

Efek Variasi Arus Waktu Terhadap Dosis Efektif Radiasi Lensa Mata Pada Penggunaan Bismuth Shielding Pada CT-Scan Kepala

¹Monika Lestari Sihaloho, ²Nengah Sandi, ³Bunawas, ⁴Rozi Irhas.

^{1,2}Prodi Pendidikan Fisika, FMIPA, Universitas Udayana, Jl. Raya Kampus Unud Bukit Jimbaran, Kec. Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali 80361.

³Nuklindo Lab Plaza Ciputat Mas, Rempoa, Kec. Ciputat Timur, Kota Tangerang Selatan.

⁴CT-Simulator RSUP Sanglah Denpasar.

Email Korespondensi: monikasihaloho180700@gmail.com

Article Info	Abstract
<p>Article History Received: 23 March 2023 Revised: 18 April 2023 Published: 30 April 2023</p> <p>Keywords Time flow, Effective dose, CT-Scan, Bismuth Shielding, Eyepiece</p>	<p>The Effect of Time Current Variation on Effective Dose of Eye Lens Radiation in the Use of Bismuth Shielding on Head CT-Scan. A study has been carried out to determine the effect of time current variation on the effective dose of eye lens radiation on head CT scans. The aim of this study was to determine the effect of changing the flow of time on the effective dose of eye lens radiation and to determine the reduction in the effective dose of eye lens radiation when using bismuth shielding. The tools used are CT-scan, head mannequin, thermoluminescence dosimeter (TLD) calcium sulfate $CaSO_4:Dy$, and bismuth shielding. The method used in this study uses the calculation of the effective dose of the 100 kV calibration curve from NuclindoLab and the equivalent dose. The measurement results show an average of each current of 31.540 mSv 100 mAs 43.947 mSv 150 mSv 59.808 msv 200 mAs 64.747 mSv 250 mAs, 137.083 mSv 300 mAs without bismuth and using bismuth 26.883 mSv 100 mAs 100 mAs, 27.847 mSv 27.84 mSv 200 mAs, 50.430 mSv 250 mAs, 81.334 mSv 300 mAs. Based on the results obtained, it is known that the effective dose obtained in the eye lens without bismuth is 67.42 ± 39.41 mSv and using bismuth is 48.85 ± 22.43 mSv with a dose reduction of 27%. As for efforts to reduce the dose received, it must be done by paying attention to the parameter settings on the CT-Scan examination such as voltage, current, slice thickness, pitch and the use of protective equipment such as bismuth shielding.</p>
Informasi Artikel	Abstrak
<p>Sejarah Artikel Diterima: 23 Maret 2023 Direvisi: 18 April 2023 Dipublikasi: 30 April 2023</p> <p>Kata kunci: Arus waktu, Dosis efektif, CT-Scan, Bismuth Shielding, Lensa Mata</p>	<p>Telah dilakukan penelitian untuk mengetahui efek variasi arus waktu terhadap dosis efektif radiasi lensa mata pada CT-Scan kepala. Adapun tujuan pada penelitian ini untuk mengetahui efek perubahan arus waktu terhadap dosis efektif radiasi lensa mata dan mengetahui penurunan dosis efektif radiasi lensa mata bila menggunakan <i>bismuth shielding</i>. Adapun alat yang digunakan CT-scan, manekin kepala, <i>thermoluminescence dosimeter</i> (TLD) kalsium sulfat $CaSO_4:Dy$, dan <i>bismuth shielding</i>. Adapun metode yang digunakan pada penelitian ini menggunakan perhitungan dosis efektif kurva kalibrasi 100 kV dari NuklindoLab dan dosis ekuivalen. Hasil pengukuran menunjukkan rata-rata pada masing-masing arus sebesar 31,540 mSv 100 mAs 43,947 mSv 150 mAs 59,808 msv 200 mAs 64,747 mSv 250 mAs, 137,083 mSv 300 mAs tanpa bismuth dan dengan menggunakan bismuth 26,883 mSv 100 mAs, 27,845 mSv 150 mAs, 57,760 mSv 200 mAs, 50,430 mSv 250 mAs, 81,334 mSv 300 mAs. Berdasarkan hasil yang telah diperoleh diketahui bahwa dosis efektif yang didapatkan pada lensa mata tanpa bismuth sebesar $67,42 \pm 39,41$ mSv dan dengan menggunakan bismuth sebesar $48,85 \pm 22,43$ mSv dengan besar penurunan dosis sebanyak 27%. Adapun upaya menurunkan dosis yang diterima harus dilakukan dengan memperhatikan pengaturan parameter pada pemeriksaan CT-Scan seperti tegangan, arus, <i>slice thickness</i>, pitch dan penggunaan alat pelindung seperti <i>bismuth shielding</i>.</p>

Sitasi: Sihaloho, M. L., Sandi, N., Bunawas, B., & Irhas, R. (2023). Efek Variasi Arus Waktu Terhadap Dosis Efektif Radiasi Lensa Mata Pada Penggunaan Bismuth Shielding Pada CT-Scan Kepala, *Kappa Jurnal*, 7 (1), 151-156

PENDAHULUAN

Radiasi diartikan sebagai energi yang dipancarkan oleh suatu atom, baik berupa gelombang maupun partikel. Besarnya radiasi yang diterima seseorang dapat dilihat dari besar dosis yang diterima. Jumlah energi radiasi pengion yang diterima tubuh disebut dosis terserap (Gy) dan dapat juga dinyatakan dengan mGy. Setiap jenis radiasi belum tentu mempunyai efek biologis yang sama terhadap tubuh, sehingga dibuatlah dosis ekivalen yang tidak tergantung dari jenis radiasi. Jenis radiasi yang dimaksud adalah radiasi beta), gamma, sinar-X, dan sinar alfa. Satuan dosis ekivalen adalah milli Sievert (mSv). Kemudian setiap organ tubuh juga mempunyai bobot yang berbeda terhadap radiasi, sehingga dibuat dosis efektif yang merupakan jumlah dosis ekivalen yang diterima dikalikan dengan faktor bobot organ (Badunggawa, dkk., 2009).

Dalam radiodiagnostik, sering digunakan sinar-X untuk mendeteksi kelainan pada organ tubuh, salah satunya adalah CT-Scan. CT (*Computed Tomography*) Scan merupakan peralatan radiodiagnostik yang mendeteksi kelainan jaringan tubuh dengan cepat dan akurat. CT-Scan adalah sumber utama paparan medis dari prosedur pencitraan diagnostik. CT-Scan memiliki keunggulan resolusi gambar yang lebih tinggi dibandingkan dengan sinar-x konvensional. Resolusi gambar di CT-Scan tergantung pada ukuran titik fokus, *Shaded Surface Distance* (SSD), ukuran piksel, *Field Of View* (FOV), *pitch*, ketebalan irisan, dan jumlah detektor (Hiba, et al 2020).

Parameter yang sering digunakan pada pemeriksaan CT-Scan untuk dosis radiasi ditentukan dari nilai CT Volume Dose Index (CTDIvol) dan Dose Length Product (DLP). Kedua nilai besaran ini ditampilkan pada layar komputer (Huda dan Metler, 2011). Besaran parameter CTDIvol dan DLP belum bisa menggambarkan dosis radiasi yang diterima. Nilai CTDIvol yang ditampilkan pada layar komputer hanya mengestimasi dosis yang keluar dari mesin CT-Scan bukan dosis yang diterima pasien (Brenner, 2005).

Dampak dari radiasi CT-Scan pada kepala dapat menimbulkan efek langsung dan efek lanjut bagi pasien. Bahkan dosis terendah yang diterima pasien dapat menyebabkan perubahan pada sistem biologis. Pemeriksaan CT-Scan kepala dilakukan untuk mengetahui kelainan karena penyebab sakit kepala, terbentur, tumor dan mata (ICRP, 2007), hal ini dikarenakan terdapat lensa mata yang merupakan organ sensitif terhadap radiasi. Pada lensa mata terdapat kumpulan-kumpulan sel aktif membelah diri, yang dapat rusak jika terkena radiasi. Ambang batas dalam paparan singkat tunggal untuk kekeruhan yang dapat dideteksi dan gangguan penglihatan (katarak) masing-masing adalah 0,5 Sv – 5 Sv dalam eksposur yang sangat terfraksinasi atau berkepanjangan, ambang batasnya adalah 5-8 Sv untuk kekeruhan yang dapat dideteksi untuk katarak menurut BAPATEN 2021 nilai CTDIvol pada pemeriksaan menggunakan CT-Scan orang dewasa pada tahun 2021 CTDIvol 60 mSv (BAPATEN, 2021). Oleh karena itu, perlu dilakukan perkiraan besar dosis radiasi yang diterima oleh pasien CT-Scan kepala agar tidak berdampak pada mata pasien.

Dosis radiasi yang diterima CT-Scan dapat diukur menggunakan detektor radiasi, salah satunya adalah *Thermoluminescent Dosimeters* (TLD). *Thermoluminescence Dosimeter* atau yang disebut TLD merupakan detektor pasif yang dapat menangkap dan menyimpan energi radiasi yang mengenainya dan memancarkannya dalam bentuk cahaya ketika dipanaskan. Salah satu jenis TLD adalah TLD yang terbuat dari bahan $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Kyung-Hwan Chang et al (2009) menunjukkan bahwa alat yang digunakan untuk mengurangi dosis radiasi tanpa mempengaruhi kualitas citra dengan menggunakan alat perisai bismuth shielding.

Mengingat masih kurangnya penggunaan bismuth Shielding untuk menurunkan dosis radiasi pada lensa mata pada CT-Scan perlu penelitian lebih lanjut dengan bervariasi arus waktu waktu. Untuk mengetahui efek perubahan arus waktu terhadap dosis efektif radiasi lensa mata. Mengetahui penurunan dosis efektif radiasi lensa mata bila menggunakan bismuth shielding.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan bulan Juni-September 2022 di ruangan CT-Simulator RSUP Sanglah Denpasar dan NuklindoLab Plaza Ciputat Mas, Rempoa, Kecamatan Ciputat Timur, Kota Tangerang Selatan. Dengan menggunakan alat Pesawat CT Scan model TSX-201A, tempat Anneling CaSO₄;Dy, Oven Anneling TLD Memert buatan Jerman, TLD Reader model 1009, *Thermoluminescence Dosimeter* (TLD) Kalsium Sulfat CaSO₄;Dy, manekin kepala, Bismuth Shielding terbuat dari bahan campuran karet silikon, Vulcanizator, Bismut dan Coper Oxide, laptop. Pada penelitian ini menggunakan data hasil bacaan dosis yang diterima oleh TLD. Data diolah menggunakan rumus dosis efektif kurva kalibrasi 100 kV dari NuklindoLab dan dosis ekuivalen (ICRP,2007)

$$Y = 0,00103 X - 0,02647$$

Sedangkan dosis ekuivalen menggunakan rumus:

$$H_T = W_r \times D$$

Dimana: X = hasil bacaan TLD, W_r = bobot radiasi, D = dosis serap

Analisis yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui nilai efek perubahan arus waktu terhadap dosis efektif dan mengetahui penurunan dosis efektif bila menggunakan bismuth shielding dengan menggunakan uji statistik dengan uji nonparametrik Mann-Whitney test menggunakan software SPSS versi 25 sebagai berikut (Ridwan, 2009):

$$U = n_1 n_2 + \frac{n_2(n_2+1)}{2} - \sum_{i=n_1+1}^{n_2} R_i$$

Dimana: U = nilai uji Mann-Whitney, n₁ = sampel 1, n₂ = sampel 2, R_i = rank ukuran sampel

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini data yang diperoleh dengan pengukuran dosis menggunakan TLD CaSO₄ pada manekin kepala di RSUP Sanglah Denpasar, dengan 5 variasi arus sebesar 100 mAs, 150 mAs, 200 mAs, 250 mAs, 300 mAs dengan besar tegangan tetap sebesar 100 kV didapatkan sebanyak 60 sampel data.

Dari jumlah sampel, dibagi menjadi 2 yaitu 30 sampel menggunakan bismuth dan 30 sampel data tanpa bismuth. Kemudian masing-masing data tersebut dihitung dosis efektifnya. Dosis efektif dengan variasi arus waktu tanpa menggunakan bismuth shielding ditunjukkan pada Tabel 4.1 dan dosis efektif menggunakan Dosis efektif dengan variasi arus waktu tanpa menggunakan bismuth shielding ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.1. Dosis efektif dengan variasi arus waktu menggunakan TLD tanpa bismuth

Arus waktu	penyinaran ke-1		penyinaran ke-2		penyinaran ke-3		Mean
	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	kiri	Kanan	
100	26,127	49,310	46,492	20,904	22,318	24,092	31,540
150	33,478	49,951	49,590	48,552	31,458	50,654	43,947
200	68,393	54,270	54,056	59,851	64,015	58,265	59,808
250	54,270	53,546	69,356	67,127	64,349	63,579	64,747
300	168,692	143,475	118,255	103,636	133,262	155,182	137,083

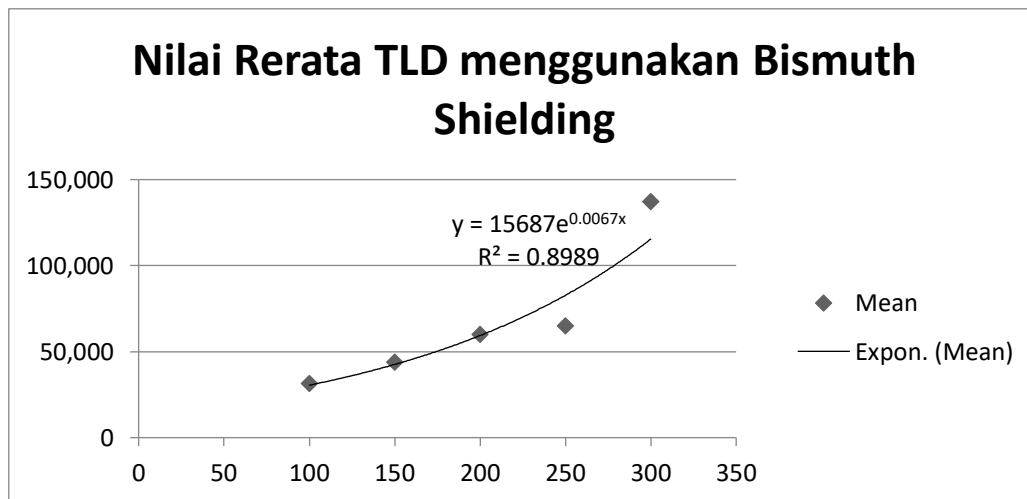
Pada Tabel 4.1 dapat dilihat pada rata-rata nilai pengukuran didapatkan rata-rata sebesar 67,42 mSv. Maka nilai dosis efektif pada pemeriksaan CT-Scan kepala di RSUP Sanglah sudah melewati batas BAPETEN. Oleh sebab itu perlu dilakukan pengukuran pada lensa mata dengan menggunakan pelindung perisai agar dosis tidak melebihi nilai yang ditetapkan oleh BAPATEN.

Tabel 4.2. Dosis efektif dengan variasi arus waktu menggunakan bismuth shielding

Arus waktu	penyinaran ke-1		penyinaran ke-2		penyinaran ke-3		Mean
	Kiri	Kanan	Kiri	kanan	kiri	kanan	
100	19,835	47,839	37,660	19,768	20,600	15,596	26,883
150	22,142	23,106	35,622	34,164	18,321	33,719	27,845
200	67,476	53,219	51,771	56,360	60,156	57,635	57,769
250	47,918	45,009	46,118	61,913	45,028	56,599	50,430
300	92,397	70,623	77,593	66,703	97,168	83,520	81,334

Pada Tabel 4.2 dapat dilihat pada rata-rata nilai pengukuran didapatkan rata-rata sebesar 48,85 mSv. Maka nilai dosis efektif pada pemeriksaan CT-Scan kepala di RSUP Sanglah tidak melewati batas BAPETEN.

Berdasarkan Tabel 4.1 hingga Tabel 4.2 dapat direfresentasikan kedalam sebuah grafik seperti terlihat pada Gambar 4.1. Grafik ini merupakan grafik nilai rata-rata pengukuran pada dosis efektif CT-Scan kepala menggunakan TLD dan menggunakan bismuth shielding.



Gambar 4.1 Grafik hasil pengukuran rata-rata dosis efektif pada CT-Scan kepala.

Selanjutnya hasil rata-rata dari dosis efektif tanpa bismuth dibuatkan grafik untuk mengetahui nilai R² yang berarti koefisien determinasi. Pada Gambar 4.1 terlihat bahwa nilai R² sebesar 0,9232 yang menunjukkan adanya hubungan kuat antara arus waktu dengan dosis efektif lensa mata.

Nilai dosis efektif lensa mata pada penggunaan TLD tanpa bismuth dibandingkan dengan dosis efektif TLD dengan menggunakan bismuth shielding dianalisis dengan menggunakan SPSS versi 25 menggunakan uji non-parametrik Mann-Whitney karena data tidak berdistribusi normal. Hasil Uji Mann-Whitney ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Beda rerata dosis efektif tanpa bismuth dan dengan bismuth menggunakan uji Mann-Whitney

Kelompok	N	Mean	Nilai P
Dosis efektif tanpa bismuth	30	67,42	
Dosis efektif dengan bismuth	30	48,85	0,049

Tabel 4.3 menunjukkan rerata dosis efektif tiap kelompok. Pada kelompok tanpa bismuth didapatkan nilai rerata 67,42 mSv yang lebih tinggi daripada rerata dosis efektif kelompok dengan bismuth yaitu rerata 48,85 mSv. Hasil nilai secara statistic signifikan dengan nilai p sebesar 0,049 ($< 0,05$). Karena nilai $p < 0,05$ maka dapat dikatakan bahwa terdapat perbedaan bermakna antar 2 kelompok, yaitu dosis efektif tanpa bismuth dan dosis efektif menggunakan bismuth.

Nilai yang didapatkan pada penelitian ini sebesar $67,42 \pm 39,41$ mSv dengan $48,85 \pm 22,43$ mSv, dimana dosis yang didapatkan pada penelitian ini setelah diberikan bismuth shielding adalah sebesar 27%. Hasil penelitian sebelumnya, menggunakan bismuth shielding dengan ketebalan 4 mm dapat menurunkan rerata dosis efektif sebanyak 52,8% dibandingkan dengan tanpa menggunakan bismuth shielding (Kenneth et al, 2001). Pada penelitian ini penurunan dosis yang didapatkan dibawah 50% dikarenakan shielding tidak tertutup rapat dengan ke dua mata.

Dosis efektif yang diterima lensa mata masih berada di bawah dosis ambang, yang menyebabkan kelaianan pada lensa mata. Walaupun resiko katarak sangat minim akan tetapi upaya menurunkan dosis yang diterima harus selalu dilakukan dengan tetap memperhatikan pengaturan parameter pada pemeriksaan CT-Scan seperti tegangan, arus, *slice thickness*, pitch dan penggunaan alat pelindung seperti bismuth shielding.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan pada dosis efektif didapatkan nilai dosis meningkat secara eksponensial sesuai dengan peningkatan arus waktu, dimana adanya hubungan kuat antara arus waktu dengan dosis efektif dengan nilai R^2 sebesar 0,9232. Rerata dosis efektif tanpa bismuth adalah 67,42 mSv yang lebih tinggi dibandingkan dengan rerata dosis efektif dengan menggunakan *bismuth shielding* yaitu sebesar 48,85 mSv dengan nilai p sebesar 0,049 ($p < 0,05$). Dengan demikian maka dinyatakan ada penurunan rerata dosis efektif yang diterima lensa mata setelah menggunakan *bismuth shielding* sebesar 27%.

SARAN

Penulisan menyarankan untuk efek variasi arus waktu terhadap dosis efektif radiasi lensa mata pada penggunaan bismuth shielding pada CT-Scan kepala perlu dilakukan penelitian lain terkait ketebalan bismuth shielding dan adanya perbedaan dengan pengulangan yang dilakukan tidak sama karena TLD tidak tegak lurus dengan arah berkas radiasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Tuhan Yang Maha Esa, kepada seluruh staf di RSUP Sanglah Denpasar dan NuklindoLab Plaza Ciputat Mas, Rempoa, Kec. Ciputat Timur, Kota Tangerang Selatan atas izin dan bantuan dalam pelaksanaan penelitian, serta dosen program studi Fisika, FMIPA, Universitas Udayana yang telah memberikan dukunngan sehingga publikasi ini dapat selesai sebagaimana mestinya.

DAFTAR PUSTAKA

Badunggawa, P., Sandi, I.N., Merta, I.W., 2009, Bahaya Radiasi dan Cara Proteksinya. *Medicina*, 40: 47-51.

- Bapeten. 2021, Pedoman Teknis Penyusunan Tingkat Panduan Diagnostik Atau Diagnostic Reference Level (DRL) Nasional.
- Brenner, D.J., 2005, *It Is Time to Retire The Computed Tomography Dose Index (CTDI) For CT Quality Assurance and Dose Optimization.*, 32:3225-3226.
- Hiba O., Suhaib A.B., Walid E., Mahmoud B., Abdelmoneim S.C., Omaina N.D., Fouad Abolaban., 2020, Eye lens and thyroid gland radiation exposure for patients undergoing brain computed tomography examination, (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)
- Huda, W., Mettler, F.A. 2011, Volume CT Dose Index and Dose-Length Product Displayed During CT : What Good Are They *Radiology*, 258:236-242.
- ICRP. 2007, The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological protection. ICRP Publication 10, *Ann ICRP* 37:2-4.
- Kenneth, D.H., Joel D.N., Steven H.K., and Allen R.K., 2011, Radioprotection to the Eye During CT-Scanning, USA society of Neuroradiology
- Kyun, H., Wonho L., Dong M.C., Choon S.L., Youhyun K., 2009, Dose Reduction in CT Using Bismuth Shielding: Measurements and Monte Carlo Simulations, University of Florida, USA.
- Ridwan, A. 2009, *Metode & Teknik Menyusun Proposal Penelitian*. Jakarta: Alfabeta