



## Pengaruh Variasi *Rotation Time* Terhadap CTDI (*CT Dose Index*) dan DLP (*Dose Leght Product*) Pada Pemeriksaan CT Kepala Non Kontras

Gabriel Barreto De Carvalho Belo <sup>1</sup>, Kadek Yuda Astina <sup>2</sup>, Made Adhi Mahendrayana <sup>3</sup>

<sup>1,3</sup> Akademi Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali, Indonesia

<sup>2</sup> RS Hewan Sunset Vet Kuta, Bali

Korespondensi penulis : [gabrielbarretodecarvalhobelo@gmail.com](mailto:gabrielbarretodecarvalhobelo@gmail.com)

**Abstract. Background.** *Non-contrast head CT scans utilizing X-rays are considered the gold standard in emergency units for patients with clinical head injuries. Rotation time is a parameter that influences the radiation dose received by patients. This study aims to evaluate the impact of rotation time on patient radiation doses, emphasizing the ALARA principle. The research findings can assist in optimizing CT scan settings to reduce radiation doses without compromising image quality.*

**Methods:** *This quantitative research employs an experimental approach to investigate the influence of rotation time variations on CTDI (CT dose index) and DLP (dose leght product) in non-contrast head CT scans.*

**Results:** *Calculation of CTDI and DLP values to assess the impact of rotation time variations, using two variations, 1 s and 1.5 s, yielded the following results: CTDI and DLP for 1 s were 20.30 mGy and 239.54 mGycm, respectively, while CTDI and DLP for 1.5 s were 20.43 mGy and 249.26 mGycm.*

**Conclusion:** *Rotation time variations affect CTDI and DLP values in non-contrast head CT scans, although both values tend to remain stabel. A rotation time of 1 s is considered optimal for CTDI and DLP in non-contrast head CT scans at the Radiology Department of Sunset Vet Kuta Animal Hospital.*

**Keywords:** *DRL, CTDI, DLP, rotation time, ALARA, non-contrast head CT scans*

**Abstrak. Latar belakang.** CT scan kepala non-kontras yang menggunakan sinar-X dianggap sebagai standar emas di unit gawat darurat untuk pasien dengan cedera kepala klinis. Waktu rotasi merupakan parameter yang mempengaruhi dosis radiasi yang diterima pasien. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dampak waktu rotasi terhadap dosis radiasi pasien, dengan menekankan prinsip ALARA. Temuan penelitian ini dapat membantu dalam mengoptimalkan pengaturan CT scan untuk mengurangi dosis radiasi tanpa mengurangi kualitas gambar.

**Metode:** Penelitian kuantitatif ini menggunakan pendekatan eksperimental untuk mengetahui pengaruh variasi waktu rotasi terhadap CTDI (CT dose index) dan DLP (dose leght product) pada CT scan kepala non kontras.

**Hasil:** Perhitungan nilai CTDI dan DLP untuk menilai dampak variasi waktu rotasi, menggunakan dua variasi yaitu 1 s dan 1.5 s, memberikan hasil sebagai berikut: CTDI dan DLP selama 1 s masing-masing sebesar 20,30 mGy dan 239,54 mGycm, sedangkan CTDI dan DLP selama 1,5 s sebesar 20,43 mGy dan 249,26 mGycm.

**Kesimpulan:** Variasi waktu rotasi mempengaruhi nilai CTDI dan DLP pada CT scan kepala non kontras, meskipun nilai keduanya cenderung tetap stabil. Waktu rotasi 1 detik dianggap optimal untuk CTDI dan DLP pada CT scan kepala non kontras di Bagian Radiologi RS Hewan Sunset Vet Kuta.

**Kata Kunci:** DRL, CTDI, DLP, waktu rotasi, ALARA, CT scan kepala non kontras

## PENDAHULUAN

Pemeriksaan CT Scan kepala adalah jenis pemeriksaan yang paling banyak direkomendasikan oleh unit gawat darurat ketika pasien mengalami cedera kepala, gejala stroke, atau trauma pada *intracranial*. CT Scan kepala tanpa kontras dengan metode potongan aksial adalah teknik pencitraan yang sangat penting, cepat, dan dianggap sebagai standar terbaik dalam pemeriksaan pasien yang mengalami cedera kepala (Dwi Prastanti et al. 2022).

Pemeriksaan CT Scan kepala merupakan salah satu pemeriksaan yang sering dilakukan di berbagai Instalasi Radiologi dengan menggunakan CT-Scan jenis *single slice* atau *multislice*. Prosedur ini menggabungkan teknologi radiasi pengion sinar-X dengan sistem komputer untuk menghasilkan gambar struktur dan jaringan di dalam kepala, termasuk tengkorak, otak, *sinus paranasal*, dan rongga mata. Pemeriksaan ini biasanya dilakukan dengan dua *range*, yaitu *range* pertama dari *basic cranii* sampai *pars petrosus* dengan ketebalan irisan (*slice thickness*) antara 2-5 mm, dan *range* kedua dari *pars petrosus* sampai *vertex* dengan ketebalan irisan 10 mm (Nyoman Sarjani et al. 2022).

Salah satu parameter pada CT Scan adalah *rotation time*. Waktu scan dan dosis radiasi sangat dipengaruhi oleh *rotation time*. Dalam situasi di mana panjang scan sama, *rotation time* yang lebih cepat akan mempersingkat waktu scan. Meskipun demikian, dosis radiasi yang diterima pasien sebanding dengan *rotation time* jika semua parameter eksposur lainnya tetap konstan (Pada et al. 2019). Penelitian yang dilakukan oleh Asmaul Fauziyah, dkk (2018) menghasilkan bahwa semakin besar nilai *rotation time*, maka nilai *image noise* semakin menurun, sedangkan semakin kecil nilai *rotation time*, maka semakin besar nilai *image noise*. Namun penggunaan *rotation time* yang lebih lambat masih dianjurkan untuk menghasilkan kualitas gambar yang optimal dalam beberapa kasus CT, karena nilai *noise* mendekati nol dan masih dalam batasan nilai *noise*.

Besarnya dosis radiasi yang diterima oleh pasien bergantung pada intensitas sinar-x dan durasi paparan. Ketika seseorang dewasa menjalani foto *rontgen* dada (*thorax*), dosis radiasi yang biasa diterima adalah sekitar 0,02 mSv (2 mrem) untuk foto posisi *posterior-anterior* (PA), dan 0,04 mSv (4 mrem) untuk foto posisi *lateral*. Dosis radiasi ini berdampak pada organ paru-paru. Sementara pada tindakan CT-scanner, dosis efektif yang diterima oleh pasien yang menjalani tindakan eksaminasi dada adalah sebesar 7 mSv, yaitu sekitar 175 – 350 kali lipat (A. E Noor and Normahayu 2014).

Ketika menjalani proses CT Scan kepala, pasien akan menerima dosis radiasi yang signifikan dalam satu kali prosedur diagnostik. Oleh karena itu, penting untuk mengukur jumlah dosis radiasi yang diterima oleh pasien. Dalam pesawat CT Scan, perhitungan dosis estimasi didasarkan pada tiga kuantitas utama, yaitu *Computed tomography dose index* (CTDI), *dose leght product* (DLP), dan *Effectivedose* (E) (Fauziyah, Sari, and Sensusiati n.d.). CTDI adalah ukuran standar output dosis radiasi pemindai CT yang memungkinkan pengguna untuk membandingkan output radiasi dari pemindai pesawat CT yang berbeda. Pengukuran CTDI dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa peralatan, seperti *pencil ionization chamber*, *thermoluminescence dosimeter* (TLD), *CT dose profiler*, dan fantom *polymethyl-methacrylate* (PMMA) (Sari et al. 2020). Sementara itu, DLP adalah total dosis serapan dari seluruh rangkaian scan yang dilakukan. Nilai DLP dihitung dengan mengalikan nilai CTDI<sub>vol</sub> dengan panjang scan (L), di mana DLP mewakili total dosis serapan dari CT Scan yang dilakukan (dalam satuan mGy.cm) (Rumah et al. 2022).

Berdasarkan hasil observasi penulis di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Hewan Sunset Vet Kuta, pemeriksaan CT Scan kepala non kontras merupakan pemeriksaan yang rutin dilakukan, dan dengan *rotation time* yaitu 1,5 s. Menurut penulis, Penggunaan *rotation time* tersebut, memberikan dosis radiasi yang semakin besar terhadap pasien. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh variasi *rotation time* terhadap dosis radiasi yang diterima oleh pasien pada pemeriksaan CT kepala non kontras di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Hewan Sunset Vet Kuta. Dengan mengetahui pengaruh *rotation time* terhadap CTDI dan DLP, diharapkan dapat memberikan informasi yang berguna dalam mengoptimalkan pengaturan parameter pada mesin CT sehingga dapat mengurangi dosis radiasi yang diterima oleh pasien.

## **METODE**

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimen yang bertujuan untuk menginvestigasi pengaruh variasi *rotation time* terhadap CTDI (*CT dose index*) dan DLP (*dose leght product*) dalam pemeriksaan CT kepala non kontras. Penelitian ini menggunakan desain eksperimen dengan dua kelompok perlakuan, yaitu kelompok dengan *rotation time* 1,0 s dan kelompok dengan *rotation time* 1,5 s. Data dikumpulkan melalui proses *scanning* pada CT Scanner dan kemudian dianalisis. Sampel penelitian dalam penelitian ini terdiri dari 6 citra *water phantom*. 6 citra tersebut diperoleh dari 3 kali *scanning* dengan dua

variasi *rotation time* yang berbeda, menggunakan protokol CT Scan kepala non kontras dengan variasi *rotation time* 1 s dan 1,5 s.

## HASIL

### 1. Pengaruh nilai CTDI pada variasi *rotation time*

Uji beda dilakukan dengan menggunakan uji *nonparametric correlations* untuk melihat pengaruh nilai CTDI pada variasi *rotation time*, ditampilkan dalam tabel 1.

**Tabel 1** Hasil analisis uji beda nilai CTDI pada variasi *rotation time* dengan uji *nonparametric correlations*

CTDI	Perlakuan	p-value
	<i>rotation time</i> 1.00 s	<0,001
	<i>rotation time</i> 1.00 s	
	<i>rotation time</i> 1.00 s	
	<i>rotation time</i> 1.50 s	
	<i>rotation time</i> 1.50 s	
	<i>rotation time</i> 1.50 s	

Tabel 1 menunjukkan ada pengaruh nilai CTDI pada masing-masing kelompok perlakuan dengan nilai signifikansi sebesar  $<0,001$  ( $p\text{-value} < 0,05$ ), sehingga dapat disimpulkan bahwa  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima, yaitu ada pengaruh hubungan antara variasi nilai *rotation time* terhadap besaran nilai CTDI.

### 2. Pengaruh DLP pada variasi *rotation time*

Uji beda dilakukan dengan menggunakan uji *nonparametric correlations* untuk melihat pengaruh nilai DLP pada variasi *rotation time*, ditampilkan dalam tabel 2.

**Tabel 2** Hasil analisis uji beda nilai DLP pada variasi *rotation time* dengan uji *nonparametric correlations*

DLP	Perlakuan	p-value
	<i>rotation time</i> 1.00 s	<0,001
	<i>rotation time</i> 1.00 s	
	<i>rotation time</i> 1.00 s	
	<i>rotation time</i> 1.50 s	
	<i>rotation time</i> 1.50 s	
	<i>rotation time</i> 1.50 s	

Tabel 2 menunjukkan ada pengaruh nilai DLP pada masing-masing kelompok perlakuan dengan nilai signifikansi sebesar  $<0,001$  ( $p\text{-value} < 0,05$ ), sehingga dapat disimpulkan bahwa  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima, yaitu ada pengaruh hubungan antara variasi nilai *rotation time* terhadap besaran nilai DLP.

### 3. Sebaran dosis

Sebaran nilai dosis mulai dari yang tertinggi hingga yang paling rendah, serta nilai mean, media, modus, minimum dan maximum pada estimasi nilai CTDI dan DLP pada pemeriksaan CT Scan kepala non kontras di Rumah Sakit Hewan Sunset Vet Kuta, dapat dilihat pada tabel 3.

**Tabel 3** sebaran dosis Mean, Media, Modus, Minimum dan Maximum dari nilai CTDI dan DLP

Sebaran dosis	CTDI <sub>vol</sub> (mGy)	DLP (mGy*cm)
Mean	20.36	244.40
Median	20.36	244.40
Mode	20.30	239.54
Minimum	20.30	239.54
Maximum	20.43	249.26

### 4. Hasil nilai Diagnostik Reference Level (DRL)

Hasil pengukuran dosis yang diperoleh dari nilai CTDI dan DLP di Rumah Sakit Hewan Sunset Vet Kuta, selanjutnya akan dilakukan perhitungan nilai kuartil 3 (75 percentile), sehingga diperoleh nilai *Diagnostic Reference Level* (DRL), yang dapat dilihat pada tabel 4.

**Tabel 4** Nilai *Diagnostic Reference Level* (DRL) di Rumah Sakit Hewan Sunset Vet Kuta

Kuartil 3	DRL	
	CTDI <sub>vol</sub> (mGy)	DLP (mGy*cm)
75	20.43	249.26

### 5. Perbandingan nilai CTDI (CT dose index) dan DLP (dose leght product)

Variasi *rotation time* yang memberikan nilai CTDI (CT dose index) dan DLP (*dose leght product*) yang optimal pada pemeriksaan CT kepala non kontras di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Hewan Sunset Vet Kuta. Berdasarkan hasil uji deskriptif didapatkan hasil seperti di tabel 5.

**Tabel 5** nilai CTDI (CT dose index) dan DLP (*dose leght product*) pada variasi *rotation time*

Variasi <i>rotation time</i>	CTDI (mGy)	DLP (mGy*cm)
1	20.30	239.54
1.5	20.43	249.26

Tabel 5 didapatkan nilai CTDI dan DLP yang paling rendah berada pada variasi *rotation time* 1 dengan nilai CTDI 20.30 dan DLP 239.54. Variasi *rotation time* yang memberikan nilai CTDI dan DLP yang paling optimal untuk pemeriksaan CT kepala non kontras di Instalasi Radiologi RS Hewan Sunset Vet Kuta adalah *rotation time* 1,0 s.

## Pembahasan

### 1. Pengaruh nilai CTDI pada variasi *rotation time*

Berdasarkan hasil data yang terkumpul, ditemukan bahwa nilai CTDI paling tinggi terjadi pada waktu rotasi 1,5 s, sementara yang terendah terjadi pada waktu rotasi 1,0 s. Walaupun perbedaannya terhitung kecil, hanya sekitar 0,13 mGy, analisis bivariat menunjukkan bahwa ada pengaruh yang signifikan antara variasi waktu rotasi dan nilai CTDI. Akan tetapi, temuan ini konsisten dengan penelitian lain yang menunjukkan bahwa nilai CTDI cenderung tetap stabil meskipun terdapat variasi dalam waktu rotasi. Kemungkinan, kondisi ini disebabkan oleh penggunaan parameter yang sama selama proses pemindaian (Smith-Bindman et al., 2019).

Penting untuk mencatat bahwa meskipun ada variasi, semua nilai CTDI masih jauh di bawah batas toleransi IDRL (60 mGy) untuk CT scan kepala non kontras. Hal ini mengindikasikan bahwa pemindaian yang dilakukan di RS Hewan Sunset Vet Kuta memiliki dosis radiasi yang aman dan berada di bawah standar yang telah ditetapkan (Smith-Bindman et al., 2019).

### 2. Pengaruh nilai DLP pada variasi *rotation time*

Berdasarkan data yang diperoleh, ditemukan bahwa DLP tertinggi berada pada 1,5 s dan terendah 1 s. Namun, perbedaannya relatif kecil, yakni sekitar 9,72 mGy. Meskipun demikian, analisis bivariat menunjukkan bahwa ada pengaruh yang signifikan signifikan antara variasi *rotation time* terhadap nilai DLP, meskipun nilai DLP juga cenderung konstan pada setiap variasi. Penjelasan untuk fenomena ini kemungkinan serupa dengan CTDI, yaitu karena penggunaan parameter yang sama selama proses *scanning* (Smith-Bindman et al., 2019).

Menariknya, semua nilai DLP yang diperoleh juga masih berada jauh di bawah batas toleransi IDRL (1275 mGy\*cm) untuk CT scan kepala non kontras. Hal ini menegaskan bahwa prosedur di RS tersebut mengedepankan keselamatan pasien dalam hal dosis radiasi (Mathews et al., 2013).

### 3. Variasi *rotation time* yang memberikan nilai CTDI (CT dose index) dan DLP (dose leght product) yang optimal

Salah satu prinsip dasar dalam bidang radiologi adalah prinsip ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*), yang menekankan pentingnya mengurangi dosis radiasi sebanyak mungkin tanpa mengorbankan kualitas gambar (Radiological Protection Institute of Ireland, 2016). Dengan prinsip ini, tujuannya adalah mencari kombinasi parameter yang dapat menghasilkan dosis radiasi serendah mungkin sambil tetap menjaga kualitas gambar yang baik.

Berdasarkan data yang telah dijelaskan, terlihat bahwa *rotation time* 1,0 detik menghasilkan nilai CTDI dan DLP yang lebih rendah jika dibandingkan dengan *rotation time* 1,5 detik. Ini menunjukkan bahwa dengan mengurangi duration atau waktu rotasi, kita dapat mengurangi dosis radiasi yang diterima oleh pasien tanpa mengorbankan kualitas gambar. Oleh karena itu, dalam konteks penelitian ini, *rotation time* 1,0 detik tampaknya memberikan kondisi yang optimal untuk mencapai nilai CTDI dan DLP yang rendah.

Namun, sangat penting juga untuk mempertimbangkan faktor kualitas gambar dan kebutuhan klinis saat memilih parameter pemindaian (Mukrimaa et al., 2016). Ada situasi tertentu di mana waktu rotasi yang lebih lama dapat diinginkan karena pertimbangan terkait dengan kualitas gambar atau teknik pemindaian tertentu. Selain itu, meskipun dosis radiasi adalah pertimbangan utama, keputusan akhir harus memperhitungkan berbagai faktor lainnya yang relevan.

### Kesimpulan

- Berdasarkan hasil uji *Nonparametric Correlatios Spearman's rho*, didapatkan hasil p vaue  $< 0,05$  sehingga  $H_0$  Ditolak dan  $H_a$  dierima artinya Ada pengaruh variasi *rotaion time* terhadap CTDI (CT dose index) dan DLP (dose leght product) pada pemeriksaan CT kepala non kontras di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Hewan Sunset Vet Kuta.
- Nilai *rotation time* yang memberikan nilai CTDI (CT dose index) dan DLP (dose leght product) yang optimal pada pemeriksaan CT kepala non kontras di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Hewan Sunset Vet Kuta adalah 1.0 detik Dengan nilai CTDI 20.30 mGy Dan DLP 239.54 mGy\*cm Yang lebih kecil dibandingkan pada *rotation time* 1.5 detik dengan CTDI 20.43 Dan DLP 249.26 mGy\*cm.

## REFERENSI

- Dwi Prastanti A, Kartikasari Y, Pribadi R, et al. Jurnal Imejing Diagnostik Optimalisasi Tegangan Tabung (kVp) Terhadap Kejelasan Informasi Anatomi dan Dosis Radiasi Pada Pemeriksaan CT SCAN Kepala Area Basis Cranii. *J Imejing Diagnostik*. 2022;8:141-148. <http://ejournal.poltekkes-smg.ac.id/ojs/index.php/jimed/index>
- Nyoman Sarjani N, Kadek Yuda Astina I, Bagus Gede Darmawan I, Studi Sarjana Terapan Teknologi Radiologi Pencitraan Akademi Teknik Radiodiagnostik Dan Radioterapi Bali P. Teknik Pemeriksaan Ct-Scan Kepala Kontras Kasus Cephalgia Di Instalasi Radiologi Rsud Karangasem. *J Kesehat MIDWINERSLION*. 2022;7(2):26-30. <http://ejournal.stikesbuleleng.ac.id/index.php/Midwinerslion%7C26>
- Pada P, Ct P, Berdasarkan K, Ssde S spesific DE. *Journal of Vocational Health Studies ( LDL ) PEDIATRIC PATIENTS ON CT HEAD EXAMINATION BASED ON SIZE-SPECIFIC DOSE ESTIMATES ( SSDE ) VALUES*. 2019;02:127-133. doi:10.20473/jvhs.V2I3.2019.127-133
- A. E Noor J, Normahayu I. Dosis Radiasi Dari Tindakan Ct-Scan Kepala. *J Enviromental Eng Sustain Technol*. 2014;1(2):84-91. doi:10.21776/ub.jeest.2014.001.02.3
- Fauziyah A, Sari AK, Sensusiaty AD. PENGARUH VARIASI *ROTATION TIME* TERHADAP NILAI DLP ( *DOSE LEGHT PRODUCT* ) DAN *IMAGE NOISE* PADA PESAWAT MSCT 128 SLICE ( *STUDI KASUS* ). :15-21.
- Sari DA, Setiawati E, Arifin Z, Fisika D, Sains F, Diponegoro U. ANALISIS NILAI *COMPUTED TOMOGRAPHY DOSE INDEX ( CTDI ) PHANTOM* KEPALA MENGGUNAKAN CT DOSE PROFILER DENGAN VARIASI PITCH. 2020;23(2):42-48.
- Rumah D, Tk S, Pelamonia II, et al. Garuda Pelamonia Jurnal Keperawatan Evaluasi Nilai CTDI VOL Dan DLP Pada Pemeriksaan MSCT Abdomen Non Kontras Selama Periode Maret 2022 Sampai Juni 2022 Program Studi Sarjana Terapan , Teknologi Radiologi Pencitraan ATRO Bali Garuda Pelamonia Jurnal Keper. 2022;4(2):37-50.
- Irsal M, Winarno G. Pengaruh Parameter Milliampere-Second (mAs) terhadap Kualitas Citra Dan Dosis Radiasi Pada Pemeriksaan CT scan Kepala Pediatrik. *J Fis Flux J Ilm Fis FMIPA Univ Lambung Mangkurat*. 2020;17(1):1. doi:10.20527/flux.v17i1.7085
- Karimah IN. Optimalisasi Kualitas Citra CT Scan Dengan Variasi Arus Tabung Dan Metode Scan. 2012;(1):1-4.
- Larasati DA, Wibowo GM, Mulyati S. Kualitas Citra CT Abdomen Non Kontras Berdasarkan Variasi *Rotation time* (Studi Penelitian dengan Menggunakan *Phantom*). *J Imejing Diagnostik*. 2017;3(1):186-188. doi:10.31983/jimed.v3i1.3182
- IRNAWATI. STUDI DOSIS RADIASI PADA PEMERIKSAAN COMPUTER TOMOGRAPHY (CT) SCAN DENGAN NILAI COMPUTER TOMOGRAPHY *DOSE INDEX* (CTDI) DI RUMAH SAKIT BHAYANGKARA MAKASSAR. *J Mater Process Technol*. 2018;1(1):1-8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cirp.2016.06.001><http://dx.doi.org/10.1016/j.powtec.2016.12.055><https://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2019.02.006><https://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.04.024><https://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.127252><http://dx.doi.org>

- Nurhayati AY, Nariswari NN, Rahayuningsih B, Hariadi YC. Analisis Variasi Faktor Eksposi Dan Ketebalan Irisan Terhadap CTDI Dan Kualitas Citra Pada *Computed tomography* Scan. Vol 7.; 2019. doi:10.19184/bst.v7i1.9913
- Retnoningsih DS, Anam C, Setiabudi W. Studi Uniformitas Dosis Radiasi CT Scan Pada Fantom Kepala Yang Terletak Pada Sandaran Kepala. *J Sains Dan Mat.* 2012;20(2):41-45-45.
- Sriwijaya PN. BAB II Tinjauan Pustaka BAB II TINJAUAN PUSTAKA 2.1. 1–64. *Gastron ecuatoriana y Tur local.* 2019;1(69):5-24.
- Ariana R. BAB II TINJAUAN PUSTAKA. Published online 2016:1-23.
- Budhyanti W. Anatomi Terminologi, Histologi, Kepala dan Wajah, Punggung, Viscera, Aplikasi Klinis. *Univ Kristen Indones.* 2020;(1).
- dr.Noor Yulia . M. Anatomi Dan Fisiologi Sistem Cardiovascular Disusun Oleh. Published online 2020:0-14. [https://lms-paralel.esaunggul.ac.id/pluginfile.php?file=%2F442107%2Fmod\\_resource%2Fcontent%2F28%2FModul Sesi 11 RMIK140 Anatomi Fisiologi.pdf&forcedownload=1](https://lms-paralel.esaunggul.ac.id/pluginfile.php?file=%2F442107%2Fmod_resource%2Fcontent%2F28%2FModul+Sesi+11+RMIK140+Anatomi+Fisiologi.pdf&forcedownload=1)
- Widya N. Kualitas Citra Yang Optimal Pada Pemeriksaan Ct Scan Kepala (Studi Pada Variasi Arus Tabung, *Rotation time*, Dan Pitch). Published online 2020:14-64.
- Zencirci SA, Aygar H, Göktaş S, Önsüz MF, Alaiye M, Metintas S. Artikel Penelitian Asli mahasiswa. 2018;6(7):2210-2216. doi:10.36347/sjams.2016.v04i03.080
- Soediatmoko E. Universitas Indonesia Estimasi Dosis Radiasi Pada Pemeriksaan Ct Scan Kepala. Skripsi Univ Indones. Published online 2011.
- Nurhayati AY, Nariswari NN, Rahayuningsih B, Hariadi YC. Analisis Variasi Faktor Eksposi dan Ketebalan Irisan Terhadap CTDI dan Kualitas Citra Pada *Computed tomography* Scan (Analysis of Variation of Exposure Factor and *Slice thickness* On CTDI and Image Quality at *Computed tomography* Scan). *Berk Saintek.* 2019;7(1):7-12.
- Wanara N, Hamdi M, Sinuraya S. Estimasi Nilai Dosis Radiasi Efektif Pasien Dari Citra Medis Ct Scan Asteion Multi 32 Slice Bagian Abdomen. *Komun Fis Indones.* 2020;17(2):80. doi:10.31258/jkfi.17.2.80-86
- PROGRAM DATABASE NASIONAL UNTUK INDONESIAN *DIAGNOSTIC REFERENCE LEVEL* (I-DRL). Published 2015. <https://idrl.bapeten.go.id/index.php/site/introduction>
- Smith-Bindman R, Wang Y, Chu P, et al. International variation in radiation dose for *Computed tomography* examinations: Prospective cohort study. *BMJ.* 2019;364:1-12. doi:10.1136/bmj.k4931
- Mathews JD, Forsythe A V., Brady Z, et al. Cancer risk in 680 000 people exposed to *Computed tomography* scans in childhood or adolescence: Data linkage study of 11 million Australians. *BMJ.* 2013;346(7910):1-18. doi:10.1136/bmj.f2360
- Mukrimaa SS, Nurdyansyah, Fahyuni EF, et al. Size-specific dose estimates (SSDE) in pediatric and adult body CT examinations. *J Penelit Pendidik Guru Sekol Dasar.* 2016;6(August):128.