

Evaluasi Dosis Paparan Radiasi Pada Pemeriksaan MSCT Stonografi Kasus *Urolithiasis* Di Rumah Sakit Umum Pusat Dr. Hasan Sadikin Bandung.

Lili Julia Rahmat¹, Oktarina Damayanti¹, Ardiana¹

¹Program Studi Radiologi, Politeknik Al-Islam Bandung,

Email: lilijuliahmat65@gmail.com

ABSTRAK

MSCT Stonografi adalah modalitas pilihan untuk mengevaluasi urolitiasis karena akurasi diagnostiknya yang tinggi. Namun, meningkatnya penggunaan pencitraan CT telah menimbulkan kekhawatiran mengenai paparan radiasi pasien. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dosis radiasi yang diterima oleh pasien yang menjalani MSCT stonografi di Rumah Sakit Umum Dr. Hasan Sadikin Bandung, dan untuk menilai pengaruh parameter teknis terhadap variabilitas dosis. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif dengan pendekatan potong lintang. Sebanyak 29 pasien dewasa (laki-laki dan perempuan) yang menjalani stonografi MSCT dipilih sebagai sampel. Data dosis radiasi, termasuk CTDIvol dan DLP, dikumpulkan langsung dari konsol CT dan didukung oleh rekam medis pasien. Analisis regresi linier berganda dilakukan untuk menilai hubungan antara dosis CT dan parameter teknis seperti kV, mAs, jangkauan pindai, dan volume Interest (VOI). Penelitian menunjukkan bahwa rata-rata CTDIvol adalah 11,83 mGy dan rata-rata DLP adalah 644,64 mGy·cm, keduanya melebihi *Diagnostic Reference Levels* (DRL) internasional. Analisis statistik menunjukkan bahwa hanya parameter mAs yang memiliki efek signifikan terhadap CTDIvol ($p = 0,043$), sementara parameter lain seperti kV, rentang pindai, dan VOI tidak menunjukkan pengaruh signifikan. Tidak ada parameter teknis yang secara signifikan memengaruhi DLP. Sebagian besar pasien menerima dosis radiasi di atas standar internasional yang direkomendasikan. Pengaturan mAs merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap CTDIvol, yang menyoroti perlunya strategi optimasi seperti modulasi dosis dan standarisasi protokol untuk memastikan keselamatan pasien sekaligus mempertahankan kualitas citra diagnostik.

Kata kunci: *diagnostic reference levels* (DRL), dosis radiasi, parameter teknis, stonografi MSCT, urolitiasis

ABSTRACT

Multislice Computed Tomography (MSCT) Stonography is the preferred modality for evaluating urolithiasis due to its high diagnostic accuracy. However, the increasing use of CT imaging has raised concerns regarding patient radiation exposure. This study aims to evaluate the radiation dose received by patients undergoing MSCT stonography at Dr. Hasan Sadikin General Hospital, Bandung, and to assess the influence of technical parameters on dose variability. This research is a quantitative descriptive study with a cross-sectional approach. A total of 29 adult patients (male and female) who underwent MSCT stonography were selected as samples. Radiation dose data, including CTDIvol and DLP, were collected

directly from the CT console and supported by patient medical records. Multiple linear regression analysis was performed to assess the relationship between the CT dose and technical parameters such as kV, mAs, scan range, and Volume of Interest (VOI). The study shows that the average CTDIvol was 11.83 mGy and the average DLP was 644.64 mGy·cm, both of which exceed international Diagnostic Reference Levels (DRL). Statistical analysis indicated that only the mAs parameter had a significant effect on CTDIvol ($p = 0.043$), while other parameters such as kV, scan range, and VOI showed no significant influence. No technical parameters significantly affected the DLP. The majority of patients received radiation doses above the recommended international standards. The mAs setting is the most influential factor on CTDIvol, highlighting the need for optimization strategies such as dose modulation and protocol standardization to ensure patient safety while maintaining diagnostic image quality.

Keywords: *diagnostic reference levels (DRL), MSCT stonography, radiation dose, technical parameters, urolithiasis*

PENDAHULUAN

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa MSCT non-kontras (CT-KUB/“stonografi”) merupakan modalitas utama untuk mendiagnosis urolithiasis karena sensitivitas dan spesifisitasnya tinggi, bahkan pada protokol *low-dose*, seraya tetap memungkinkan penilaian diagnosis alternatif pada nyeri kolik renal (Jaiswal, Shrestha, Dwa, Maharjan, & Sherpa, 2022). Namun, pasien batu saluran kemih kerap mengalami pemeriksaan berulang, sehingga akumulasi dosis menjadi perhatian, dan variabilitas dosis antar fasilitas masih lebar (Deliie, Nebiyu, Tadesse, & Kabede, 2022). Pedoman urologi terbaru merekomendasikan penggunaan CT dosis rendah untuk penilaian kasus akut, sedangkan penelitian berskala besar membuktikan bahwa protokol dengan dosis tereduksi tetap memberikan akurasi diagnostik yang baik, namun penerapannya belum merata (Andonian, 2022). Optimalisasi berbasis rekonstruksi iteratif dan pengaturan parameter (kVp, mAs, *pitch*) konsisten menurunkan dosis tanpa mengorbankan mutu citra (Prabsattroo, 2023).

Di Indonesia, BAPETEN telah menetapkan *Indonesian Diagnostic Reference Levels* (I-DRL) 2021 sebagai rujukan optimasi proteksi pasien, termasuk metrik CTDIvol dan DLP untuk protokol kepala dan abdomen (Wulandari, 2023). Studi dan survei nasional terkini menegaskan urgensi pelaksanaan audit dosis di tingkat lokal serta pembandingannya dengan I-DRL sebagai bagian dari upaya pengendalian mutu yang berkesinambungan (Izzudin, Sukmaningtyas, & Sulaksono, 2021). Hal ini membuka ruang untuk evaluasi dosis aktual pasien pada prosedur stonografi dan peluang optimasi yang terstandar.

Rumusan masalah penelitian ini adalah (1) berapa besar dosis yang diterima pasien (CTDIvol dan DLP) pada pemeriksaan MSCT stonografi kasus urolithiasis di RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung; (2) bagaimana perbandingan nilai tersebut dengan I-DRL 2021 dan standar acuan *low-dose* internasional; serta (3) bagaimana parameter teknis (mis. kVp, mAs, *pitch*, *iterative reconstruction*) yang paling berkontribusi pada variasi dosis. Tujuan penelitian adalah untuk mengevaluasi dan membandingkan profil dosis pasien dengan standar rujukan nasional/internasional serta mengidentifikasi peluang optimasi protokol. Penelitian ini bermanfaat untuk memperkuat program pengendalian mutu & keselamatan radiasi, dasar pembaruan SOP menuju *low/ultra-low-dose* yang sejalan dengan asas ALARA, dan kontribusi data lokal pada khazanah literatur nasional. Pendekatan yang digunakan adalah audit dosis observasional terhadap data protokol MSCT stonografi (CT-KUB/non-kontras) pada pasien urolithiasis, dengan ekstraksi metrik dosis dari laporan konsol CT dan analisis komparatif terhadap I-DRL dan acuan *low-dose* ($\leq 2-4$ mSv) di literatur. Kebaruan studi ini terletak pada pemetaan dosis aktual pasien urolithiasis di RS rujukan nasional dengan perbandingan langsung

ke I-DRL 2021 dan rekomendasi *low-dose* mutakhir Eropa, sehingga menghasilkan rekomendasi teknis yang kontekstual untuk praktik klinis setempat.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi deskriptif kuantitatif dengan metode *cross-sectional* pendekatan evaluatif. Paradigma penelitian yang digunakan adalah positivistik, karena penelitian ini berupaya mengukur, menganalisis, dan membandingkan besaran dosis paparan radiasi yang diterima pasien dengan standar acuan yang telah ditetapkan oleh *International Commission on Radiological Protection* (ICRP), Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN), dan *American Association of Physicists in Medicine* (AAPM). Pendekatan ini dipilih sesuai dengan tujuan penelitian, yaitu mengevaluasi kesesuaian paparan radiasi pasien dalam pemeriksaan MSCT stonografi pada kasus urolithiasis serta memberikan rekomendasi optimasi protokol untuk menjaga prinsip ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*).

Penelitian dilaksanakan di Instalasi Radiologi RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung selama periode Januari–Maret 2025. Pemilihan lokasi dilakukan secara purposif karena rumah sakit ini merupakan rumah sakit rujukan nasional yang memiliki volume pemeriksaan MSCT stonografi yang tinggi dan protokol pemeriksaan yang bervariasi.

Subjek penelitian adalah 29 orang pasien dewasa yang menjalani pemeriksaan MSCT stonografi non-kontras (CT-KUB) dengan indikasi klinis urolithiasis selama periode penelitian. Kriteria inklusi meliputi: Pasien dengan usia ≥ 18 tahun, pemeriksaan dilakukan menggunakan protokol MSCT stonografi standar rumah sakit, dan data dosis lengkap (CTDIvol dan DLP) tersedia pada konsol CT.

Kriteria eksklusi meliputi pemeriksaan ulang akibat kegagalan teknis atau artefak gerakan dan pasien dengan prosedur tambahan yang menyebabkan peningkatan dosis (misalnya *multiphase* CT atau penggunaan kontras).

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder dari sistem rekam medis dan konsol CT yang mencakup informasi pasien (nomor rekam medis, usia, jenis kelamin, berat badan), protokol pemeriksaan, serta parameter teknis (kVp, mAs, *pitch*, *slice thickness*, dan *iterative reconstruction*). Alat yang digunakan meliputi Scanner MSCT tipe ≥ 128 *slice* yang digunakan di RSUP Dr. Hasan Sadikin, *Workstation konsol* CT untuk mengakses data dosis, form lembar kerja untuk pencatatan data, perangkat lunak pengolahan data (*spreadsheet Microsoft Excel* 365 dan SPSS versi 26 untuk analisis statistik).

Meskipun tinjauan pustaka menekankan urgensi peran *pitch* dan *iterative reconstruction* (IR) dalam optimasi dosis radiasi, kedua variabel tersebut tidak terdokumentasi dalam rekam protokol klinis pada konsol MSCT, sehingga analisis kuantitatif terhadap keduanya tidak dapat dilakukan. Ketiadaan data ini dikategorikan sebagai keterbatasan data lapangan dan bukan merupakan kelemahan dalam desain penelitian.

Analisis data mencakup evaluasi Dose Length product (DLP) serta komparasi hasil terhadap *Indonesian Diagnostic Reference Level* (I-DRL) 2021 dan standar internasional dosis rendah (*low-dose*) untuk CT-KUB ($\leq 2\text{--}4$ mSv). Hubungan antara parameter teknis (kVp, mAs, *pitch*) dengan dosis radiasi diuji menggunakan korelasi Pearson atau Spearman, yang disesuaikan dengan distribusi normalitas data. Analisis deskriptif diintegrasikan untuk memetakan distribusi dosis dan karakteristik demografis pasien, sementara analisis inferensial diterapkan untuk menguji signifikansi pengaruh parameter teknis terhadap dosis paparan. Data disajikan secara komprehensif melalui tabel, grafik, dan narasi deskriptif. Hasil analisis ini menjadi basis dalam merumuskan rekomendasi optimasi protokol pemeriksaan yang selaras dengan prinsip-prinsip proteksi radiasi.

Tahap awal penelitian dilakukan melalui studi literatur yang komprehensif, mencakup penelaahan regulasi dosis paparan radiasi yang ditetapkan oleh *International Commission on Radiological*

Protection (ICRP), pedoman nasional melalui *Indonesian Diagnostic Reference Level* (I-DRL) 2021 dari BAPETEN, serta rekomendasi *American Association of Physicists in Medicine* (AAPM). Selain itu, dilakukan kajian mendalam terhadap literatur mengenai urolitiasis dan parameter teknis MSCT stonografi guna memperoleh kerangka teoritis mengenai dosis, protokol, dan faktor risiko terkait.

Pasca-tinjauan pustaka, peneliti menyusun proposal formal dan menempuh prosedur perizinan institusional di rumah sakit terkait. Sebagai bentuk kepatuhan terhadap prinsip integritas ilmiah, persetujuan etik dari Komite Etika Penelitian Kesehatan diperoleh sebelum tahap akuisisi data dimulai.

Pada fase pengumpulan data, peneliti melakukan observasi terhadap dosis paparan—yang direpresentasikan oleh nilai CTDIvol dan DLP—serta parameter teknis yang tertera pada konsol CT berdasarkan protokol klinis yang berlaku (*existing protocol*) tanpa melakukan intervensi atau modifikasi. Karakteristik demografis pasien juga didokumentasikan secara sistematis untuk dianalisis korelasinya dengan dosis serapan.

Selanjutnya, seluruh data yang terkumpul melalui proses validasi untuk memastikan kelengkapan dan akurasi, serta untuk mengeksklusi sampel yang tidak memenuhi kriteria inklusi. Data yang telah tervalidasi kemudian diolah menggunakan analisis deskriptif kuantitatif, meliputi penghitungan nilai rerata (*mean*), median, dan rentang nilai CTDIvol serta DLP. Hasil analisis ini menjadi dasar dalam mengevaluasi distribusi dosis serta mengidentifikasi variabel-variabel yang memengaruhi besaran paparan radiasi tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sajian hasil analisis regresi linier berganda dengan variabel dependen CTDI (*Computed Tomography Dose Index*) untuk menilai pengaruh parameter teknis pemeriksaan MSCT stonografi—meliputi kV, mAs, range, dan Vof—terhadap besaran dosis yang diterima pasien ditunjukkan pada Tabel 1. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi parameter yang memiliki kontribusi signifikan terhadap variasi nilai CTDI sehingga dapat menjadi dasar optimasi protokol sesuai prinsip proteksi radiasi.

Table 1. Hasil uji dengan variable dependen CTDI

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	-8.858	9.376		-.945	.354
kV	.000	.006	-.011	-.051	.960
mAs	.018	.008	.435	2.127	.043
Range	.032	.022	.288	1.433	.164
Vof	.007	.008	.148	.783	.441

Berdasarkan hasil analisis, nilai konstanta sebesar -8,858 menunjukkan perkiraan nilai CTDI jika semua variabel independen bernilai nol, walaupun secara praktis kondisi tersebut tidak terjadi pada pemeriksaan MSCT. Variabel mAs memiliki koefisien sebesar 0,018 dengan nilai $p = 0,043$ ($p < 0,05$), yang berarti secara statistik mAs berpengaruh signifikan terhadap CTDI. Hal ini sejalan dengan prinsip fisika radiologi bahwa peningkatan mAs akan meningkatkan jumlah foton sinar-X yang dihasilkan, sehingga menaikkan dosis radiasi (Sari & Sam, 2021).

Sementara itu, variabel kV memiliki koefisien sangat kecil (0,000) dan nilai $p = 0,960$, menandakan tidak terdapat pengaruh signifikan terhadap CTDI dalam model ini. Kemungkinan hal

ini disebabkan oleh relatif kecilnya variasi kV pada protokol yang digunakan (umumnya tetap di kisaran 100–120 kV untuk CT-KUB), sehingga kontribusinya pada variasi CTDI menjadi minimal.

Variabel range menunjukkan koefisien 0,032 dengan $p = 0,164$, yang berarti tidak signifikan pada taraf 5%, meskipun secara klinis peningkatan panjang cakupan (range) dapat menambah total paparan. Variabel Vof (Volume of Interest) juga tidak signifikan ($p = 0,441$), yang disebabkan oleh protokol yang sudah relatif seragam dalam menentukan VOI pada pemeriksaan stonografi.

Hasil ini menguatkan temuan beberapa penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa mAs adalah faktor teknis paling dominan dalam mempengaruhi CTDI pada pemeriksaan CT abdomen non- kontras (Rohi, Diartama, & Darmita, 2024). Oleh karena itu, optimasi protokol dapat difokuskan pada penyesuaian mAs secara adaptif berdasarkan ukuran pasien (*automatic exposure control*) untuk menurunkan dosis tanpa mengorbankan kualitas citra.

Tabel berikut menyajikan hasil uji ANOVA dari analisis regresi linier berganda yang digunakan untuk menguji signifikansi model secara simultan. Variabel dependen adalah CTDI (*Computed Tomography Dose Index*), sedangkan variabel prediktor meliputi Vof, kV, range, dan mAs. Uji ini bertujuan untuk mengetahui apakah keempat parameter teknis tersebut secara bersama-sama memiliki pengaruh yang signifikan terhadap besaran CTDI pada pemeriksaan MSCT stonografi kasus urolithiasis.

Tabel 2. Hasil uji ANOVA^a

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	89.955	4	22.489	3.045	.036 ^b
Residual	184.664	25	7.387		
Total	274.619	29			

a. Dependent Variable: CTDI

b. Predictors: (Constant), Vof, kV, Range, mAs

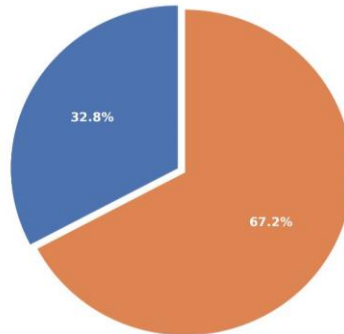
Berdasarkan hasil uji ANOVA, diperoleh nilai F hitung = 3,045 dengan nilai signifikansi (p) = 0,036. Karena nilai signifikansi ini lebih kecil dari 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa model regresi secara simultan signifikan. Artinya, kombinasi variabel Vof, kV, range, dan mAs secara bersama- sama berpengaruh terhadap besarnya CTDI yang diterima pasien (Bilqis, Nurhanivah, & Ramdhani, 2025).

Nilai *Sum of Squares Regression* sebesar 89,955 menunjukkan proporsi variasi CTDI yang dapat dijelaskan oleh keempat variabel prediktor, sedangkan *Sum of Squares Residual* sebesar 184,664 menunjukkan variasi CTDI yang dijelaskan oleh faktor lain di luar model. Meskipun model signifikan, nilai F yang relatif rendah mengindikasikan bahwa kontribusi gabungan keempat variabel terhadap CTDI tidak radiasi, hasil ini menegaskan pentingnya pengaturan protokol secara terpadu, bukan hanya memodifikasi satu parameter teknis saja.

Gambar 1 berikut menunjukkan bahwa model regresi yang digunakan dalam penelitian ini mampu menjelaskan 32,8% variasi nilai CTDI. Proporsi tersebut menggambarkan kontribusi variabel-variabel independen yang dimasukkan dalam model VOI, kV, range, dan mAs terhadap perubahan nilai CTDI. Sementara itu, 67,2% variasi CTDI lainnya tidak dapat dijelaskan oleh model, sehingga diperkirakan berasal dari faktor-faktor lain di luar variabel penelitian yang tidak dimasukkan dalam analisis. Temuan ini mengindikasikan bahwa meskipun model regresi memiliki kemampuan prediktif, terdapat sejumlah faktor eksternal atau variabel tambahan yang berpotensi berpengaruh signifikan.

sepenuhnya dominan, sehingga masih ada faktor teknis atau non-teknis lain yang mempengaruhi dosis pasien, seperti panjang *scan range* aktual, protokol *scout view*, ukuran pasien, dan algoritma rekonstruksi yang digunakan.

Temuan ini sejalan dengan literatur internasional yang menyatakan bahwa parameter eksposi CT tidak berdiri sendiri; kombinasi dari kVp, mAs, panjang cakupan, dan *volume of interest* akan secara simultan menentukan nilai CTDI (Arfat & Haq, 2024). Dalam konteks optimasi proteksi



Gambar 1. Proporsi Variasi CTDI

Besarnya variasi CTDI yang tidak menjelaskan mengindikasikan adanya faktor tambahan yang tidak dimasukkan dalam analisis, seperti ukuran tubuh pasien (BMI), panjang cakupan aktual, teknik *scout planning*, penggunaan *automatic exposure control* (AEC), pitch, serta algoritma rekonstruksi (misalnya *iterative reconstruction*). Faktor-faktor ini didokumentasikan dalam literatur sebagai determinan penting dalam optimasi dosis CT dan dapat memberikan kontribusi substansial terhadap variasi CTDI.

Karenanya, temuan penelitian ini menegaskan bahwa optimasi dosis tidak dapat bertumpu pada satu parameter saja, melainkan harus melalui pendekatan komprehensif yang mencakup pengelolaan panjang cakupan, standarisasi protokol, penyesuaian eksposi berbasis BMI, serta pemanfaatan teknologi pengurang dosis (Larson, 2024). Dengan pendekatan tersebut, pengendalian dosis dapat dilakukan secara lebih efektif dibandingkan hanya memodifikasi mAs secara manual.

Tabel berikut menyajikan hasil uji ANOVA dari analisis regresi linier berganda yang digunakan untuk menguji signifikansi model secara simultan pada variabel dependen DLP (*Dose Length Product*). Variabel prediktor yang digunakan adalah VOI, kV, range, dan mAs. Uji ini bertujuan untuk mengetahui apakah keempat parameter teknis tersebut, jika digabungkan, berpengaruh signifikan terhadap besaran DLP yang diterima pasien pada pemeriksaan MSCT stonografi kasus urolithiasis.

Tabel 3. Hasil uji Anova dengan variable dependen DPL

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	310345.101	4	77586.275	2.234	.094 ^b
Residual	868169.552	25	34726.782		
Total	1178514.654	29			

a. Dependent Variable: DLP

b. Predictors: (Constant), Vof, kV, Range, mAs

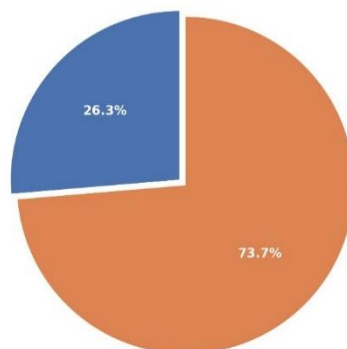
Hasil uji ANOVA menunjukkan nilai F hitung = 2,234 dengan nilai signifikansi (p) = 0,094. Karena nilai signifikansi ini lebih besar dari 0,05, dapat disimpulkan bahwa secara simultan variabel Vof, kV, range, dan mAs tidak berpengaruh signifikan terhadap DLP. Dengan kata lain, variasi DLP dalam penelitian ini tidak dapat dijelaskan secara meyakinkan oleh keempat parameter teknis tersebut.

Nilai *Sum of Squares Regression* sebesar 310345.101 hanya menjelaskan sebagian kecil variasi total DLP, sementara nilai *Sum of Squares Residual* sebesar 868169.552 menunjukkan bahwa sebagian besar variasi DLP dipengaruhi oleh faktor lain di luar model ini. Faktor tersebut bisa meliputi panjang cakupan pemindaian aktual (*scan length*), *over-ranging* pada CT *helical scanning*, perbedaan ukuran tubuh pasien (BMI), serta variasi teknis yang tidak tercatat dalam data (misalnya algoritma rekonstruksi atau pitch yang digunakan).

Temuan ini berbeda dengan hasil uji pada variabel dependen CTDI, di mana mAs terbukti berpengaruh signifikan. Perbedaan ini dapat dijelaskan karena DLP merupakan produk dari CTDIvol dan panjang cakupan pemindaian (*scan length*), sehingga meskipun CTDI dapat dipengaruhi oleh mAs, nilai DLP akan sangat dipengaruhi oleh variasi panjang pemeriksaan yang dalam penelitian ini mungkin cukup seragam antar pasien sehingga kontribusi variabel independen terhadap DLP menjadi tidak signifikan.

Hasil ini sejalan dengan temuan yang menyebutkan bahwa variabilitas DLP sering kali lebih rendah pada protokol CT yang telah distandarisasi panjang cakupannya, sehingga parameter teknis individu memiliki pengaruh yang lebih kecil secara statistik (Wang & Chu, 2023). Oleh karena itu, upaya optimasi dosis sebaiknya mempertimbangkan manajemen *scan range* yang tepat selain pengaturan parameter eksposi.

Gambar 2 berikut menunjukkan bahwa hanya 26,3% variasi DLP yang dapat dijelaskan oleh VOI, kV, rentang, dan mAs, sehingga pengaruh variabel ini terhadap DLP cukup terbatas, dan sebanyak 73,7% variasi DLP bergantung pada faktor lain, terutama *scan length* dan *scan planning*, yang ternyata memiliki dampak lebih besar dalam optimasi dosis. Upaya menurunkan dosis radiasi pada MSCT Stonografi harus memberikan perhatian utama pada perencanaan cakupan pemeriksaan serta pemilihan protokol penyinaran yang sesuai, bukan hanya pada pengaturan parameter dasar. Ini mendukung pernyataan bahwa optimasi DLP memerlukan perhatian khusus pada faktor seperti panjang cakupan pemindaian dan teknik *scan planning* (Yutaka, et al., 2024).



Gambar 2. Proporsi Variasi DLP

Tabel *Coefficients* di bawah ini menyajikan hasil analisis regresi linier berganda untuk melihat pengaruh variabel independen (*kV*, *mAs*, *Range*, dan *VoF*) terhadap dosis radiasi yang diukur dengan parameter *Dose Length Product* (DLP). Analisis ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana faktor teknis pemindaian berkontribusi secara signifikan terhadap besaran DLP pada pemeriksaan CT scan.

Table 4. Hasil uji dengan variable dependen DLP^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	-431.790	642.851		-.672	.508
kV	-.049	.401	-.028	-.123	.903
mAs	.962	.582	.354	1.653	.111
Range	1.452	1.543	.198	.941	.355
Vof	.626	.573	.217	1.093	.285

a. Dependent Variable: DLP

Berdasarkan hasil analisis, seluruh nilai signifikansi (*p-value*) pada variabel independen lebih besar dari 0,05, yang menunjukkan bahwa tidak ada variabel yang memiliki pengaruh signifikan terhadap DLP. Nilai koefisien yang bervariasi antara negatif dan positif menunjukkan adanya hubungan yang tidak konsisten, sehingga perubahan pada *kV*, *mAs*, *Range*, maupun *VoF* tidak secara signifikan memprediksi perubahan DLP dalam model ini. Hasil ini mengindikasikan bahwa faktor-faktor lain di luar variabel teknis tersebut, seperti panjang area pemindaian, protokol pemeriksaan yang digunakan, atau karakteristik pasien, kemungkinan lebih dominan dalam mempengaruhi nilai DLP (Inoue, 2022).

Pada penelitian ini nilai rata-rata CTDIvol (11,83 mGy) dan DLP (644,64 mGy·cm) dibandingkan secara eksplisit dengan *Diagnostic Reference Levels* (DRL) internasional. Berdasarkan European Guidelines on Diagnostic Reference Levels for Paediatric and Adult CT (EU-DRL 2019), nilai DRL untuk protokol abdomen non-kontras dewasa adalah 10 mGy untuk CTDIvol dan 500 mGy·cm untuk DLP. Dengan demikian, CTDIvol dalam penelitian ini 18,3% lebih tinggi daripada standar EU-DRL, sedangkan DLP tercatat 28,9% lebih tinggi dari batas acuan tersebut. Pencantuman angka pembanding ini memperjelas bahwa dosis yang diterima pasien pada pemeriksaan stonografi MSCT di RSUP Dr. Hasan Sadikin memang berada di atas rekomendasi DRL internasional.

Selain evaluasi berbasis CTDIvol dan DLP, penting pula menghitung dosis efektif (effective dose, mSv) untuk memastikan konsistensi dengan standar low-dose internasional yang dinyatakan dalam mSv. Menggunakan faktor konversi abdomen dewasa ($k = 0,015 \text{ mSv/mGy}\cdot\text{cm}$), nilai DLP rata-rata menghasilkan dosis efektif sekitar 9,67 mSv. Nilai ini jauh di atas kategori low-dose CT (2–4 mSv) yang direkomendasikan dalam evaluasi urolitiasis. Dengan demikian, perhitungan dosis efektif memperkuat bahwa dosis yang diterima pasien tidak hanya tinggi dari sisi DRL, tetapi juga secara biologis lebih besar daripada standar keamanan radiasi untuk CT-KUB.

Hasil ini menekankan bahwa optimasi protokol perlu menjadi prioritas, terutama dengan memperhatikan aspek panjang cakupan pemindaian, pengaturan eksposi berbasis ukuran pasien, dan penerapan teknik pengurang dosis pada sistem CT modern (Alharbi, 2025)

Berikut tabel perbandingan DRL Indonesia (I-DRL 2021), *European Union* (EU-DRL 2019), dan *American College of Radiology* (ACR 2022) khusus untuk CT abdomen non-kontras / CT-KUB.

Tabel 5. Perbandingan DRL Indonesia, EU, dan ACR untuk CT Abdomen Non-Kontras

Sumber DRL	CTDI _{vol} (mGy)	DLP (mGy·cm)	Keterangan
Indonesia – I-DRL 2021 (BAPETEN)	15 mGy	600 mGy·cm	DRL nasional untuk protokol abdomen dewasa (non-kontras).
EU-DRL 2019 (<i>European Commission</i>)	10 mGy	500 mGy·cm	DRL Eropa untuk CT abdomen non-enhanced dewasa berdasarkan survei multi-negara. Mohon
ACR 2022 (<i>American College of Radiology – Dose Index Registry</i>)	12 mGy	550 mGy·cm	Benchmark ACR DIR untuk CT abdomen tanpa kontras pada pasien dewasa

Tabel di atas menunjukkan bahwa nilai DRL Eropa (10 mGy / 500 mGy·cm) merupakan yang paling ketat, digunakan oleh banyak rumah sakit rujukan sebagai acuan optimasi, Nilai ACR (12 mGy / 550 mGy·cm) berada di tengah-tengah dan sering dijadikan rujukan global untuk fasilitas dengan protokol standar. Nilai I-DRL Indonesia (15 mGy / 600 mGy·cm) paling tinggi di antara ketiganya, mencerminkan kondisi alat dan variasi praktik di Indonesia.

KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh parameter teknis radiografi—termasuk *Voltage* (kV), *Milliampere-second* (mAs), *Range*, dan *Velocity of Flow* (VoF)—terhadap nilai *Computed Tomography Dose Index* (CTDI) dan *Dose Length Product* (DLP) pada pemeriksaan CT scan. Hasil analisis menunjukkan bahwa kombinasi keempat variabel secara simultan berpengaruh signifikan terhadap CTDI ($p < 0,05$), namun tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap DLP ($p > 0,05$). Temuan ini mengindikasikan bahwa pengaturan parameter teknis lebih sensitif dalam mempengaruhi indeks dosis per irisan (CTDI) dibandingkan dosis total pemeriksaan (DLP).

Kemajuan terkini dalam penelitian terkait optimasi dosis CT scan menekankan penerapan teknik *automatic exposure control*, *iterative reconstruction*, dan penggunaan protokol rendah dosis yang disesuaikan dengan ukuran pasien. Hasil penelitian ini berkontribusi dalam mendukung upaya optimasi tersebut, khususnya dengan memberikan data empiris mengenai variabel teknis yang paling relevan dalam mengendalikan dosis.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan dilakukan pengujian dengan jumlah sampel lebih besar dan variasi protokol yang lebih luas, termasuk perbandingan antara teknologi CT konvensional dan generasi terbaru dengan *artificial intelligence-based dose optimization*. Selain itu, kajian longitudinal terhadap efek perubahan parameter teknis terhadap kualitas citra dan akurasi diagnosis juga penting dilakukan agar rekomendasi optimasi dosis dapat diimplementasikan tanpa mengorbankan mutu diagnostik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Rumah Sakit Umum Pusat dr. Hasan Sadikin Bandung yang telah memberikan izin, fasilitas, dan dukungan teknis selama proses pengumpulan data penelitian ini. Apresiasi juga disampaikan kepada seluruh staf Instalasi Radiologi yang telah membantu dalam pengaturan jadwal pemeriksaan, pengoperasian peralatan, serta pengumpulan data parameter teknis dan dosis radiasi. Selain itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada

pihak Politeknik Al Islam dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) atas dukungan pendanaan yang memungkinkan terlaksananya penelitian ini. Dukungan semua pihak tersebut sangat berarti dalam penyelesaian penelitian dan penulisan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alharbi, A. M. (2025). Optimizing CT Scan Protocols for Improved Image Quality and Reduced Radiation Dose. *Journal of Advances and Scholarly Research in Allied Education*, 52–56.
- Andonian, S. (2022). Not Every Low-Dose Is Low-Dose: Impact of Revising Low-Dose CT Protocol on Mean Effective Radiation Exposure. *Journal of Endourology*.
- Arfat, M., & Haq, A. B. (2024). Optimization of CT radiation dose: Insight into DLP and CTDI. *Deleted Journal*, 148–152.
- Bilqis, A., Nurhanivah, D., & Ramdhani, S. Z. (2025). Comparison of CTDIw and Effective mAs as Predictors of Effective Dose in Thoracic CT Examinations: A Retrospective Analysis. *International Journal of Health, Medicine and Sports*, 112–116.
- Deliie, S. T., Nebiyu, T., Tadesse, D. A., & Kabede, T. (2022). Computed Tomography Radiation Exposure among Urinary Tract Stone Patients at Tikur Anbessa Specialized Hospital: A Retrospective Study. *Ethiop J Health Sci*, 33-40.
- Inoue, Y. T. (2022). Factors affecting dose-length product of computed tomography component in whole-body positron emission tomography/computed tomography. *Journal of Radiological Protection*.
- Izzudin, M., Sukmaningtyas, H., & Sulaksono, N. (2021). Analysis of Window Widht Variation on Image Anatomical Information MSCT Stonography. *Journal of Applied Health Management and Technology Vol 3, No 2 (2021) 40-45*, 1-6.
- Jaiswal, P., Shrestha, S., Dwa, Y., Maharjan, D., & Sherpa, N. (2022). CT KUB evaluation of suspected urolithiasis. *Journal of Patan Academy of Health Sciences i*, 58-64.
- Larson, D. B. (2024). A Vision for Global CT Radiation Dose Optimization. *Journal of The American College of Radiology.*, 1311 - 1317.
- Prabsattroo, T. (2023). The Dose Optimization and Evaluation of Image Quality in the Adult Brain Protocols of Multi-Slice Computed Tomography: A Phantom Study. *ournal of Imaging*.
- Rohi, B. P., Diartama, A. A., & Darmita, I. M. (2024). Pengaruh variasi rotation time terhadap ctdi (ct dose index) dan dlp (dose length product) pada pemeriksaan ct abdomen non kontras. *Prepotif*, 8(2), <https://doi.org/10.31004/prepotif.v8i2.31910>, 3841–3846.
- Sari, A. W., & Sam, S. Y. (2021). Effect of mAs on the Radiation Doses Received by Eyes Organ at Cranium Examination. *Proceedings of the 1st International Conference on Electronics, Biomedical Engineering, and Health Informatics. Lecture Notes in Electrical Engineering*, vol 746 (pp. 541–547). Singapore: Springer.
- Wang, Y., & Chu, P. W.-B. (2023). CT acquisition parameter selection in the real world: impacts on radiation dose and variation amongst 155 institutions. *European Radiology*, 1605–1613,.
- Wulandari, P. I. (2023). A COMPREHENSIVE REVIEW OF INDONESIAN DIAGNOSTIC REFERENCE LEVELS (IDRLs) FOR CT SCAN EXAMINATIONS. *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences.*
- Yutaka, D., Keisuke, A., Onodera, S., Kayano, S., Hideki, O., & Takase, K. (2024). Introduction and evaluation of size-specific DLP for radiation dose estimation in CT examinations. *Journal of Radiological Protection*.



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