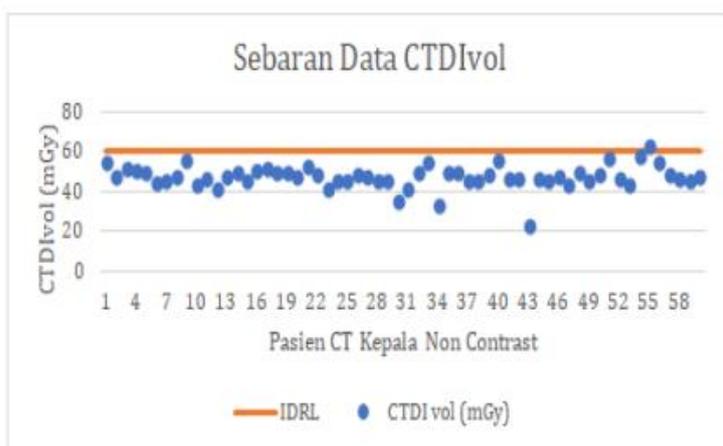
tegangan tabung tidak dipaparkan dalam jurnal. Nilai CTDI dalam pemeriksaan CT Scan kepala untuk pasien menunjukkan variabilitas dengan

nilai minimum 53.00 mGy, nilai maksimum 59.00mGy, rata-rata 55.70 mGy, dan nilai persentil 50 (kuartil 2) sebesar 55.51 mGy. Jika dilihat, nilai DLP pada prosedur CT Scan sangat bervariasi antar satu pasien dengan yang lainnya, dengan nilai terendah yaitu 810.00 mGy*cm dan nilai tertinggi 989.00 mGy*cm, nilai rata-rata sebesar 879.00 mGy*cm, dan nilai persentil 50 sebesar 867.00 mGy*cm. Apabila dibandingkan dengan nilai DLP dan

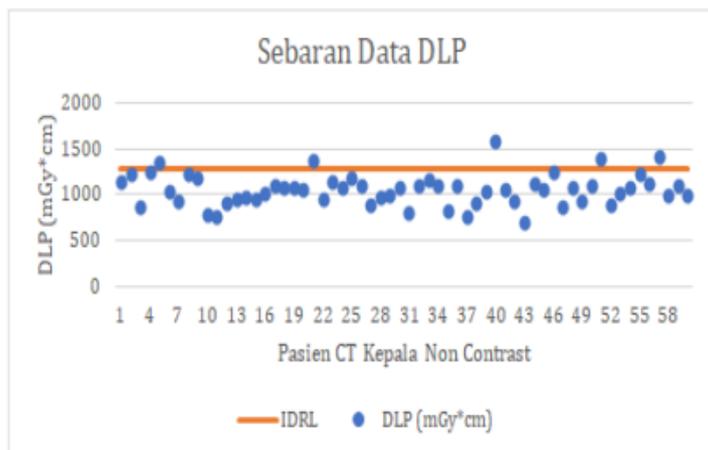
CTDIvol yang telah ditentukan BAPETEN dalam IDRL 2021 yaitu 1275 mGy*cm untuk DLP dan 60 mGy untuk CTDIvol, maka diperoleh hasil nilai CTDIvol dan DLP masih berada di bawah standar. Ilustrasi perbandingan data CTDIvol dan DLP secara keseluruhan dengan IDRL 2021 BAPETEN terdapat dalam Gambar 1 dan Gambar 2.

Tabel 2. Karakteristik Hasil Observasi Pemeriksaan CT Scan Kepala

Indikator	Min	Max	Mean	Q2
Kv	120	120	120	
mAs	1092.8	2428.5	1572.12	
CTDIvol (mGy)	23.28	62.7	47.58	49.84
DLP (mGy*cm)	700.12	1597.19	1057.95	1133



Gambar 3. Grafik Nilai CTDIvol Keseluruhan Data Pasien CT Scan Kepala



Gambar 4. Grafik Nilai DLP Keseluruhan Data Pasien CT Scan Kepala

Menurut Tabel 2 [5], jurnal kedua menggunakan tegangan tabung yang tetap pada 120 kV dan arus tabung otomatis dalam rentang

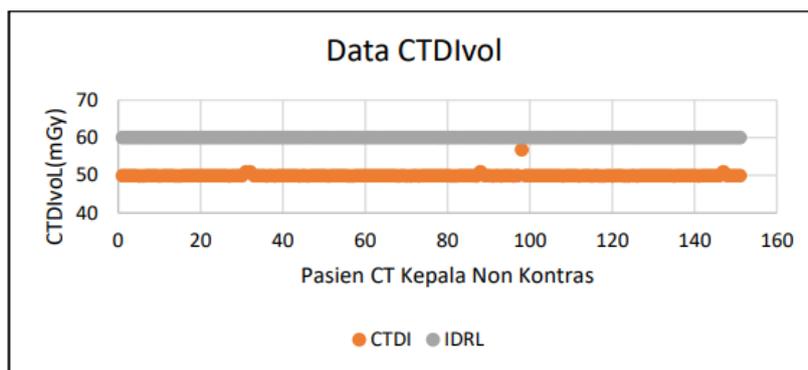
1092.8 mAs hingga 2428.5 mAs, dan rata-rata pada 1572.12 mAs. Nilai CTDI selama pemeriksaan CT Scan kepala menunjukkan

variabilitas diantara pasien mulai dari nilai minimum 23.28 mGy, nilai maksimum 62.7mGy, rata-rata 47.58 mGy, dan nilai persentil 75 (kuartil 3) sebesar 49.84 mGy. Sementara nilai DLP pada setiap pemeriksaan CT Scan bervariasi pada masing-masing pasien dengan nilai DLP terendah 700.12 mGy*cm dan nilai DLP tertinggi 1597.19 mGy*cm, nilai rata-rata DLP sebesar 1057.95 mGy*cm dan nilai persentil 75 sebesar 1133 mGy*cm. Jika dibandingkan dengan nilai CTDIvol dan DLP yang ditentukan dalam IDRL 2021 oleh BAPETEN, terbukti bahwa hasil nilai CTDIvol

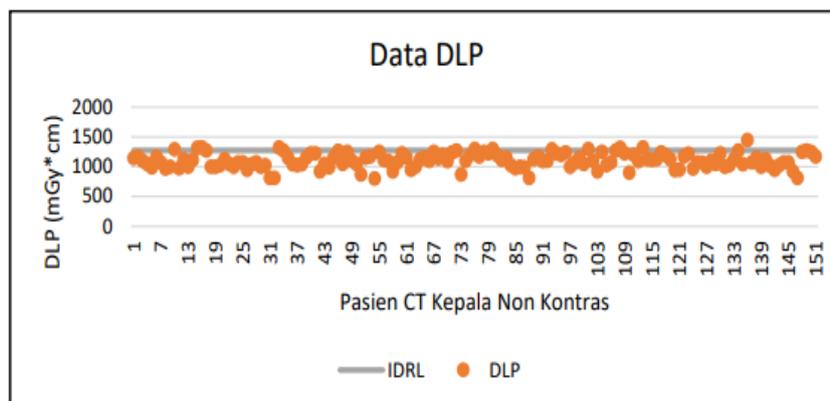
dan DLP masih berada di bawah standar yang ditetapkan. Perbandingan keseluruhan data CTDIvol dan DLP dengan IDRL 2021 BAPETEN digambarkan secara visual dalam Grafik 3 dan Grafik 4. Merujuk pada Grafik 3 dan Grafik 4, beberapa nilai CTDIvol dan DLP sedikit melebihi standar yang telah ditetapkan oleh BAPETEN, Ini disebabkan oleh kebutuhan untuk diagnosis yang mengharuskan penggunaan nilai mAs dan panjang pemindaian (Scan Length) melebihi sebaran data keseluruhan.

Tabel 3. Karakteristik Hasil Observasi Pemeriksaan CT Scan Kepala

Indikator	Min	Max	Mean	Q2
kV	120	120	120	
mAs	324	412	326.91	
CTDIvol (mGy)	49.80	56.82	49.94	49.90
DLP (mGy*cm)	800.30	1448.40	1105.67	1199.10



Gambar 5. Grafik Nilai CTDIvol Keseluruhan Data Pasien CT Scan Kepala



Gambar 6. Grafik Nilai DLP Keseluruhan Data Pasien CT Scan Kepala

Berdasarkan Tabel 3 [2], jurnal ketiga menggunakan tegangan tabung yang konsisten 120 kV dengan arus tabung otomatis mulai dari

324 mAs sampai 412 mAs dengan rata-rata 326.91 mAs. Nilai CTDI yang diamati selama prosedur CT Scan kepala untuk pasien

menunjukkan variabilitas nilai dengan nilai minimum 49.80 mGy, nilai maksimum 56.82 mGy, rata-rata 49.94 mGy, dan nilai persentil 75 (kuartil 3) sebesar 49.90 mGy. Sementara nilai DLP pada pemeriksaan CT Scan bervariasi pada masing-masing pasien, dengan DLP terendah 800.30 mGy*cm dan DLP tertinggi 1448.40 mGy*cm, untuk nilai rata-rata DLP sebesar 1105.67 mGy*cm dan nilai persentil 75 sebesar 1199.10 mGy*cm. Apabila dibandingkan dengan nilai CTDIvol dan DLP yang telah ditetapkan oleh BAPETEN dalam IDRL 2021, maka diperoleh hasil nilai CTDIvol dan DLP masih berada di bawah standar. Perbandingan keseluruhan data CTDIvol dan DLP dengan IDRL 2021 BAPETEN dapat dilihat pada Grafik 5 dan Grafik 6. Sama dengan jurnal kedua, merujuk pada Grafik 5 dan Grafik 6 beberapa nilai CTDIvol dan DLP sedikit lebih tinggi dibandingkan standar yang telah ditetapkan oleh BAPETEN, Ini disebabkan oleh kebutuhan untuk diagnosis yang mengharuskan penggunaan nilai mAs dan panjang pemindaian (Scan Length) melebihi sebaran data keseluruhan.

Setiap tabel menunjukkan hasil DLP dan CTDIvol. Jumlah sampel, bentuk kepala pasien, panjang range, dan faktor eksposur menyebabkan perbedaan keluaran nilai antara pasien yang satu dengan yang lainnya. Faktor exposure seperti arus tabung (mA) dan tegangan tabung sinar X (kV) memengaruhi dosis radiasi yang dihasilkan. Semakin tinggi kV dan mA yang digunakan, semakin tinggi pula keluaran nilai CTDIvol dan DLP-nya. Dosis radiasi yang dihasilkan sangat tergantung pada penggunaan faktor eksposur, seperti arus tabung (mA) dan tegangan tabung sinar-X. Jika mempertimbangkan berat badan dan usia pasien, kedua faktor ini secara signifikan mempengaruhi nilai CTDIvol dan DLP. Penelitian ini menunjukkan bahwa berat badan dan usia memiliki pengaruh yang berbeda pada berbagai organ manusia, dengan total berat organ pada laki-laki cenderung lebih besar daripada pada perempuan. Variasi klinis antara pasien juga mempengaruhi, sehingga teknik pengambilan gambar seperti ukuran bidang yang dipindai (Field of View/FOV) dapat bervariasi sesuai dengan kondisi klinis masing-masing pasien [4].

Dosis radiasi yang diberikan kepada pasien tidak boleh melebihi batas yang

ditetapkan oleh BAPETEN dalam IDRL 2021. Jika perbandingan dengan DRL yang ditetapkan menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan dalam dosis radiasi atau aktivitas radionuklida, evaluasi lebih lanjut diperlukan untuk memastikan bahwa langkah-langkah proteksi dan keselamatan telah dioptimalkan dan jika perlu, langkah-langkah perbaikan harus dilakukan. Penelitian ini menegaskan betapa pentingnya penerapan DRL dan melakukan evaluasi dosis radiasi yang diterima oleh pasien secara rutin [2].

KESIMPULAN

Hasil CTDIvol dan DLP dalam setiap tabel bervariasi karena jumlah sampel, anatomi kepala pasien, panjang range, dan faktor eksposur. Dosis radiasi dipengaruhi oleh faktor eksposur seperti arus tabung (mA) dan tegangan tabung sinar-X. Berat badan dan usia pasien juga berpengaruh signifikan terhadap dosis radiasi. Variasi klinis antar pasien juga mempengaruhi teknik pengambilan gambar, seperti ukuran bidang yang dipindai (FOV), yang disesuaikan dengan kondisi klinis masing-masing pasien. Estimasi hasil pengukuran CTDIvol dan DLP selama analisis CT Scan kepala pada ketiga jurnal penelitian masih berada dibawah nilai referensi yang ditetapkan oleh BAPETEN pada IDRL 2021. Angka yang ditentukan untuk CT Scan Kepala Non-Kontras pada indikator CTDI sebesar 60 mGy dan DLP sebesar 1275 mGy*cm.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sofiana L, Noor JAE, Normahayu I, Sinar-x K. 2013 - Estimasi Dosis Efektif Pada Pemeriksaan Multi Slice Ct-Scan Kepala (1). 1Jurusan Fis FMIPA Univ Brawijaya 2013:1-5.
- [2] Virgin Y V, Astina IKY, Pratista S. Estimasi nilai dosis radiasi pada pemeriksaan CT-scan kepala dewasa non-kontras berdasarkan nilai CTDI dan DLP di instalasi radiologi RS TK II Pelamonia. Naut J Ilm Multidisiplin 2023;10:1147-52.
- [3] Efendi IR, Diartama AAA. Analisis nilai CTDIvol dan DP pada pemeriksaan CT scan brain non-kontras dewasa untuk periode Januari-Desember 2022 di

- instalasi radiologi rumah sakit X Jakarta Pusat. *Humantech J Ilm Multi Disiplin Indones* 2023;2:420–30. <https://doi.org/https://doi.org/10.32670/ht.v2i3.2901>.
- [4] Horuoby PS, Diartama AAA, Sukadana IK. Analisis Nilai CTDIvol Dan DLP Pada Pemeriksaan CT Scan Brain Non Kontras Dewasa Untuk Periode Januari – Desember 2022 Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit X Jakarta Pusat. *J Rumpun Ilmu Kesehatan* 2023;3:280–93. <https://doi.org/10.55606/jrik.v3i3.2687>.
- [5] Sri Wikanadi NN, Eka Juliantara IP, Purwa Darmita M. ESTIMASI NILAI DOSIS PADA PEMERIKSAAN CT SCAN KEPALA DEWASA BERDASARKAN NILAI CTDIvol DAN DLP. *JRI (Jurnal Radiogr Indones* 2022;5:107–10. <https://doi.org/10.55451/jri.v5i2.136>.
- [6] Nurzahro NF, Sutapa GN, Balik W, Ni S, Ratini N. Penentuan Nilai Computed Tomography Dose Index (CTDI vol) dan Dose Length Product (DLP) Pesawat CT-Scan Kepala pada Kasus Stroke Non Hemoragik (SNH) 2024;8:208–14.
- [7] Noor JAE, Normahayu I. Dosis radiasi dari tindakan CT-scan kepala. *J Environ Eng Sustain Technol* 2014;2:84–91. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21776/ub.jeest.2014.001.02.3>.
- [8] Gede Agus Krisna Yogantara P, Ngurah Sutapa G, Made Yuliara I, Studi Fisika P, Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam F. Analisis Dosis Efektif Pada Pemeriksaan Computer Tomography (CT) Scan Kepala Di RSUD Sanjiwani Gianyar Effective Dose Analysis on Computer Tomography (CT) Head Scan at Gianyar Sanjiwani Hospital. *Akreditasi SINTA 4 Mulai* 2021;22:53–9.
- [9] Siregar ES., Sutapa GN, Sudarsana IWB. Analysis of Radiation Dose of Patients on CT Scan Examination using Si-INTAN Application. *Bul Fis* 2020;21:53. <https://doi.org/10.24843/bf.2020.v21.i02.p03>.
- [10] Susanto W. CT-scan diagnostic reference level (DRL) determination for adults head and chest examinations. *Nucl. Saf. Semin. Proceeding* 2018, 2018, p. 502.
- [11] Masuku RS. 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* 2023;1:1235–43.
- [12] Latifah R, Jannah NZ, Nurdin DZ., P B. Determination of Local Diagnostic Reference Level (Ldl) Pediatric Patients on Ct Head Examination Based on Size-Specific Dose Estimates (Ssde) Values. *J Vocat Heal Stud* 2019;2:127. <https://doi.org/10.20473/jvhs.v2.i3.2019.127-133>.
- [13] Diartama AAA, Lobang VJ, Wirajaya IWA, Pratista IMS. Evaluasi Dosis Computed Tomography Dose Index Volume (Ctdivol) Dan Dose Length Product (Dlp) Pada Pemeriksaan Multislice Computerized Tomography (Msc) Thorax Dewasa Di Rsu X Denpasar. *J Ilmu Kedokt Dan Kesehat* 2023;10:1830–7. <https://doi.org/10.33024/jikk.v10i4.9607>.
- [14] BAPETEN. Pedoman teknis penerapan tingkat panduan diagnostik Indonesia (Indonesian Diagnostic Reference Level). 2021.
- [15] Made I, Nuriawan S, Putu I, Juliantara E. EVALUASI NILAI CTDIvol DAN DLP PADA PEMERIKSAAN MSCT KEPALA DEWASA DENGAN KLINIS SUSPECT SNH (STROKE NON-HEMORRHAGIC) DI INSTALASI RADIOLOGI RSU PRIMA MEDIKA DENPASAR Academy of Radiodiagnostic and Radiotherapy Techniques Bali, Indonesia. *J Ilmu Kedokt Dan Kesehat* 2024;11:326.