

ANALISIS PERBANDINGAN *DIAGNOSTIC REFERENCE LEVEL (DRL)* MODALITAS CT SCAN SEBAGAI UPAYA OPTIMASI PROTEKSI DAN KESELAMATAN RADIASI DI BERBAGAI NEGARA

Ega Duandini^{1*}, Eva Anggun Etika¹, Syaphira Faza Nurulita¹, dan Eko Hidayanto¹

¹Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang

E-mail: egaduandini@students.undip.ac.id

Received: 7 Januari 2021; revised: 20 Februari 2021; accepted: 14 Juni 2021

ABSTRACT

Computed Tomography (CT) Scan had grown since its first discover at 1972. Now, CT Scan is the most capable radiodiagnostic modality for detecting human anatomy in a short time. However, CT Scan has the highest dose among another radiodiagnostic modalities. If radiation dose exposure exceeds the limit, it will cause any serious disease, such as cancer. Based on Mathews et al research in Australia, in 2016, there are 3150 from 680211 cancer patient ever exposed by CT Scan one year before. From the research, it is known that there is effect after exposed by CT Scan. Therefore, supervision is needed in an effort to ensure protective efficiency and safety of radiation against radiation workers, patients and communities, among them with the diagnostic reference level (DRL). The DRL is the value of a dose or rate of dosage or activity established by a data dose or rate of dosage or activity that X-ray medical examinations result from each type of examination. The value of the DRL is recommended on quartile 3 (75 percentiles) of a fragmented dose data obtained from the median value. This research focused on the CT scan modality for inspection. And obtained CTDIvol and DLP grades. In this research, obtainer DRL value for CT Chest 10.99 mGy CTDIvol and 411.71 mGy.cm DLP, and for CT Abdomen 17.84 mGy CTDIvol and 1298.58 mGy.cm DLP.

Keywords: *radiation, CT Scan, patient doses, diagnostic reference level (DRL)*

ABSTRAK

Pesawat radiasi CT Scan berkembang pesat sejak awal penemuannya pada tahun 1972. Saat ini, CT Scan merupakan pesawat radiodiagnostik pionir yang paling mapan dalam hal mendeteksi anatomi tubuh manusia dalam waktu singkat. Namun demikian, CT Scan memiliki dosis yang paling tinggi jika dibandingkan dengan pesawat radiasi lainnya. Salah satu penyakit yang dapat ditimbulkan oleh paparan dosis radiasi yang berlebih adalah kanker. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Mathews et al di Australia, dari 680.211 terdapat 3.150 pasien kanker yang pernah melakukan pemeriksaan CT Scan satu tahun sebelum para pasien tersebut didiagnosa kanker. Dari penelitian tersebut dapat diketahui bahwa ada efek yang ditimbulkan

setelah pemeriksaan CT Scan. Oleh karena itu, diperlukan pengawasan sebagai upaya untuk menjamin optimasi proteksi dan keselamatan radiasi terhadap pekerja radiasi, pasien dan masyarakat, salah satunya dengan penetapan Diagnostic Reference Level (DRL). DRL adalah suatu nilai dosis atau laju dosis atau aktivitas yang ditetapkan dari suatu data dosis atau laju dosis atau aktivitas hasil pemeriksaan medik dengan sinar-X untuk tiap jenis pemeriksaan. Nilai DRL direkomendasikan pada nilai kuartil 3 (75 persentil) dari sebaran data dosis yang diperoleh dari fasilitas (nilai median). Studi ini berfokus pada modalitas CT Scan untuk pemeriksaan CT Chest dan CT Abdomen. Pada penelitian ini didapatkan hasil berupa pemeriksaan CT Chest dengan nilai CTDIvol sebesar 10,99 mGy dan DLP sebesar 411,71 mGy.cm dan pemeriksaan CT Abdomen dengan nilai CTDIvol sebesar 17,84 mGy dan DLP sebesar 1298,58 mGy.cm.

Kata Kunci: Radiasi, CT Scan, dosis pasien, Diagnostic Reference Level (DRL)

PENDAHULUAN

Pesawat radiasi CT Scan berkembang pesat sejak awal ditemukan pada tahun 1972. Saat ini, CT Scan merupakan pesawat radiodiagnostik pionir yang paling mampu dalam hal mendeteksi anatomi tubuh manusia dalam waktu singkat [1]. Namun demikian, CT Scan memiliki dosis yang paling tinggi jika dibandingkan dengan pesawat radiasi lainnya. Adapun parameter yang mempengaruhi tingginya dosis pada CT Scan antara lain faktor eksposi yaitu arus tabung dan tegangan tabung sinar-X. Arus pada tabung CT Scan berpengaruh pada intensitas radiasi yang akan diterima oleh pasien sedangkan tegangan tabung berpengaruh pada daya tembus sinar-X yang akan melewati tubuh pasien [2]. Dosis yang berlebih ini dapat menyebabkan berbagai penyakit bagi pasien, pekerja radiasi, dan masyarakat sekitar.

Salah satu penyakit yang dapat ditimbulkan oleh paparan dosis radiasi yang berlebih adalah kanker. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Mathews et.al di Australia, dari 680.211 terdapat 3.150 pasien kanker yang pernah melakukan pemeriksaan CT Scan satu tahun sebelum para pasien tersebut didiagnosa kanker. Pada pasien anak-anak dan remaja, pemeriksaan menggunakan CT Scan dapat meningkatkan

terjadinya kanker sebesar 24% [3]. Dari penelitian tersebut, diketahui bahwa ada efek yang ditimbulkan setelah pemeriksaan CT Scan. Maka dari itu, diperlukan suatu upaya untuk mengurasi dosis pada pemeriksaan CT Scan, salah satunya dengan menggunakan indeks optimisasi *Diagnostic Reference Level* atau DRL [4].

DRL didefinisikan sebagai nilai atau laju dosis yang ditetapkan dari suatu data atau laju dosis hasil pemeriksaan medis dengan menggunakan sinar-X untuk setiap jenis pemeriksaan tindakan radiologi diagnostik dan intervensional termasuk diagnostik pada kedokteran nuklir. Pada tingkat nasional, nilai DRL diatur dalam Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) tentang Tingkat Panduan Diagnostik atau *Diagnostic Reference Level* (DRL). Sedangkan pada tingkat internasional diatur dalam International Commission on Radiological Protection (ICRP) khususnya dalam ICRP Publication 102 yakni Managing Patient Dose in Multi-Detector Computer Tomography (MDCT) [5].

Saat ini, nilai DRL untuk pesawat radiasi CT Scan dinyatakan dalam *Computed Tomography Dose Index Volume* (CTDIvol) dan Dose Length Product (DLP). CTDIvol merupakan indikator pada dosis output dan

DLP merupakan dosis total selama pemeriksaan [6]. Mulai tahun 2014, BAPETEN mengeluarkan sebuah aplikasi database berbasis web yang digunakan untuk menginput secara daring, data dosis tiap pemeriksaan CT Scan yang disebut Si-INTAN. Si-INTAN berfungsi sebagai sarana pemantauan dosis yang diterima oleh pasien. Selain itu, Si-INTAN juga dapat digunakan dalam penyusunan DRL [7].

Berdasarkan kondisi tersebut, tim penulis melakukan penelitian berupa kegiatan magang di BAPETEN dengan topik bahasan penentuan DRL Nasional pada tahun 2020, khususnya pada modalitas CT Scan dengan pemeriksaan CT-Chest dan CT-Abdomen. Selain itu, untuk mengetahui kondisi optimasi proteksi dan keselamatan radiasi yang ada di Indonesia, tim penulis juga menganalisis perbandingan nilai DRL Indonesia dengan beberapa negara lainnya. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat serta referensi tentang perhitungan DRL Nasional dan analisis DRL di berbagai negara sebagai upaya untuk menjamin optimasi proteksi dan keselamatan radiasi terhadap pekerja radiasi, pasien dan masyarakat.

METODE PENELITIAN

Artikel ilmiah ini disusun dengan menggunakan metode pengolahan data sekunder dan studi pustaka. Data sekunder didapatkan dari aplikasi Sistem Informasi Data Dosis Pasien (Si-INTAN), yaitu aplikasi berbasis web untuk pengelolaan data dosis pasien secara online yang disediakan oleh BAPETEN [8]. Data tersebut akan diolah sesuai dengan Pedoman Teknis Penyusunan Tingkat Panduan Diagnostik Atau *Diagnostic Reference Level* (DRL)

Nasional. Pada artikel ilmiah ini, data dosis pasien diambil sampel dari 48 rumah sakit untuk pemeriksaan CT-Abdomen dan 65 rumah sakit untuk pemeriksaan CT-Chest.

Prosedur pengolahan data sekunder meliputi: rekapitulasi daftar rumah sakit yang mengikuti survei pada aplikasi Si-INTAN, penyortiran berdasarkan tahun (pada artikel ini menggunakan data dosis pasien mulai dari tahun 2014 sampai tahun 2020), pengeleminasian data dosis dosis pasien yang kurang dari 20 data sesuai dengan jenis pemeriksaan pada tiap tahunnya, penyortiran terhadap rekapitulasi sebelumnya dengan mengeliminasi rumah sakit yang tidak mencantumkan data berat badan pasien pada jenis pemeriksaan (kecuali pada pemeriksaan CT-Head), pengkompilasian data dosis pasien sesuai dengan nama Rumah Sakit, jenis pemeriksaan, modalitas CT-Scan dan tahunnya untuk digunakan dalam perhitungan mencari nilai Q2 CTDI_{vol} dan DLP pada tiap rumah sakit, dan yang terakhir adalah pengkompilasian daftar Rumah Sakit dengan mencantumkan nilai Q2 CTDI_{vol} dan DLP untuk perhitungan Q3 CTDI_{vol} dan DLP, dengan minimal 15 Rumah Sakit pada setiap jenis pemeriksaan.

Berdasarkan data dari aplikasi Si-INTAN pada tahun 2014–2020 didapatkan nilai *Diagnostic Reference Level* (DRL) nasional terkhusus modalitas CT-Scan, yaitu dengan mencari nilai Q3 dari sebaran data dosis pasien menggunakan rumus:

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

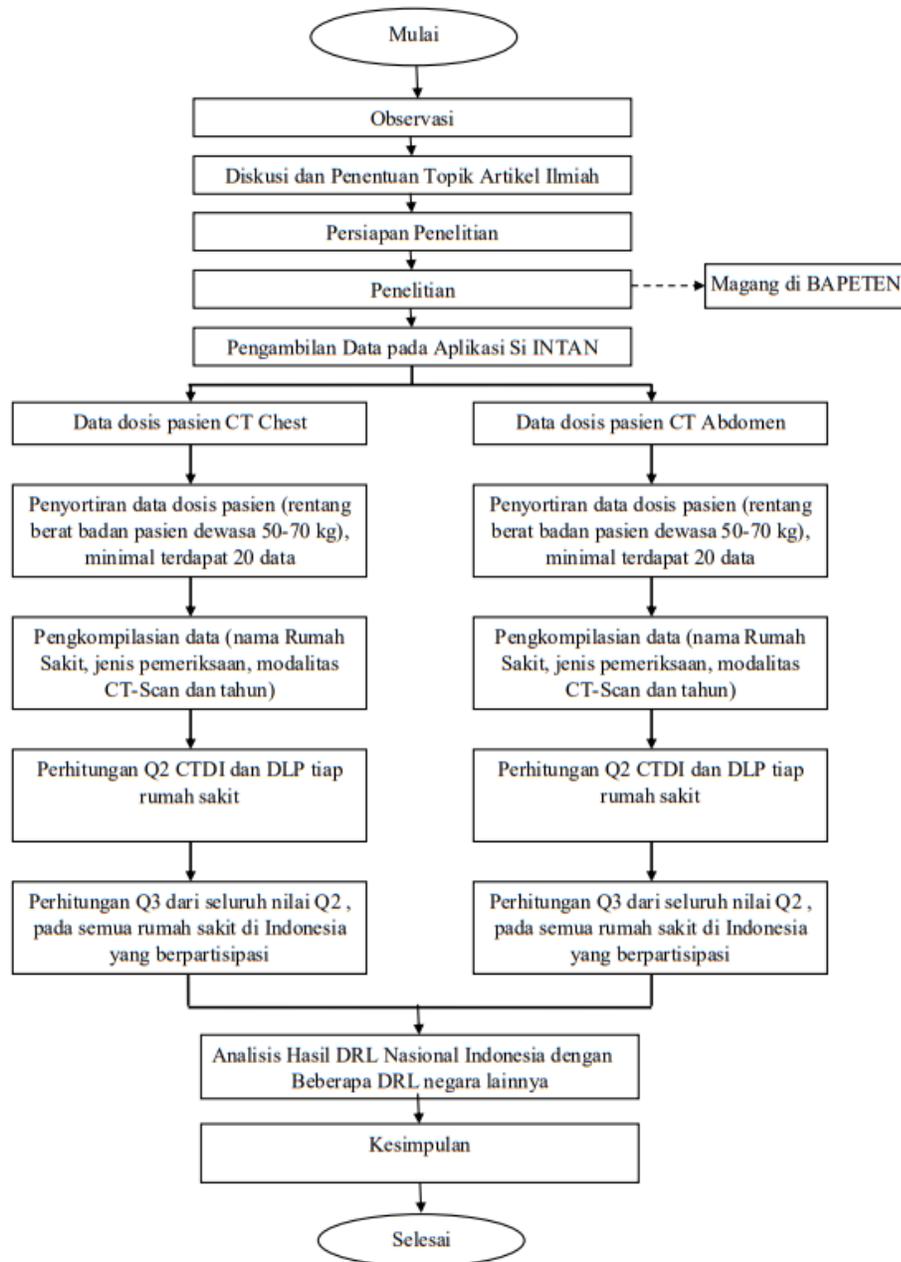
sedangkan nilai Q3 dihitung menggunakan rumus:

$$X_{q3} = X_{a.3} + \frac{1}{4}(X_{b.3} - X_{a.3}) \quad (2)$$

Vol. 24, No. 3, Juli 2021, pp 100-108

dengan n_{q3} adalah posisi kuartil ke-3, n adalah jumlah banyaknya data, X_{q3} adalah nilai kuartil ke-3, $X_{a,3}$ adalah pengamatan sebelum posisi kuartil ke-3 dan $X_{b,3}$ adalah pengamatan setelah posisi kuartil ke-3.

Analisis perbandingan DRL berbagai negara dilakukan dengan menelaah beberapa literatur mengenai DRL. Lalu membandingkannya dengan beberapa faktor analisis. Gambar 1 menjelaskan mengenai tahapan penelitian.



Gambar 1. Tahapan penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengolahan data CT-Scan pada pemeriksaan CT Abdomen dan CT Chest

dengan menggunakan aplikasi Si-INTAN, didapatkan nilai DRL Nasional yang disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Perhitungan Hasil Magang Nilai CTDIvol dan DLP CT Abdomen 2020

No	Nama Rumah Sakit	Modalitas	Kontras	Q2 CTDIvol	Q2 DLP	Q3 CTDIvol IDRL	Q3 DLP IDRL
1	RS A	PHILIPS - Ingeunity Core 64	Kontras	17,65	3267,5	17,84	1298,5825
2	RS B	GE - Optima 660	Kontras	23,77	4986,76		
3	RS C	GE - Revolution Evo	Kontras	10,62	1458,735		
4	RS D	Siemens - Somatom emotion	Kontras	9,03889	1840		
5	RS E	GE - BRIVO 385	Kontras	4,67	938,445		
6	RS F	GE - GE LightSpeed VCT	Kontras	28	767		
7	RS G	SIEMENS-SIEMENS SENSATION 64	Kontras	12	1382,5		
8	RS H	Siemens - Siemens Perspective 128	Kontras	17,5	819,75		
9	RS I	GE - BRIGHTSPEED 16 SLICE	Kontras	18,03	1509,63		
10	RS J	GE - Optima 660	Kontras	7,05	792,58		
11	RS K	GE - 5401074-REVOLUTION EVO	Kontras	4,495	684,845		
12	RS L	Siemens - Siemens Perspective 128	Kontras	14,75	1664		
13	RS M	Toshiba - Toshiba TCT 600	Kontras	13,85	2562,2		
14	RS N	GE - Optima 660	Non-Kontras	21,01	1133,83		
15	RS O	PHILIPS - INGENUITY CT	Non-Kontras	23,2	1340,4		
16	RS P	PHILIPS - INGENUITY CT	Non-Kontras	22,9	1181,2		
17	RS Q	GE - OPTIMA CT520 SERIES	Non-Kontras	12,24	600,435		
18	RS R	GE - OPTIMA CT520 SERIES	Non-Kontras	7,46	367,165		
19	RS S	GE - GE HiSpeed ZX/i, NX/i	Non-Kontras	14,36	568,11		
20	RS T	Toshiba - Alexion 16 slice	Non-Kontras	8	387,45		
21	RS U	GE - Optima 660	Non-Kontras	8,7	457,8		
22	RS U	GE - Optima 660	Kontras	19,71	1198,21		
23	RS B	GE - Optima 660	Non-Kontras	7,53	396,505		
24	RS V	PHILIPS - philips MX 16	Non-Kontras	18,6	835,485		
25	RS W	PHILIPS - iCT 256	Non-Kontras	14,315	816,7		
26	RS X	PHILIPS - iCT Brilliance 256	Non-Kontras	11,085	652,3		

27	RS Y	GE - BRIGHTSPEED 16 SLICE	Non-Kontras	9,42	926,41
28	RS Z	Siemens - Somatom emotion	Non-Kontras	6,61	317,13
29	RS E	GE - BRIVO 385	Non-Kontras	5,14	247,76
30	RS ZA	PHILIPS -	Non-Kontras	21,58	1140,95
31	RS ZB	Siemens - somatom perspective	Non-Kontras	7,79	1243,05
32	RS ZC	Siemens - somatom perspective	Non-Kontras	9,59	374,19
33	RS ZD	Siemens - Siemens Perspective 128	Non-Kontras	9,035	1118,5
34	RS I	GE - BRIGHTSPEED 16 SLICE	Non-Kontras	14,8975	1256,765
35	RS J	GE - Optima 660	Non-Kontras	7,05	776,17

Tabel 2. Perhitungan Hasil Magang Nilai CTDIvol dan DLP CT Chest 2020

No	Nama Rumah Sakit	Modalitas	Kontras	Q2 CTDIvol	Q2 DLP	Q3 CTDIvol IDRL	Q3 DLP IDRL
1	RS A	Siemens - Siemens Sensation 64	Non-Kontras	4,8	200	10,99	411,71
2	RS B	Siemens - SOMATOM SENSATION 64	Non-Kontras	2,7475	211,5		
3	RS C	Siemens - Somatom Perspective 64	Non-Kontras	5,67	198,41		
4	RS D	Siemens - Somatom emotion	Non-Kontras	5,32	96,86		
5	RS E	Siemens - Somatom Drive	Non-Kontras	0,86	30		
6	RS F	Siemens - Siemens Definition AS	Non-Kontras	6,375	246,5		
7	RS G	PHILIPS - philips MX 16	Non-Kontras	13,71	448,03		
8	RS H	PHILIPS - INGENUITY CT	Non-Kontras	2,05	87,4		
9	RS I	PHILIPS - iCT Brilliance 256	Non-Kontras	2,97	130,4		
10	RS J	PHILIPS - iCT 256	Non-Kontras	10,15	476,2		
11	RS K	PHILIPS - Brilliance CT 64	Non-Kontras	15,995	525,95		
12	RS L	PHILIPS - Brilliance CT 64	Non-Kontras	19,34	687,4		
13	RS M	GE - OPTIMA CT520 SERIES	Non-Kontras	12,84	411,71		
14	RS N	GE - OPTIMA CT520 SERIES	Non-Kontras	10,99	374,7		
15	RS O	GE - Optima 660	Non-Kontras	3,3	316,625		
16	RS P	GE - Optima 660	Non-Kontras	3,855	142,98		
17	RS Q	GE - Optima 660	Non-Kontras	2,815	108,005		

18	RS R	GE - Optima 660	Non-Kontras	9,91	374,59
19	RS B	GE - GE LightSpeed VCT	Non-Kontras	8,845	318,605
20	RS S	GE - DISCOVERY 750HD	Non-Kontras	5,14	172,975
21	RS T	RS Mitra Keluarga Kenjeran	Non-Kontras	4,22	148,795
22	RS O	GE - BRIGHTSPEED 16 SLICE	Non-Kontras	18,03	873,07
23	RS O	GE - Bright Speed 128 slice	Non-Kontras	6	233,5
24	RS O	GE - BRIGHTSPEED 16 SLICE	Kontras	19,525	885,03
25	RS D	Toshiba - Toshiba Aquilon 64	Kontras	7,9	242

Tabel 1 dan Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai DRL yang diperoleh dari hasil perhitungan magang sebesar 10,99 mGy.cm (CTDI_{vol}) dan 411,71 mGy.cm (DLP) untuk pemeriksaan CT Chest dan untuk CT Abdomen sebesar 17,84 mGy.cm (CTDI_{vol}) dan 1298,58 mGy.cm (DLP). Sedangkan nilai yang diterbitkan oleh BAPETEN pada jenis pemeriksaan CT Chest sebesar 11 mGy.cm (CTDI_{vol}) dan 480 mGy.cm (DLP) dan untuk pemeriksaan CT Abdomen sebesar 14 mGy.cm (CTDI_{vol}) dan 1250 mGy.cm (DLP). Perbedaan hasil yang kami peroleh dengan hasil yang diterbitkan oleh BAPETEN dikarenakan adanya faktor penimbang dalam menentukan nilai DRL Nasional. Faktor-faktor dalam teknik pemeriksaan radiografi terstandar sangat diperlukan untuk menunjukkan beragam nilai dosis.

Seperti diantaranya, ragam nilai dosis yang dihasilkan dapat dipengaruhi oleh faktor alat yang digunakan dengan fitur yang tersedia pada tiap jenis pesawat sinar-X serta keterbatasan alat ukur yang tersedia pada tiap rumah sakit. Adapun faktor lain seperti kondisi ketebalan tubuh pasien dengan kelangsungan durasi penyinaran yang dibutuhkan untuk menentukan kualitas citra sinar-X, sehingga setiap pasien akan berbeda

dalam menghasilkan suatu nilai. Nilai DRL bertujuan untuk menggambarkan kondisi penerimaan dosis radiasi pada pasien dengan serendah mungkin namun tetap memperhatikan kualitas citra yang memadai untuk keperluan diagnostik. Dikarenakan data yang digunakan masih minim maka akan lebih baik jika nilai DRL yang diperoleh dari hasil magang harus direviu terlebih dahulu sehingga dapat ditetapkan penentuan nilai tersebut oleh pihak yang berwenang seperti BAPETEN dengan mempertimbangkan faktor yang diperlukan. Nilai DRL bukan merupakan batasan nilai yang tidak boleh dilampaui, akan tetapi jika terdapat dosis yang melebihi maka perlu dicatat sehingga dapat dievaluasi terkait kemungkinan yang menjadi penyebab dan pilihan tindakan yang sesuai dalam proses perbaikannya.

Pada artikel ilmiah ini, kami memfokuskan perbandingan hasil yang diterbitkan oleh BAPETEN dengan beberapa negara lainnya yang ditunjukkan pada Tabel 3. Nilai tersebut dapat dipergunakan sebagai acuan untuk pemeriksaan radiologi diagnostik dan intervensional. Maka nilai tersebut dapat dijadikan perbandingan untuk perkiraan dosis yang akan diterima oleh pasien dari kedua jenis pemeriksaan tersebut.

Tabel 3. Perbandingan Nilai DRL Indonesia dengan Negara Lain

Jenis Pemeriksaan	Prancis		Inggris		Indonesia		Jepang		Australia	
	(2017)		(2019)		(2020)		(2020)		(2021)	
	CTDI _{vol}	DLP	CTDI _{vol}	DLP	CTDI _{vol}	DLP	CTDI _{vol}	DLP	CTDI _{vol}	DLP
Abdomen	-	-	14	910	14	1250	18	880	13	600
Chest	10	350	12	610	11	480	16	1200	10	390

Penetapan nilai DRL di tiap negara pun bervariasi bergantung pada kondisi sebaran data dosis pasien. Sehingga nilai tersebut harus dievaluasi dengan melakukan perbaikan prosedur atau SOP pada faktor eksposi, untuk pemeriksaan yang mendatang. Demikian juga dengan perkembangan teknologi terbaru dalam modalitas sinar-X, sehingga dapat mengurangi atau meningkatkan nilai dari DRL suatu negara. Dengan melakukan evaluasi terhadap data dosis pasien, maka data dosis pasien yang berlaku pada tahunnya yaitu yang telah menghasilkan nilai DRL, dapat digunakan sebagai acuan pada periode selanjutnya yaitu untuk penetapan nilai DRL di tahun berikutnya.

Pemilihan modalitas CT-Scan pada jenis pemeriksaan memiliki potensi paparan radiasi yang tinggi terhadap pasien. Pada hasil kajian terlihat nilai dosis CTDI_{vol} dan DLP di beberapa negara diantaranya Prancis, Inggris, Indonesia, Australia dan Jepang. Sehingga dapat dilakukan perbandingan sebagai upaya optimasi proteksi dan keselamatan radiasi. Besar nilai dosis disebabkan oleh perbedaan struktur organ anatomi tubuh seperti pada jenis pemeriksaan CT Chest dan CT Abdomen. Jika dibandingkan dengan nilai dosis CTDI_{vol} dan DLP Indonesia dengan negara lain pada tabel sebelumnya, maka dapat dianalisis bahwa pada jenis pemeriksaan CT Chest nilai DLP Indonesia lebih rendah dibandingkan negara Inggris dan Jepang namun lebih tinggi dari negara Prancis dan

Australia. Sedangkan pada nilai CTDI_{vol} Indonesia lebih rendah dari negara Inggris dan Jepang namun lebih tinggi dibanding negara Prancis dan Australia. Pada jenis pemeriksaan CT Abdomen maka dapat dianalisis bahwa nilai DLP Indonesia lebih tinggi dibanding dengan kelima negara yang disebutkan pada tabel sebelumnya (kecuali Prancis dikarenakan tidak ada sumber yang tervalidasi). Sedangkan nilai CTDI_{vol} Indonesia sama dengan negara Inggris, dan lebih tinggi dibandingkan dengan negara Australia namun nilai CTDI_{vol} Indonesia lebih rendah dibandingkan dengan negara Jepang dengan nilai CTDI_{vol} yang terbesar dari negara lain seperti pada tabel sebelumnya. Di Indonesia pun sedang berupaya mengoptimisasi proteksi melalui DRL, sehingga penanganan dalam cara melakukan optimisasi dengan DRL masih sangat perlu untuk diperhatikan.

Berdasarkan uji hipotesis, dapat digambarkan perbedaan nilai DRL dari kelima negara. Dalam upaya optimisasi, nilai DRL Nasional tersebut saat ini dalam tahap implementasi, maka nilai DRL Nasional dapat menggambarkan paparan medik yang terjadi pada negara-negara tersebut.

KESIMPULAN

Dari hasil kajian terlihat nilai dosis CTDI_{vol} dan DLP di beberapa negara diantaranya Prancis, Inggris, Indonesia, Australia dan Jepang. Sehingga dapat dilakukan perbandingan sebagai upaya optimasi proteksi dan keselamatan radiasi. Besar nilai

dosir disebabkan oleh perbedaan struktur organ anatomi tubuh seperti pada jenis pemeriksaan CT Chest dan CT Abdomen.

Jika dibandingkan dengan nilai dosir CTDI_{vol} dan DLP Indonesia dengan negara lain pada tabel sebelumnya, maka dapat dianalisis bahwa pada jenis pemeriksaan CT Chest nilai DLP Indonesia lebih rendah dibandingkan negara Inggris dan Jepang namun lebih tinggi dari negara Prancis dan Australia. Sedangkan pada nilai CTDI_{vol} Indonesia lebih rendah dari negara Inggris dan Jepang namun lebih tinggi dibanding negara Prancis dan Australia. Pada jenis pemeriksaan CT Abdomen maka dapat dianalisis bahwa nilai DLP Indonesia lebih tinggi dibanding dengan kelima negara yang disebutkan pada tabel sebelumnya (kecuali Prancis dikarenakan tidak ada sumber yang tervalidasi). Sedangkan nilai CTDI_{vol} Indonesia sama dengan negara Inggris dan lebih tinggi dibandingkan dengan negara Australia namun nilai CTDI_{vol} Indonesia lebih rendah dibandingkan dengan negara Jepang dengan nilai CTDI_{vol} yang terbesar dari negara lain seperti pada tabel sebelumnya. Di Indonesia pun sedang berupaya mengoptimisasi proteksi melalui DRL, sehingga penanganan dalam cara melakukan optimisasi dengan DRL masih sangat perlu untuk diperhatikan.

Berdasarkan uji hipotesis, dapat digambarkan perbedaan nilai DRL dari kelima negara. Dalam upaya optimisasi, nilai DRL Nasional tersebut saat ini dalam tahap implementasi, maka nilai DRL Nasional dapat menggambarkan paparan medik yang terjadi pada negara-negara tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Susanto A. Peranan CT Scan Kepala dalam Diagnosis Nyeri Kepala Kronis. *Cermin Dunia Kedokteran*. 2014; 41(3): 192-197.
- [2] Silvia H, Milvita D, Prasetyo H, et al. Estimasi Nilai CTDI dan Dosis Efektif Pasien Bagian Head, Thorax dan Abdomen Hasil Pemeriksaan CT Scan Merek Philips Briliance 6. *Jurnal Fisika Unand*. 2013; 2(2): 128-134.
- [3] Mathews J D, 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: 1-18.
- [4] Anam C, Haryanto F, Widita R, et al. A fully automated calculation of size-specific dose estimates (SSDE) in thoracic and head CT examinations. *Journal of Physics Conference Series*, 2016; 694: 012030.
- [5] Siregar E S B, Sutapa G N, Sudarsana I W B. Pemantauan Dosis Efektif Pada Pemeriksaan CT Scan Kepala Anak Dengan Software IndoseCT, *Kappa Journal*. 2019; 3(2): 113-117.
- [6] Imai R, Miyazaki O, Horiuchi T, et al. Local diagnostic reference level based on size-specific dose estimates: Assessment of pediatric abdominal/pelvic computed tomography at a Japanese national children's hospital. *Pediatric Radiology*. 2014; 45(3): 345-353.
- [7] Suryanti R, Savitri L, Susanto W, et al. Manual Penggunaan Si-INTAN Ver. 2.0, P2STPFRZR BAPETEN. 2018. Jakarta.
- [8] P2STPFRZR. Manual Penggunaan Si-INTAN 2.0. 2018. Jakarta : Badan Pengawas Tenaga Nuklir.

Vol. 24, No. 3, Juli 2021, pp 100-108

[9] BAPETEN. 2015. Rencana Strategis Badan Pengawas Tenaga Nuklir Tahun 2015 - 2019. JAKARTA : BAPETEN.

[10]Janbabanezhad T A, Shabestani-Monfared A, Deevband M R, et al. Dose

Assessment in Computed Tomography Examination and establishment of Local Diagnostic Reference Levels in Mazandaran, Iran. *Journal Biomedical Physics and Engeenering*. 2015; 5(4): 177-184.