

ANALISIS DOSIS RADIASI PASIEN PEMERIKSAAN *DIGITAL SUBTRACTION ANGIOGRAPHY (DSA) SEREBRAL* DI RSUP PROF. DR. I. G. N. G. NGURAH DENPASAR

Indriwati Ana Moha^{1*}, A.A Aris Diartama², I Putu Adi Susanta³

Akademi Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali, RSUP Prof. Dr. I. G. N. G. Ngurah Denpasar^{1,2,3}

*Corresponding Author : indriwatianamoha18@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis dosis radiasi pada pasien pemeriksaan *Digital Subtraction Angiography (DSA) serebral* di RSUP Prof. Dr. I. G. N. G. Ngurah Denpasar. Pemeriksaan DSA menggunakan sinar-X untuk menghasilkan gambaran pembuluh darah *serebral*, namun menimbulkan risiko radiasi yang perlu dipantau. Penelitian ini menggunakan desain kuantitatif dengan metode survei menggunakan data retrospektif. Data dikumpulkan dengan mengevaluasi dosis radiasi pada pasien pemeriksaan DSA *serebral*, mencatat nilai *fluorotime*, *Dose Area Product (DAP)*, dan *air kerma* dalam periode tertentu yaitu Januari sampai Desember 2023. Analisis data dilakukan dengan mencari nilai rata-rata dosis radiasi menggunakan *Google Spreadsheet*. Selanjutnya, dibandingkan nilai DRL DSA untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan antara dosis radiasi yang diterima pasien dengan standar keamanan yang ditetapkan. Hasil penelitian menunjukkan nilai persentil 50 (kuartil 2) untuk *fluorotime* adalah 7:36 menit, DAP 42.7 Gy.cm², dan *air kerma* 141 mGy. Nilai persentil 75 (kuartil 3) untuk *fluorotime* adalah 11:62 menit, DAP 66.2 Gy.cm², dan *air kerma* 230 mGy. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa dosis radiasi pasien DSA *serebral* di RSUP Prof. Dr. I. G. N. G. Ngurah berada dalam rentang yang dapat diterima sesuai dengan pedoman yang ditetapkan oleh BAPETEN. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan untuk peningkatan kualitas pelayanan medis dan pengawasan dosis radiasi di masa depan.

Kata kunci : air kerma, BAPETEN, DAP, dosis radiasi, DSA, *fluorotime*

ABSTRACT

This study aims to analyze the radiation dose in patients undergoing Digital Subtraction Angiography (DSA) of the brain at RSUP Prof. Dr. I. G. N. G. Ngurah. DSA examinations use X-rays to produce images of cerebral blood vessels, but they pose radiation risks that need monitoring. This research employs a quantitative design with a survey method using retrospective data. Data were collected by evaluating the radiation dose in patients undergoing DSA of the brain, recording fluorotime values, Dose Area Product (DAP), and air kerma over a certain period. Data analysis was performed by calculating the average radiation dose using Google Spreadsheet. Subsequently, the DRL DSA values were compared to determine if there were differences between the radiation dose received by patients and the established safety standards. The results showed that the 50th percentile (median) values for fluorotime were 7:36 minutes, DAP 42.7 Gy.cm², and air kerma 141 mGy. The 75th percentile values for fluorotime were 11:62 minutes, DAP 66.2 Gy.cm², and air kerma 230 mGy. The results indicate that the radiation dose for cerebral DSA patients at RSUP Prof. Dr. I. G. N. G. Ngurah is within the acceptable range according to the guidelines set by BAPETEN.

Keywords : air kerma, BAPETEN, DAP, radiation dose, DSA, *fluorotime*

PENDAHULUAN

Digital Subtraction Angiography (DSA) adalah metode pencitraan dalam radiologi intervensi yang digunakan untuk mengvisualisasikan aliran darah dan memberikan panduan dalam prosedur *endovascular* (Umam, 2018). DSA dilakukan untuk mendeteksi kelainan pembuluh darah otak atau tulang belakang, seperti *aneurisma*, *malformasi arteri vena*, dan *stenosis*, serta untuk memantau kondisi pembuluh darah seperti *vasospasme*, *vaskulitis*, dan

vaskularisasi tumor otak (Jung, 2018). Keunggulan DSA adalah kemampuannya untuk memberikan gambar waktu nyata dari pembuluh darah menggunakan kontras berbasis iodine, sehingga sering digunakan dalam prosedur intervensi endovaskular yang minimal invasif (Su et al., 2023).

Pemeriksaan *Digital Subtraction Angiography* (DSA) memiliki dosis radiasi yang tinggi, yang berpotensi menyebabkan risiko keganasan akibat paparan radiasi yang tinggi (Yudo Utomo, 2021). Risiko keganasan akibat paparan radiasi adalah risiko jangka panjang, namun belum ada penelitian yang membuktikan bahwa paparan radiasi dari pemeriksaan DSA dapat menyebabkan kanker. Menurut PERKA BAPETEN tahun 2013, Dosis radiasi adalah jumlah radiasi yang ada dalam suatu medan radiasi, atau seberapa banyak energi radiasi yang diserap atau diterima oleh suatu materi yang dilewati oleh radiasi tersebut (BAPETEN, 2013).

Indikator seperti *fluorotime*, *air kerma*, dan *Dose Area Product* (DAP) pada pemeriksaan *Digital Subtraction Angiography* (DSA) telah lama menjadi standar dalam memantau tingkat paparan radiasi pada pasien (Lu et al., 2021). *Fluorotime* adalah durasi penggunaan fluoroskopi (dalam detik atau menit), *Air kerma* (AK), diukur dalam mGy, mengacu pada perhitungan dosis radiasi pada suatu titik acuan. Sedangkan *Dose Area Product* (DAP), diukur dalam mGy.cm², adalah hasil kali dari AK yang dihitung atau diukur dan luas lapangan pada titik acuan [6]. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Adelina Oinike, dkk (2020), menghasilkan bahwa waktu paparan fluoroskopi atau *fluorotime* dan pengukuran DAP merupakan faktor prediksi yang baik untuk mengamati dosis yang diterima oleh pasien (Oinike et al., 2020).

Pada tahun 2014, BAPETEN memperkenalkan suatu aplikasi berbasis situs untuk penginputan data dosis secara daring yang terpusat dan terintegrasi, yang dikenal dengan nama Sistem Informasi Data Dosis Pasien (Si-INTAN). Tujuan utama penggunaan Aplikasi Si-INTAN adalah melindungi pasien dari potensi risiko efek samping yang dapat timbul akibat paparan radiasi selama prosedur medis. Penggunaan aplikasi Si-INTAN didukung oleh dasar hukum, yakni Perbapeten No. 4 Tahun 2020 tentang Keselamatan Radiasi pada Penggunaan Pesawat Sinar-X Radiologi Diagnostik dan Intervensional, Pasal 18 ayat 1 yang menyatakan bahwa rekaman data dosis pasien wajib disampaikan secara daring kepada Kepala BAPETEN melalui sistem informasi data dosis pasien. Besarnya batas dosis radiasi yang diterima pasien pemeriksaan *Digital Subtraction Angiography* (DSA) serebral menurut Indonesia dose reference level (IDRL) yang ditentukan Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) pada tahun 2022 yaitu untuk DAP 71 Gy.cm² atau 7.1 x 10⁴ mGy. cm², dan *kerma* total 350 mGy (BAPETEN, 2020).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dosis radiasi yang diterima pasien pada pemeriksaan *Digital Subtraction Angiography* (DSA) serebral di RSUP Prof. Dr. I. N. G. Ngurah Denpasar, serta untuk menentukan apakah dosis radiasi tersebut sesuai dengan standar Indonesia Dose Reference Level (IDRL) yang ditetapkan oleh Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN). Dengan mengetahui dosis radiasi yang diterima pasien dan membandingkannya dengan standar yang telah ditetapkan, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan keselamatan pasien serta memastikan bahwa prosedur DSA dilakukan sesuai dengan pedoman keselamatan radiasi yang berlaku.

METODE

Metode penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan metode survey menggunakan data retrospektif. Desain penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif dengan metode survey menggunakan data retrospektif, yang bertujuan mengevaluasi dosis radiasi pada pasien pemeriksaan *Digital Subtraction Angiography* (DSA) serebral dengan mencatat nilai *fluorotime*, *Dose Area Product* (DAP), dan *air kerma* dalam

periode tertentu, yaitu data dosis bulan Januari sampai Desember 2023 di Instalasi Pelayanan Jantung Terpadu (PJT) RSUP Prof. dr. I.G.N.G. Ngurah Denpasar, Bali.

Waktu pengambilan data dilakukan pada bulan Maret tahun 2024 di Instalasi Pelayanan Jantung Terpadu (PJT) RSUP Prof. Dr. I.G.N.G. Ngurah Denpasar, Bali. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh pasien pemeriksaan *Digital Subtraction Angiography (DSA) serebral* di Instalasi Pelayanan Jantung Terpadu (PJT) RSUP Prof. Dr. I. G. N. G. Ngurah dalam periode tertentu, yaitu bulan Januari sampai Desember tahun 2023. Sampel yang digunakan adalah total sampling, dimana seluruh pasien pemeriksaan DSA *serebral* di Instalasi Pelayanan Jantung Terpadu (PJT) RSUP Prof. Dr. I. G. N. G. Ngurah Denpasar dalam periode tersebut dijadikan sampel. Metode pengumpulan data dilakukan dengan cara mengevaluasi dosis radiasi pada pasien pemeriksaan DSA *serebral* dengan mencatat nilai *fluorotime*, DAP, dan *air kerma* dalam periode tertentu. Sedangkan metode analisis data yang digunakan adalah uji rata-rata (median) Quartil 2 dan Quartil 3 dari nilai dosis radiasi pemeriksaan DSA *serebral*, serta perbandingan nilai IDRL DSA.

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan etika menghormati harkat dan martabat manusia (*respect for human dignity*), menghormati privasi dan kerahasiaan subyek penelitian (*respect for privacy and confidentiality*), keadilan dan inklusivitas (*respect for justice and inclusiveness*), memperhitungkan manfaat dan kerugian yang ditimbulkan (*balancing harms and benefits*).

HASIL

Penelitian ini dilakukan di Instalasi Pelayanan Jantung terpadu (PJT) RSUP Prof. Dr. I. G. N. G. Ngurah Denpasar mengenai nilai dosis radiasi pada pemeriksaan *Digital Subtraction Angiography (DSA) serebral* yang didasari pada rekapitulasi nilai *fluorotime*, DAP dan *air kerma* dengan menggunakan 65 pasien selama periode 1 tahun, yaitu bulan Januari sampai Desember tahun 2023 dengan karakteristik pasien sebagai berikut:

Tabel 1. Karakteristik Pasien pada Pemeriksaan *Digital Subtraction Angiography (DSA) Serebral* di Instalasi Jantung Terpadu (PJT) RSUP Prof. Dr. I. G. N. G. Ngurah Denpasar

| No | Indicator | Jumlah sampel | Karakteristik | | |
|----|-------------------|---------------|---------------|----------|--------------|
| | | | Minimum | Maksimum | Rata-rata |
| 1 | Jenis kelamin: | | | | |
| | Laki-laki | 32 | - | - | - |
| | perempuan | 33 | - | - | - |
| 2 | Umur | 65 | 12 | 76 | 47.7 |
| 3 | Berat badan (KG) | 65 | 37 | 107 | 64.3 |
| 4 | Tinggi badan (CM) | 65 | 150 | 185 | 163.8 |

Selanjutnya dilakukan analisis statistic menggunakan *Google Spreadsheet* untuk mendapatkan nilai sebaran dosis. Sebaran nilai dosis mulai dari nilai yang tertinggi hingga yang paling terendah, serta nilai *mean*, *median*, *modus*, *minimum* dan *maximum* pada analisis dosis radiasi pasien pemeriksaan *Digital Subtraction Angiography (DSA) serebral* di Instalasi Pelayanan Jantung Terpadu (PJT) RSUP Prof. Dr. I.G.N.G. Ngurah Denpasar.

Selanjutnya, data yang diperoleh dari nilai *fluorotime*, *Dose Area Product (DAP)* dan *air kerma* di Instalasi Pelayanan Jantung Terpadu (PJT) RSUP Prof. dr. I.G.N.G. Ngurah Denpasar, akan dilakukan perhitungan nilai quartil 2 (percentile 50) dan nilai quartil 3 (percentile 75), sehingga diperoleh nilai *Diagnostic Reference Level (DRL)*.

Tabel 2. Sebaran Dosis *Mean, Median, Mode, Minimum, Maximum* Dari *Fluorotime, DAP* dan *Air kerma*

| Sebaran Dosis | <i>Fluorotime</i> (menit) | <i>Dose Area Product</i> (DAP) (Gy.cm ²) | <i>air kerma</i> (mGy) |
|----------------|------------------------------|---|---------------------------|
| <i>Mean</i> | 09:19 | 1806.51 | 208.13 |
| <i>Median</i> | 07:36 | 42.7 | 141 |
| <i>Mode</i> | 03:48 | 25.30 | 106 |
| <i>Minimum</i> | 01:41 | 17.80 | 1.30 |
| <i>Maximum</i> | 29:43 | 28626.83 | 806 |

Tabel 3. Nilai DRL Pemeriksaan DSA *serebral* di Instalasi Jantung Terpadu (PJT) RSUP Prof. Dr. I. G. N. G. Ngurah Denpasar

| Quartil | DRL Pemeriksaan DSA <i>serebral</i> | | |
|-----------|-------------------------------------|---|---------------------------|
| | <i>Fluorotime</i> (menit) | <i>Dose Area Product</i> (DAP) (Gy.cm ²) | <i>air kerma</i> (mGy) |
| Quartil 2 | 7:36 | 42.7 | 141 |
| Quartil 3 | 11:62 | 66.2 | 230 |

PEMBAHASAN

Pemeriksaan *Digital Subtraction Angiography* (DSA) *serebral* merupakan teknik diagnostik radiologi yang digunakan untuk memvisualisasikan pembuluh darah di otak. Proses ini melibatkan penggunaan agen kontras yang disuntikkan ke dalam sistem vaskular, diikuti oleh pengambilan gambar. Gambar pra- dan pasca-kontras dapat diselaraskan secara digital, memungkinkan pembuluh darah yang terisi dengan kontras lebih jelas terlihat, sehingga memfasilitasi deteksi patologi vaskular seperti penyumbatan, aneurisma, atau malformasi (Yudo Utomo, 2021).

Paparan radiasi pada pemeriksaan DSA *serebral* bisa berpotensi risiko terhadap kesehatan. Radiasi yang tinggi dapat menyebabkan kerusakan genetik pada sel dan meningkatkan risiko kanker serta efek samping lainnya. Oleh karena itu, upaya harus dilakukan untuk meminimalkan dosis radiasi yang diterima pasien sesuai dengan prinsip ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*). Penetapan standar dosis radiasi di rumah sakit harus disesuaikan dengan tiga asas proteksi radiasi: asas pembenaran, ALARA, dan asas pembatasan dosis perorangan. Semua energi radiasi yang terserap di jaringan biologis akan muncul sebagai panas, yang merupakan awal dari perubahan kimiawi yang dapat mengakibatkan efek biologis yang merugikan (Yeung, 2019).

Penetapan dosis radiasi menggunakan *Indonesian Diagnostic Reference Level* (IDRL) bertujuan untuk mengontrol dosis radiasi yang diberikan pada pasien selama pemeriksaan diagnostik. Dengan mengacu pada data dosis pasien, rumah sakit dapat menetapkan standar dosis radiasi yang optimal, menyeimbangkan antara kualitas gambar yang memadai dan risiko radiasi yang minimal. Sesuai dengan pedoman yang diterbitkan oleh BAPETEN, untuk menerapkan DRL di rumah sakit, harus dilakukan perhitungan persentil 50 (kuartil 2) dari sebaran data dosis pasien untuk jenis pemeriksaan tertentu. Untuk membandingkan dosis radiasi pasien pemeriksaan DSA *serebral* di RSUP Prof. Dr. I. G. N. G. Ngurah dengan IDRL BAPETEN, perlu dilakukan perhitungan nilai persentil 75 (kuartil 3) dari nilai persentil 50 (kuartil 2) *fluorotime, Dose Area Product* (DAP), dan *air kerma*.

Berdasarkan data yang terkumpul, dilakukan perhitungan dengan mengambil nilai persentile 50 (kuartil 2) dari jumlah *fluorotime, Dose Area Product* (DAP), dan *air kerma*, menghasilkan nilai *fluorotime* sebesar 7:36 menit, nilai *Dose Area Product* (DAP) sebesar 42.7 Gy.cm², dan nilai *air kerma* sebesar 141 mGy. Dan Nilai persentile 75 (kuartil 3) untuk *fluorotime* adalah 11:62 menit, nilai *Dose Area Product* (DAP) sebesar 66.2 Gy.cm², dan nilai *air kerma* sebesar 230 mGy.

Menurut keputusan Kepala BAPETEN tahun 2022, nilai IDRL untuk pemeriksaan DSA *serebral* adalah 71 Gy.cm² untuk DAP dan 350 mGy untuk total *kerma*. Sementara itu, pada tahun 2021, BAPETEN menetapkan nilai IDRL untuk *fluorotime* sebesar 904.75 detik atau setara dengan 15:07 menit. Hal tersebut menunjukkan . RSUP Prof. Dr. I. G. N. G. Ngurah mempunyai komitmen yang kuat terhadap standar keselamatan dan kualitas pelayanan radiologi dengan mengikuti pedoman teknik dan panduan diagnostik (*Indonesian Diagnostic Reference Level*) yang diterbitkan oleh BAPETEN. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai dosis radiasi pasien DSA *serebral* di RSUP Prof Dr. I. G. N. G. Ngurah berada dalam rentang yang dapat diterima, sesuai dengan pedoman yang ditetapkan oleh BAPETEN. Hal ini mengindikasikan bahwa prosedur penggunaan radiasi diagnostik dilakukan dengan baik dan sesuai dengan standar keselamatan yang berlaku.

KESIMPULAN

Dosis radiasi yang diterima oleh pasien selama pemeriksaan *Digital Subtraction Angiography* (DSA) *serebral* memiliki nilai persentile 50 (kuartil 2) dari jumlah *fluorotime*, *Dose Area Product* (DAP), dan *air kerma*, menghasilkan nilai *fluorotime* sebesar 7:36 menit, nilai *Dose Area Product* (DAP) sebesar 42.7 Gy.cm², dan nilai *air kerma* sebesar 141 mGy. Dan Nilai persentile 75 (kuartil 3) untuk *fluorotime* adalah 11:62 menit, nilai *Dose Area Product* (DAP) sebesar 66.2 Gy.cm², dan nilai *air kerma* sebesar 230 mGy. Hasil ini menunjukkan bahwa dosis radiasi yang diterima oleh pasien selama pemeriksaan DSA di RSUP Prof. Dr. I. G. N. G. Ngurah Denpasar memenuhi standar keselamatan yang ditetapkan oleh BAPETEN, memastikan bahwa prosedur radiasi diagnostik dilakukan secara efektif dan sesuai dengan standar keselamatan yang berlaku.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada dosen dan staff Akademi Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali, RSUP Prof. Dr. I. G. N. G. Ngurah Denpasar yang telah mendukung terselesaikannya artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- BAPETEN. (2013). Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 4 Tahun 2013. *Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir Republik Indonesia*.
- BAPETEN. (2020). Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2020 Tentang Keselamatan Radiasi Pada Penggunaan Pesawat Sinar-X Dalam Radiologi Diagnostik Dan Intervensional. *Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir Republik Indonesia*, 1–52. <https://jdih.bapeten.go.id/unggah/dokumen/peraturan/1028-full.pdf>
- Jung, K.-H. (2018). New Pathophysiological Considerations on Cerebral Aneurysms. *Neurointervention*, 13(2), 73–83. <https://doi.org/10.5469/neuroint.2018.01011>
- Lu, Y. H., Cai, Y., Zhang, Y., Wang, R., & Li, Z. Y. (2021). Digital Subtraction Angiography Contrast Material Transport as a Direct Assessment for Blood Perfusion of Middle Cerebral Artery Stenosis. *Frontiers in Physiology*, 12(August), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.716173>
- Oinike, A., Winarno, G., & Purwatiningsih, P. (2020). Penerimaan Dosis Organ Kritis Pada Pemeriksaan Cerebral Dsa Dengan Biplane C-Arm. *JRI (Jurnal Radiografer Indonesia)*, 3(1), 32–37. <https://doi.org/10.55451/jri.v3i1.60>
- Su, R., van der Sluijs, M., Cornelissen, S., van Zwam, W., van der Lugt, A., Niessen, W.,

- Ruijters, D., van Walsum, T., & Dalca, A. (2023). AngioMoCo: Learning-Based Motion Correction in Cerebral Digital Subtraction Angiography. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 14226 LNCS, 770–780. https://doi.org/10.1007/978-3-031-43990-2_72
- Umam, D. N. (2018). Neuroimaging Pada Subarachnoid Hemoragik. *Jurnal Neuroanestesi Indonesia*, 1, 1–32. <https://spesialis1.radiologi.fk.uns.ac.id/wp-content/uploads/2018/03/Neuroimaging-pada-Subarachnoid-Hemoragik.pdf>
- Yeung, A. W. K. (2019). The “as Low As Reasonably Achievable” (ALARA) principle: A brief historical overview and a bibliometric analysis of the most cited publications. *Radioprotection*, 54(2), 103–109. <https://doi.org/10.1051/radiopro/2019016>
- Yudo Utomo, T. (2021). Serebral Dan Spinal Digital Subtraction Angiography. *Jurnal Kedokteran Universitas Palangka Raya*, 9(1), 1232–1242. <https://doi.org/10.37304/jkupr.v9i1.2862>