

## ESTIMASI NILAI DOSIS PADA PEMERIKSAAN CT-SCAN KEPALA NON-KONTRAS BERDASARKAN NILAI CTDIvol DAN DLP

Muhammad Ihsan<sup>1</sup>, Sofie Nornalita Dewi<sup>2</sup>✉, Ilsa Maulidya Mar'athus Nasokha<sup>3</sup>  
(1,2,3)Program Studi D3-Radiologi, Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta,  
Sleman, Indonesia

### ARTICLE INFO

#### Artikel history :

Submitted : 2026-05-16

Accepted : 2026-06-27

Publish : 2026-06-30

#### Kata kunci :

CT-Scan kepala, DRL,  
CTDIvol, DLP

#### Keywords:

Head CT Scan,  
Diagnostic Reference  
Level (DRL), CTDIvol,  
DLP

### ABSTRAK

*Diagnostic Reference Level (DRL)* merupakan standar acuan agar mencegah pasien terpapar dosis yang terlalu tinggi. Belum pernah dilakukan evaluasi dosis radiasi pada pemeriksaan *CT-Scan* kepala non-kontras di RSU PKU Muhammadiyah Bantul. Penelitian ini bertujuan mengetahui nilai *CTDIvol* dan *DLP* serta mengevaluasi kesesuaiannya dengan Indonesian *Diagnostic Reference Level (I-DRL)*. Studi kuantitatif deskriptif melibatkan 106 sampel non-trauma yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*. Data diperoleh melalui laporan dosim yang memuat nilai *CTDIvol* dan *DLP*, serta karakteristik pasien dan parameter pemeriksaan. Perangkat lunak IBM SPSS Statistik versi 27 digunakan untuk menentukan nilai mean, median dan kuartil ketiga (Q3) melalui analisis statistik deskriptif. Nilai Q3 dibandingkan dengan *I-DRL*. Penelitian ini menunjukkan nilai *CTDIvol* yang konsisten dengan besar nilai 53,20 mGy. Sementara itu, nilai mean dan median *DLP* masing-masing sebesar 1098,41 mGy.cm dan 1108,00 mGy.cm, dengan nilai Q3 sebesar 1134,60 mGy.cm. Nilai tersebut memenuhi standar keselamatan, karena tidak melampau batas yang telah ditetapkan BAPETEN yaitu *CTDIvol* 60 mGy dan *DLP* 1275 mGy.cm. tanpa menurunkan kualitas gambar diagnostik yang dihasilkan, paparan dosis pada tindakan CT kepala tanpa kontras di RSU PKU Muhammadiyah Bantul berhasil ditekan hingga tidak melebihi batas dosis yang ditentukan.

### ABSTRACT

*The Diagnostic Reference Level (DRL)* is a standard used to prevent patients from being exposed to excessively high radiation doses. No evaluation of radiation doses from non-contrast head CT scans has ever been conducted at PKU Muhammadiyah General Hospital in Bantul. This study aims to determine the *CTDIvol* and *DLP* values and to evaluate their compliance with the Indonesian *Diagnostic Reference Level (I-DRL)*. This descriptive quantitative study involved 106 non-trauma cases selected using *purposive sampling*. Data were obtained from dose reports containing *CTDIvol* and *DLP* values, as well as patient characteristics and examination parameters. IBM SPSS Statistics version 27 was used to determine the mean, median, and third quartile (Q3) through descriptive statistical analysis. The Q3 value was compared with the *I-DRL*. This study showed a *CTDIvol* value of 53.20 mGy. Meanwhile, the mean and median *DLP* values were 1098.41 mGy.cm and 1108.00 mGy.cm, respectively, with a Q3 value of 1134.60 mGy.cm. These values meet safety standards, as they do not exceed the limits set by BAPETEN, namely a *CTDIvol* of 60 mGy and a *DLP* of 1275 mGy.cm. Without compromising the quality of the diagnostic images produced, the radiation dose for non-contrast head CT scans at PKU Muhammadiyah Bantul General Hospital was successfully reduced to levels that do not exceed the specified dose limits.

#### ✉Corresponding Author:

Sofie Nornalita Dewi  
Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta, Sleman, Indonesia  
Telp. : 0895-3595-43450  
Email : [sofie.nornalita@unisa.ac.id](mailto:sofie.nornalita@unisa.ac.id)

## **PENDAHULUAN**

*Computed Tomography Scan (CT-Scan)* adalah pencitraan medis yakni menggunakan berkas sinar-X yang bergerak memutar di sekitar tubuh sehingga dapat memperoleh gambaran secara detail anatomi tubuh dalam bentuk *cross-sectional image* (Romans, 2019). *CT-Scan* digunakan untuk berbagai jenis pemeriksaan, mulai dari kepala hingga kaki. Pemeriksaan *CT-Scan* pada kepala adalah yang paling umum dilakukan, mencapai sekitar 60%, dan berkontribusi besar sebanyak 70% terhadap paparan radiasi (Darmawan et al., 2024).

*CT-Scan* kepala non-kontras adalah metode diagnostik yang dapat membantu menilai kerusakan atau perubahan struktural pada otak. Fungsi utama dari pemeriksaan ini adalah menghasilkan gambaran struktur tulang kepala dan jaringan lunak secara detail serta dapat mendukung penilaian trauma melalui berbagai bidang pencitraan, yaitu *axial*, *coronal* dan *sagittal* (Jesus et al., 2023). Pemeriksaan ini mampu mendeteksi atrofi, edema, lesi massa atau pendarahan pada otak (Mutmainah et al., 2025), namun, kepala adalah bagian tubuh yang mengandung organ-organ sensitif dan rentan terhadap paparan radiasi (Darmawan et al., 2024). Dibandingkan dengan alat pencitraan radiologi konvensional, *CT-Scan* kepala menghasilkan dosis radiasi yang lebih besar kepada pasien. Faktor-faktor seperti tegangan dan arus tabung memengaruhi jumlah dosis radiasi yang diterima pasien. Arus dan tegangan tabung adalah parameter penting dalam pengaturan pembangkitan sinar-X. Paparan sinar-X yang melebihi batas yang dianjurkan dapat berisiko bagi kesehatan (Samaiwu, 2025). Selain faktor *expose*, karakteristik anatomi kepala, kondisi klinis juga dapat menghasilkan variasi dosis yang diterima. Perbedaan kondisi klinis dan anatomi kepala dapat memengaruhi panjang area pemindaian yang digunakan selama pemeriksaan, sehingga berdampak pada nilai dosis radiasi yang dihasilkan (Virgin et al., 2023).

Seiring dengan kemajuan teknologi dalam dunia kesehatan, pemanfaatan radiasi pengion di Indonesia semakin luas, baik melalui penambahan modalitas radiologi maupun peningkatan jenis pemeriksaan dan tindakan medis berbasis radiasi. Oleh sebab itu, diperlukan pengawasan dan penerapan proteksi radiasi yang optimal untuk menjamin keselamatan pasien, pekerja radiasi, dan masyarakat sesuai dengan prinsip keselamatan radiasi (Hyperastuty et al., 2023). Guna menjamin keselamatan pasien, pemantauan dosis radiasi perlu dilakukan dengan mengacu pada *Diagnostic Reference Level (DRL)* sebagai indikator optimalisasi sehingga dosis yang diterima pasien tetap terjaga pada tingkat yang wajar (Darmawan et al., 2024).

Penetapan DRL memiliki peran yang krusial dalam memitigasi risiko jangka panjang bagi kelompok populasi dengan risiko tinggi yang sering menerima paparan berulang. Bukti klinis mengidentifikasi bahwa pasien instalasi gawat darurat (IGD), penderita penyakit kronis, anak-anak dan wanita adalah kelompok yang paling rentan mengalami akumulasi radiasi akibat pemeriksaan rutin atau kondisi akut jangka pendek. Tanpa kontrol dosis yang tepat melalui DRL, kelompok ini memiliki risiko efek karsinogenik serta gangguan non-karsinogenik seperti pada sistem kardiovaskular (Chen et al., 2025).

*Diagnostic Reference Level (DRL)* adalah standar acuan yang dirancang untuk mencegah paparan dosis radiasi yang berlebihan pada pasien, yang sering kali disebabkan oleh pengaturan parameter alat yang tidak tepat atau tidak optimal (Aridana, 2023). Pada tingkat internasional, nilai *DRL* diatur oleh *International Commission on Radiological Protection (ICRP)*. Sementara itu, di tingkat nasional, nilai *DRL* diatur oleh Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) mengenai Tingkat Panduan

Diagnostik atau *Diagnostic Reference Level (DRL)* (Duandini et al., 2021). Nilai *DRL* pada *CT-Scan* kepala non-kontras dinyatakan dalam *Computed Tomography Dose Index Volume (CTDIvol)* dan *Dose Length Product (DLP)* (Dharma, 2024). Parameter *CTDIvol* mempresentasikan dosis radiasi rerata setiap irisan dalam satu pemindaian, sedangkan *DLP* menggambarkan akumulasi dari keseluruhan selama prosedur pemeriksaan berlangsung (Nurzahro et al., 2024). Besarnya paparan radiasi dalam *CT-Scan* sangat bergantung pada pengaturan parameter expose saat pemindaian. Beberapa faktor seperti arus tabung (mA) dan tegangan tabung sinar-X (kV) merupakan parameter utama yang menentukan jumlah paparan radiasi (Horuoby et al., 2023).

Nilai dosis maksimal pemeriksaan *CT-Scan* kepala diatur dalam *Indonesian Diagnostic Reference Level (I-DRL)* yang tercantum pada peraturan Kepala BAPETEN Nomor 1211/K/V/2021 yakni *CTDIvol* 60 mGy dan *DLP* 1275 mGy.cm (BAPETEN, 2021). Sejumlah studi terdahulu terkait evaluasi *DRL* tingkat lokal, mengidentifikasi adanya kasus paparan dosis radiasi yang melebihi ambang batas acuan nasional. Pada penelitian Aridana (2023) di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Umum Daerah Al Ihsan, melaporkan bahwa sebanyak 10% pasien atau 119 orang menerima dosis yang melebihi nilai *I-DRL* yang ditetapkan oleh BAPETEN. Hal ini juga didukung oleh penelitian Virgin et al. (2023) di Instalasi Radiologi RS TK II Pelamonia, menunjukkan bahwa dari 151 data *DLP* terdapat 11 data yang melebihi nilai *DLP* yang ditetapkan oleh BAPETEN.

Meskipun beberapa penelitian telah mengevaluasi nilai *CTDIvol* dan *DLP* pada pemeriksaan *CT-Scan* kepala tanpa kontras di berbagai rumah sakit, hingga saat ini belum terdapat data mengenai tingkat paparan radiasi pada pemeriksaan *CT-Scan* kepala tanpa kontras di RSUD Muhammadiyah Bantul. Selain itu rumah sakit ini belum pernah melakukan audit maupun pelaporan dosis radiasi melalui sistem SI-INTAN BAPETEN. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk menyediakan data dasar yang dapat digunakan dalam langkah awal evaluasi dosis radiasi, optimalisasi proteksi radiasi, peningkatan keselamatan pasien, serta peningkatan mutu pelayanan radiologi.

Hasil observasi di Instalasi Radiologi RSUD Muhammadiyah Bantul menggunakan modalitas *CT-Scan* Canon 32-Slice. Frekuensi kunjungan pemeriksaan kepala menggunakan *CT-Scan* menembus 160 pasien/bulan, dan menjadi salah satu prosedur yang sering dilakukan di rumah sakit ini. Pada pelaksanaannya, pemeriksaan ini menerapkan 3 kategori pasien, yaitu dewasa, pediatrik dan gawat darurat. Meskipun RSUD Muhammadiyah telah melakukan beberapa upaya untuk menjaga dosis yang dihasilkan tetap optimal, seperti mempertahankan penggunaan parameter pemeriksaan yang sesuai serta melakukan perawatan alat *CT-Scan* secara berkala, evaluasi terhadap besaran dosis radiasi yang diterima pasien belum pernah dilakukan secara sistematis. Berdasarkan hal tersebut, penulis tertarik untuk melakukan evaluasi terhadap besarnya tingkat paparan radiasi pada pasien yang menjalani pemeriksaan *CT-Scan* kepala non-kontras, melalui Tugas Akhir berjudul “Estimasi Nilai Dosis Pada Pemeriksaan *CT-Scan* Kepala Non-Kontras Berdasarkan Nilai *CTDIvol* dan *DLP*”. Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi parameter dosis radiasi *CTDIvol* dan *DLP* serta membandingkannya dengan *I-DRL* guna memastikan penerapan optimalisasi dosis radiasi pada pasien di RSUD Muhammadiyah Bantul.

## **METODE**

### **Jenis Penelitian**

Studi kuantitatif dengan pendekatan deskriptif digunakan untuk menganalisis nilai *CTDIvol* dan *DLP* pada pemeriksaan *CT-Scan* kepala non-kontras, kemudian

membandingkannya dengan nilai *I-DRL* sebagai acuan evaluasi dan optimalisasi dosis radiasi pasien.

#### **Lokasi dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilaksanakan di Instalasi Radiologi RSUD Muhammadiyah Bantul pada bulan Desember 2025 sampai April 2026. Data penelitian ini mencakup seluruh hasil pemindaian *CT-Scan* kepala tanpa kontras sepanjang periode tersebut.

#### **Populasi dan Sampel**

Subjek studi ini meliputi seluruh data rekam medik pemindaian *CT-Scan* kepala tanpa kontras di Instalasi Radiologi RSUD Muhammadiyah Bantul, dengan total sampel sebanyak 255 pasien. Melalui metode *purposive sampling*, seleksi sampel pada studi ini disesuaikan sesuai dengan pemenuhan kriteria inklusi dan eksklusi penelitian.

Kriteria inklusi mencakup pasien dewasa ( $\geq 18$  tahun) yang menjalani pemindaian *CT-scan* kepala tanpa kontras dengan protokol *standard brain*, memiliki cakupan pemindaian dari vertex hingga basis cranium, serta memiliki data *CTDIvol* dan *DLP* yang lengkap. Sementara itu, kriteria eksklusi dalam studi ini mencakup pasien yang menjalani *CT-Scan* kepala dengan kontras, terdapat riwayat trauma kepala. Menggunakan protokol di luar *brain*, serta memiliki data pemeriksaan yang tidak lengkap. Berdasarkan kriteria tersebut diperoleh 106 sampel yang memenuhi syarat untuk dianalisis.

#### **Pengumpulan Data**

Melalui metode observasi dan dokumentasi, data studi dihimpun menggunakan beberapa instrumen pendukung seperti lembar pengamatan, lembar pencatatan data, laptop dan kamera. Data diperoleh dari *dose report* pesawat *CT-Scan* Canon 32-Slice yang mencakup nilai *CTDIvol*, *DLP*, usia pasien, jenis kelamin, indikasi klinis, serta parameter pemindaian, antara lain nilai kV dan mA. Peneliti juga melakukan pengamatan terhadap seluruh alur *CT-Scan* kepala tanpa kontras. Pengamatan dilakukan untuk mengidentifikasi kesesuaian pelaksanaan prosedur *CT-Scan* kepala tanpa kontras dengan protokol yang berlaku. Aspek yang ditinjau mencakup persiapan serta penentuan posisi pasien, pengaturan parameter teknis pemeriksaan, pelaksanaan proteksi radiasi, serta faktor-faktor yang dapat mempengaruhi nilai *CTDIvol* dan *DLP*. Studi ini telah memperoleh *ethical clearance* oleh Komisi Etik Penelitian Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta dengan Nomor 5288/KEP-UNISA/II/2026

#### **Analisis Data**

Perangkat lunak IBM SPSS *Statistics* versi 27 digunakan untuk memperoleh gambaran statistik parameter *CTDIvol* dan *DLP* yang meliputi nilai rata-rata, median, nilai minimum, nilai maksimum, serta kuartil ketiga (Q3)

Nilai Q3 kemudian digunakan sebagai dasar perbandingan dengan nilai *I-DRL* dari BAPETEN, serta tingkat optimalisasi dosis pada pemindaian *CT-Scan* kepala tanpa kontras.

## **HASIL**

Karakteristik data parameter pemeriksaan serta sebaran nilai *CTDIvol* dan *DLP* pada prosedur *CT-scan* kepala tanpa kontras di RSUD Muhammadiyah Bantul disajikan secara rinci sebagai berikut:

1. Hasil Analisis Paparan Radiasi *CT-Scan* Kepala Tanpa Kontras
  - a. Karakteristik Sampel pada Pemindaian *CT-Scan* Kepala Tanpa Kontras di RSUD Muhammadiyah Bantul

Penelitian ini menggunakan 106 sampel yang diperoleh dari data pemeriksaan periode Desember 2025 – Januari 2026 di Instalasi Radiologi RSUD Muhammadiyah Bantul

Muhammadiyah Bantul. Data sampel yang diambil sudah sesuai dengan kriteria inklusi yang sudah ditetapkan.

**Tabel 1 Distribusi Sampel Menurut Jenis Kelamin**

Jenis Kelamin	Frekuensi	Presentase
Laki-laki	46	43,4%
Perempuan	60	56,6%
<b>Total</b>	<b>106</b>	<b>100%</b>

Distribusi pasien menurut jenis kelamin pada **Tabel 1** memperlihatkan bahwa proporsi pasien perempuan yang menjalani prosedur *CT-Scan* kepala non-kontras lebih mendominasi dari proporsi pasien laki-laki. Dari total 106 data pemeriksaan, Sebanyak 60 pasien adalah perempuan (56,6%), sedangkan pasien laki-laki berjumlah 46 pasien (43,4%) dari total 106 data pemeriksaan.

**Tabel 2 Distribusi Sampel Menurut Usia**

Usia	Frekuensi	Persentase
20 – 28	5	4,7%
29 – 37	1	0,9%
38 – 46	5	4,7%
47 – 55	16	15,1%
56 – 64	36	34%
65 – 73	28	26,4%
74 – 82	11	10,4%
83 – 91	4	3,8%
<b>Total</b>	<b>106</b>	<b>100%</b>

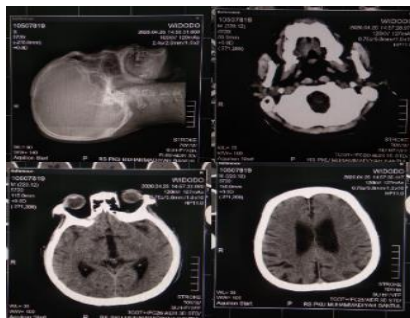
Ditinjau dari karakteristik usia, hasil pada **Tabel 2** memperlihatkan bahwa kelompok pasien yang melakukan pemindaian kepala tanpa kontras didominasi oleh pasien lanjut usia dengan rerata 61 tahun. Jika dikomparasikan berdasarkan jenis kelamin, terdapat variasi pada karakteristik usia pasien. Rata-rata usia pasien laki-laki mencapai 63 tahun, sedikit lebih tinggi dibandingkan pasien perempuan yang rata-rata berusia 60 tahun. Temuan ini mengidentifikasi bahwa adanya kecenderungan pasien laki-laki yang menjalani pemindaian kepala tanpa kontras berusia lebih tua dibandingkan dengan pasien perempuan.

b. Protokol dan Parameter pemindaian *CT-Scan* Kepala Tanpa Kontras di RSUD Muhammadiyah Bantul

Data observasi menunjukkan bahwa adanya kategori pasien yang terbagi menjadi tiga kelompok yaitu pediatrik, dewasa dan gawat darurat. Penggunaan protokol *brain* untuk pemindaian *CT-Scan* kepala tanpa kontras dewasa menerapkan parameter pemindaian yang seragam untuk seluruh pasien, sehingga tidak ditemukannya perbedaan pengaturan parameter pemeriksaan. berikut adalah parameter yang digunakan:

**Tabel 3 Parameter *CT-Scan* Kepala Non-kontras**

Parameter	keterangan
Area scanning	<i>Vertex</i> hingga <i>basis cranii</i>
Scanogram	Kepala AP dan lateral
Teknik scanning	<i>Helical</i>
Slice thickness	5 mm
Tegangan tabung	120 kV
Tegangan arus	170 mA
Rotation time	0,75 s
Pitch	1,4
DFOV	220,1 mm



**Gambar 1 Hasil Pemeriksaan *CT-Scan* Kepala Non-kontras (RSU PKU Bantul, 2026)**

- c. Nilai Dosis *CT-Scan* Kepala Non-Kontras di Instalasi Radiologi RSU PKU Muhammadiyah Bantul

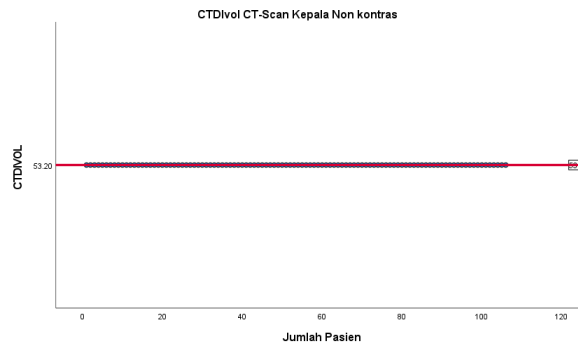
Data yang diperoleh dianalisis menggunakan statistik deskriptif frekuensi untuk menggambarkan distribusi nilai dosis serta menentukan nilai kuartil ketiga (Q3) sebagai dasar acuan dalam evaluasi *DRL*

**Tabel 4 Hasil Uji Deskriptif Frekuensi Nilai *CTDIvol* dan *DLP* Menggunakan IBM SPSS Statistik Versi 27**

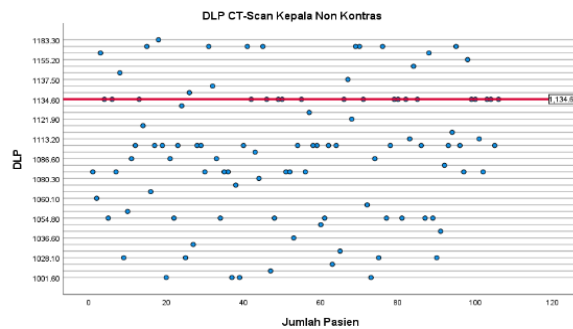
Statistik		<i>CTDIvol</i>	<i>DLP</i>
N	106		
Mean		53,20	1098,41
Median		53,20	1108,00
Min		53,20	1001,60
Max		53,20	1183,30
Percentiles	25	53,20	1059,95
	50	53,20	1108,00
	75	53,20	1134,60

Berdasarkan **Tabel 4**, hasil uji deskriptif frekuensi terhadap nilai *CTDIvol* dan *DLP* pada pemeriksaan *CT-Scan* kepala non-kontras dengan jumlah 106 sampel, menunjukkan nilai *CTDIvol* yang konstan yaitu sebesar 53,20 mGy pada seluruh parameter statistik. Sebaliknya, parameter *DLP* menunjukkan variasi data dengan rentang 1001,60 hingga 1183,30 mGy.cm. kemudian, rata-rata nilai *DLP*

tercatat 1098,41 mGy.cm dengan median 1108,00 mGy.cm. Distribusi data *DLP* lebih lanjut ditunjukkan oleh nilai kuartil pertama sebesar 1059,95 mGy.cm dan Q3 sebesar 1134,60 mGy.cm.



**Gambar 2 Sebaran data dosis *CTDIvol***



**Gambar 3 Sebaran data dosis *CTDIvol***

Distribusi nilai dosis *CTDIvol* secara rinci ditampilkan pada **Gambar 2**, sedangkan distribusi nilai dosis *DLP* disajikan pada **Gambar 3**.

Berdasarkan **Gambar 2** tersebut menunjukkan homogenitas nilai *CTDIvol* yang sangat tinggi pada pemindaian *CT-Scan* kepala tanpa kontras. Nilai paparan radiasi tidak menunjukkan adanya lonjakan dan berada seragam di angka 53,20 mGy, terlihat dari sebaran data yang membentuk garis linear. Terbentuknya garis linear tersebut menunjukkan penerapan protokol pemindaian yang seragam tanpa adanya pengaturan dosis berdasarkan karakteristik pasien.

Berdasarkan **Gambar 3** terdapat variabilitas yang tinggi pada nilai *DLP* pasien yang menjalani prosedur *CT-Scan* kepala tanpa kontras. Terdapat 17 data yang memiliki nilai di atas kuartil 3 di RSUD Muhammadiyah Bantul dengan nilai tertinggi 1183,30 mGy.cm. Terbentuknya variasi nilai dapat terjadi karena area pemindaian yang digunakan pada setiap pasien berbeda, sehingga menyebabkan perbedaan nilai *DLP*.

2. Perbandingan Nilai Dosis *CTDIvol* dan *DLP* dengan Nilai *I-DRL*

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan perbandingan nilai *CTDIvol* dan *DLP* pemeriksaan *CT-Scan* kepala non-kontras antara RSUD Muhammadiyah Bantul dengan nilai *I-DRL* serta beberapa negara lain.

**Tabel 5 Perbandingan Nilai *CTDIvol* dan *DLP* Pemeriksaan *CT-Scan* Kepala Non-Kontras**

Wilayah	<i>CTDIvol</i>	<i>DLP</i>
RSU PKU Muhammadiyah Bantul	53,20	1134,60
Indonesia	60	1275
Australia	52	880
Jepang	77	1350
Korea	52,2	969,8
Nigeria	67	1119
Arab Saudi	33,1	655,74
Kanada	79	1302
Eropa	48	1386
Amerika	57	1011

## PEMBAHASAN

### 1. Nilai Dosis *CT-Scan* Kepala Tanpa Kontras di RSU PKU Muhammadiyah Bantul

#### a. Karakteristik Sampel Pemindaian *CT-Scan* Kepala Tanpa Kontras

Berdasarkan data penelitian sampel dipilih menggunakan kriteria inklusi pasien usia  $\geq 18$  tahun yang melaksanakan pemindaian *CT-Scan* kepala tanpa kontras protokol *brain* dengan cakupan *scanning* dari vertex hingga basis cranii. Pemilihan kriteria tersebut dilakukan untuk memperoleh data pemeriksaan yang lebih homogen sehingga variasi nilai dosis radiasi dapat diminimalkan.

Hal ini didukung oleh penelitian New et al. (2025), yang menunjukkan sebagian besar ukuran tengkorak yang di ukur melalui *interlandmark distances* telah mencapai kematangan (*phenotypic maturity*) dan menunjukkan pola pertumbuhan yang stabil sebelum memasuki usia dewasa. Bahkan, struktur kranial yang mengalami periode pertumbuhan yang paling panjang, yaitu pada *splanchnocranium* telah mencapai fase pertumbuhan yang melambat dan cenderung stabil setelah masa pubertas, yakni sekitar usia 9 – 13 tahun bagi anak perempuan dan 12 – 17 tahun bagi anak laki-laki.

Menurut penulis, penggunaan pasien usia  $\geq 18$  dimaksudkan untuk meminimalkan variasi ukuran anatomi kepala yang dapat memengaruhi penggunaan parameter *expose* serta jumlah dosis radiasi yang dihasilkan. Pemilihan sampel yang relatif homogen dapat memberikan gambaran distribusi nilai *CTDIvol* dan *DLP* yang relatif lebih konsisten pada pemeriksaan *CT-Scan* kepala non-kontras.

#### b. Analisis Paparan Dosis *CTDIvol* dan *DLP* pada Pemindaian *CT-Scan* Kepala Tanpa Kontras di RSU PKU Muhammadiyah Bantul

Berdasarkan hasil penelitian, nilai *Diagnostic Reference Level (DRL)* dianalisis menggunakan indikator *CTDIvol* sebagai ukuran keluaran dosis radiasi *CT-Scan*, serta *DLP* sebagai tolak ukur akumulasi radiasi selama pemindaian beranglangsung.

Merujuk pada Tabel 4, seluruh parameter statistik untuk sebaran dosis *CTDIvol* menunjukkan nilai yang konstan yaitu sebesar 53,20 mGy. Kemudian, nilai *DLP* menunjukkan variasi data dengan rentang 1001,60 hingga 1183,30 mGy.cm. Nilai mean *DLP* tercatat 1098,41 mGy.cm dengan median 1108,00

mGy.cm. Distribusi data *DLP* lebih lanjut ditunjukkan oleh nilai kuartil pertama sebesar 1059,95 mGy.cm dan Q3 sebesar 1134,60 mGy.cm.

Faktor eksposi yang diterapkan sepanjang pemeriksaan memegang peran yang krusial dalam menentukan besaran dosis radiasi yang dihasilkan pada pemeriksaan *CT-Scan*. Arus tabung dan tegangan tabung sinar-X menjadi faktor paparan utama yang menentukan besaran dosis radiasi secara aktif selama pemeriksaan (Horuoby et al., 2023). Modifikasi parameter arus tabung (mA) harus diatur secara cermat berdasarkan bentuk, ukuran organ serta karakteristik pasien, dalam upaya menjaga kualitas citra yang tetap optimal tanpa memberikan radiasi berlebihan. Temuan ini diperkuat oleh Fardela et al. (2025), yang menyimpulkan bahwa penyesuaian parameter mAs memiliki keterkaitan yang sangat kuat terhadap besarnya dosis yang diserap. Kuantitas elektron yang dilepaskan oleh filamen ke tabung sinar-X berbanding lurus dengan jumlah radiasi yang dihasilkan. Berdasarkan hal tersebut, terdapat hubungan yang sangat erat antara parameter mAs dengan parameter *CTDIvol*, dimana peningkatan nilai mAs akan berbanding lurus dengan peningkatan nilai *CTDIvol* yang dihasilkan.

Selain dipengaruhi oleh faktor eksposi, variasi nilai *CTDIvol* juga dapat dipengaruhi oleh karakteristik fisik pasien. Menurut (Inoue et al., 2023) indeks dosis radiasi, yaitu *CTDIvol* dan *DLP* memiliki korelasi linear yang kuat dengan berat badan dan *water-equivalent diameter (WED)* pasien. Dengan demikian, ukuran tubuh pasien merupakan salah satu faktor krusial yang perlu diperhitungkan dalam penentuan parameter *expose*.

Sejalan dengan hal tersebut, penelitian Virgin et al. (2023) menyatakan besarnya faktor *expose* yang digunakan selama pemeriksaan *CT-Scan* dapat mempengaruhi dosis yang diterima oleh pasien. Variasi dosis yang diterima pasien dapat disebabkan oleh perbedaan karakteristik anatomi kepala dan kondisi klinis, yang akan memengaruhi prosedur pemeriksaan, termasuk penentuan *Field of View (FOV)* sesuai kebutuhan diagnostik. Panjang area pemindaian (*scan length*) yang ditentukan berdasarkan batas atas dan bawah area pemeriksaan, memiliki hubungan berbanding lurus dengan dosis *DLP*, semakin panjang jangkauan pemindaian yang dilakukan, maka semakin tinggi pula dosis *DLP* yang dihasilkan. Oleh karena itu, variasi nilai *DLP* yang diperoleh dalam penelitian ini menunjukkan adanya variasi rentang pemindaian pada setiap pasien, yang disesuaikan dengan indikasi klinis dan kebutuhan pemeriksaan.

Hal tersebut sesuai dengan **Gambar 2** dan **Gambar 3** yang memvisualisasikan grafik sebaran nilai *CTDIvol* dan *DLP* menggunakan SPSS versi 27. Pada **Gambar 2** terlihat bahwa nilai *CTDIvol* bersifat konstan sehingga membentuk pola linear, yang menunjukkan penggunaan parameter *expose* yang secara seragam digunakan pada penelitian ini. Sementara itu, berdasarkan **Gambar 3** terlihat adanya variasi sebaran nilai *DLP* dengan beberapa data berada di atas kuartil ketiga (Q3), yang mengidentifikasi adanya perbedaan panjang area pemindaian dan penyesuaian prosedur pemeriksaan berdasarkan keluhan klinis pasien.

Menurut penulis, nilai *CTDIvol* yang konstan menunjukkan bahwa penggunaan parameter eksposi pada penelitian ini dilakukan secara seragam sehingga menghasilkan dosis *output* yang stabil. Sementara itu, variasi nilai *DLP* menunjukkan adanya perbedaan panjang area pemindaian yang disesuaikan

dengan kondisi klinis dan kebutuhan diagnostik pasien, sehingga memengaruhi total dosis yang diterima pasien.

c. Pencatatan dan Pemantauan paparan Radiasi sebagai Upaya Optimasi Pemeriksaan *CT-Scan*

Berdasarkan penelitian belum pernah dilakukannya pencatatan dan evaluasi rutin terkait paparan radiasi pada pemeriksaan *CT-Scan* kepala tanpa kontras, khususnya pada parameter *CTDIvol* dan *DLP*. Data dosis radiasi masih tersimpan pada sistem alat *CT-Scan* dan belum terdokumentasi secara khusus sebagai bagian dari program pemantauan dosis pasien. Kondisi tersebut menyebabkan informasi mengenai distribusi dosis radiasi pada pemeriksaan *CT-Scan* belum dapat dianalisis secara berkala sebagai upaya evaluasi dan optimasi proteksi radiasi pasien.

Pencatatan dosis radiasi pada pemeriksaan *CT-Scan* memiliki aspek penting dalam praktik radiologi modern. Menurut Alsaihati et al. (2023), pengumpulan data dosis radiasi seperti *CTDIvol* dan *DLP* secara otomatis melalui sistem pemantauan dosis modern berperan penting dalam mengevaluasi konsistensi dan melakukan optimalisasi protokol pemeriksaan di instalasi radiologi. Dokumentasi data dosis yang sistematis berfungsi sebagai basis data untuk membandingkan fluktuasi dosis lokal antar alat radiologi ataupun untuk menetapkan nilai acuan dosis.

Hal ini didukung oleh penelitian Sindi et al. (2024), yang menunjukkan bahwa penerapan manajemen dosis aktif melalui pencatatan dan pemantauan parameter seperti *CTDIvol* dan *DLP* secara berkala mampu menurunkan paparan radiasi pada pemeriksaan *CT-Scan* secara signifikan tanpa mengorbankan kualitas citra diagnostik. Pada penelitian tersebut, proses pengumpulan data dosis harian yang berbasis pada pemantauan nilai acuan referensi nasional. Hal tersebut terbukti menekan nilai dosis *CTDIvol* dari 9,5 mGy menjadi 7,8 mGy, serta menurunkan nilai *DLP* secara drastis dari 393,2 mGy.cm menjadi 298,0 mGy.cm. Melalui pemantauan yang terukur, evaluasi dapat dilakukan secara berkala memastikan penggunaan radiasi tetap terkendali, sehingga pencatatan data berfungsi sebagai alat kontrol klinis yang efektif dalam meningkatkan keselamatan pasien.

Menurut peneliti, belum dilakukannya pencatatan dan evaluasi rutin terhadap nilai *CTDIvol* dan *DLP* di Instalasi Radiologi RSUD Muhammadiyah Bantul dapat menyebabkan informasi distribusi dosis radiasi pasien belum terpantau secara optimal. Padahal, pencatatan dosis radiasi penting dilakukan sebagai dasar evaluasi dan optimalisasi protokol pemeriksaan *CT-Scan* guna menjaga kualitas citra diagnostik serta meningkatkan keselamatan pasien melalui pengendalian paparan radiasi.

2. Perbandingan Nilai *DRL CT-Scan* Kepala Tanpa Kontras dengan *DRL* Nasional dan Internasional

Merujuk pada aturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 1211/K/V/2021, pemeriksaan *CT-Scan* kepala tanpa kontras memiliki nilai acuan *I-DRL* dengan parameter *CTDIvol* 60mGy dan *DLP* 1275 mGy.cm (BAPETEN, 2021). Sebagai acuan evaluasi, nilai *I-DRL* menjamin pelaksanaan optimalisasi dosis radiasi pada *CT-Scan* berjalan efektif, sehingga keselamatan pasien terjamin tanpa mengorbankan kualitas citra yang dihasilkan (BAPETEN, 2019). Merujuk pada **Tabel 4**, nilai Q3 pemindaian *CT-Scan* kepala tanpa kontras menghasilkan nilai *CTDIvol* 53,20 mGy dan *DLP* 1134,60 mGy.cm

Hasil perbandingan menunjukkan bahwa nilai *CTDIvol* dan *DLP* dalam penelitian ini tidak melampaui yang telah ditetapkan. Dengan demikian, paparan dosis radiasi kepada pasien dapat dikategorikan telah memenuhi prinsip yang sudah ditetapkan.

Berdasarkan **Tabel 5**, terdapat variasi paparan dosis pada pemindaian *CT-Scan* kepala non-kontras di beberapa negara. Pada hasil penelitian, nilai *Q3 CTDIvol* dan *DLP* berada dikisaran menengah jika dibandingkan dengan negara lain. Nilai tersebut lebih rendah dibandingkan dengan Jepang, Kanada, dan Nigeria, namun lebih tinggi dibandingkan Australia, Korea dan khususnya Arab Saudi.

Perbedaan nilai *DRL* antar negara dipengaruhi oleh berbagai faktor dan nilai tersebut bersifat lokal maupun nasional. Faktor yang memengaruhi antara lain karakteristik pasien seperti ukuran tubuh dan berat badan yang berhubungan dengan penggunaan nilai *mAs* serta *CTDIvol*. Selain itu, variasi protokol pemeriksaan termasuk pengaturan parameter eksposi, panjang area pemindaian, jumlah fase pemindaian, algoritma rekonstruksi, serta spesifikasi dan usia *CT-Scan* dapat berkontribusi terhadap perbedaan nilai *DRL* antar negara (Alim et al., 2025).

Berdasarkan hasil tersebut penulis menyimpulkan bahwa paparan dosis pada pemindaian *CT-Scan* kepala tanpa kontras di RSUD Muhammadiyah Bantul, menunjukkan bahwa nilai *Q3* masih berada di ambang batas yang aman sesuai panduan *I-DRL* yang telah ditetapkan. Jika dibandingkan secara internasional, nilai tersebut berada pada kisaran menengah. Hal tersebut menunjukkan bahwa praktik penggunaan dosis pada penelitian ini tergolong cukup efisien serta tidak berlebihan. Perbedaan nilai dosis setiap negara menunjukkan bahwa *DRL* bersifat lokal, yang dipengaruhi oleh karakteristik pasien, seperti ukuran tubuh yang berhubungan dengan penggunaan *mAs*, serta variasi protokol pemeriksaan dan parameter *expose* yang diterapkan pada setiap masing-masing fasilitas kesehatan.

Temuan pada penelitian ini memberikan data dasar mengenai nilai *CTDIvol* dan *DLP* pada pemeriksaan *CT-Scan* kepala tanpa kontras di RSUD Muhammadiyah Bantul yang sebelumnya belum pernah dievaluasi maupun dilaporkan melalui sistem SI-INTAN. Data tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan evaluasi dalam optimalisasi dosis radiasi, sekaligus menjadi langkah awal dalam penyusunan nilai *DRL* lokal ke depannya, serta dapat mendukung upaya keselamatan pasien dan mutu pelayanan radiologi.

## **SIMPULAN**

Mengacu pada hasil analisis dan pembahasan yang telah diuraikan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut: Hasil pengukuran dosis *CT-Scan* kepala non-kontras di RSUD Muhammadiyah Bantul memperoleh nilai *CTDIvol* 53,20 mGy dan *DLP* 1134,60 mGy.cm. Hal tersebut mengidentifikasi tingkat paparan radiasi pada pasien. Temuan ini dapat digunakan sebagai data evaluasi dosis, kendali mutu berkata, serta referensi dalam menetapkan standar *DRL* lokal. Apabila disandingkan dengan standar *I-DRL* dari BAPETEN dengan nilai *CTDIvol* 60 mGy dan *DLP* 1275 mGy.cm. Hasil dalam penelitian ini tercatat masih berada dibatas ambang yang aman. Penelitian ini menunjukkan penemuan bahwa telah memenuhi kaidah optimalisasi dengan menjaga keselamatan dosis radiasi dengan baik tanpa mengorbankan hasil citra.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Alim, A., Leong, S. S., Sudin, A. E. T., & Awla, D. H. (2025). Clinical Indication- -Based Diagnostic Reference Levels in CT : a Systematic Review. *Radiology and Imaging*, 1–8. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2025-104530>

- Alsaihati, N., Ria, F., Solomon, J., Ding, A., Frush, D., & Samei, E. (2023). *Making CT Dose Monitoring Meaningful : Augmenting Dose with Imaging Quality*. 798–809.
- Aridana. (2023). Analisis Dosis Radiasi Pemeriksaan CT-Scan Kepala Tanpa Kontras di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Umum Daerah Al Ihsan Pemprov Jawa Barat. *Jurnal Cahaya Mandalika*, 3(3), 1244–1250.
- Badan Pengawasan Tenaga Nuklir (BAPETEN). (2019). *Tingkat Panduan Diagnostik atau Diagnostic Reference Level (DRL) (Issue 8)*.
- Badan Pengawasan Tenaga Nuklir (BAPETEN). (2021). *Keputusan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor: 1211/K/V/2021, Tentang Penetapan Nilai Tingkat Panduan Diagnostik Indonesia (Indonesian Diagnostic Reference Level) Untuk Modalitas Sinar-X CT Scan dan Radiografi Umum (121/K/V/2021)*.
- Chen, J., Zheng, J., Zhang, Q., Zhang, J., Dai, Q., & Zhang, D. (2025). Radiation Exposure in Recurrent Medical Imaging: Identifying Drivers and High-Risk Populations. *Frontiers in Public Health*, July, 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1626906>
- Darmawan, I. A., Juliantara, I. P. E., Adi, L. S., & Wahab, R. (2024). Analysis of the Effective Dose of Non-Contrast Head CT-Scan Examination Base on Gender Using the Radiation Dose Calculator at Hermina Bitung Hospital. *Journal Of Biomedika And Health*, 7(3), 274–281.
- Dharma, G. A. S. (2024). Hubungan Body Mass Index ( BMI ) dengan CTDIVOL dan DLP pada Pemeriksaan CT-Scan Kepala di Klinik Utama Bunga Emas Denpasar. *Jurnal SYNTAX DMIRATION*, 5(12), 5672–5677.
- Duandini, E., Etika, E. A., Nurulita, S. F., & Hidayanto, E. (2021). Analisis Perbandingan Diagnostic Reference Level (DRL) Modalitas CT Scan Sebagai Upaya Optimasi Proteksi dan Keselamatan Radiasi Di Berbagai Negara. *Berkala Fisika*, 24(3), 100–108.
- Fardela, R., Delvihadini, R., Pratama, I. B. G. P., Milvita, D., & Oktavia, A. (2025). *Determination of Typical Values for Pediatric Head CT Scan at Universitas Andalas Hospital*. xxx(2015), 51–56.
- Horuoby, P. S., Agung, A., Diartama, A., Sukadana, I. K., & Shalry, P. (2023). 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. *Jurnal Rumpun Ilmu Kesehatan*, 3(3).
- Hyperastuty, S. A., Mukhammad, Y., & Andayani, B. (2023). *Analisis Pengaturan Faktor Eksposi Dosis Serap Pasien Menggunakan Piranha 557*. 1, 0–4.
- Inoue, Y., Itoh, H., Nagahara, K., Hata, H., & Mitsui, K. (2023). *Relationships of Radiation Dose Indices with Body Size Indices in Adult Body Computed Tomography*. 1381–1392.
- Jesus, Z. D. R., Juliantara, I. P. E., & SUkanda, I. K. (2023). Perbandingan Kualitas Citra CT-Scan Kepala Pada Kasus Trauma Dengan Variasi Increment Di Rumah Sakit Balimed. *Calory Jurnal : Medical Laboratory Journal*, 1(4).
- Mutmainah, N., Anggraeni, A., & Mufida, W. (2025). Prosedur Pemeriksaan CT Scan Kepala pada Pasien Non-Kooperatif Klinis Suspect Gangguan Mental Organik di Instalasi Radiologi RSUD Blora. *Jurnal Penelitian Inovatif*, 5(3), 2561–2570.
- New, B. T., Stull, K. E., & Corron, L. K. (2025). *Exploring Cranial Growth Patterns from Birth to Adulthood for Forensic Research and Practice*. 1–36.
- Nurzahro, N. F., Sutapa, G. N., Balik, W., Ni, S., & Ratini, N. (2024). Penentuan Nilai Computed Tomography Dose Index ( CTDI vol ) dan Dose Length Product ( DLP )

- Pesawat CT- Scan Kepala pada Kasus Stroke Non Hemoragik ( SNH ). *KAPPA Journal*, 8(2), 208–214.
- Romans, L. E. (2019). *Computed Tomography for Technologists a Comprehensive Text Second Edition Second*. Wolters Kluwer.
- Samaiwu, E. T. (2025). Studi Literatur : Nilai DLP dan CTDIvol Pada Prosedur CT-Scan Kepala Di Tiga Instalasi Radiologi. *Jurnal Fisika Dan Pembelajarannya*, 7(2). <https://doi.org/10.31605/phy.v7i1.4724>
- Sindi, R., Al-shamrani, B., Bana, A., Al-Qurashi, F., Al-Qarhi, M., Al-Sgegri, B., Al-Otaibi, R., Aldawood, S., & Shubayr, N. (2024). Impact of Implementing National Diagnostic Reference Levels on Radiation Dose Optimization in Adult Chest CT Acans : a Comparative Analysis. *Radioprotection*, 59(2), 111–116.
- Virgin, Y. A., Astina, I. K. Y., & Pratista, S. (2023). Estimasi Nilai Dosis Radiasi pada Pemeriksaan CT-Scan Kepala Dewasa Non Kontras Berdasarkan Nilai CTDI dan DLP di Instalasi Radiologi RS TK II Pelamonia. *Nautical:Jurnal Ilmiah Multi Disiplin*, 2(4), 1147–1152.