

ANALISIS NILAI DRL PARAMETER ESAK/INAK PEMERIKSAAN THORAX AP/PA X-RAY CANON

ANALYSIS DRL VALUE ESAK/INAK PARAMETERS THORAX EXAMINATION AP/PA CANON X-RAY

Reni Muasisatul Khoirot^{1*}, Muhammad Helmi Hakim², Yuniar Alam³, Ratika Sekar A.A⁴

Program Studi Fisika, Fakultas Eksakta, Universitas Nahdlatul Ulama Blitar

Correspondence author email: renisrengat@gmail.com

RINGKASAN

DRL (Diagnostic Reference Level), merupakan suatu alat bantu sebagai alat optimasi untuk melindungi pasien dari radiasi guna mencegah paparan radiasi yang berlebihan pada pasien. DRL juga diterapkan pada modalitas radiografi umum pemeriksaan Thorax AP (Anterior-Posterior)/PA. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan dan menganalisis nilai DRL yang sesuai dengan aturan BAPETEN yang bermanfaat sebagai referensi pada pemeriksaan radiografi umum. Menggunakan data sekunder untuk mengetahui cara menentukan nilai DRL (Diagnostic Reference Level), pada parameter INAK (Incident Air Kerma) dan ESAK (Entrance Surface Air Kerma.) Menghitung nilai kuartil ketiga untuk DRL lokal dengan DRL yang sesuai dengan acuan BAPETEN. Hasil penelitian ini menunjukkan nilai DRL pada parameter INAK 0,22 mGy dan ESAK 0,32 mGy. Nilai dosis yang diterima pasien pada pemeriksaan thorax AP/PA salah satu instalasi rumah sakit di Srengat berada ditingkat aman dimana nilai dosis lebih kecil dari ambang batas yang telah ditetapkan oleh BAPETEN.

Kata kunci: DRL (Diagnostic Reference Level), Thorax AP/PA, radiografi umum, INAK (Incident Air Kerma) dan ESAK (Entrance Surface Air Kerma).

SUMMARY

DRL (Diagnostic Reference Level), is an optimization tool to protect patients from radiation in order to prevent excessive radiation exposure to patients. DRL is also applied to general radiographic modalities for AP (Anterior-Posterior) Thorax examination / PA. This study aims to determine and analyze DRL values according to BAPETEN rules which are useful as references in general radiographic examinations. Using secondary data to find out how to determine the DRL (Diagnostic Reference Level) value, on the INAK (Incident Air Kerma) and ESAK (Entrance Surface Air Kerma) parameters. Calculate the third quartile value for local DRL with DRL according to the BAPETEN reference. The results of this study shows the DRL value for the INAK parameters of 0.22 mGy and ESAK of 0.32 mGy. The value of the dose received by the patient on an AP/PA thorax examination in one of the hospital installations in Srengat is at a safe level where the dose value is smaller than the threshold set by BAPETEN.

Keywords: DRL (Diagnostic Reference Level), Thorax AP/PA, general radiography, INAK (Incident Air Kerma) and ESAK (Entrance Surface Air Kerma).

Pendahuluan

Kesehatan merupakan salah satu parameter untuk menilai kesejahteraan suatu negara, dan semakin tinggi tingkat kesehatan, maka negara tersebut akan semakin diperhatikan kesejahteraan warga negara (Trotsek, 2017). Menurut Undang-Undang nomor 23 Tahun 1992 Pasal 1 Ayat 1, kesehatan adalah keadaan sejahtera fisik, mental, dan sosial yang memungkinkan setiap orang produktif secara ekonomi. Peningkatan kesehatan masyarakat saat ini menjadi fokus utama pemerintah Indonesia di masa pandemi Covid-19, dan berbagai upaya dilakukan agar tingkat kesehatan masyarakat Indonesia dapat kembali normal (RI, 2020). Salah

History of article:

Received: Juni, 2023 : Accepted: Juli, 2023

satu kemungkinannya adalah dengan meningkatkan kualitas fasilitas radiologi umum rumah sakit. Kualitas disini dapat berupa penentuan nilai DRL (*Diagnostic Reference Level*), menggunakan DRL sebagai alat optimasi untuk melindungi pasien dari radiasi guna mencegah paparan radiasi yang berlebihan pada pasien (Muhammad Irsal et al., 2021).

Peneliti melakukan pengukuran DRL dari sebaran data indikator dosis yang mudah untuk diukur dan memiliki keterkaitan langsung dengan dosis pasien yakni nilai ESAK (*Entrance Surface Air Kerma*), penentuan DRL ini dapat dijadikan alat mengidentifikasi situasi dosis pasien yang tinggi sehingga harus senantiasa diukur dari waktu ke waktu dengan tetap mempertahankan kualitas citra yang optimal.

Pemerintah juga telah mengeluarkan dasar hukum melalui Peraturan Kepala BAPETEN nomor 4 Tahun 2020 tentang Keselamatan Radiasi dalam Penggunaan Pesawat Sinar-X Radiologi Diagnostik dan Intervensional, juga diperkuat dengan rekomendasi *International Atomic Energy (IAEA)* dan *World Health Organization (WHO)* Tahun 2012 hasil "*International Conference on Radiation Protection in Medicine: Setting the Scene for the Next Decade*" yang diberinama "*Bonn Call-for-Action*" dan Rekomendasi IAEA dalam *Basic Safety Standard (BSS)*, *General Safety Requirements (GSR)* Part 3 Tahun 2014 (BAPETEN, 2020).

Pesawat Sinar-X

Sinar-X adalah sebuah pancaran gelombang elektromagnetik atau yang sejenis dalam bentuk gelombang radio, panas, ultraviolet, cahaya sinar namun memiliki panjang gelombang yang sangat pendek sehingga mampu menembus benda tertentu (Souisa et al., 2014). Sinar -X sendiri ditemukan oleh seorang sarjana fisika bernama W. C. Rontgen pada tahun 1895 yang berkewarganegaraan Jerman. Radiasi yang ditimbulkan oleh sinar-X memiliki rentang antara 200 eV sampai dengan 1 MeV dimana radiasi tersebut dihasilkan dari interaksi antara berkas elektron eksternal dengan elektron yang ada di kulit atom, gelombang yang dihasilkan memiliki panjang antara 10⁻⁵ – 10⁻¹² nm dengan frekuensi antara 10¹⁷ – 10²⁰ Hz dan juga memiliki energi 103 – 106 eV (Rahmat et al., 2014).

Faktor Ekspose

Pada pemeriksaan radiografi faktor ekspose sangat mempengaruhi kontras resolusi, kontras dapat didefinisikan sebagai perbedaan nilai densitas (derajat kehitaman) pada radiograf, pada pemeriksaan sinar-X kontras merupakan hasil perbedaan atenuasi (pelemahan gelombang dibarengi dengan bertambahnya jarak) sinar-X yang mampu menembus jaringan dengan ketebalan dan struktur tertentu. Hal ini dapat terjadi karena dipengaruhi oleh faktor ekspose yang meliputi tegangan tabung (kV) dan arus tabung (mAs)(Anggarini et al., 2019). Hal-hal yang mempengaruhi faktor ekspose :

Tegangan tabung Pesawat Sinar-X (kV)

Tegangan tabung dengan satuan kiloVolt (kV) adalah beda potensial antara kutub anoda dan katoda. Tegangan tabung berhubungan dengan energi sinar-X yang dihasilkan, semakin besar tegangan maka energi sinar-X yang dihasilkan makin besar serta daya tembusnya juga besar. Pengaturan tegangan tabung pada pembuatan radiograf mengontrol nilai kontras radiograf. Makin tinggi pemilihan nilai tegangan tabung (kV) maka nilai kontras yang dihasilkan makin turun. Faktor yang mempengaruhi adalah efek interaksi Compton yang menghasilkan radiasi hambur (scatter) serta penurunan nilai koefisien atenuasi linier. Efek radiasi hambur ini adalah mengurangi nilai kontras, sehingga semakin tebal objek thorax yang

akan difoto maka tegangan tabung yang akan diberikan pada pesawat sinar-X akan bertambah (Wita & Fransiska, 2006).

Arus tabung pesawat sinar-X (mAs)

Arus tabung satuannya adalah miliAmpere (mA) merupakan besarnya arus listrik antara anoda dan katoda. Arus tabung yang menentukan jumlah atau kuantitas sinar-X yang oleh tabung roentgen. Kuantitas radiasi berhubungan dengan banyaknya jumlah Sinar-X diukur berapa jumlah mR tiap mAsnya. Nilai mA dipilih guna mengontrol nilai kehitaman film yang dihasilkan agar selalu dalam rentang densitas (0,25-2,0) (Wita & Fransiska, 2006).

ESAK (Entrance Surface Air Kerma)

Dalam pencitraan medis pengukuran paparan radiasi dikenal dengan istilah “Entrance Surface Air Kerma” (ESAK) yaitu pengukuran paparan radiasi pada pusat penyinaran sinar-X. Salah satu metode pengukuran ESAK dengan menentukan radiation output dari pesawat sinar-X. Dosis pasien ditentukan oleh beberapa parameter sinar-X seperti kV, mAs, Grid, SID, filter, kolimasi berkas (Muhammad Irsal et al., 2021).

INAK (Incident Air Kerma)

Radiasi sinar-X memiliki keluaran berupa besarnya sebuah nilai paparan radiasi atau kerma udara pada berkas utama sinar-X yang diukur pada udara bebas pada jarak tertentu namun pada umumnya berjarak 100 cm dari titik fokus tanpa adanya kontribusi hamburan balik, pada peristiwa tersebut dapat dikatakan dengan INAK (BATAN, 2018). Pada pesawat sinar-X radiologi diagnostik, dosis serapan dan kerma mempunyai nilai yang sama namun pada keadaan foton yang tinggi nilai kerma akan lebih besar dari dosis serap. Hal ini dikarenakan elektron sekunder energi tinggi terlepas sebelum mengendapkan energinya (Hiswara, 2016).

Nilai DRL (Diagnostic Reference Level)

Seorang Fisikawan Medik memiliki tanggung jawab dalam menentukan pemberian dosis radiasi serendah-rendah mungkin, sesuai dengan prinsip As Low As Reasonably Achievable (ALARA) (Rahman et al., 2020). Untuk menggunakan prinsip ALARA dapat diketahui dengan mengetahui DRL dimana DRL digunakan sebagai alat optimasi dalam melakukan proteksi radiasi terhadap pasien sebagai upaya untuk pencegahan paparan radiasi yang berlebih pada pasien (Muhammad Irsal et al., 2021).

Pemeriksaan Thorax AP/PA

Pemeriksaan thorax adalah pemeriksaan yang mencakup semua area dada. Yang dimana merupakan tempat berbagai organ vital bagi manusia, pada rangka dada terdapat pelindung rongga dada berupa tulang iga yang dalam Bahasa kedokteran dapat disebut dengan Ribs, tulang tulang tersebut terdiri dari 12 bagian yakni 7 buah iga sejati, 3 buah iga palsu, dan 2 buah iga melayang. Kemudian untuk organ pernafasan yaitu paru-paru, terdapat apex, sinus, costoprenicus, bronkus, bronkiolus, dan alveolus yang semua bagian tersebut dapat dideteksi dengan foto *thorax* (Nurmalasari, 2020).

METODE PENELITIAN

Artikel ilmiah ini menggunakan metode kuantitatif melalui pengambilan data nilai DRL pada parameter Esak dan Inak, peneliti ini akan menganalisis hasil nilai DRL. Selanjutnya nilai

DRL diukur secara kuantitatif menggunakan parameter Esak dan Inak, yang kemudian hasilnya akan disajikan sebuah grafik, tabel, dan gambar sesuai dengan jenis data. Metode ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui nilai inak dan esak serta mengetahui dosis pemeriksaan Thorax pada pasien dewasa usia diatas 15 tahun. Artikel ini disusun menggunakan metode pengolahan data sekunder yang diambil dari *repository* RSUD Srengat yang telah dibukukan data yang diambil berupa data nama pasien yang disamarkan, faktor *ekspose* berupa tegangan tabung (kV) dan arus tabung waktu (mAs) dan menghimpun data keluaran radiasi pada pesawat sinar –x merk canon. Data yang telah didapat nantinya akan diinputkan dalam Microsoft Exel dengan menggunakan persamaan :

$$\text{INAK} = y \times (\text{kV}^{1,9495}) \times (\text{mAs}/1000) \quad (3.1)$$

Setelah didapatkan nilai inak maka dilakukan perhitungan esak dengan persamaan berikut :

$$\text{ESAK} = \text{BSF} \times \text{INAK} \quad (3.2)$$

Dimana BSF = 1,35 merupakan tetapan.

Dari kedua parameter inak dan esak kemudian didapatkan nilai Dose Reference Level (DRL), dimana cara menghitung DRL yaitu mencari nilai kuartil 3 dari data yang sudah didapatkan. Selain itu nilai DRL dapat ditentukan dari sebaran data indikator dosis yang mudah untuk diukur dan memiliki link langsung dengan dosis pasien.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Berikut hasil dari perhitungan nilai Inak pada pemeriksaan Thorax

No	Tanggal Pemeriksaan	Nama Pasien	L/P	Usia	Kv	mAs	INAK (uGy)	INAK (mGy)
1	01/01/2022	SB	L	82	58	8	223,6	0,22
2	04/01/2022	MS	L	50	58	8	223,6	0,22
3	04/01/2022	MT	P	50	58	8	223,6	0,22
4	07/01/2022	DR	L	53	58	10	279,5	0,28
5	07/01/2022	AU	L	52	58	8	223,6	0,22
6	03/02/2022	MM	L	65	58	8	223,6	0,22
7	04/02/2022	TM	P	62	58	6	167,7	0,17
8	07/02/2022	RK	P	39	58	8	223,6	0,22
9	07/02/2022	AM	L	55	58	8	223,6	0,22
10	07/02/2022	SR	P	49	56	8	208,8	0,21
11	11/02/2022	DS	L	46	58	8	223,6	0,22
12	11/02/2022	MK	L	82	56	8	208,8	0,21
13	12/02/2022	SM	L	69	58	8	223,6	0,22
14	04/03/2022	HN	P	45	58	8	223,6	0,22
15	08/03/2022	TH	P	61	58	8	223,6	0,22
16	15/03/2022	YE	P	48	57	9	243,2	0,24
17	29/03/2022	MT	P	68	58	8	223,6	0,22
18	21/03/2022	LF	L	76	58	8	223,6	0,22

19	08/04/2022	YW	L	45	58	8	223,6	0,22
20	08/04/2022	SD	P	73	58	8	223,6	0,22

Tabel 2. Hasil dari perhitungan nilai Esak pada pemeriksaan Thorax:

No	Tanggal Pemeriksaan	Nama Pasien	L/P	Usia	kv	mAs	ESAK (mGy)
1	01/01/2022	SB	L	82	58	8	0,3
2	04/01/2022	MS	L	50	58	8	0,3
3	04/01/2022	MT	P	50	58	8	0,3
4	07/01/2022	DR	L	53	58	10	0,38
5	07/01/2022	AU	L	52	58	8	0,3
6	03/02/2022	MM	L	65	58	8	0,3
7	04/02/2022	TM	P	62	58	6	0,23
8	07/02/2022	RK	P	39	58	8	0,3
9	07/02/2022	AM	L	55	58	8	0,3
10	07/02/2022	SR	P	49	56	8	0,28
11	11/02/2022	DS	L	46	58	8	0,3
12	11/02/2022	MK	L	82	56	8	0,28
13	12/02/2022	SM	L	69	58	8	0,3
14	04/03/2022	HN	P	45	58	8	0,3
15	08/03/2022	TH	P	61	58	8	0,3
16	15/03/2022	YE	P	48	57	9	0,33
17	29/03/2022	MT	P	68	58	8	0,3
18	21/03/2022	LF	L	76	58	8	0,3
19	08/04/2022	YW	L	45	58	8	0,3
20	08/04/2022	SD	P	73	58	8	0,3

Tabel diatas diambil dari data *Repository* RSUD Srengat yang telah di bukukan dan di jadikan arsip. Dapat dilihat bahwa nilai diatas berdasarkan umur, jenis kelamin dan nilai Inak/Esak. Data tersebut merupakan data yang diambil dari bulan Januari-April 2022 maka dapat disimpulkan untuk Nilai DRL dari pemeriksaan *Thorax* menggunakan pesawat Sinar-X Merk canon.

Pembahasan

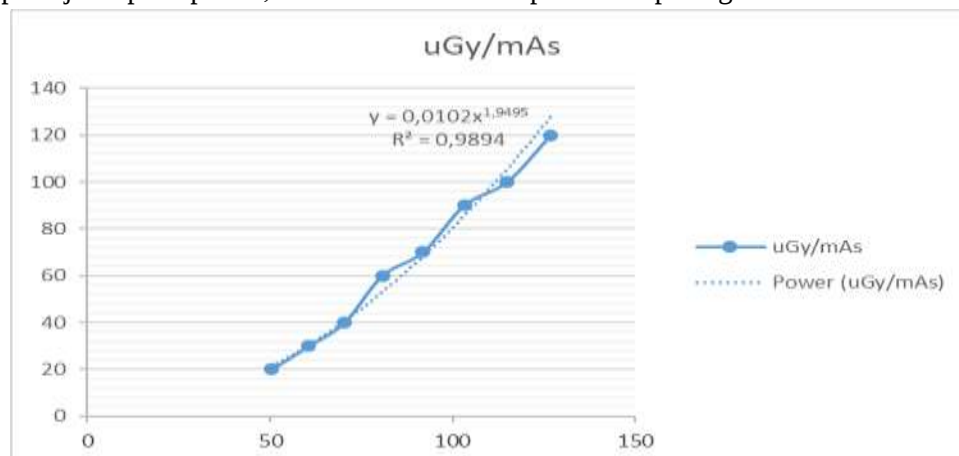
Mengacu pada tabel 1 dan 2 bahwa nilai keluaran yang didapat dari parameter INAK dan ESAK menunjukkan perbedaan dari total nilai ambang batas yang ditetapkan oleh BAPETEN. Sebelum peneliti melakukan validasi keluaran / *output*. Nilai kV dan mAs

digunakan untuk mencari nilai INAK dan ESAK. DRL digunakan sebagai alat optimasi untuk melindungi pasien dari radiasi guna mencegah paparan radiasi pada pasien. Kualitas pelayanan radiologi yang ada di RSUD Srengat dapat ditingkatkan dengan menentukan nilai DRL. Untuk mencari nilai DRL lokal di RSUD Srengat dapat dicari dengan menggunakan data sebaran nilai ESAK dan INAK tahun 2022 yang telah dibuat pada tabel 1 dan 2. Berikut adalah spesifikasi pesawat sinar x *Canon* di RSUD Srengat:

Tabel 3. Keluaran Radiasi pada pesawat X-RAY CANON

kVp	mGy/mAs	uGy/mAs
50,42	0,02	20
60,69	0,03	30
70,34	0,04	40
80,74	0,06	60
91,85	0,07	70
103,17	0,09	90
114,96	0,1	100
126,88	0,12	120

Dari tabel 4.3 keluaran radiasi tersebut diolah kembali dengan plot data tersebut menjadi grafik dengan sumbu X akan diisi dengan kV dan sumbu Y sebagai mAs, pada pengeplotan tersebut juga diatur garis yang dihasilkan pada grafik dengan mengatur *Trendline* grafik pada jenis pada power, kemudian tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 1. Grafik Hubungan Kvp dan Keluaran radiasi Pesawat X-RAY CANON

Dari gambar diatas menunjukkan bahwa nilai INAK/ESAK naik secara spesifik terhadap kenaikan nilai tegangan tabung yang digunakan telah sesuai dengan persamaan garis $y = 0,0102x^{1,9495}$ dengan nilai korelasi koefisien sebesar $R^2 = 0,9894$. Dari penjabaran tersebut dapat diketahui bahwa keluaran radiasi sinar X yang didapat masih sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh maghfirotul iffah yang dipublikasikan tahun 2018 dan sesuai dengan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 1250/KMK/XII/2009 (*Kemenkes No 1250 Tahun 2009 Tentang Kendali Mutu (Quality Control) Peralatan Radiodiagnostik* - [PDF Document], n.d.). Dari gambar diatas juga dijelaskan grafik akan bergerak naik ke atas sesuai dengan besar tegangan (kVp) dan output radiasi(mGy/mAs) kemudian dari plot grafik tersebut dapat disimpulkan rumus keluaran radiasi yang dihasilkan untuk mencari nilai INAK dan ESAK sebagai berikut:

$$\text{INAK}(m\text{Gy}) = y \times \text{mAs}$$

$$\text{ESAK} = \text{INAK} \times \left(\frac{100}{\text{FSD}}\right)^2 \times \text{BSFx}\left(\frac{1}{1000}\right)$$

$$y = 0,0102 \times 1,9495$$

Dari nilai INAK dan ESAK selanjutnya dapat dihitung nilai DRL. Nilai DRL dari INAK didapat dari perkalian dengan cara mencari nilai kuartil 3 dari data. Untuk mempermudah mencari hasil kuartil 3 dari data tersebut dapat digunakan aplikasi *Microsoft Excel*. Berdasarkan hasil yang diperoleh pada perhitungan INAK yang dapat dilihat pada tabel 4.1 selanjutnya dapat digunakan untuk menghitung nilai DRL. Nilai DRL yang didapatkan dari perhitungan INAK $y = 0,0102 \times 58^{1,9495} \times 8 / 1000$ diperoleh nilai 0,22 mGy. Dimana hasil nilai ini telah sesuai dengan nilai DRL rekomendasi dari BAPETEN yang telah di publikasikan di laman resmi keputusan kepala BAPETEN nomor :1211/K/V/2021 yakni INAK 0.3 mGy. Nilai dosis yang diterima pasien pada pemeriksaan *thorax AP/PA* salah satu instalasi rumah sakit di Srengat berada ditingkat aman dimana nilai dosis lebih kecil dari nilai dosis yang telah direkomendasikan (Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN), 2021).

Selanjutnya berdasarkan hasil yang diperoleh pada perhitungan INAK yang dapat dilihat pada tabel 4. 2 dapat digunakan untuk menghitung nilai DRL. Nilai DRL yang didapatkan dari perhitungan ESAK diperoleh nilai 0,32 mGy. Dimana hasil nilai ini telah sesuai dengan nilai DRL rekomendasi dari BAPETEN yang telah di publikasikan di laman resmi keputusan kepala BAPETEN nomor :1211/K/V/2021 yakni INAK 0,4 mGy. Nilai dosis yang diterima pasien pada pemeriksaan *thorax AP/PA* salah satu instalasi rumah sakit di Srengat berada ditingkat aman dimana nilai dosis lebih kecil dari nilai dosis yang telah direkomendasikan (Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN), 2021).

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Siva Tahula Haba (2020) tentang Analisis Incident Air Kerma (INAK) dan Entrance Surface Dose (ESD) pada Pesawat Sinar X di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Islam Sultan Agung Semarang. Pesawat Sinar X GE XR 6000 yang ada di rumah sakit Sultan Agung Semarang penelitian ini menggunakan kV dengan batas 50-80 dan mAs 2, 5, dan 8. Berdasarkan tegangan 50-80 kV dengan arus waktu penyinaran 2 mAs masing masing sebesar 0,037, 0,061, 0,089, dan 1,121 mGy. Pada tegangan 50-80 kV dengan arus waktu penyinaran 5 mAs menghasilkan nilai ESD sebesar 0,095, 0,156, 0,225, dan 0,309 mGy. Sedangkan pada tegangan tabung 50-80 kV serta arus waktu penyinaran sebesar 8 mAs menghasilkan nilai ESD sebesar 0,152, 0,249, 0,361, dan 0,497 mGy. Ketiga pengukuran yang dilakukan di Instalasi Radiologi Sultan Agung Semarang menghasilkan nilai INAK dan ESD dibawah nilai batas dosis yang ditetapkan oleh BAPETEN (Haba, 2020). Sedangkan Pesawat sinar x Canon yang ada di RSUD Srengat menggunakan kV 50,40-126,88 dengan mAs 20-120 sehingga menghasilkan nilai INAK yang tertinggi 0,29 mGy dan terendah 0,17 mGy dengan ESAK menghasilkan nilai yang tertinggi 0,39 mGy dan terendah 0,21 mGy.

Faktor penyebab perbedaan dari penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah merode dalam perhitungan parameter INAK dan ESAK dengan menentukan nilai DRL, guna untuk mengetahui atau sebagai alat optimasi dalam melakukan proteksi radiasi terhadap pasien sebagai upaya untuk pencegahan paparan radiasi yang berlebih pada pasien. Sedangkan pada penelian Siva Tahula Haba, hanya menggunakan parameter INAK dan ESD saja tanpa mencari nilai DRL.

KESIMPULAN

Berdasarkan tujuan dan rumusan masalah, maka dapat diperoleh kesimpulan: Dari hasil perhitungan didapatkan nilai DRL lokal RSUD Srengat sebesar adalah 0,22 mGy untuk nilai DRL INAK dan 0,32 mGy untuk DRL ESAK pada tahun 2022. Penelitian ini telah sesuai dengan aturan yang ditetapkan oleh BAPETEN yang telah di publikasikan di laman resmi keputusan kepala BAPETEN nomor :1211/K/V/2021 yakni INAK 0.3 mGy dan ESAK 0,4 mGy. Nilai dosis yang diterima pasien pada pemeriksaan *thorax* AP/PA salah satu instalasi rumah sakit di Srengat berada ditingkat aman dimana nilai dosis lebih kecil dari nilai dosis yang telah direkomendasikan.

SARAN

Saran untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan perhitungan DRL lokal pada pemeriksaan yang berbeda semisal DRL pada pemeriksaan lateral, pemeriksaan Pelvis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terimakasih kepada staff RSUD Srengat yang telah memberikan izin dan bantuan berupa fasilitas dalam penelitian ini, serta staff dosen program Studi Fisika yang telah memberikan saran dan masukan terkait penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggarini, R., Muslim, M., & Mutanto, A. (2019). Analisis Sebaran Radiasi Hambur Di Sekitar Pesawat Sinar-X Pada Pemeriksaan Tomografi Ginjal. *Jurnal Ilmiah Giga*, 17(2), 63. <https://doi.org/10.47313/jig.v17i2.540>
- Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN). (2021). *Keputusan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 1211/K/V/2021 Tentang Penetapan Nilai Tingkat Panduan Diagnostik Indonesia (Indonesian Diagnostic Reference Level) Untuk Modalitas CT-Scan Dan Radiografi Umum*. 4.
- BAPETEN. (2020). *PROGRAM DATABASE NASIONAL UNTUK INDONESIAN DIAGNOSTIC REFERENCE LEVEL (I-DRL)*. BAPETEN.
- Haba, S. T. (2020). ANALISIS INCIDENT AIR KERMA (INAK) DAN ENTRANCE SURFACE DOSE (ESD) THORAX PADA PESAWAT SINAR X DI INSTALASI RADIOLOGI RUMAH SAKIT ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG. In *UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG* (Vol. 21, Issue 1).
- Hiswara, E. (2016). *Tingkat acuan diagnostik pada radiografi umum*. 1–6.
- Kemenkes no 1250 tahun 2009 tentang kendali mutu (quality control) peralatan radiodiagnostik - [PDF Document]. (n.d.). <https://vdocuments.mx/kemenkes-no-1250-tahun-2009-tentang-kendali-mutu-quality-control-peralatan-radiodiagnostik.html?page=1>
- Muhammad Irsal, Mayarani, Bambang Suroso, Muhammad Ichsan, & Andri Yansyah. (2021). Socialization of Radiographer Understanding of Diagnostic Reference Level As an Effort To Optimize Radiographic Examination. *Journal of Health (JoH)*, 8(1), 1–10. <https://doi.org/10.30590/joh.v8i1.200>
- Nurmalasari. (2020). Pemeriksaan Radiografi Thorax Dengan Kasus Tuberkulosis Paru. *KOCENIN Serial Konferensi No.1*, 1(1), 1–6. <http://publikasi.kocenin.com/index.php/pakar/article/view/25/20>
- Rahmat, Santoso, B., & Kristiyanti. (2014). Perancangan Konsul untuk Operator pada Perekayasaan Pesawat Sinar-X Mamografi. *Prima*, 11(1), 53–63.
- RI, B. (2020). Presiden Republik Indonesia Peraturan Presiden Republik Indonesia. *Demographic Research*, 1971, 4–7.
- Wita, A., & Fransiska, E. (2006). 115-Article Text-176-1-10-20180411. 17–21.