



OPTIMISASI PROTEKSI RADIASI PADA PASIEN MELALUI IMPLEMENTASI *DIAGNOSTIC REFERENCE LEVEL* (DRL) LOKAL PADA PEMERIKSAAN *HEAD* CT-SCAN KONTRAS DI RSUD DR. TJITROWARDOJO PURWOREJO

Rohmawati Metaningrum¹, Ika Muhariyani², Gloria Patricia Belinda Wowor¹

¹Akademi Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi (ATRO) Yogyakarta

²RSUD dr. Tjitrowardoyo Purworejo

e-mail: metaningrumrohma@gmail.com

ABSTRAK

Pemanfaatan sumber radiasi sudah tidak asing lagi di negara Indonesia. Berbagai bidang memanfaatkannya, antara lain adalah bidang pendidikan, penelitian, pertanian, kesehatan serta pertahanan dan keamanan. Pemanfaatan radiasi dalam teknologi nuklir yang paling banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia saat ini ada di bidang kesehatan seperti penggunaan dalam CT scan, rontgen, dan juga radioterapi. Tujuan dari penelitian ini yaitu pentingnya untuk mengetahui implementasi DRL Lokal pada pemeriksaan head CT-Scan kontras dan mengetahui faktor yang mempengaruhi dosis radiasi pasien berdasarkan nilai indikator DRL di RSUD dr. Tjitrowardoyo Purworejo. Jenis penelitian yang digunakan yaitu kuantitatif dengan pendekatan observasional deskriptif di RSUD dr. Tjitrowardoyo Purworejo. Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret-Juni 2025 dengan menggunakan cara observasi, survey, dan dokumentasi. Analisa data dilakukan dengan analisa perhitungan yaitu dengan menentukan nilai Q3 dari 20 data pasien serta analisa kuesioner yang dibagikan kepada dokter spesialis radiologi, fisikawan medis, PPR dan radiografer. Hasil penelitian menjelaskan bahwa implementasi DRL lokal pada pemeriksaan head CT-Scan kontras di RSUD dr. Tjitrowardoyo Purworejo telah dilakukan dengan memperhatikan nilai indikator dosis (CTDIvol dan DLP) sebagai acuan. Berdasarkan 20 data pasien yang diambil, nilai Q3 berada dibawah nilai I-DRL/ DRL Nasional serta dapat dilihat bahwa parameter yang digunakan mempengaruhi nilai CTDIvol dan DLP yang dihasilkan.

Kata kunci: *Diagnostic Reference Level (DRL)*, Optimisasi Proteksi Radiasi, *Head* CT-Scan Kontras.

ABSTRACT

The use of radiation sources is no longer foreign in Indonesia. Various fields utilize it, including education, research, agriculture, health, and defense and security. The use of radiation in nuclear technology, which is most widely used by the Indonesian people today, is in the health sector, such as the use of CT scans, X-rays, and radiotherapy. The purpose of this study is to determine the importance of knowing the implementation of Local DRL in contrast to CT-Scan head examinations and to know the factors that influence patient radiation doses based on DRL indicator values at RSUD Dr. Tjitrowardoyo Purworejo. The research design is quantitative, with a descriptive-observational approach, at RSUD Dr. Tjitrowardoyo Purworejo. This study was conducted from March to June 2025 using observation, surveys, and documentation. Data analysis was carried out using calculations, namely by determining the Q3 value from 20 patient data sets and analyzing questionnaires distributed to radiologists, medical physicists, PPRs, and radiographers. The results of the study show that the implementation of local DRL, in contrast to CT-Scan head examinations at RSUD Dr. Tjitrowardoyo Purworejo, was based on dose indicator values (CTDIvol and DLP) as a reference. Based on 20 patient datasets, the Q3 value was below the I-DRL/National DRL value, and the parameters used influenced the resulting CTDIvol and DLP values.

Keywords: *Diagnostic Reference Level (DRL)*, Radiation Protection Optimization, *Head* CT Scan Contrast.

I. PENDAHULUAN

Penggunaan CT-Scan di Indonesia menurut data BAPETEN 2020 meningkat pesat terutama di Pulau Jawa (63%) berdasarkan KTUN izin dan Si-INTAN (Sistem Informasi Data Dosis Pasien). Hal ini membuat CT-Scan yaitu pencitraan diagnostik yang dapat menghasilkan gambar tiga dimensi noninvasif memungkinkan diagnosis yang lebih detail [1]. CT-Scan menjadi sumber radiasi utama yang mengakibatkan paparan radiasi yang berbahaya bagi pasien.

Tingkat kanker akibat paparan radiasi sinar-X diagnostik di negara maju meningkat dari 0,6% - 3,0% dengan Polandia dan Inggris 0,6%, Kroasia dan Jerman 1,8% dan 1,5% kemudian Jepang 2% sampai 3% setara 7587 kasus kanker per tahun. Hal tersebut didominasi oleh pemeriksaan CT dengan 70 kasus dan barium enema 55 kasus kanker. Hal tersebut membuat pentingnya dilakukan implementasi DRL lokal sebagai langkah optimisasi dosis radiasi [2].

Berdasarkan observasi yang dilakukan belum ada penerapan DRL di RSUD dr. Tjitrowardojo Purworejo sedangkan terjadi peningkatan penggunaan CT-Scan, 6% dari total pemeriksaan yaitu CT Kepala kontras (data Juli-Desember 2024). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui implementasi DRL terhadap optimisasi proteksi radiasi dan faktor yang mempengaruhi dosis radiasi pada pasien *Head CT-Scan* kontras.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Gelombang elektromagnetik dapat diaplikasikan secara luas dan dapat berpengaruh bagi tubuh manusia. Terdapat efek yang disebabkan oleh paparan radiasi elektromagnetik yang kemudian berakibat pada transformasi permeabilitas membran sel, transformasi komposisi *hematopoietic*, transformasi pertukaran ion bahkan mengakibatkan perubahan kadar sel kanker yang berkaitan dengan pembentukan enzim tubuh [3]. Paparan radiasi yang diakibatkan oleh radiasi pengion dalam hal ini sinar-X membawa dampak berupa kerusakan kulit, kerontokan rambut, kehilangan respon terhadap resistivitas, penurunan viabilitas dan terjadi kelainan genetika [4].

Penerapan proteksi radiasi pada paparan medik diatur dalam Pasal 6 ayat 2 yaitu dengan penerapan optimisasi proteksi radiasi melalui penerapan Tingkat Panduan Diagnostik (TPD) Nasional. TPD Nasional atau Indonesian

Diagnostic Reference Level (I-DRL) ditetapkan sebagai langkah optimasi terhadap bahaya paparan radiasi.

Peralatan diagnostik menggunakan sinar-X yang dapat membentuk gambaran bagian tubuh kemudian ditampilkan pada layar komputer berdasarkan pada *absorpsi* sinar-X pada irisan tubuh yaitu *Computed Tomography* (CT).

Untuk memastikan pengoptimalan dosis pasien terimplementasi maka ICRP membuat Tingkat Panduan Diagnostik (TPD) atau (*Diagnostic Reference Level/ DRL*) yang diperkenalkan oleh *International Commission on Radiological Protection* (ICRP) dan disetujui oleh *Uni Eropa*, *American College of Radiology* (ACR) dan *International Atomic Energy Agency* (IAEA) [1]. Perkembangan Tingkat Panduan Diagnostik (TPD) di Indonesia diamanahkan berdasar PP Nomor 33 Tahun 2007 yang menyatakan bahwa setiap pelaksana di bidang medik wajib menggunakan TPD saat melakukan pemeriksaan radiologi diagnostik dan intervensional dalam meminimalisir paparan yang tidak diperlukan (*unnecessary exposure*).

Diagnostic Reference Level (DRL) atau Tingkat Panduan Diagnostik (TPD) ialah nilai yang digunakan untuk menunjukkan dosis radiasi atau aktivitas radiofarmaka yang diberikan kepada pasien dalam prosedur diagnostik, intervensional, serta kedokteran nuklir. DRL dapat berperan sebagai indikator dalam menunjukkan seberapa baik proteksi dan keselamatan radiasi pasien dapat dioptimalkan [5]. DRL terdiri dari:

Indonesian Diagnostic Reference Level (I-DRL)

I-DRL adalah nilai yang ditetapkan secara resmi dan berlaku di seluruh Indonesia.

Tabel 1. Tingkat Panduan Diagnostik Indonesia CT-Scan (BAPETEN, 2021)

Jenis Pemeriksaan	CTDIvol (mGy)	DLP (mGy.cm)
CT abdomen kontras	20	1360
CT abdomen nonkontras	17	885
CT abdo pelvis kontras	16	1775
CT abdo pelvis nonkontras	17	885
CT cardiac studies kontras	47	1200
CT chest kontras	16	810
CT chest nonkontras	11	430
CT head kontras	60	2500
CT head nonkontras	60	1275
CT neck kontras	50	2600
CT urologi nonkontras	17	830

Local Diagnostic Reference Level (L-DRL)

L-DRL adalah nilai yang diperoleh dari perhitungan persentil ke-75 (Q3) berdasarkan distribusi data dosis pasien untuk jenis pemeriksaan tertentu. Kuartil ketiga (Q3) atau kuartil atas adalah nilai tengah antara median dan nilai tertinggi dalam suatu kumpulan data. Kuartil ini dapat menunjukkan bahwa 75% data berada di bawahnya dalam distribusi tersebut. Nilai Q3 dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$n_{q3} = \frac{3(n+1)}{4} \quad (I)$$

Sedangkan, untuk mencari nilai kuartil ke-3 digunakan persamaan berikut

$$X_{q3} = X_{a3} + \frac{1}{4}(X_{b.3} - X_{a.3}) \quad (II)$$

Computer Tomography Dose Index Volume (CTDIvol)

Nilai CTDI dapat diperoleh dengan mengintegrasikan profil dosis pemindaian dibagi dengan lebar kolimasi atau irisan (slice width) secara matematis tercantum dalam persamaan (III), dimana N= jumlah gambar tomografi dalam pemindaian aksial, T= lebar pemindaian tomografi di sepanjang sumbu Z dengan satu kanal data, D (Z)= profil dosis radiasi di sepanjang sumbu Z.

$$CTDI = \frac{1}{NT} \int_{-\infty}^{+\infty} D(Z) dz \quad (III)$$

Nilai CTDIvol biasanya ditampilkan pada layar console CT-Scan. CTDIvol dapat menunjukkan hasil output CT-scan tetapi bukan sebagai dosis yang diterima pasien. Secara matematis dinyatakan dalam persamaan (IV).

$$CTDIvol = \frac{1}{pitch} \times CTDIw \quad (IV)$$

Dose Length Product (DLP)

Nilai DLP dapat dinyatakan dalam satuan mGy.cm dan secara matematis dinyatakan dalam persamaan (V). Nilai tersebut dapat menunjukkan total energi yang diserap dan efek biologi yang disebabkan oleh saat pemindaian gambar terjadi.

$$DLP = CTDIvol \times Scan Length (cm) \quad (V)$$

Untuk pemeriksaan yang menggunakan media kontras, nilai DLP total dapat diperoleh dari total fase *pre* dan *post* pemasukan media kontras.

III. METODE

- Lokasi dan Waktu Penelitian**
Penelitian dilakukan di Instalasi Radiologi RSUD dr. Tjitrowardojo Purworejo pada bulan Maret-Juni 2025.
- Alat dan Bahan**
Peralatan yang digunakan yaitu Pesawat CT-Scan GE 16 *slice*, *smartphone*, lembar kuesioner dan alat tulis.
- Teknik pengumpulan data dan sampel**
Pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi, dokumentasi serta kuesioner yang dibagikan kepada 1 dokter spesialis radiologi, 1 fisikawan medis, 1 PPR, dan 3 orang radiografer. Sampel yang digunakan yaitu 20 data pasien *head* CT-Scan Kontras.
- Analisis data**
 - Analisis data perhitungan**
Data yang dikumpulkan yaitu data nilai CTDIvol dan DLP dari workstation CT Scan yang meliputi nama pasien, usia, jenis kelamin, nilai CTDIvol, dan nilai DLP untuk penentuan nilai DRL Lokal. Dilakukan perhitungan nilai DRL dari data CTDIvol dan DLP menggunakan perhitungan manual untuk menentukan Q2 dan Q3 serta Microsoft excel untuk disajikan ke dalam tabel dan grafik.
 - Analisis kuesioner**
Data hasil kuesioner yang telah dikumpulkan diolah menggunakan Microsoft excel untuk disajikan dalam bentuk persentase 36 seberapa besar pengetahuan tenaga medis terkait DRL dan implementasinya.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

- Pengaruh parameter CT-Scan terhadap nilai CTDIvol dan DLP saat pre kontras**

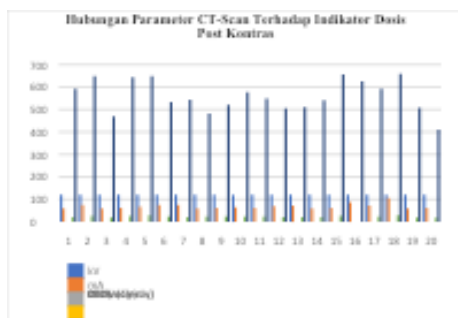


Gambar 1. Diagram Hubungan Parameter CT-Scan terhadap Indikator Dosis pre Kontras

Pada Gambar 1 berdasarkan parameter yang tersedia tidak terlihat faktor yang menyebabkan perubahan nilai CTDIvol tetapi ada perubahan pada nilai DLP. Perubahan nilai

DLP secara parameter bisa disebabkan oleh kV, mA dan time scanning (s). time scanning yang digunakan di RSUD dr. Tjitrowardojo Purworejo yaitu otomatis mengikuti *scan length* dari objek yang akan diperiksa begitu pula dengan pengaturan kV dan mA saat pre kontras mengikuti sistem AEC (*Automatic Exposure Control*).

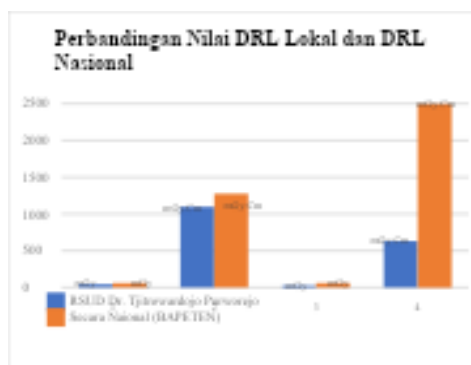
- b. Pengaruh parameter CT-Scan terhadap nilai CTDIvol dan DLP saat post kontras



Gambar 2. Diagram Hubungan Parameter CT-Scan terhadap Indikator Dosis Post Kontras

Pada Gambar 2 berdasarkan parameter yang tersedia tidak terlihat faktor yang menyebabkan perubahan nilai CTDIvol tetapi ada perubahan pada nilai DLP. Perubahan nilai DLP secara parameter bisa disebabkan oleh kV, mA dan time scanning (s). time scanning yang digunakan di RSUD dr. Tjitrowardojo Purworejo yaitu otomatis mengikuti *scan length* dari objek yang akan diperiksa tetapi pengaturan kV dan mA saat post kontras mengikuti sistem AEC (*Automatic Exposure Control*) yang mengakibatkan ada perubahan pada nilai kV dan mA karena ada bahan kontras yang digunakan.

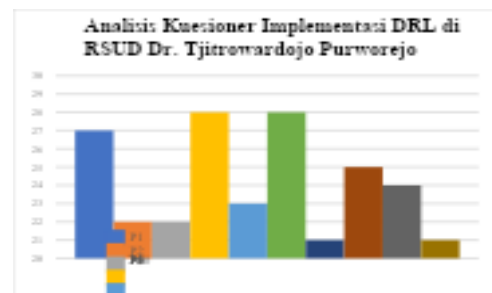
- c. Nilai perbandingan DRL Lokal dan I-DRL untuk pre dan post kontras.



Gambar 3. Diagram nilai DRL Lokal dan DRL Nasional

Pada Gambar 3 dapat dilihat perbandingan DRL Lokal dan I-DRL *pre* dan *post* kontras. Dari perbandingan tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai DRL Lokal untuk CTDIvol dan DLP masih dibawah nilai standar DRL Nasional ditandai dengan nilai DRL Lokal CTDIvol *pre* kontras 42,85 mGy, DRL Lokal CTDIvol *post* kontras 25,15 mGy, DRL Lokal DLP *pre* kontras 1096,94 mGy.cm dan DRL Lokal DLP *post* kontras yaitu 630,68 mGy.cm.

- d. Analisis kuesioner



Gambar 4. Diagram Analisis Kuesioner

Pengisian kuesioner oleh enam responden yang merupakan dokter spesialis radiologi, fisikawan medis, Petugas Proteksi Radiasi (PPR) dan tiga radiographer. Parameter yang dinilai pada kuesioner meliputi 10 pertanyaan yaitu:

- P1 : Pentingnya Konsep DRL
- P2 : Penerapan DRL
- P3 : Seberapa sering penerapan nilai DRL dalam pemeriksaan CT-Scan
- P4 : Optimisasi dosis radiasi dapat dibantu lewat penerapan DRL
- P5 : Keefektifan penerapan DRL local pada Head CT-Scan kepala kontras
- P6 : Pengaruh pemilihan parameter CT-Scan terhadap nilai DRL
- P7 : Pedoman atau regulasi di Rumah Sakit dalam optimisasi dosis pasien CT-Scan
- P8 : Upaya untuk evaluasi berkala dosis pasien dalam pemeriksaan CT-Scan kepala kontras
- P9 : Pelatihan bagi tenaga medis (khususnya radiologi) terkait implementasi DRL
- P10: Pengembangan regulasi untuk meningkatkan implementasi DRL Lokal di Rumah Sakit

Dapat disimpulkan bahwa hasil yaitu poin tertinggi pada unsur optimisasi dosis radiasi dapat dibantu dengan adanya penerapan DRL Lokal (P4) dengan total nilai/unsur yaitu 28 dan rata-rata 4,67, kemudian unsur P6 yaitu terkait pengaruh pemilihan parameter CT-Scan terhadap nilai DRL dengan nilai total 28 dan

rata-rata 4,67, diikuti dengan P1 yaitu pentingnya konsep DRL dengan total poin 27 dan rata-rata 4,5 serta P8 yaitu upaya evaluasi dosis pasien dalam pemeriksaan CT-Scan kepala kontras dengan nilai total 25 dan rata-rata 4,167.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan data yang didapat serta analisis yang dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Implementasi *Diagnostic Reference Level* (DRL) lokal pada pemeriksaan *Head* CT-Scan kontras di RSUD dr. Tjitrowardojo Purworejo telah dilakukan dengan memperhatikan nilai CTDIvol dan DLP sebagai acuan dosis radiasi yang diterima pasien terbukti dengan sampel dari 20 pasien yang menunjukkan nilai DRL Lokal (Q3) *Head* CT-Scan Kontras yaitu CTDIvol *pre* kontras 42,85 mGy, CTDIvol *post* kontras 25,15 mGy, DLP *pre* kontras 1096,94 mGy.cm dan DLP *post* kontras 630,68 mGy.cm. Nilai tersebut berada di bawah nilai I-DRL/ DRL Nasional yang ditetapkan oleh BAPETEN. Hal ini menunjukkan bahwa rumah sakit telah menerapkan prinsip optimisasi proteksi radiasi pada pasien secara efektif.
2. Parameter yang mempengaruhi perubahan pada nilai CTDIvol dan DLP yaitu nilai kV, mA yang berbanding lurus dengan nilai CTDIvol, *scan length* yang berpengaruh pada besarnya *scan time* mengakibatkan variasi pada nilai DLP.

VI. REKOMENDASI KEBIJAKAN

1. Regulasi nilai DRL Lokal di Rumah Sakit

Sebaiknya rumah sakit menyediakan regulasi terkait nilai DRL Lokal untuk setiap pemeriksaan CT-Scan khususnya untuk pemeriksaan seperti CT *Abdomen* kontras dan CT *Thorax* kontras.

2. Penelitian selanjutnya

Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan sampel yang lebih besar dan menggunakan nilai *scan time* (s).

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan adanya penelitian ini, terima kasih kepada segenap pihak yang berkontribusi dan membantu sehingga penelitian ini berjalan dengan baik. Terima kasih untuk RSUD dr. Tjitrowardojo Purworejo yang telah

mengizinkan dan memberikan fasilitas sehingga penelitian ini dapat terlaksana. Terima kasih kepada dokter spesialis radiologi, fisikawan medis, PPR, dan radiografer selaku responden penelitian ini. Terima kasih kepada rekan-rakan dan pihak-pihak terkait sehingga penelitian ini boleh terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kasman, M.,Nurbaiti., Aprianoro,N. 2024. "Analisis Perbedaan Diagnostic Reference Level Berdasarkan Size Spesific Dose Estimate." Jurnal Proteksi Kesehatan Volume 13 46-53.
- [2] Baskan, O., Erol,C., dkk. 2015. "Effect of Radiation Dose Reduction on Image Quality In Adult Head CT With Noise-suppressing Reconstruction System With A 256 Slice MDCT." Journal Of Applied Clinical Medical Physics Volume 16 285-296.
- [3] Berlianti, N.A., Hayati,N., Afidah,N., dkk. 2021. "Sosialisasi Resiko Paparan Radiasi Gelombang Elektromagnetik Yang Dihasilkan Oleh Smartphone Terhadap Pertumbuhan Otak Anak." Jurnal Pemberdayaan Masyarakat 663-670.
- [4] Yunus, B & Bandu,K. 2019. "The Effect Of X-Ray Radiation On Children." Makassar Dent 97-104.
- [5] BAPETEN. 2021. Keputusan Kepala BAPETEN Nomor 1211. Peraturan Pemerintah, BAPETEN.
- [6] BAPETEN. 2021. Pedoman Teknis Penerapan Tingkat Panduan Diagnostik Indonesia (Indonesia Diagnostic Reference Level). Pedoman Teknis, Jakarta: BAPETEN.
- [7] BAPETEN. 2020. Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir Republik Indonesia Nomor 4. Peraturan , BAPETEN.
- [8] Firdaus, M., Karlina, D., Rosyid, G., dkk. 2024. "Studi dan Implementasi Gelombang Elektromagnetik Dalam Berbagai Aplikasi." Jurnal Teknik Mesin, Industri dan Informatika Volume 3 223-235.
- [9] Hiswara, E. 2023. Buku Pintar Proteksi dan Keselamatan Radiasi Di Rumah Sakit. Jakarta: Badan Riset dan Inovasi Nasional.
- [10] Kusumaningrum, D., Dewi, H.F., Kurniasari,E., Jannah,F. 2024. "Optimisasi Proteksi Radiasi Pada Pasien Melalui Implementasi Diagnostic

- Reference Level (DRL) Lokal Pada Pemeriksaan Dental Panoramic Di Instalasi Radiologi RSUD Prof. Dr. Margono Soekarjo." Prosiding Seminar Si INTAN 38-43.
- [11] Lampignano, J.P dan Kendrick, L.E. 2018. Bontrager's Textbook Of Radiographic Positioning and Related Anatomy. St.Louis: Elsevier.
- [12] Latifah, R., Jannah, N., dkk. 2019. "Determination Of Local Diagnostic Reference Level (LDL) Pediatric Patients on CT Head Examination Based On Size Specific Dose Estimate (SSDE) Values." Journal Of Vocational Health Studies 02 127-133.
- [13] Lopez, P.O., Dauer, L.T., Loose, R., dkk. 2018. ICRP Annals Of The ICRP Occupational Radiological Protection in Interventional Procedures. SAGE.
- [14] Metaningrum, R., Putro, W.M.C., Wijaya,A., Septiani. 2024. "Analisis Evaluasi Implementasi Budaya Keselamatan Radiasi Di RSIY PDHI." Prosiding Seminar Si-INTAN (Prosiding Seminar Si-INTAN) 83-86.
- [15] Nurzahro, N.F., Sutapa, G.N., Sudarsana, W.B., Ratini, N.N. 2024. "Penentuan Nilai Computed Tomography Dose Index (CTDIvol) dan Dose Length Product (DLP) Pesawat CT-Scan Kepala Pada Kasus Stroke Non Hemoragik (SNH)." Kappan Journal Physics and Physics Education Volume 8 208-214.
- [16] Peraturan Pemerintah. 2023. "Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 45."
- [17] Prameswari, E., Sutapa, G., Ratnawati, I., dkk. 2024. "Analisis Laju Dosis Radiasi Di Area Ruang CT Scan Di Instalasi Radiologi RSUD Bali Mandara." Kappa Journal Volume 8 201-207.
- [18] Seeram, Euclid. 2016. Computed Tomography Physical Principles, Clinical Applications and Quality Control. St.Louis, Missouri: Elsevier.
- [19] Simanjuntak, J. ND., Damanik, M., Daulay, E.R. 2021. "Optimisasi Dosis dan Kualitas Citra CT-Scan Untuk Variasi Pitch Sebagai Upaya Proteksi Radiasi di Rumah Sakit Umum Pusat Adam Malik Medan." Jurnal Pengawasan Tenaga Nuklir Volume 1 18-21.
- [20] Wahyuni, Sri dan Amalia,Laila. 2022. "Perkembangan dan Prinsip Kerja Computed Tomography (CT-Scan)." Galenical Jurnal Kedokteran dan Kesehatan Malikussaleh Volume 1 88-96.