

Analisis Pengaruh Diameter Kepala Terhadap Nilai DLP pada Pemeriksaan CT Kepala Non Kontras.

Kresensia Emiliana Igo¹, I Made Adhi Mahendrayana², I Wayan Balik Sudarsana³

¹Akademi Teknik Radiodiagnostik Dan Radioterapi Bali, Indonesia

^{2,3}Akademi Teknik Radiodiagnostik Dan Radioterapi Bali, Indonesia

Corresponding author: kresensiaemilianaigo@gmail.com

Abstrak: *Computed Tomography* merupakan salah satu modalitas pencitraan diagnostik yang memanfaatkan sinar-X berenergi tinggi untuk menghasilkan citra penampang tubuh dengan resolusi spasial yang baik dan telah menjadi pemeriksaan standar dalam evaluasi kelainan intrakranial, seperti trauma kepala, perdarahan, dan stroke. Dalam pemeriksaan CT Kepala Non Kontras, paparan radiasi perlu dikontrol karena berpotensi menimbulkan risiko jika tidak dioptimalkan. Penilaian dosis radiasi umumnya menggunakan parameter CTDIvol dan DLP, yang juga menjadi dasar dalam penetapan *Diagnostic Reference Levels (DRL)*. Salah satu faktor yang diduga mempengaruhi variasi dosis radiasi adalah ukuran anatomi pasien, khususnya diameter kepala, karena berkaitan dengan proses atenuasi sinar-X dan distribusi dosis radiasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh diameter kepala terhadap nilai DLP pada pemeriksaan CT Kepala Non Kontras. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif analitik observasional dengan menggunakan pendekatan retrospektif. Populasi penelitian adalah seluruh pasien dewasa yang menjalani pemeriksaan CT Kepala Non Kontras di Instalasi Radiologi RSUD Wangaya Kota Denpasar dengan sampel sebanyak 100 data yang dipilih menggunakan teknik purposive sampling. Data diperoleh melalui citra DICOM untuk pengukuran diameter *anteroposterior* dan *lateral*, serta *dose report* untuk nilai CTDIvol dan DLP. Analisis data dilakukan menggunakan uji korelasi dan regresi linier dengan tingkat signifikansi $p\text{-value} < 0,05$. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara diameter kepala terhadap nilai DLP ($p\text{-value} < 0,05$), sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima. Diameter kepala memberikan kontribusi sebesar 19,8% terhadap variasi nilai DLP, yang menunjukkan bahwa diameter kepala bukan merupakan faktor dominan dalam menentukan variasi dosis radiasi.

Kata kunci: ct kepala, non kontras, diameter, DLP

Abstract: *Computed Tomography is a diagnostic imaging modality that utilizes high-energy X-rays to produce cross-sectional images of the body with good spatial resolution and has become a standard examination in the evaluation of intracranial disorders, such as head trauma, hemorrhage, and stroke. In a Non Contrast Head CT examination, radiation exposure needs to be controlled because it has the potential to cause risks if not optimized. Radiation dose assessment generally uses the CTDIvol and DLP parameters, which are also the basis for determining Diagnostic Reference Levels (DRL). One factor suspected of influencing radiation dose variations is the patient's anatomical size, especially head diameter, because it is related to the X-ray attenuation process and radiation dose distribution. This study aims to analyze the effect of head diameter on DLP values in a Non-Contrast Head CT examination. This study is an observational analytical quantitative study using a retrospective approach. The study population was all adult patients who underwent a Non-Contrast Head CT examination at the Radiology Installation of Wangaya Regional Hospital, Denpasar City, with a sample of 100 data selected using a purposive sampling technique. Data were obtained through DICOM images for anteroposterior and lateral diameter measurements, as well as dose reports for CTDIvol and DLP values. Data analysis was performed using correlation and linear regression tests with a significance level of $p\text{-value} < 0,05$. The results showed that there was a significant effect between head diameter and DLP values ($p\text{-value} < 0,05$), so H_0 was rejected and H_a was accepted. Head diameter contributed 19,8% to the variation in DLP values, indicating that head diameter was not a dominant factor in determining radiation dose variations.*

Keywords: ct head, non contrast, diameter, DLP

Pendahuluan

Computed Tomography (CT) merupakan salah satu modalitas pencitraan diagnostik yang memanfaatkan sinar-x berenergi tinggi untuk menghasilkan citra penampang tubuh dengan resolusi spasial yang baik. Sejak diperkenalkan pada awal tahun 1970-an, CT berkembang pesat dan menjadi pemeriksaan standar dalam pemeriksaan CT Kepala Non Kontras dalam

mengevaluasi kelainan intracranial, cedera kepala, stroke, dan kelainan struktural lainnya, baik dengan media kontras maupun tanpa penggunaan media kontras sesuai indikasi klinis karena kemampuannya menghasilkan gambaran anatomi otak secara cepat, akurat, dan non-invasif (Wahyuni & Amalia, 2022).

Dalam pemeriksaan CT Kepala Non Kontras, paparan radiasi perlu dikendalikan karena penggunaan radiasi pengion dapat menimbulkan risiko apabila tidak dioptimalkan. Evaluasi dosis dilakukan melalui nilai *Dose Length Product* (DLP) yang merepresentasikan total paparan radiasi yang diterima pasien selama proses pemindaian. Parameter ini menjadi dasar dalam penetapan *Diagnostic Reference Levels* (DRL) untuk optimasi dosis (Wikanadi dkk, 2022). Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) melalui Keputusan Kepala BAPETEN Nomor 1812 Tahun 2025 menetapkan Tingkat Panduan Diagnostik Indonesia (TPDI) atau *Indonesian Diagnostic Reference Level* (IDRL) sebagai acuan dalam evaluasi dan optimisasi dosis radiasi pada pemeriksaan CT. Untuk pemeriksaan CT Kepala Non Kontras pada pasien dewasa, nilai IDRL yang direkomendasikan untuk *Dose Length Product* (DLP) adalah sebesar 967 mGy·cm.

CTDIvol merupakan parameter yang digunakan untuk menggambarkan keluaran radiasi dari pesawat CT dan dinyatakan dalam satuan milligray (mGy). Pasien dengan ukuran kepala yang berbeda berpotensi menerima dosis radiasi yang berbeda meskipun nilai CTDIvol yang digunakan sama. Untuk mengakomodasi variasi ukuran pasien tersebut, diperkenalkan metode *Size Specific Dose Estimate* (SSDE) yaitu estimasi dosis yang diperoleh dengan mengoreksi nilai CTDIvol menggunakan faktor ukuran atau diameter pasien (Boone et al., 2019). Parameter yang digunakan dalam evaluasi dosis radiasi pada pemeriksaan CT adalah *Dose Length Product* (DLP) yang merupakan hasil perkalian antara CTDIvol dengan panjang area pemindaian (*scan length*) dan menggambarkan total paparan radiasi selama satu kali pemeriksaan. Karena nilai DLP dipengaruhi oleh panjang area pemindaian dan ukuran pasien, maka diameter kepala menjadi salah satu parameter penting yang berpotensi mempengaruhi besarnya nilai DLP pada pemeriksaan CT Kepala Non Kontras (Zhao et al, 2022).

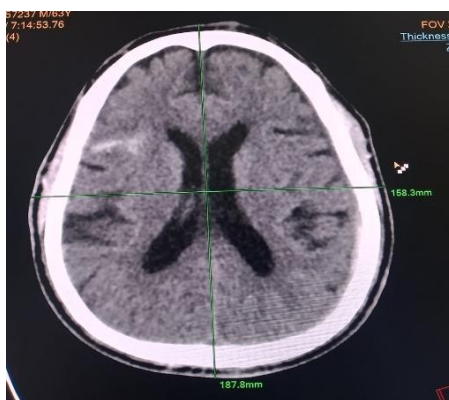
Salah satu faktor yang berpotensi mempengaruhi variasi dosis radiasi secara signifikan adalah ukuran pasien termasuk diameter kepala. Literatur internasional menunjukkan bahwa ukuran tubuh atau diameter anatomi pasien mempengaruhi distribusi dosis yang diterima selama pemeriksaan CT, sehingga penting untuk mempertimbangkan faktor ukuran pasien saat mengevaluasi parameter dosis seperti *Dose Length Product* (DLP) (Sabiniewicz-Ziajka et al., 2024). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh diameter kepala terhadap nilai DLP pada pemeriksaan CT Kepala Non Kontras guna untuk mengevaluasi dan optimalisasi paparan radiasi yang diterima oleh setiap pasien dengan ukuran tubuh atau diameter kepala yang berbeda.

Metode

Penelitian ini merupakan sebuah penelitian kuantitatif analitik observasional dengan

menggunakan pendekatan retrospektif yang bertujuan untuk menganalisis pengaruh diameter kepala terhadap nilai DLP pada pemeriksaan CT Kepala Non Kontras. Penelitian dilaksanakan di Instalasi Radiologi RSUD Wangaya Kota Denpasar periode Januari – April 2026. Populasi penelitian adalah seluruh pasien dewasa yang melakukan pemeriksaan CT Kepala Non Kontras dan sampel penelitian berjumlah 100 pasien dengan data CTDIvol dan DLP tersedia lengkap pada *dose report* serta citra DICOM yang memungkinkan pengukuran diameter kepala. Pengukuran diameter kepala dilakukan pada citra axial menggunakan sistem PACS dengan mengukur diameter *anteroposterior* dan *lateral* untuk memperoleh diameter efektif kepala.

Pengukuran diameter kepala dilakukan seperti pada gambar berikut :



Gambar 1. cara pengukuran diameter kepala

Diameter efektif diperoleh dengan perhitungan rumus sebagai berikut :

$$D_{\text{eff}} = \sqrt{AP \times LAT}$$

Hasil pengukuran yang didapatkan dianalisis menggunakan aplikasi SPSS 25. Langkah awal yang dilakukan yaitu melakukan analisis deskriptif untuk menggambarkan karakteristik data penelitian. Selanjutnya dilakukan uji normalitas menggunakan uji *Shapiro-Wilk* untuk menentukan apakah data terdistribusi normal. Jika data normal ($p \geq 0,05$) dilanjutkan dengan uji korelasi Pearson, apabila data tersebut tidak normal maka dilanjutkan dengan uji korelasi Spearman. Hasil uji korelasi dilanjutkan dengan uji regresi linier untuk menentukan pengaruh diameter kepala terhadap nilai DLP. Dari pengujian tersebut didapatkan kesimpulan dengan tingkat signifikansi yang digunakan dalam penelitian ini adalah $p < 0,05$. Apabila nilai signifikansi $p < 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_a diterima, yang menunjukkan terdapat pengaruh signifikan antara diameter efektif kepala terhadap nilai DLP pada pemeriksaan CT Kepala Non Kontras. Sebaliknya, apabila nilai signifikansi $p > 0,05$ maka H_0 diterima dan H_a ditolak, yang menunjukkan tidak terdapat pengaruh signifikan antara variabel tersebut. Penelitian ini telah mendapatkan sertifikat etik dari Komite Etik RSUD Wangaya Kota Denpasar.

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil uji analisis deskriptif pada 100 sampel pasien CT Kepala Non

Kontras di peroleh nilai rata rata diameter anteroposterior sebesar 17.89 cm dengan nilai minimum 16.14 cm dan maximum 19.84 cm. Diameter lateral memiliki nilai rata rata 15.48 cm dengan nilai minimum 13.41 cm dan maximum 14.78 cm. Diameter efektif menunjukkan nilai rata rata 16.63 cm dengan nilai minimum 14.74 cm dan maximum 18.21 cm.

Nilai *Dose Length Product* (DLP) memiliki nilai rata rata sebesar 1167.41 mGy·cm dengan nilai minimum 1002 mGy·cm dan maximum 1298 mGy·cm. Nilai CTDI pada seluruh sampel bersifat konstan yaitu 40,4 mGy tanpa adanya variasi. Hal ini menunjukkan bahwa di RSUD Wangaya Kota Denpasar menggunakan protokol dan parameter seperti tegangan tabung (kVp), arus tabung (mA), waktu rotasi, serta *pitch* tidak mengalami perubahan pada setiap pemeriksaan. Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem CT tidak melakukan penyesuaian dosis berdasarkan ukuran pasien, sehingga keluaran radiasi dari alat CT tetap sama pada setiap pemeriksaan. Oleh karena itu, variasi dosis radiasi yang terlihat pada nilai *Dose Length Product* (DLP) lebih dipengaruhi oleh faktor lain, seperti panjang area pemindaian dan karakteristik pasien.

Tabel 1. Hasil Uji Normalitas Nilai Diameter Efektif dan *Dose Length Product* (DLP)

Varibael	N	Kolmogorov-Smirnov p-value	Shapiro-Wilk p-value	Keterangan
Diameter Efektif	100	.200	.183	Normal
DLP	100	.072	.194	Normal

Tabel.1 menunjukkan hasil uji normalitas dari diameter efektif dan DLP menggunakan metode *Shapiro-Wilk* dengan variable diameter efektif memiliki nilai sig. sebesar 0.183 sedangkan variabel *Dose Length Product* (DLP) sebesar 0.194. Hasil ini di dukung oleh uji *Kolmogorov-Smirnov* yang menunjukkan nilai sig. sebesar 0.200 pada diameter efektif dan 0.072 pada DLP. Dari nilai kedua uji normalitas tersebut lebih besar dari 0.05 ($p > 0.05$), sehingga disimpulkan bahwa data pada kedua variabel berdistribusi normal.

Tabel 2. Hasil Uji Korelasi Pearson Diameter Efektif Terhadap *Dose Length Product* DLP

Varibael	N	Koefisien Korelasi (r)	p-value	Keterangan
Diameter Efektif-DLP	100	.445	.000	Hubungan positif dan signifikan

Berdasarkan hasil tabel uji korelasi pearson menunjukkan adanya hubungan diameter efektif terhadap nilai DLP pada pemeriksaan CT Kepala Non Kontras dengan nilai sebesar $r = 0,445$ dengan nilai signifikansi ($p < 0,05$). Hubungan ini bersifat positif dengan kekuatan sedang dimana semakin besar diameter kepala, maka nilai DLP cenderung meningkat. Dengan demikian dari nilai signifikasi $p < 0,05$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara diameter kepala terhadap nilai DLP pada pemeriksaan CT Kepala Non Kontras.

Tabel 3. Hasil Regresi Linier Diameter Efektif terhadap DLP

Variabel	B	β	R ²	p-value
Diameter Effect	40.577	.445	.198	.000

Hasil analisis regresi linier menunjukkan bahwa diameter efektif berpengaruh signifikan terhadap nilai *Dose Length Product* (DLP) dengan koefisien regresi sebesar $B=40,577$ dan nilai signifikansi ($p<0,05$). Nilai koefisien determinasi sebesar $R^2=0,198$ menunjukkan bahwa diameter efektif berkontribusi sebesar 19,8% terhadap variasi DLP, sedangkan 80,2% sisanya dipengaruhi oleh faktor lain seperti panjang area pemindaian (*scan length*). Artinya diameter bukan satu-satunya faktor dominan dalam menentukan variasi nilai DLP yang diperoleh.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa diameter kepala berpengaruh signifikan terhadap nilai DLP dengan berkontribusi sebesar 19,8% ($R^2 = 0,198$) terhadap variasi nilai DLP. Artinya diameter kepala berpengaruh terhadap dosis radiasi, tetapi bukan merupakan faktor dominan. Hal ini mengindikasikan bahwa masih terdapat faktor lain yang mempengaruhi nilai DLP. Salah satu faktor yaitu panjang area pemindaian (*scan length*), yang ditentukan berdasarkan kebutuhan klinis dan batas anatomi yang harus dicakup pada pemeriksaan CT Kepala. Variasi *scan length* dapat mempengaruhi nilai DLP karena semakin panjang area yang dipindai, semakin besar dosis radiasi yang terakumulasi selama pemeriksaan. Secara teoritis, ukuran anatomi pasien dapat mempengaruhi atenuasi sinar-x, di mana semakin besar ukuran objek maka semakin banyak radiasi yang dibutuhkan untuk menembus jaringan, sehingga berpotensi meningkatkan dosis radiasi yang dihasilkan. Namun, CTDIvol sebagai parameter keluaran perangkat tidak secara langsung mewakili dosis pasien individual karena tidak memperhitungkan variasi spesifik dalam ukuran tubuh (Boone et.al.,2019). Sebagian besar variasi dosis dalam penelitian ini 80,2%, dipengaruhi oleh faktor-faktor selain diameter kepala seperti area panjang pemindaian. Hal ini konsisten dengan konsep bahwa nilai DLP adalah hasil perkalian CTDIvol dan panjang pemindaian, sehingga perubahan panjang pemindaian akan berdampak signifikan pada total dosis radiasi yang diterima pasien (Zhao dkk., 2022).

Penelitian sebelumnya yang menggunakan parameter *Body Mass Index* (BMI) menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara ukuran tubuh dengan nilai CTDIvol dan DLP pada pemeriksaan CT kepala (Dharma,2024). Hal ini kemungkinan disebabkan karena BMI merupakan indikator umum yang tidak secara langsung merepresentasikan ukuran penampang anatomi kepala. Penelitian saat ini menggunakan parameter diameter kepala yang diukur langsung melalui diameter efektif (*Deff*), sehingga lebih spesifik menggambarkan dimensi anatomi yang berperan dalam proses atenuasi sinar-x. Hasil uji menunjukkan bahwa diameter kepala berpengaruh terhadap DLP sebesar 19,8%, meskipun kontribusinya relatif kecil. Temuan

ini menunjukkan bahwa penggunaan parameter ukuran yang lebih spesifik seperti diameter efektif, dapat menggambarkan hubungan antara ukuran anatomi dan variasi dosis radiasi lebih sensitif daripada parameter yang lebih umum seperti BMI. Namun, pengaruh ini tidak dominan dan sebagian besar variasi dosis tetap dipengaruhi oleh faktor lain seperti panjang area pemindaian dan parameter teknis pemeriksaan.

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa optimasi dosis radiasi pada pemeriksaan CT Kepala Non Kontras tidak hanya bergantung pada ukuran anatomi pasien, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh faktor teknis. Oleh karena itu, pengaturan protokol pemindaian yang tepat dan pengendalian panjang area pemindaian sangat penting untuk mencapai keseimbangan antara kualitas citra dan keselamatan pasien sesuai dengan prinsip proteksi radiasi yaitu *As Low As Reasonably Achievable* (ALARA). Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yakni hanya menganalisis satu parameter ukuran anatomi yaitu diameter kepala, dan tidak secara komprehensif mencakup variabel lain yang berpotensi mempengaruhi variasi dosis radiasi seperti parameter pemeriksaan teknis dan *Size Specific Dose Estimate* (SSDE).

Kesimpulan

Dalam penelitian ini menunjukkan bahwa diameter kepala secara signifikan mempengaruhi nilai DLP pada pemeriksaan CT Kepala Non Kontras. Namun, kontribusinya relatif kecil (19,8%), sehingga diameter kepala bukanlah faktor utama dalam menentukan variasi dosis radiasi. Variasi nilai DLP sebagian besar dipengaruhi oleh faktor lain seperti panjang area pemindaian dan parameter teknis pemeriksaan. Hasil ini menunjukkan bahwa ukuran anatomi pasien, khususnya diameter kepala memang berperan dalam distribusi dosis radiasi, tetapi tidak dapat digunakan sebagai satu-satunya acuan untuk evaluasi dan optimasi dosis. Oleh karena itu, upaya optimasi dosis pada pemeriksaan CT Kepala Non Kontras harus mempertimbangkan kombinasi karakteristik pasien dan parameter teknis pemeriksaan. Penelitian ini mendukung penggunaan parameter ukuran anatomi yang lebih spesifik seperti diameter efektif sebagai indikator untuk mengevaluasi variasi dosis radiasi. Namun parameter ini tidak sepenuhnya mencerminkan semua faktor yang mempengaruhi dosis radiasi yang diterima pasien. Temuan ini dapat menjadi masukan bagi pelayanan radiologi dalam upaya evaluasi dan optimasi dosis radiasi pada pemeriksaan CT Kepala Non Kontras melalui pemantauan nilai DLP serta pemanfaatan nilai IDRL sebagai acuan dalam evaluasi dosis pasien dan penerapan proteksi radiasi yang optimal.

Ucapan Terima Kasih

Penulis memanjatkan puji syukur kepada Tuhan Yesus atas berkat dan penyertaan-Nya sehingga penelitian ini dapat diselesaikan. Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing

atas arahan selama penelitian,serta kepada Akademi Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali dan RSUD Wangaya Kota Denpasar khususnya Instalasi Radiologi yang telah membantu kelancaran pelaksanaan penelitian.Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada keluarga atas dukungan selama proses penyusunan penelitian.

Referensi

- American Association of Physicists in Medicine. (2011). *Size-specific dose estimates (SSDE) in pediatric and adult body CT examinations: Report of AAPM Task Group 204*. American Association of Physicists in Medicine.
- Badan Pengawas Tenaga Nuklir. (2025). *Keputusan Kepala BAPETEN Nomor 1812 Tahun 2025 tentang Tingkat Panduan Diagnostik Indonesia (IDRL)*.
- Bauhs, J. A., Vrieze, T. J., Primak, A. N., Bruesewitz, M. R., Yu, L., & McCollough, C. H. (2008). CT dosimetry: Comparison of measurement techniques and devices. *Radiographics*, 28(1), 245–253.
- Boone, J. M., Strauss, K. J., Hernandez, A. M., Hardy, A. J., Applegate, K. E., Artz, N. S., ... McNitt-Gray, M. F. (2019). *Size-specific dose estimates (SSDE) for head CT: The report of AAPM Task Group 293*. American Association of Physicists in Medicine.
- Brink, J. A., & Morin, R. L. (2012). Size-specific dose estimation for CT: How should it be used and what does it mean? *Radiology*, 265(3), 666–668.
- 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 Admiration*, 5(12), 5672–5677.
- International Commission on Radiological Protection. (2017). *Diagnostic reference levels in medical imaging*. ICRP Publication 135.
- McCollough, C. H., Leng, S., Yu, L., Cody, D. D., Boone, J. M., & McNitt-Gray, M. F. (2011). CT dose index and patient dose: They are not the same thing. *Radiology*, 259(2), 311–316.
- Mettler, F. A., Jr., Huda, W., Yoshizumi, T. T., & Mahesh, M. (2008). Effective doses in radiology and diagnostic nuclear medicine: A catalog. *Radiology*, 248(1), 254–263.
- Putu, N. N. S. W. I., Juliantara, E., & Darmita, M. P. (2022). Estimasi nilai dosis pada pemeriksaan CT scan kepala dewasa berdasarkan nilai CTDIvol dan DLP.
- Sabiniewicz-Ziajka, D., Szarmach, A., Grzywińska, M., Gać, P., & Piskunowicz, M. (2024). Redefining radiation metrics: Evaluating actual doses in computed tomography scans. *Biomedicines*, 12(3), 600.
- Wahyuni, S., & Amalia, L. (2022). Perkembangan dan prinsip kerja *Computed Tomography* (CT scan). *GALENICAL: Jurnal Kedokteran dan Kesehatan Mahasiswa Malikussaleh*, 1(2), 88–96.
- Zhao, A., Fopma, S., & Agrawal, R. (2022). Demystifying the CT radiation dose sheet. *RadioGraphics*, 42(4), 1239–1250.