

Perbandingan Dosis Radiasi yang Diterima Pasien Stroke pada Pemeriksaan CT Scan 16 Non Kontras

Comparison of Radiation Dose Received by Stroke Patients in 16-Slice Non-Contrast CT Scan Examination

Firda Imroatus' Saumi. A.¹, Sahara Hamas Intifadhah¹, Erlinda Ratnasari Putri^{1,*}

¹Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman, Kalimantan Timur 75123, Indonesia

Email: firdaecha0@gmail.com; *erlinda.putri@fmipa.unmul.ac.id; erlinda.putri@fmipa.unmul.ac.id

Received: 17th April 2026; Revised: 30th April 2026; Accepted: 30th May 2026

Abstrak – Stroke merupakan salah satu penyakit dengan angka kejadian yang tinggi dan sering memerlukan pemeriksaan CT scan untuk menegakkan diagnosis secara cepat dan akurat. Penggunaan CT scan dalam diagnosis stroke melibatkan paparan radiasi ionisasi sehingga penting untuk memperhatikan dosis radiasi yang diterima pasien. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan dosis radiasi yang diterima pasien stroke pada pemeriksaan CT scan 16 slice non kontras berdasarkan kelompok usia dan jenis kelamin. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif komparatif dengan pendekatan kuantitatif menggunakan data sekunder berupa nilai $CTDI_{vol}$ dan DLP yang diperoleh dari data pasien stroke yang menjalani pemeriksaan CT scan 16 slice nonkontras. Data yang diperoleh kemudian digunakan untuk menghitung dosis efektif menggunakan faktor konversi standar. Analisis data dilakukan untuk mengetahui variasi dan perbedaan nilai dosis radiasi pada kelompok usia dan jenis kelamin yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai $CTDI_{vol}$, DLP, dan dosis efektif pada pasien stroke bervariasi berdasarkan kelompok usia dan jenis kelamin. Kelompok usia yang lebih tua cenderung memiliki nilai $CTDI_{vol}$ dan DLP yang lebih tinggi dibandingkan kelompok usia yang lebih muda. Selain itu, pasien laki-laki menunjukkan nilai dosis radiasi yang sedikit lebih tinggi dibandingkan pasien perempuan. Meskipun demikian, nilai dosis radiasi yang diperoleh masih berada dalam rentang nilai referensi pemeriksaan CT kepala. Hasil penelitian ini memberikan gambaran mengenai distribusi dosis radiasi pada pemeriksaan CT scan 16 slice nonkontras serta dapat menjadi bahan evaluasi dalam upaya optimasi penggunaan dosis radiasi agar tetap menghasilkan kualitas citra yang baik dengan tingkat keselamatan pasien yang lebih terjamin.

Kata kunci: $CTDI_{vol}$; DLP; dosis radiasi; jenis kelamin; stroke.

Abstract – Stroke is one of the diseases with a high incidence rate and often requires CT scan examination to establish a rapid and accurate diagnosis. The use of CT scan in stroke diagnosis involves exposure to ionizing radiation; therefore, it is important to consider the radiation dose received by patients. This study aims to analyze and compare the radiation doses received by stroke patients undergoing 16-slice non-contrast CT scan examinations based on age groups and gender. This study used a descriptive comparative method with a quantitative approach using secondary data in the form of $CTDI_{vol}$ and DLP values obtained from stroke patient data who underwent 16-slice non-contrast CT scan examinations. The obtained data were then used to calculate the effective dose using a standard conversion factor. Data analysis was conducted to determine the variation and differences in radiation dose values among different age groups and genders. The results showed that $CTDI_{vol}$, DLP, and effective dose values in stroke patients varied based on age group and gender. Older age groups tended to have higher $CTDI_{vol}$ and DLP values compared to younger age groups. In addition, male patients showed slightly higher radiation dose values than female patients. However, the obtained radiation dose values were still within the reference range for head CT examinations. These findings provide an overview of the distribution of radiation doses in 16-slice non-contrast CT scan examinations and can serve as an evaluation for optimizing radiation dose usage while maintaining good image quality and ensuring patient safety.

Keywords: $CTDI_{vol}$; DLP; radiation dose; gender; stroke.

1. Pendahuluan

Stroke merupakan gangguan neurologis akut akibat terhentinya aliran darah ke jaringan otak yang disebabkan oleh oklusi atau ruptur pembuluh darah serebral. Kondisi ini dapat menyebabkan kerusakan jaringan otak secara permanen apabila tidak segera ditangani. Stroke masih menjadi salah satu penyebab utama kematian dan disabilitas di dunia [1, 2]. Di Indonesia, prevalensi stroke terus meningkat seiring pertambahan usia populasi serta meningkatnya faktor risiko seperti hipertensi dan diabetes melitus [3, 4]. Dalam penegakan diagnosis stroke akut, pemeriksaan CT scan kepala non kontras merupakan modalitas pencitraan lini pertama karena mampu membedakan stroke iskemik dan hemoragik secara cepat serta tersedia luas di fasilitas pelayanan kesehatan [5, 6]. Salah satu perangkat yang masih banyak digunakan adalah CT scan 16 *slice* yang dinilai cukup efektif dalam evaluasi kelainan intrakranial.

CT scan merupakan teknologi pencitraan medis yang menggunakan radiasi sinar-X untuk menghasilkan citra penampang tubuh secara detail dan banyak digunakan dalam diagnosis berbagai penyakit neurologis termasuk stroke [7, 8]. Walaupun memiliki keunggulan dalam menghasilkan citra diagnostik yang baik, penggunaan CT scan juga memiliki konsekuensi berupa paparan radiasi pengion kepada pasien. Paparan radiasi tersebut perlu dikontrol dan dievaluasi untuk meminimalkan risiko biologis yang mungkin timbul akibat radiasi. Pemeriksaan CT scan menggunakan radiasi pengion dengan dosis relatif tinggi dibandingkan dengan radiografi konvensional, sehingga penerapan prinsip proteksi radiasi, terutama optimasi atau As Low as Reasonably Achievable (ALARA), sangat penting [9-11]. Parameter yang umum digunakan dalam evaluasi dosis radiasi pada CT Scan adalah *Computed Tomography Dose Index Volume* ($CTDI_{vol}$) dan *Dose Length Product* (DLP) yang menjadi indikator dalam penetapan *Diagnostic Reference Level* (DRL). Parameter $CTDI_{vol}$ menggambarkan dosis radiasi rata-rata yang diterima pasien selama proses pemindaian, sedangkan DLP menggambarkan total dosis radiasi yang diterima pasien sepanjang area pemindaian. Dalam praktik proteksi radiasi, nilai dosis radiasi pada pemeriksaan CT scan biasanya dibandingkan dengan DRL. DRL merupakan nilai acuan yang digunakan untuk mengevaluasi apakah praktik pemeriksaan radiologi telah dilakukan secara optimal atau masih perlu dilakukan optimasi dosis [12-14]. Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa variasi dosis radiasi pada pemeriksaan CT scan dapat dipengaruhi oleh parameter teknis pemeriksaan serta karakteristik pasien. Penelitian yang dilakukan oleh Wanara et al. [15] menunjukkan bahwa CT scan 16 *slice* menghasilkan dosis radiasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan CT scan yang lebih baru, meskipun masih banyak digunakan di rumah sakit. Selain itu, penelitian oleh Heryani et al. [16] melaporkan bahwa pasien pria cenderung menerima dosis radiasi yang lebih tinggi dibandingkan pasien wanita serta terdapat hubungan antara ukuran anatomi tubuh dengan peningkatan nilai $CTDI_{vol}$ dan SSDE. Sementara itu, Ekayanti et al. [17] melaporkan bahwa evaluasi nilai $CTDI_{vol}$ dan DLP pada pemeriksaan CT dapat digunakan sebagai dasar dalam optimasi dosis radiasi melalui penerapan DRL. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa pemantauan dosis pasien secara berkala sangat penting dalam menjamin keselamatan radiasi pasien [18-20].

Seiring meningkatnya perhatian terhadap keselamatan radiasi pasien, diperlukan kajian yang mampu memberikan gambaran distribusi dosis radiasi berdasarkan karakteristik demografis pasien. Evaluasi ini penting sebagai dasar optimasi protokol pemeriksaan tanpa mengurangi kualitas diagnostik citra yang dihasilkan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan dosis radiasi yang diterima pasien stroke pada pemeriksaan CT scan 16 *slice* non kontras ditinjau dari rentang usia dan jenis kelamin. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan evaluasi dalam penerapan protokol CT scan yang lebih optimal dan aman, serta mendukung upaya peningkatan keselamatan radiasi pasien di fasilitas pelayanan kesehatan.

2. Material Dan Metode

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif komparatif dengan pendekatan kuantitatif menggunakan data sekunder pasien stroke yang menjalani pemeriksaan CT scan kepala non kontras menggunakan CT scan 16 *slice* di Instalasi Radiologi RS Dirgahayu Samarinda. Penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan data dari rekam medis dan konsol CT scan yang berkaitan dengan pemeriksaan CT scan kepala pada pasien dengan indikasi klinis stroke.

Data penelitian terdiri dari 67 pasien yang menjalani pemeriksaan CT scan kepala non kontras dengan indikasi klinis stroke. Sampel dipilih berdasarkan kriteria inklusi, yaitu pasien yang menjalani pemeriksaan CT scan kepala nonkontras menggunakan CT scan 16 *slice* serta memiliki data parameter dosis yang lengkap pada konsol CT scan. Data yang dikumpulkan meliputi informasi mengenai usia pasien, jenis kelamin, serta parameter dosis radiasi berupa nilai $CTDI_{vol}$ dan DLP yang tercatat pada konsol CT Scan. Nilai dosis efektif kemudian dihitung menggunakan faktor konversi standar untuk pemeriksaan CT kepala. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis untuk mengetahui variasi dan perbedaan nilai dosis radiasi berdasarkan kelompok usia dan jenis kelamin.

Parameter dosis radiasi yang dianalisis dalam penelitian ini meliputi $CTDI_{vol}$, DLP, dan dosis efektif. Parameter tersebut digunakan untuk menggambarkan besarnya paparan radiasi yang diterima pasien selama pemeriksaan CT scan kepala nonkontras. Nilai parameter dosis diperoleh dari konsol CT scan dan selanjutnya digunakan untuk menghitung dosis efektif menggunakan faktor konversi standar [15, 16].

2.1 Computed tomography dose index (CTDI)

CTDI merupakan parameter yang digunakan untuk menggambarkan distribusi dosis radiasi yang dihasilkan oleh satu kali pemindaian CT scan sepanjang sumbu z. CTDI dihitung dengan mengintegrasikan profil dosis sepanjang panjang ruang pengukuran dan dibagi dengan lebar kolimasi total [15]. Persamaan CTDI dapat dituliskan sebagai berikut:

$$CTDI = \left(\frac{1}{nT} \right) \int D(z) dz \quad (1)$$

dengan n adalah jumlah irisan (*slice*) dalam satu rotasi, T adalah tebal irisan (*slice thickness*), $D(z)$ adalah distribusi dosis radiasi sepanjang sumbu z, dan dz adalah elemen panjang diferensial sepanjang sumbu z [15].

2.2 Weighted CTDI ($CTDI_w$)

$CTDI_w$ merupakan nilai rata-rata tertimbang dari distribusi dosis radiasi yang diukur pada bagian tengah dan tepi phantom standar. Parameter ini digunakan untuk menggambarkan distribusi dosis rata-rata dalam bidang irisan CT scan [15]. Persamaan $CTDI_w$ adalah:

$$CTDI_w = \left(\frac{1}{3} \times CTDI_{center} \right) + \left(\frac{2}{3} \times CTDI_{periphery} \right) \quad (2)$$

dengan $CTDI_{center}$ adalah nilai CTDI pada pusat phantom, $CTDI_{periphery}$ adalah nilai CTDI pada tepi phantom, dan faktor $1/3$ serta $2/3$ merupakan faktor pembobotan yang menunjukkan bahwa kontribusi dosis radiasi di bagian tepi lebih besar dibandingkan bagian tengah dalam estimasi dosis rata-rata [15].

2.3 Computed Tomography Dose Index Volume ($CTDI_{vol}$)

$CTDI_{vol}$ merupakan parameter yang digunakan untuk menggambarkan rata-rata dosis radiasi pada pemeriksaan CT scan yang menggunakan teknik pemindaian spiral atau helical. Nilai $CTDI_{vol}$ diperoleh dengan mempertimbangkan faktor *pitch* pada proses pemindaian [15]. Persamaan $CTDI_{vol}$ dituliskan seperti Persamaan 3.

$$CTDI_{vol} = \frac{CTDI_w}{Pitch} \quad (3)$$

dengan *Pitch* adalah rasio antara jarak pergerakan meja selama satu rotasi dengan total ketebalan irisan yang dipindai, yang memengaruhi distribusi dosis radiasi selama pemindaian [15]. Nilai $CTDI_{vol}$ biasanya ditampilkan secara otomatis pada konsol CT scan dan digunakan sebagai indikator keluaran dosis radiasi dari sistem CT scan.

2.4 Dose length product (DLP)

DLP merupakan parameter yang menunjukkan total dosis radiasi yang diterima pasien sepanjang area pemindaian. Nilai DLP diperoleh dari hasil perkalian antara nilai $CTDI_{vol}$ dengan panjang area pemindaian (*scan length*) [16]. Persamaan DLP dapat dituliskan sebagai berikut:

$$DLP = CTDI_{vol} \times DLP \quad (4)$$

2.5 Dosis efektif

Dosis efektif digunakan untuk memperkirakan risiko biologis akibat paparan radiasi terhadap tubuh manusia. Nilai dosis efektif dihitung dengan mengalikan nilai DLP dengan faktor konversi spesifik untuk organ yang diperiksa. Pada pemeriksaan CT kepala, faktor konversi yang digunakan adalah sekitar 0,0021 mSv/mGy·cm [16]. Persamaan dosis efektif adalah:

$$E = DLP \times k \quad (5)$$

dengan k adalah faktor konversi yang digunakan untuk mengubah nilai DLP menjadi dosis efektif, yang nilainya bergantung pada bagian tubuh yang diperiksa [15].

2.6 Kuartil ketiga (Q_3)

Kuartil ketiga merupakan parameter statistik yang digunakan untuk menggambarkan nilai batas atas dari distribusi data, yaitu nilai di mana 75% data berada di bawahnya. Dalam analisis dosis radiasi, Q_3 digunakan sebagai indikator dalam evaluasi DRL untuk menilai apakah dosis radiasi yang diberikan masih dalam batas yang direkomendasikan [21]. Persamaan kuartil ketiga dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Q_3 = \frac{3(n+1)}{4} \quad (6)$$

dengan Q_3 adalah kuartil ketiga, dan n adalah jumlah data dalam sampel [20].

Data penelitian diperoleh dari data sekunder pasien stroke yang menjalani pemeriksaan CT scan kepala non kontras menggunakan CT scan 16 slice di Instalasi Radiologi RS Dirgahayu Samarinda. Data dikumpulkan dari rekam medis pasien serta informasi parameter dosis yang tercatat pada konsol CT scan. Data yang diambil meliputi usia pasien, jenis kelamin, serta parameter dosis radiasi berupa nilai $CTDI_{vol}$ dan DLP. File citra CT scan dalam format *Digital Imaging and Communications in Medicine* (DICOM) dianalisis menggunakan perangkat lunak MicroDicom untuk menampilkan dan mengekstraksi informasi parameter pemeriksaan yang tercantum pada metadata citra [17]. Selanjutnya, data parameter dosis dianalisis menggunakan perangkat lunak IndoseCT untuk membantu proses evaluasi distribusi dosis radiasi pada pemeriksaan CT scan [18]. Nilai dosis efektif kemudian dihitung berdasarkan nilai DLP menggunakan faktor konversi untuk pemeriksaan CT kepala [16].

Data yang telah diperoleh selanjutnya direkap dan diolah menggunakan Microsoft Excel untuk memudahkan proses analisis. Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan menghitung nilai rata-rata (mean), standar deviasi (SD), nilai minimum, nilai maksimum, serta kuartil ketiga (Q_3) dari nilai $CTDI_{vol}$, DLP, dan dosis efektif. Nilai Q_3 digunakan sebagai indikator evaluasi terhadap DRL sesuai dengan pedoman optimasi dosis radiasi pada pemeriksaan CT scan [19].

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1 Distribusi dosis berdasarkan jenis kelamin

Analisis distribusi dosis radiasi berdasarkan jenis kelamin dilakukan untuk mengetahui perbedaan nilai dosis radiasi yang diterima pasien laki-laki dan perempuan pada pemeriksaan CT scan kepala non kontras. Parameter dosis radiasi yang dianalisis dalam penelitian ini meliputi nilai $CTDI_{vol}$ dan DLP yang diperoleh dari data pemeriksaan CT scan pada pasien stroke.

Berdasarkan data yang diperoleh, dari total 67 pasien stroke yang menjalani pemeriksaan CT scan kepala non kontras, sebagian besar pasien berjenis kelamin laki-laki. Kondisi ini sejalan dengan beberapa penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa prevalensi stroke cenderung lebih tinggi pada laki-laki dibandingkan perempuan, yang dipengaruhi oleh berbagai faktor risiko seperti hipertensi, kebiasaan merokok, serta gaya hidup yang berhubungan dengan penyakit kardiovaskular. Distribusi nilai $CTDI_{vol}$ dan DLP berdasarkan jenis kelamin pasien pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Berdasarkan hasil analisis data pada Tabel 1, nilai rata-rata $CTDI_{vol}$ pada pasien laki-laki sebesar 43,82 mGy, sedikit lebih tinggi dibandingkan pasien perempuan sebesar 43,46 mGy. Nilai DLP pada pasien laki-laki juga lebih tinggi dibandingkan perempuan. Sementara itu, nilai rata-rata DLP pada pasien

laki-laki sebesar 1205,69 mGy•cm dan pada pasien perempuan sebesar 1164,55 mGy•cm. Perbedaan nilai CTDI_{vol} dan DLP antara pasien laki-laki dan perempuan relatif kecil. Jumlah sampel pada kelompok laki-laki dan perempuan dalam penelitian ini tidak sama, yaitu masing-masing sebanyak 37 dan 30 pasien, sehingga perbedaan tersebut dapat memengaruhi nilai standar deviasi yang diperoleh. Selain itu, jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian ini disesuaikan dengan data pasien yang tersedia di rumah sakit selama periode pengambilan data, sehingga peneliti hanya dapat menggunakan data yang diperoleh dan tidak memungkinkan untuk menambah jumlah sampel kembali. Namun demikian, hal ini tidak memengaruhi interpretasi secara umum karena analisis dilakukan secara deskriptif untuk melihat kecenderungan distribusi dosis radiasi pada masing-masing kelompok. Hal ini menunjukkan bahwa parameter eksposi yang digunakan pada pemeriksaan CT scan cenderung konsisten dan tidak dipengaruhi

Tabel 1. Distribusi CTDI_{vol} dan DLP berdasarkan jenis kelamin.

Jenis Kelamin	n	CTDI _{vol} (mGy) Mean ± SD	Minimum (mGy)	Maximum (mGy)	DLP (mGy•cm)
Laki-laki	37	43,82 ± 1.92	37,45	44,38	1205,69
Perempuan	30	43,46 ± 2.40	37,45	4438	1164,55

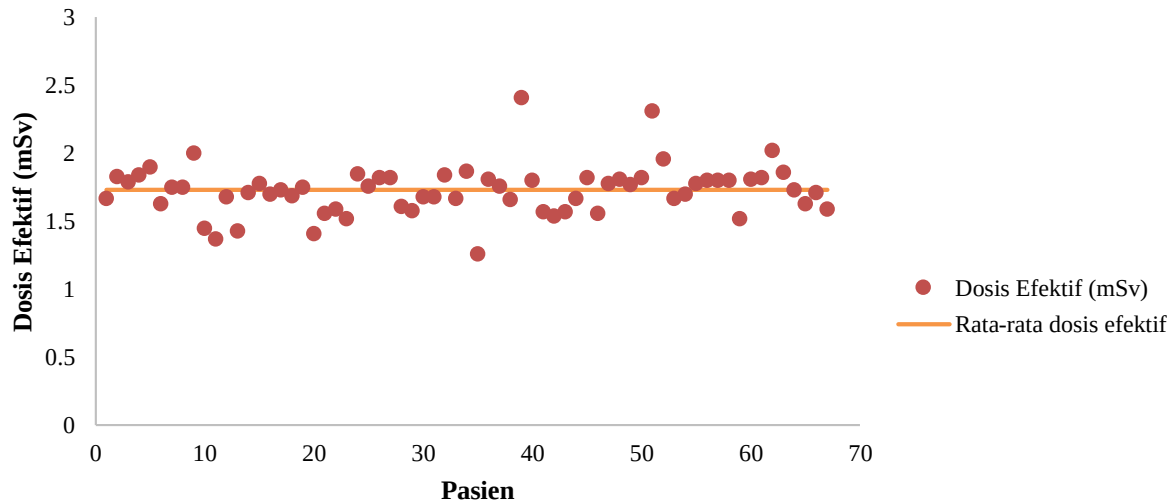
secara signifikan oleh perbedaan jenis kelamin pasien. Dalam praktik pemeriksaan CT scan, pengaturan parameter seperti tegangan tabung (kVp) dan arus tabung (mAs) biasanya telah ditetapkan berdasarkan protokol pemeriksaan standar sehingga kualitas citra yang dihasilkan tetap optimal. Selain itu, variasi kecil pada nilai dosis radiasi juga dapat dipengaruhi oleh perbedaan ukuran anatomi kepala pasien. Pada beberapa sistem CT scan modern, terdapat fitur *Automatic Exposure Control* (AEC) yang dapat menyesuaikan arus tabung sinar-X secara otomatis untuk mempertahankan kualitas citra diagnostik. Sistem ini bekerja dengan menyesuaikan intensitas radiasi berdasarkan ketebalan jaringan yang dilalui sinar-X sehingga dosis radiasi yang diterima pasien dapat bervariasi. Hasil perhitungan dosis efektif berdasarkan jenis kelamin ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Dosis efektif berdasarkan jenis kelamin.

Jenis Kelamin	Faktor Konversi (mSv/mGy•cm)	Dosis Efektif (mSv)
Laki-laki	0,0021	1,75
Perempuan	0,0021	1,71

Perhitungan dosis efektif dilakukan dengan menggunakan faktor konversi sebesar 0,0021 mSv/mGy•cm untuk pemeriksaan CT kepala. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, diperoleh nilai dosis efektif pada pasien laki-laki sebesar 1,75 mSv, sedangkan pada pasien perempuan sebesar 1,71 mSv. Nilai dosis efektif yang diperoleh dalam penelitian ini masih berada dalam rentang dosis yang umum digunakan pada pemeriksaan CT scan kepala non kontras, yaitu sekitar 1–2 mSv berdasarkan pedoman *Diagnostic Reference Level* (DRL), dengan nilai acuan TPDI sebesar 2,68 mSv untuk pemeriksaan CT scan kepala non kontras dewasa [21]. Perbedaan nilai dosis efektif antara kedua kelompok relatif kecil, sehingga menunjukkan bahwa protokol pemeriksaan CT scan kepala non kontras yang digunakan telah diterapkan secara konsisten dan tidak dipengaruhi secara signifikan oleh jenis kelamin pasien. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Horuoby dkk. (2022) yang menunjukkan bahwa nilai CTDI_{vol} dan DLP pada pemeriksaan CT scan kepala dewasa masih berada di bawah nilai IDRL yang ditetapkan oleh BAPETEN [22]. Nilai dosis efektif yang masih berada dalam batas wajar menunjukkan bahwa parameter eksposi seperti tegangan tabung (kVp), arus tabung (mAs), *pitch*, dan waktu rotasi telah diatur secara optimal sehingga kualitas citra diagnostik tetap baik dengan dosis radiasi yang tetap rendah sesuai prinsip ALARA (As Low As Reasonably Achievable). Hal ini menunjukkan bahwa praktik pemeriksaan CT scan yang dilakukan masih berada dalam batas yang direkomendasikan dan sesuai dengan prinsip optimasi dosis radiasi. Perbedaan nilai dosis efektif antara pasien laki-laki dan perempuan juga menunjukkan pola yang serupa dengan nilai DLP, karena dosis efektif dihitung langsung dari nilai DLP menggunakan faktor konversi tertentu sehingga hubungan kedua parameter tersebut bersifat linier [12, 13]. Meskipun

perbedaannya relatif kecil, distribusi dosis menunjukkan kecenderungan lebih tinggi pada pasien laki-laki. Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai distribusi dosis efektif yang diterima oleh pasien stroke pada pemeriksaan CT scan kepala non kontras, data dosis efektif tersebut disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik sebaran dosis efektif.

Berdasarkan Gambar 1, terlihat sebaran dosis efektif yang diterima oleh pasien stroke pada pemeriksaan CT scan kepala nonkontras. Setiap titik pada grafik menunjukkan nilai dosis efektif masing-masing pasien, sedangkan garis menunjukkan nilai rata-rata dosis efektif sebesar 1,73 mSv. Nilai dosis efektif pada penelitian ini berkisar antara 1,26 mSv dan 2,41 mSv. Variasi nilai tersebut dipengaruhi oleh perbedaan nilai DLP serta panjang area pemindaian pada setiap pasien. Meskipun terdapat variasi antar pasien, seluruh nilai dosis efektif masih berada dalam rentang yang dapat diterima untuk pemeriksaan CT scan kepala nonkontras, karena nilai yang diperoleh masih sebanding dengan rentang dosis efektif sekitar 1–2 mSv yang direkomendasikan dalam pedoman DRL pemeriksaan CT scan kepala [20].

3.2 Distribusi dosis berdasarkan rentang usia

Distribusi dosis radiasi pada pemeriksaan CT scan kepala nonkontras juga dianalisis berdasarkan rentang usia pasien. Pengelompokan usia dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan nilai dosis radiasi yang diterima pasien pada setiap kelompok usia. Parameter yang dianalisis dalam penelitian ini meliputi nilai $CTDI_{vol}$ dan DLP yang diperoleh dari data pemeriksaan CT scan pada pasien stroke. Hasil perhitungan nilai rata-rata $CTDI_{vol}$ dan DLP berdasarkan rentang usia pasien ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata $CTDI_{vol}$ dan DLP berdasarkan rentang usia.

Rentang Usia (tahun)	n	$CTDI_{vol}$ (mGy)	DLP (mGy·cm)
< 40	11	37,45	1012,45
40–59	19	44,38	1145,32
≥ 60	37	44,38	1289,76

Berdasarkan data pada Tabel 3 dapat diketahui bahwa nilai $CTDI_{vol}$ dan DLP cenderung meningkat seiring bertambahnya usia pasien. Kelompok usia ≥ 60 tahun menunjukkan nilai DLP tertinggi yaitu 1289,76 mGy·cm, sedangkan kelompok usia <40 tahun memiliki nilai DLP terendah yaitu 1012,45 mGy·cm. Meskipun nilai $CTDI_{vol}$ pada kelompok usia 40–59 tahun dan ≥ 60 tahun memiliki nilai yang sama yaitu 44,38 mGy, nilai DLP pada kelompok usia lanjut menunjukkan peningkatan. Hal ini menunjukkan bahwa nilai DLP tidak hanya dipengaruhi oleh $CTDI_{vol}$ tetapi juga oleh panjang area pemindaian yang dilakukan selama proses pemeriksaan CT scan.

Pada pasien dengan usia lanjut sering kali diperlukan evaluasi diagnostik yang lebih luas untuk menilai kondisi jaringan otak secara menyeluruh sehingga cakupan area pemindaian menjadi lebih besar. Kondisi ini dapat menyebabkan nilai DLP pada kelompok usia lanjut menjadi lebih tinggi dibandingkan kelompok usia yang lebih muda. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa ukuran kepala dan karakteristik anatomi pasien dapat memengaruhi distribusi dosis radiasi pada pemeriksaan CT kepala [12].

3.3 Evaluasi kuartil ketiga (Q_3)

Evaluasi nilai kuartil ketiga dilakukan untuk mengetahui distribusi dosis radiasi yang diterima pasien pada pemeriksaan CT scan kepala non kontras berdasarkan rentang usia. Dalam praktik proteksi radiasi medis, nilai Q_3 sering digunakan sebagai dasar dalam penetapan DRL karena nilai tersebut merepresentasikan batas atas distribusi dosis pada 75% populasi pasien yang menjalani prosedur pemeriksaan yang sama. Analisis Q_3 pada penelitian ini dilakukan terhadap parameter $CTDI_{vol}$ dan DLP. Parameter tersebut merupakan indikator penting dalam evaluasi dosis radiasi pada pemeriksaan CT scan. Hasil perhitungan nilai kuartil ketiga berdasarkan rentang usia pasien ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kuartil ketiga (Q_3) $CTDI_{vol}$ dan DLP berdasarkan rentang usia.

Rentang Usia (tahun)	Q_3 $CTDI_{vol}$ (mGy)	Q_3 DLP (mGy·cm)
< 40	50,10	1080,20
40–59	54,60	1210,75
≥ 60	58,90	1350,40

Berdasarkan data pada Tabel 4 dapat diketahui bahwa nilai Q_3 $CTDI_{vol}$ dan Q_3 DLP cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya usia pasien. Kelompok usia ≥ 60 tahun memiliki nilai Q_3 $CTDI_{vol}$ sebesar 58,90 mGy dan Q_3 DLP sebesar 1350,40 mGy·cm, yang merupakan nilai tertinggi dibandingkan kelompok usia lainnya. Sementara itu, kelompok usia <40 tahun menunjukkan nilai Q_3 yang lebih rendah, yaitu sebesar 50,10 mGy untuk $CTDI_{vol}$ dan 1080,20 mGy·cm untuk DLP. Peningkatan nilai Q_3 pada kelompok usia yang lebih tinggi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah perbedaan ukuran anatomi kepala dan ketebalan jaringan yang dapat memengaruhi penyerapan radiasi selama proses pemindaian yang lebih luas. Selain itu, pada pasien usia lanjut sering kali diperlukan evaluasi diagnostik yang lebih menyeluruh terhadap kondisi jaringan otak sehingga area pemindaian menjadi lebih besar.. Evaluasi nilai Q_3 sangat penting dalam proses penetapan dan pemantauan DRL sebagai bagian dari optimasi proteksi radiasi pasien [10]. Peningkatan nilai Q_3 pada kelompok usia lanjut menunjukkan bahwa dosis radiasi yang diterima pasien cenderung lebih tinggi pada kelompok usia tersebut, sehingga diperlukan evaluasi berkala terhadap protokol pemeriksaan CT scan yang digunakan. Evaluasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa penerapan prinsip *As Low As Reasonably Achievable* (ALARA) tetap terlaksana secara optimal tanpa mengurangi kualitas citra diagnostik yang dihasilkan [8, 9].

Selain itu, variasi nilai dosis yang diperoleh dalam penelitian ini juga dapat dipengaruhi oleh parameter teknis yang digunakan selama pemeriksaan, seperti tegangan tabung (kVp), arus tabung (mAs), serta panjang area pemindaian. Pengaturan parameter yang kurang optimal dapat menyebabkan peningkatan dosis radiasi tanpa memberikan peningkatan kualitas citra yang signifikan. Oleh karena itu, penting untuk dilakukan optimasi parameter pemeriksaan secara berkala guna menjaga keseimbangan antara kualitas citra diagnostik dan keselamatan pasien [20]. Hasil penelitian ini juga sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa nilai dosis radiasi pada pemeriksaan CT scan sangat dipengaruhi oleh parameter eksposi dan karakteristik pasien. Variasi ini menunjukkan pentingnya penerapan protokol standar serta evaluasi berkala terhadap nilai DRL guna memastikan dosis yang diberikan tetap dalam batas yang direkomendasikan [20].

4. Kesimpulan

Distribusi dosis radiasi pada pemeriksaan CT scan 16 slice kepala non kontras menunjukkan bahwa perbedaan berdasarkan jenis kelamin tidak signifikan, sedangkan usia berpengaruh terhadap peningkatan dosis radiasi. Kelompok usia ≥ 60 tahun cenderung menerima dosis lebih tinggi, termasuk pada nilai DLP dan kuartil ketiga (Q_3). Secara umum, dosis radiasi masih berada dalam batas yang direkomendasikan sehingga pemeriksaan telah sesuai dengan prinsip optimasi dosis.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Instalasi Radiologi RS Dirgahayu Samarinda atas izin, dukungan, dan penyediaan data yang diperlukan dalam penelitian ini sehingga penelitian dapat terlaksana dengan baik.

Pustaka

- [1] GBD 2021 Stroke Collaborators, "Global, regional, and national burden of stroke, 1990–2021: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021," *The Lancet Neurology*, 2023.
- [2] M. Tang, G. Han, M. Yao, et al., Risk Factors of Ischemic Stroke in Young Adults: A Chinese Single-Center Study, *Frontiers in Neurology*, vol. 13, 2022.
- [3] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, "Profil Kesehatan Indonesia 2022," Jakarta: Kemenkes RI, 2023.
- [4] G. Sundaram, T. Ramakrishnan, H. Parthasarathy, et al., Hubungan antara Prevalensi Hipertensi, DM dengan Prevalensi Stroke di Indonesia, *Jurnal Kesehatan Indonesia*, vol. 10, no. 2, 2022.
- [5] J. Teroci, et al., Analisis Dosis Efektif pada Pemeriksaan CT-Scan Kepala Kontras, *Jurnal Kesehatan Tradisional*, vol. 2, no. 1, 2024.
- [6] A. S. AHA/ASA Stroke Council, "Guidelines for the Early Management of Patients With Acute Ischemic Stroke," *Stroke*, vol. 50, no. 12, 2023.
- [7] Z. Brady, et al., Radiation Dose Management in CT: Current Status and Future Directions, *Radiographics*, vol. 43, no. 2, 2023.
- [8] Y. Inoue, "Radiation Dose Management in Computed Tomography: Introduction to the Practice at a Single Facility," *Tomography*, vol. 9, no. 3, pp. 955–966, 2023.
- [9] I. Garba, P. Engel-Hills, F. Davidson, dan A. Ismail, "Radiation Dose Management System in Computed Tomography Procedures: A Systematic Review," *Radiation Protection Dosimetry*, vol. 199, no. 10, pp. 1063–1074, 2023.
- [10] D. Bos, S. Yu, J. Luong, et al., "Diagnostic Reference Levels and Median Doses for Common Clinical Indications of CT: Findings from an International Registry," *European Radiology*, vol. 32, pp. 1971–1982, 2022.
- [11] M. Hakme, C. Rizk, Z. Francis, dan G. Fares, "Proposed National Diagnostic Reference Levels for Computed Tomography Examinations Based on Clinical Indication, Patient Gender and Size and the Use of Contrast in Lebanon," *Radioprotection*, vol. 58, no. 2, pp. 113–121, 2023.
- [12] P. S. Horuoby, A. A. A. Diartama, dan I. K. Sukadana, "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*, vol. 3, no. 3, 2023.
- [13] Y. Inoue, H. Watanabe, O. Honda, et al., Influence of Head Size on Radiation Dose in Head CT Examinations Using Automatic Exposure Control, *European Journal of Radiology*, vol. 149, 2022.
- [14] H. Heryani, C. Anam, A. D. Reskianto, Analisis Korelasi Komposisi Jaringan Thorak dengan Dosis Radiasi pada Pemeriksaan CT Scan, *Jurnal Pengawasan Tenaga Nuklir*, vol. 2, no. 2, 2022..
- [15] Y. Ekayanti, G. Sari, M. Irsal, dan H. Kuswoyo, Evaluasi Nilai Diagnostic Reference Level (DRL) pada Pemeriksaan CT Scan Thorax Kontras Klinis Tumor Paru di RS X Jakarta, *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, vol. 12, no. 1, 2024.
- [16] Y. A. Virgin, I. K. Y. Astina, dan S. Pratista, "Estimasi Nilai Dosis Radiasi pada Pemeriksaan CT-Scan Kepala Dewasa Non Kontras Berdasarkan Nilai CTDI dan DLP," *Nautical: Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia*, vol. 2, no. 4, 2023.
- [17] S. J. Foley, et al., Establishment of Diagnostic Reference Levels in CT Using CTDIvol and DLP, *Physica Medica*, vol. 93, 2022.

- [18] I. Garba, P. Engel-Hills, F. Davidson, dan A. Ismail, "Radiation Dose Management System in Computed Tomography Procedures: A Systematic Review," *Radiation Protection Dosimetry*, vol. 199, no. 10, 2023.
- [19] H. K. Lee, et al., "Patient Radiation Dose Tracking in CT Imaging for Radiation Safety Optimization," *Diagnostics*, vol. 13, no. 11, 2023.
- [20] R. Sindi, B. Al-Shamrani, A. Bana, et al., "Impact of Implementing National Diagnostic Reference Levels on Radiation Dose Optimization in Adult Chest CT Scans: A Comparative Analysis," *Radioprotection*, vol. 59, no. 2, 2024.
- [21] Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN). (2021). *Keputusan Kepala BAPETEN Nomor 1211/K/V/2021 tentang Penetapan Nilai Tingkat Panduan Diagnostik Indonesia (Indonesian Diagnostic Reference Level/IDRL) untuk Modalitas Sinar-X CT Scan dan Radiografi Umum*. Jakarta: BAPETEN.
- [22] Horuoby, P. S., Diartama, A. A. A., & Sukadana, I. K. (2022). 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).