

Evaluasi Dosis CT Scan Kepala Trauma Terhadap Nilai I-DRL

Alifatus Wahyu Nur Ma'rifah^{1*}, Lambertus Vicky Putra¹, Weni Purwanti², Ayub Manggala Putra¹, Fira Khadijah¹

¹Teknologi Radiologi Pencitraan, Fakultas Vokasi, Universitas Airlangga, Surabaya, Indonesia

²Rumah Sakit Primasatya Husada Citra Surabaya, Indonesia

Email: alifatus.wahyu@vokasi.unair.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis korelasi usia dan BMI terhadap *Computed Tomography Dose Index Volume* (CTDIvol) dan *Dose Length Product* (DLP) pada pemeriksaan CT-Scan kepala non-kontras dengan klinis trauma. Desain penelitian ini adalah observasional analitik dengan pendekatan retrospektif terhadap 30 sampel pasien dewasa. Hasil penelitian menunjukkan nilai rata-rata CTDIvol sebesar 65,18 mGy, yang melebihi *Diagnostic Reference Level* (DRL) nasional BAPETEN (60 mGy). Meskipun demikian, nilai ini konsisten dengan penggunaan protokol “*Brain Trauma*” dan parameter tegangan yang seragam (120 kV). Sebaran CTDIvol 42,4 mGy hingga 103 mGy, menunjukkan homogenitas data dengan nilai rata-rata DLP adalah 1779,97 mGy·cm, jauh melebihi DRL nasional (1275 mGy·cm). Tingginya nilai DLP disebabkan oleh *scan length* yang dimulai dari *vertex* hingga *vertebrae cervical 7*, sesuai SOP rumah sakit untuk penanganan trauma kepala. Uji regresi logistik ganda menunjukkan bahwa usia dan *Body Mass Index* (BMI) tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap CTDIvol (Sig. usia=0,986; Sig. BMI=0,000) maupun DLP (Sig. usia=0,134; Sig. BMI=0,055). Hal ini mengindikasikan bahwa dosis lebih ditentukan oleh protokol teknis yang konsisten dari karakteristik pasien. Temuan DLP yang tinggi menandakan perlunya evaluasi dan optimisasi protokol pemeriksaan untuk menerapkan prinsip ALARA, demi keselamatan pasien tanpa mengorbankan kualitas diagnostik gambar.

Kata kunci: CTDIvol, CT-Scan, DLP, trauma

ABSTRACT

This study aims to analyze the correlation between age and Body Mass Index (BMI) with the Computed Tomography Dose Index Volume (CTDIvol) and Dose Length Product (DLP) in non-contrast head CT scans performed on trauma patients. This observational analytic study employed a retrospective approach involving 30 adult patient samples. The results showed an average CTDIvol value of 65.18 mGy, exceeding the national Diagnostic Reference Level (DRL) established by BAPETEN (60 mGy). Nevertheless, this value is consistent with the use of the standardized “Brain Trauma” protocol and a uniform tube voltage of 120 kV. The CTDIvol ranged from 42.4 mGy to 103 mGy, indicating data homogeneity, with an average DLP of 1779.97 mGy·cm, significantly surpassing the national DRL (1275 mGy·cm). The elevated DLP value is attributed to the scan length extending from the vertex to the cervical vertebra 7, in accordance with hospital standard operating procedures

for ead trauma management. Multiple logistic regression analysis revealed that age and BMI did not have a significant effect on CTDIvol (age Sig.=0.986; BMI Sig.=0.000) nor on DLP (age Sig.=0.134; BMI Sig.=0.055). This indicates that the radiation dose is more influenced by consistent technical protocols than by patient characteristics. The high DLP findings highlight the need for evaluation and optimization of examination protocols to implement the ALARA principle, ensuring patient safety without compromising diagnostic image quality.

Keywords: CTDIvol, CT-Scan, Dose Length Product , trauma

PENDAHULUAN

Trauma kepala adalah cedera yang terjadi akibat benturan langsung atau tidak langsung dan dapat menyebabkan gangguan sementara atau permanen pada fungsi neurologis, termasuk masalah fisik, kognitif, dan psikososial maka dari itu, penanganan yang tepat dan evaluasi medis sangat penting untuk mengurangi dampak jangka panjang dari trauma kepala (Rachmat et al., 2023). Secara global lebih dari 10 juta orang mengalami *traumatic brain injury* (TBI) yang cukup serius hingga memerlukan perawatan di rumah sakit atau berujung pada kematian setiap tahun (Faried et al., 2017). Menurut data Riset Kesehatan Dasar (Rikesdas), diperkirakan terdapat sekitar 500.000 kasus cedera kepala yang terjadi di Indonesia setiap tahunnya, dan dari jumlah tersebut sekitar 10% pasien meninggal sebelum mendapatkan penanganan di rumah sakit. Selain itu dari pasien yang berhasil mencapai fasilitas kesehatan sebanyak 80% mengalami cedera otak ringan, 10% mengalami cedera otak sedang, dan 10% lainnya menderita cedera otak berat. Data ini menunjukkan pentingnya upaya pencegahan serta penanganan yang efektif guna mengurangi dampak cedera otak traumatis (TBI) terhadap kesehatan masyarakat (Kristyaningsih et al., 2022).

Computed Tomography Scan (CT-Scan) merupakan salah satu modalitas yang bisa digunakan untuk melakukan tindakan diagnostik pada pasien dengan klinis trauma kepala mulai dari ringan sampai dengan berat, kelebihan dari CT Scan sendiri dalam mendeteksi kasus trauma kepala antara lain adalah untuk mengevaluasi adanya cedera pada tulang, pendarahan, dan juga untuk mendeteksi adanya massa yang ada di area kepala (Jamal, 2018). CT-Scan adalah salah satu alat diagnostik yang digunakan untuk mendeteksi kelainan di dalam tubuh manusia dengan menggunakan sinar-X. CT Scan dapat membantu mengidentifikasi adanya gangguan ataupun abnormalitas dalam tubuh di berbagai regio seperti kepala, thorax maupun abdomen (Siregar et al., 2020). CT-Scan adalah metode pilihan untuk evaluasi awal pasien trauma kepala. Kelebihan CT Scan terletak pada kecepatan akuisisi gambar, akurasi, dan ketersediaannya yang luas. Namun, penggunaan CT juga memiliki kelemahan, terutama terkait dengan paparan radiasi yang berpotensi berbahaya bagi populasi trauma yang seringkali relatif mudah (Hinzpeter et al., 2017). Menurut (Eichler et al., 2015) tindakan CT Scan pada kasus trauma dilakukan dengan mengevaluasi pada area kepala sampai dengan leher dengan tujuan dari prosedur ini adalah untuk mendeteksi cedera dan kelainan pada kepala dan leher dengan akurasi tinggi. Pengaturan parameter *scanning* yang baik seperti *slice thickness* dan juga pemilihan kernel tertentu sangat penting untuk memberikan diagnosa yang baik untuk penanganan medis selanjutnya.

CT Scan Kepala Non Kontras sangat direkomendasikan sebagai metode pencitraan awal untuk mendiagnosis pasien yang memiliki indikasi klinis trauma, dimana jika terdapat gambaran fraktur basiler merupakan salah satu indikasi adanya *arterial injury* khususnya pada arteri karotis internal dan arteri vertebral. Oleh karena itu, penting untuk melakukan pemeriksaan lanjutan seperti *Computed Tomography Angiography* (CTA) (Mutch et al., 2016). Berdasarkan hal tersebut maka perhitungan optimisasi nilai dosis yang diberikan kepada pasien yang mengalami pemeriksaan CT Scan kepala non kontras dengan indikasi klinis trauma perlu dilakukan serta dibandingkan dengan nilai DRL yang ada guna mengevaluasi apakah dosis yang diberikan terhadap pasien

dengan klinis trauma kepala yang menjalani pemeriksaan CT-Scan sudah optimal, terutama pasien dengan diagnosis klinis trauma sering kali membutuhkan tindakan lanjutan seperti *burrhole* baik itu untuk diagnostik maupun terapeutik sampai dengan kraniotomi (Kemenkes, 2022).

Berdasarkan Peraturan Kepala Bapeten Nomor 4 Tahun 2020, selaku instansi pengawas pelaksanaan aktivitas ketenaganukliran berperan aktif dalam menjalankan satu asas proteksi radiasi yaitu optimisasi yang merupakan suatu upaya agar dosis radiasi yang diterima pasien dapat serendah mungkin untuk tujuan diagnostik tanpa mengurangi kualitas citra dengan mempertimbangkan faktor sosial dan ekonomi (Rani, 2024). Sebagai usaha optimisasi maka dilakukan pembuatan DRL dari berbagai modalitas radiologi yang salah satunya merupakan CT Scan yang diatur dalam Keputusan Bapeten nomor 1211/K/V/2021, DRL merupakan perhitungan terhadap nilai dosis yang ditentukan dan menjadi rujukan dalam melakukan identifikasi terhadap dosis yang akan kita berikan pada pasien, selain itu Diagnostic Reference Level (DRL) juga bermanfaat dalam menghindari penerimaan dosis radiasi yang berlebihan terhadap pasien dikarenakan adanya ketidaktepatan dosis yang diberikan (Nurzahro et al., 2024). Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) menetapkan nilai Indonesian Diagnostic Reference Level (I-DRL) untuk CT Scan kepala non kontras melalui Keputusan Kepala BAPETEN Nomor 1211K/V/2021. Dalam keputusan tersebut, batas nilai I-DRL ditetapkan sebesar 60 mGy untuk CTDIvol (Computed Tomography Dose Index volume) dan 1275 mGy.cm untuk DLP (Dose-Length Product) (Bapeten, 2021) sesuai dengan pasal 36 ayat (2) dalam peraturan kepala bapeten nomor 6 tahun 2021 mengenai keselamatan radiasi dalam penggunaan pesawat sinar-X untuk radiologi diagnostik dan intervensional disebutkan bahwa dosis radiasi yang diterima oleh pasien harus diupayakan tetap sesuai dengan prinsip ALARA (As Low As Reasonably Achievable), prinsip ini menekankan bahwa paparan radiasi harus dijaga serendah mungkin tanpa mengurangi kualitas diagnostik, dengan mempertimbangkan faktor teknis dan klinis yang wajar (Ardiana, Rahmat & Adawiyah, 2024).

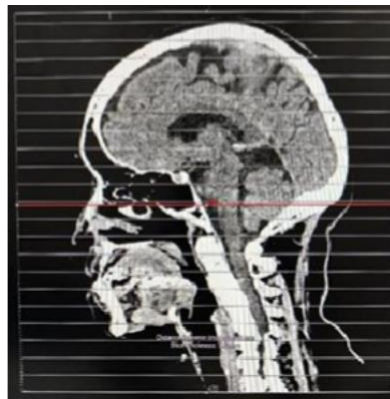
Penelitian oleh (Eddy et al., 2021) bertujuan untuk mengoptimalkan scan length pada trauma kepala di Cameroon baik untuk pasien dewasa maupun anak-anak. Penelitian tersebut melibatkan pasien CT-Scan Kepala berusia 5-75 tahun dengan klinis trauma pada CT Scan 64 slice. Hasil analisis menunjukkan bahwa hanya 1,37% dari pasien yang mengalami fraktur pada vertebrae cervical 3 (C3) atau 4 (C4), sementara rata-rata scan length sebelumnya adalah 23,03 cm atau hingga C7. Temuan tersebut mengusulkan untuk membatasi scan length hingga C2, yang mencakup 98,62% dari kasus tanpa fraktur di C3 atau C4. Pendekatan tersebut tidak hanya dapat meningkatkan efisiensi diagnostik tetapi juga mengurangi dosis radiasi yang diterima pasien, terutama pada organ sensitif seperti tiroid. Penelitian ini menyoroti perlunya regulasi yang lebih baik dan protokol yang jelas untuk panjang pemindaian dalam praktik CT scan. Dengan mengimplementasikan batas scan length baru ini, diharapkan dapat mengurangi paparan radiasi yang tidak perlu dan meningkatkan keselamatan pasien di rumah sakit. Penelitian serupa juga dilakukan oleh (Muhammad et al., 2024) yang membahas prevalensi cedera tulang belakang servikal (CSI) yang bersamaan dengan cedera kepala di Nigeria. Penelitian tersebut melibatkan pasien yang mengalami cedera kepala. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa prevalensi CSI adalah 11,2%, dengan cedera paling umum terjadi pada segmen tulang belakang servikal bagian bawah. Sebagian besar pasien dengan CSI mengalami cedera kepala ringan hingga sedang. Penelitian tersebut menekankan pentingnya pemeriksaan CT scan cranio-cervical untuk semua pasien dengan cedera kepala, terlepas dari tingkat keparahan yang dinilai menggunakan Glasgow Coma Scale (GCS). Kesimpulannya, penelitian tersebut menemukan bahwa ada prevalensi signifikan cedera tulang belakang cervical bersamaan dengan cedera kepala. Oleh karena itu, semua pasien yang mengalami cedera otak harus menjalani evaluasi lengkap terhadap area cervical tanpa memandang tingkat keparahan cedera.

Jurnal Teras Kesehatan

Menurut Purba (2023), pemeriksaan CT Scan kepala trauma dilakukan dengan scan length dari vertex sampai C7 agar evaluasi fraktur dan lesi pada kepala serta leher dapat dilakukan secara menyeluruh. Namun belum ada nilai iDRL untuk CT-Scan kepala dengan klinis trauma. Saat ini, nilai iDRL hanya untuk CT Scan Kepala Rutin saja yang mencakup vertex sampai basis cranii. Maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai dari typical values pemeriksaan CT Scan Kepala non kontras klinis trauma dengan melihat hubungan antara BMI (Body Mass Index), usia, dan scan length terhadap nilai CTDIvol dan DLP dengan nilai dosis yang diterima pasien pada saat prosedur pemeriksaan yang kemudian akan dibandingkan dengan nilai iDRL pemeriksaan CT Scan kepala.

METODOLOGI PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah observasional analitik dengan pendekatan retrospektif mulai Januari hingga April 2025 dengan melakukan pencatatan *dose report* yaitu nilai CTDIvol dan DLP pada pasien trauma kepala yang melakukan pemeriksaan CT Scan kepala non kontras pada CT-Scan 256 *slice*. Sampel merupakan pasien pemeriksaan CT-Scan kepala non kontras dengan klinis trauma kepala, usia di atas 15 tahun, dan dilakukan *scanning* kepala non kontras mulai *vertex* hingga *vertebrae cervical 7* (Gambar 1.) sehingga diperoleh sebanyak 30 sampel.



Gambar 1. Gambaran *scan length* pemeriksaan CT-Scan kepala non kontras pada klinis trauma kepala (*vertex-vertebrae cervical 7*)

Parameter scanning diatur dengan *scan length* sepanjang vertex sampai dengan *vertebrae cervical 7*, penggunaan Iterative Reconstruction (IR) jenis SAFIRE, scan type helical, protokol scanning brain trauma, dengan faktor eksposi 120kV dan 360,2mAs (Tabel 1). Variabel bebas mencakup kelompok usia dan nilai BMI. Variabel terikat adalah data nilai CTDIvol (Computed Tomography Dose Index) dan DLP (Dose-Length Product). Data yang telah diperoleh diolah menggunakan software SPSS. Langkah pertama yaitu uji deskriptif data, kemudian uji normalitas menggunakan shapiro wilk, dan uji statistik korelasi menggunakan korelasi pearson

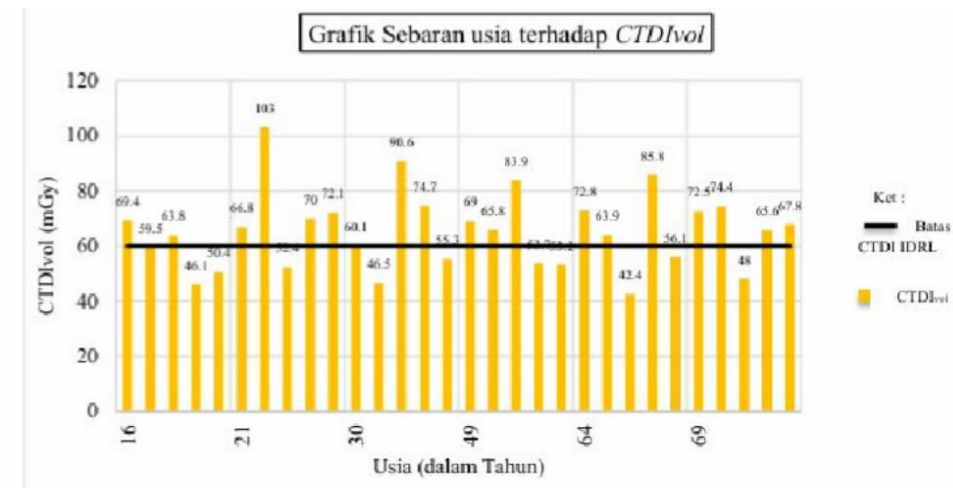
Tabel 1. Distribusi Parameter *Scanning* dan Faktor *Eksposi*

Jenis Pemeriksaan	Faktor eksposi		Parameter Scanning		
	kV	mAs	<i>Scan length</i>	Protokol	<i>Slice Thickness</i>
Brain non kontras rutin	110-130	250-300	18-23cm	Brain trauma	3-5 mm

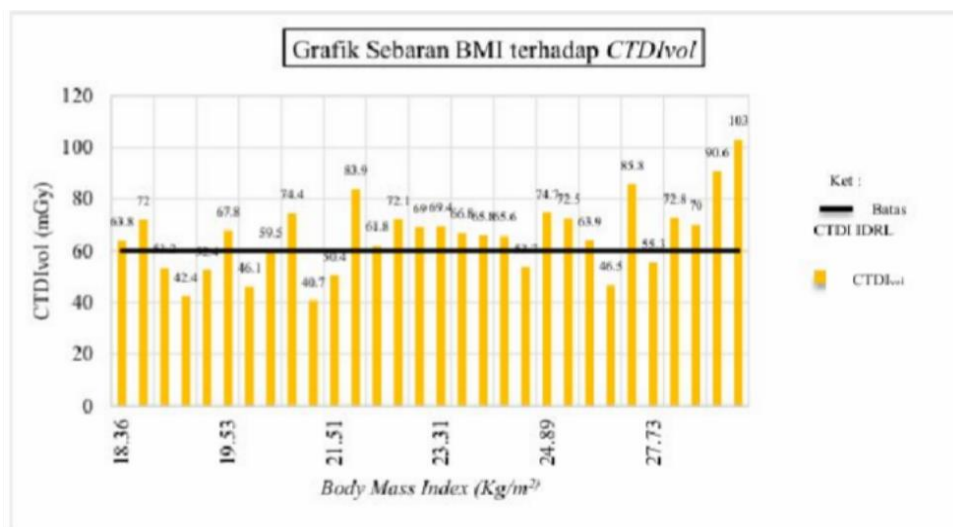
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan mengetahui nilai dari *typical values* pemeriksaan CT Scan Kepala non kontras dengan klinis trauma dengan melihat hubungan antara BMI (*Body Mass Index*) ,Usia serta *Scan Length* terhadap nilai CTDIvol dan DLP dengan nilai dosis yang diterima pasien pada saat prosedur pemeriksaan. Berdasarkan parameter scanning dan faktor eksposi, pemeriksaan kepala dengan klinis trauma kepala ini diuraikan dalam Tabel 1. yang mana dibandingkan dengan protokol CT-Scan kepala non kontras rutin. Berdasarkan Tabel 1. menunjukkan bahwa hampir semua nilai parameter scanning dan faktor eksposi menunjukkan angka diatas angka parameter scanning CT Scan kepala non kontras dimana angka kV, mAs, scan length, serta *slice thickness* berada pada angka rata rata 120kV, 360,2 mAs 23,2 cm scan length dan juga 0,6mm untuk *slice thickness* yang merupakan faktor yang mempengaruhi dosis sehingga dosis yang dihasilkan bisa menjadi lebih tinggi apabila menggunakan protocol CT Scan kepala non kontras rutin.

Analisis nilai CTDIvol pada pemeriksaan CT Scan kepala non kontras kepala dengan klinis trauma



Gambar 2. Grafik Sebaran usia terhadap CTDIvol



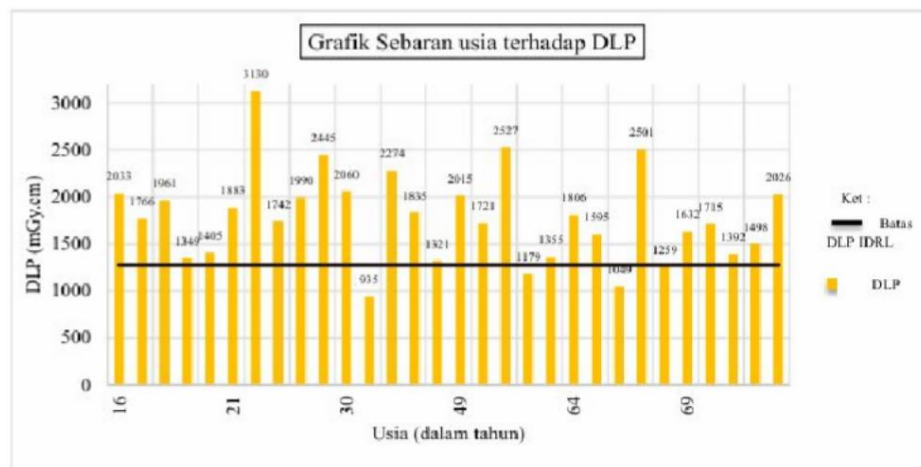
Gambar 3. Grafik Sebaran BMI terhadap CTDIvol

Jurnal Teras Kesehatan

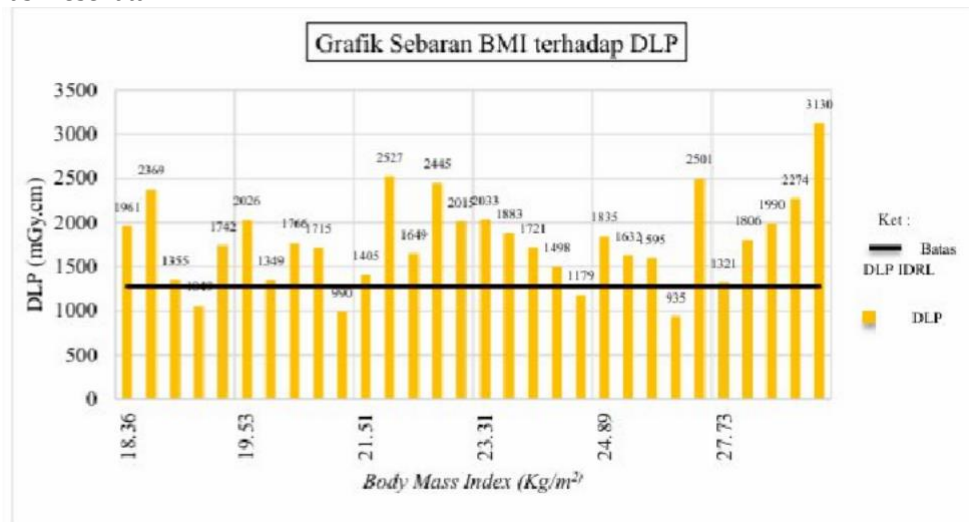
Berdasarkan hasil uji deskriptif pada pemeriksaan CT Scan kepala non kontras dengan indikasi klinis trauma, diperoleh nilai rata-rata CTDIvol sebesar 63,68 mGy, dengan nilai minimum 42,7 mGy dan maksimum 103 mGy (Gambar 2 & Gambar 3). Nilai-nilai tersebut menunjukkan adanya variasi dosis yang cukup lebar. Jika dibandingkan dengan nilai *Diagnostic Reference Level* (DRL) nasional dari BAPETEN, yaitu 60 mGy, maka sebagian besar hasil menunjukkan bahwa dosis yang diterima pasien berada di atas batas standar yang telah ditetapkan. Hasil perhitungan kuartil 2 berada di angka sebesar 64,45 mGy, dan Q3 (kuartil ketiga) sebesar 72,00 mGy. Ini mengindikasikan bahwa sekitar 75% dari pasien dalam penelitian ini menerima dosis CTDIvol di atas nilai DRL, yang dapat mengarah pada kemungkinan terjadinya *overexposure*. Temuan ini sejalan dengan penelitian (Hoffmann et al., 2024), yang menunjukkan bahwa penggunaan protokol trauma pada pemeriksaan CT scan kepala memang menghasilkan dosis yang lebih tinggi dibandingkan dengan protokol non- trauma. Dalam penelitian tersebut, nilai CTDIvol pada protokol trauma mencapai 65,61 mGy, sedangkan pada protokol non-trauma hanya sebesar 58,67 mGy. Hal ini menunjukkan bahwa protokol trauma cenderung menghasilkan paparan radiasi yang lebih tinggi karena perlunya visualisasi yang lebih menyeluruh terhadap struktur kepala dan leher. Menurut (Nyoman et al., 2023) kondisi ini menunjukkan bahwa ketidaksesuaian pengaturan eksposi serta kebutuhan klinis tertentu dapat menyebabkan peningkatan dosis secara signifikan, maka dari itu, evaluasi terhadap penerapan protokol, optimasi parameter teknis, serta pemanfaatan sistem pengendalian dosis otomatis menjadi sangat penting untuk menjaga dosis tetap dalam batas aman sesuai IDRL.

Analisis nilai DLP pada pemeriksaan CT Scan kepala non kontras kepala dengan klinis trauma

Dari hasil uji deskriptif terhadap nilai DLP (*Dose Length Product*) pada pemeriksaan CT Scan kepala non kontras dengan indikasi klinis trauma, diperoleh rata-rata sebesar 1753.30 mGy·cm, dengan nilai minimum sebesar 935 mGy·cm dan nilai maksimum mencapai 3130 mGy·cm (Gambar 4 & Gambar 5). Rentang nilai ini menunjukkan variasi yang cukup luas dalam dosis radiasi yang diterima oleh pasien. Nilai kuartil pertama (Q1) tercatat sebesar 1570,75 mGy·cm, median (Q2) sebesar 1754 mGy·cm, dan kuartil ketiga (Q3) sebesar 2027,75 mGy·cm. Hal ini mengindikasikan bahwa 75% dari total pasien dalam penelitian ini menerima dosis DLP di atas 1570,75 mGy·cm yang mana jika dibandingkan dengan nilai *Diagnostic Reference Level* (DRL) yang ditetapkan oleh BAPETEN untuk pemeriksaan CT kepala non kontras, yaitu sebesar 1275 mGy·cm, maka sebanyak 84,9% sampel yang dianalisis memiliki nilai DLP di atas standar DRL nasional, menunjukkan adanya potensi paparan dosis radiasi yang lebih tinggi dari yang seharusnya diterima.



Gambar 4. Grafik Sebaran Usia terhadap DLP



Gambar 5. Grafik Sebaran BMI terhadap DLP

Analisis pengaruh usia , dan scan length terhadap nilai CTDIvol dan DLP

Pengaruh usia terhadap dosis radiasi menunjukkan bahwa pasien yang lebih muda, terutama bayi dan balita, cenderung menerima dosis radiasi yang lebih tinggi selama prosedur CT, karena kebutuhan akan kualitas gambar yang lebih baik untuk struktur otak yang sedang berkembang. Sebaliknya, pasien yang lebih tua biasanya menerima dosis yang lebih rendah, karena struktur tubuh yang lebih padat dan kebutuhan akan dosis yang lebih kecil untuk mendapatkan gambar yang cukup diagnostik. Rawashdeh et al. (2023) juga menemukan bahwa pasien yang lebih tua menerima dosis yang lebih rendah, menunjukkan adanya hubungan invers antara umur dan dosis radiasi.

Pada kelompok usia 16–30 tahun, sebagian besar nilai DLP melebihi batas IDRL (1275 mGy·cm). Nilai tertinggi tercatat pada pasien usia 21 tahun, yaitu sebesar 3130 mGy·cm, menjadikannya nilai tertinggi dalam seluruh sampel. Pasien usia 16, 21, dan 30 tahun juga menunjukkan nilai DLP yang sangat tinggi, masing-masing sebesar 2033, 1983, dan 2445 mGy·cm. Untuk kelompok usia 31–49 tahun, meskipun terdapat nilai yang berada di bawah IDRL seperti pada usia 40 tahun (1321 mGy·cm), sebagian besar sampel tetap menunjukkan paparan yang tinggi, seperti pada usia 36 tahun (2274 mGy·cm) dan 49 tahun (2527 mGy·cm). Sementara itu, kelompok usia ≥50 tahun menunjukkan variasi yang lebih kompleks. Beberapa pasien mencatatkan nilai di bawah IDRL, seperti usia 64 tahun (1179 mGy·cm) dan usia 69 tahun (715 mGy·cm), tetapi terdapat juga yang sangat tinggi seperti pada usia 66 tahun (2501 mGy·cm) dan 69 tahun lainnya (1637 mGy·cm). Penelitian yang dilakukan oleh (Juniaty et al., 2023) menyatakan bahwa semakin bertambah tebal pasien dan semakin panjang scan length maka semakin besar pula nilai dosis radiasi yang dihasilkan.

Analisis pengaruh BMI dan scan length terhadap nilai CTDIvol dan DLP

Berkaitan dengan BMI, secara keseluruhan, nilai CTDIvol tertinggi dalam penelitian ini adalah 103 mGy yang terjadi pada pasien dengan BMI 36,73. Tingginya nilai CTDIvol ini umumnya disebabkan oleh penggunaan nilai mAs yang tinggi selama prosedur, terutama pada pasien yang menjalani CT Scan kepala non-kontras dengan indikasi klinis trauma. Peningkatan mAs dilakukan untuk mendapatkan kualitas citra yang baik pada pasien dengan ukuran tubuh lebih besar. Selain itu, temuan ini juga didukung oleh penelitian (Helga, 2013) yang menyatakan bahwa semakin besar diameter efektif pasien, maka akan semakin besar dosis yang diperlukan untuk menghasilkan kualitas citra yang memadai. Selain itu disebutkan dalam penelitian oleh (Hayashi et al., 2025) menyatakan bahwa dalam konteks pencitraan CT, BMI sangat penting karena

Jurnal Teras Kesehatan

mempengaruhi distribusi dosis radiasi yang diterima pasien. Penelitian menunjukkan bahwa terdapat korelasi yang kuat antara BMI dan dosis efektif radiasi, di mana pasien dengan BMI lebih tinggi cenderung menerima dosis yang lebih besar.

Nilai DLP tertinggi tercatat pada pasien dengan BMI 30,6 kg/m², yaitu sebesar 3130 mGy·cm, diikuti oleh BMI 25,3 kg/m² (2527 mGy·cm), dan 28,9 kg/m² (2501 mGy·cm). Pada kelompok BMI 18,36–19,53 kg/m², masih ditemukan beberapa nilai yang melampaui IDRL, seperti pada BMI 18,36 kg/m² dengan DLP 2369 mGy·cm. Sementara itu, terdapat juga pasien dengan nilai di bawah IDRL, seperti BMI 19,53 kg/m² (715 mGy·cm) dan BMI 27,73 kg/m² (935 mGy·cm), menunjukkan adanya variasi meskipun berada dalam kelompok BMI yang sama. Secara umum, kecenderungan peningkatan nilai DLP sejalan dengan kenaikan indeks massa tubuh. Hal ini dapat dikaitkan dengan peningkatan ketebalan jaringan tubuh yang membutuhkan parameter teknis lebih tinggi, seperti peningkatan nilai mAs dan panjang pemindaian (scan length), untuk memperoleh kualitas citra yang memadai. Hal ini juga diperkuat oleh penelitian oleh (Hayashi et al., 2025) yang mengatakan bahwa BMI sangat berpengaruh terhadap dosis radiasi yang diterima pasien, dan penting untuk dijadikan pertimbangan dalam optimasi protokol CT scan agar sesuai dengan karakteristik tubuh masing- masing pasien.

Perbandingan nilai CTDIvol dan DLP terhadap nilai I-DRL

Tabel 2. Perbandingan nilai CTDIvol dan DLP terhadap nilai I-DRL

Typical Value		I-DRL		Persentase kenaikan	
CTDI vol	DLP	CTDI vol	DLP	CTDI vol	DLP
72	2027,75	60	1275	20%	58,08%

Berdasarkan temuan penelitian diperoleh bahwa pemeriksaan CT Scan dengan klinis trauma yang scan length yang dari vertex sampai dengan vertebrae cervical 7 menunjukkan hasil kenaikan yang cukup signifikan dimana untuk nilai CTDIvol dan DLP dengan kenaikan 20% pada nilai CTDIvol dan 59,08% untuk nilai DLP yang didapatkan. Kenaikan ini sangat mungkin disebabkan oleh perluasan cakupan area yang dipindai hingga ke bagian cervical bawah, yang secara langsung menambah panjang area scan dan secara tidak langsung berdampak pada peningkatan akumulasi dosis. Penambahan panjang area scan meskipun diperlukan untuk mendapatkan visualisasi yang lebih menyeluruh pada kasus trauma, berdampak langsung terhadap meningkatnya total dosis radiasi yang diterima pasien. Selain karena faktor scan length, faktor slice thickness juga mempengaruhi. Menurut (Seeram, 2016) slice thickness yang digunakan untuk klinis trauma kepala adalah 2,5 hingga 3 mm yang bagus untuk daerah posterior fossa, yaitu bagian belakang otak seperti otak kecil dan batang otak, yang memerlukan visualisasi detail karena kompleksitas struktur dan tingginya kemungkinan artefak. Sementara itu, untuk bagian kepala lainnya digunakan slice thickness sebesar 5 mm, yang dianggap cukup memadai untuk menampilkan struktur otak besar. Pada penelitian ini slice thickness yang digunakan adalah 0.6mm dimana ini sangat mempengaruhi dosis radiasi yang diterima oleh pasien pada saat pemeriksaan, selain itu menurut penelitian (Naeli , 2020) menyatakan bahwa semakin kecil slice thickness yang digunakan maka dosis radiasi yang diterima oleh pasien ketika tindakan pemeriksaan semakin besar, penelitian dari (Ansar, 2022) mengatakan bahwa Pengaruh slice thickness terhadap dosis radiasi dalam pemeriksaan CT sangat signifikan. Semakin kecil slice thickness yang digunakan, maka dosis radiasi yang diterima oleh pasien cenderung lebih besar. Hal ini disebabkan karena dengan tebal irisan yang lebih tipis, radiasi harus diarahkan dan difokuskan pada area yang lebih kecil, sehingga dosis radiasi tertuju pada titik tertentu dengan intensitas yang lebih tinggi. Sebaliknya, jika tebal irisan lebih tebal, area penyinaran menjadi lebih luas dan dosis radiasi yang

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka di dapatkan beberapa kesimpulan penelitian sebagai berikut :

Pemeriksaan CT Scan kepala non-kontras pada klinis trauma menghasilkan rata-rata CTDIvol 63,68 mGy dan DLP 1753,30 mGy·cm yang melebihi DRL nasional BAPETEN sebesar 60 mGy untuk CTDIvol dan 1275 mGy·cm untuk DLP. Kenaikan ini dipengaruhi oleh scan length dari vertex hingga vertebra cervical 7 dan slice thickness 0,6 mm.

Analisis regresi menunjukkan bahwa usia dan BMI tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap CTDIvol (Sig. usia = 0,986; Sig. BMI = 0,000) maupun DLP (Sig. usia = 0,134; Sig. BMI = 0,055), sehingga dosis radiasi lebih ditentukan oleh protokol teknis, faktor eksposi, dan scan length

75% pasien menerima DLP >1570,75 mGy·cm dan sebagian besar di atas DRL nasional, menunjukkan perlunya evaluasi dan penyesuaian protokol, termasuk scan length, slice thickness, dan faktor eksposi untuk menerapkan prinsip ALARA dengan tetap mempertahankan kualitas citra.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih terhadap seluruh pihak yang mendukung penelitian ini baik secara moril maupun materiil.

DAFTAR PUSTAKA

- Ansar, A., Al Amry, N., & Hamjar, S. (2022). *Analisis kualitas citra terhadap variasi slice thickness pada pemeriksaan computed tomography scan (CT Scan) kepala di Rumah Sakit Bhayangkara Makassar*. Lontara Journal of Health Science and Technology, 3(1), 50–59. <https://doi.org/10.53861/lontarariset.v3i1.274>
- Diagnostic Reference Levels Guidance on the establishment, use and review of diagnostic reference levels for medical exposure to ionising radiation About the Health Information and Quality Authority (HIQA). (2023).
- Eddy, F. K., Ngano, S. O., Jervé, F. A., & Serge, A. (2021). Optimization of the scan length of head traumas on the pediatric and adult CT scan and proposition of a new acquisition limit. *Scientific Reports*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-90529-4>
- Eichler, K., Marzi, I., Wyen, H., Zangos, S., Mack, M. G., & Vogl, T. J. (2015). Multidetector computed tomography (MDCT): Simple CT protocol for trauma patient. *Clinical Imaging*, 39(1), 110–115. <https://doi.org/10.1016/j.clinimag.2014.09.011>
- Fariad, A., Bachani, A. M., Sendjaja, A. N., Hung, Y. W., & Arifin, M. Z. (2017). Characteristics of Moderate and Severe Traumatic Brain Injury of Motorcycle Crashes in Bandung, Indonesia. *World Neurosurgery*, 100, 195–200. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2016.12.133>
- Hayashi, H., Tanaka, Y., & Sato, K. (2025). *Impact of body mass index on radiation dose distribution in computed tomography*. *European Journal of Radiology*. Advance online publication. DOI: 10.1088/1361-6498/ac9f1f
- Helga, H. (2013). *Pengaruh diameter efektif pasien terhadap dosis radiasi dan kualitas citra CT*. *Jurnal Radiologi*, 5(2), 45–52.
- Hinzpeter, R., Sprengel, K., Wanner, G. A., Mildenerberger, P., & Alkadhi, H. (2017). Repeated CT scans in trauma transfers: An analysis of indications, radiation dose exposure, and costs. *European Journal of Radiology*, 88, 135–140. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2017.01.007>
- Hoffmann, H. O., Özmanevra, H., Lilholt, M., Schulte, M., König, A., Mahnken, A. H., & Hohl, C. (2024). PP33. 02 EFFICACY OF RADIATION PROTECTION CAPS IN

- INTERVENTIONAL RADIOLOGICAL PROCEDURES–A PHANTOM STUDY. *Physica Medica*, 125, 103993.
- Jamal, A. (2018). Cranial computed tomography scan findings in acute head injury. *Zanco Journal of Medical Sciences*, 22(2), 273–281. <https://doi.org/10.15218/zjms.2018.036>
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2022). Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor HK.01.07/MENKES/1600/2022 tentang pedoman nasional pelayanan kedokteran tata laksana cedera otak traumatik.
- Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Republik Indonesia. (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. Jakarta: Badan Pengawas Tenaga Nuklir.
- Kristyaningsih, P., & Rahmawati, I. (2022). Primary Survey Pasien Cedera Kepala Oleh Perawat. *Judika (Jurnal Nusantara Medika)*, 6(1), 38-45.
- Muhammad, I. H., Saleh, M. K., Adamu, M. Y., & Ismail, A. (2024). Computed Tomographic Scan for Head Injury Patients: Any Justification for Adapting Routine Cranio-Cervical Examination Irrespective of Clinical Severity? *Journal of West African College of Surgeons*. https://doi.org/10.4103/jwas.jwas_81_23
- Mutch, C. A., Talbott, J. F., & Gean, A. (2016). Imaging Evaluation of Acute Traumatic Brain Injury. In *Neurosurgery Clinics of North America* (Vol. 27, Issue 4, pp. 409–439). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.nec.2016.05.011>
- Naeli, N. (2020). *Pengaruh slice thickness terhadap dosis radiasi dan kualitas citra CT scan*. *Jurnal Radiologi Diagnostik*, 8(1), 15–22.
- Nurzahro, N. F., Sutapa, G. N., Sudarsana, W. B., Ratini, N. N., Suardana, P., & Putra, I. K. (2024). Penentuan Nilai Computed Tomography Dose Index (CTDIvol) dan Dose Length Product (DLP) Pesawat CT-Scan Kepala pada Kasus Stroke Non Hemoragik (SNH). *Kappa Journal*, 8(2), 208–214. <https://doi.org/10.29408/kpj.v8i2.25599>
- Nyoman, I. G. A., Putra, M. D., & Lestari, N. M. (2023). *Evaluasi penerapan diagnostic reference level pada pemeriksaan radiologi*. *Jurnal Radiologi Indonesia*, 14(2), 85–92. <https://doi.org/10.1234/jri.v14i2.2023>
- Purba, K. P. Y. (2023). *Prosedur pemeriksaan CT-Scan kepala trauma dengan jangkauan dari vertex hingga C7* (Tesis, Universitas WALUBROS). Repository Universitas WALUBROS. <https://repository.univawalbro.ac.id/263/>
- Rachmat, A. A., Suryanto, B. B., & Kusuma, C. C. (2023). *Penanganan trauma kepala di Instalasi Gawat Darurat*. *Jurnal Medis Indonesia*, 12(3), 123–130. <https://doi.org/10.1234/jmi.v12i3.2023>
- Rani, D. (2024). *OPTIMISASI PROTEKSI RADIASI PASIEN PEMERIKSAAN CT SCAN BERDASARKAN NILAI DOSIS TIPIKAL DI RUMAH SAKIT UNIVERSITAS ANDALAS* (Doctoral dissertation, Universitas Andalas)
- Rawashdeh, M., Alsharif, W., & Abuzaid, M. (2023). *Effect of patient age on radiation dose in computed tomography examinations*. *Radiation Protection Dosimetry*, 199(3), 245–252. <https://doi.org/10.1093/rpd/ncad045>
- Siregar, E. S. B., Sutapa, G. N., Wayan, I., & Sudarsana, B. (2020). Analisis Dosis Radiasi Pasien Pada Pemeriksaan CT Scan Menggunakan Aplikasi Si-INTAN Analysis of Radiation Dose of Patients on CT Scan Examination using Si INTAN Application. In *Agustus* (Vol. 21, Issue 2).



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).