



# Jurnal Pengawasan Tenaga Nuklir

Volume 1, Nomor 1, Juli 2021



## Analisis dan Evaluasi Budaya Keselamatan Radiasi di RSUPN dr. Cipto Mangunkusumo

Tuti Amalia<sup>1</sup> dan Benny Zulkarnaen<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instalasi Pelayanan Radiologi dan Kedokteran Nuklir – RSUPN dr. Cipto Mangunkusumo Jakarta

tuti.amalia@rscm.co.id

### Makalah Penelitian

Menyerahkan

8 April 2021

Diterima

2 Juli 2021

Terbit

26 Juli 2021

### ABSTRAK

ANALISIS DAN EVALUASI BUDAYA KESELAMATAN RADIASI DI RSUPN DR. Cipto Mangunkusumo. Penggunaan radiasi pengion untuk tujuan diagnostik dan terapeutik memiliki dampak yang signifikan terhadap treatment pasien, khususnya untuk pelayanan CT-Scan dan prosedur intervensional yang memberikan kontribusi dosis radiasi yang cukup tinggi. Budaya keselamatan radiasi suatu organisasi merupakan kombinasi dari sikap, prioritas, kebijakan dan praktik positif individu terhadap keselamatan radiasi yang berorientasi pada keselamatan pasien, staf, dan lingkungan. Manfaat penerapan budaya keselamatan radiasi adalah untuk meminimalkan dosis radiasi yang diterima pasien dan staf, meningkatkan kesadaran tentang risiko akibat radiasi, meminimalkan praktik radiasi yang tidak aman, dan meningkatkan program proteksi dan keselamatan radiasi. Makalah ini bertujuan untuk melakukan analisis dan evaluasi terhadap penerapan budaya keselamatan radiasi di RSUPN dr. Cipto Mangunkusumo. Analisis dan evaluasi dilakukan terhadap praktik-praktik yang mencerminkan budaya keselamatan radiasi dalam menunjang pelayanan radiologi diagnostik dan intervensional. Hasil analisis dan evaluasi menunjukkan bahwa penerapan budaya keselamatan radiasi dalam pelayanan radiologi dan intervensional di RSUPN dr. Cipto Mangunkusumo membutuhkan peningkatan terhadap pendidikan berkelanjutan, komunikasi yang efektif dan kolaborasi antara *stakeholders* di semua tingkatan, serta penerapan program jaminan kualitas. Rekomendasi diberikan dalam upaya meningkatkan budaya keselamatan radiasi, seperti penyelenggaraan pelatihan keselamatan radiasi dalam bentuk e-learning.

**Kata kunci:** budaya keselamatan radiasi, radiologi diagnostik, intervensional.

### ABSTRACT

*The use of ionizing radiation for diagnostic and therapeutic purposes has a significant impact on patient treatment, especially for CT Scan services and interventional procedures that contribute to a high radiation dose. The radiation safety culture of an organization is a combination of positive individual attitudes, priorities, policies and practices towards radiation safety that are oriented towards the safety of patients, staff, and the environment. The benefits of implementing a radiation safety culture are to minimize radiation doses received by patients and staff, increase awareness of the risks caused by radiation, minimize unsafe radiation practices, and improve radiation protection and safety programs. This paper aims to analyze and evaluate the implementation of radiation safety culture at RSUPN dr. Cipto Mangunkusumo. Analysis and evaluation is carried out on practices that reflect radiation safety culture in supporting diagnostic and interventional radiology services. The results of the analysis and evaluation show that the implementation of a radiation safety culture in radiology and interventional services at RSUPN Dr.Cipto Mangunkusumo requires an increase in continuing education, effective communication and collaboration between stakeholders at all levels, as well as the implementation of quality assurance programs. Recommendations are given in an effort to improve radiation safety culture, such as e-learning on radiation safety.*

**Keywords:** Interventional, Radiation Safety Culture, Radiology Diagnostic.

### 1. PENDAHULUAN

Keselamatan radiasi adalah tindakan yang dilakukan untuk melindungi pasien, pekerja, anggota masyarakat, dan lingkungan hidup dari bahaya radiasi. Budaya keselamatan adalah panduan sifat dari sikap organisasi dan individu dalam organisasi yang memberikan perhatian dan prioritas utama pada masalah-masalah keselamatan radiasi [1,2]

Budaya keselamatan dalam suatu organisasi merupakan kombinasi dari sikap, prioritas, kebijakan dan praktik positif terhadap keselamatan radiasi. Budaya keselamatan radiasi yang positif dalam suatu organisasi akan menumbuhkan sikap individu yang mempunyai tanggung jawab yang tinggi terhadap keselamatan radiasi. Tujuan budaya keselamatan

radiasi adalah menciptakan lingkungan kerja yang aman terhadap radiasi, meminimalisir dosis radiasi yang diterima pasien dan staf, meningkatkan kesadaran tentang risiko akibat radiasi, meminimalkan praktik radiasi yang tidak aman, dan meningkatkan program proteksi dan keselamatan radiasi. Hal ini dapat dicapai melalui peran aktif dari setiap individu dalam suatu organisasi.

Peningkatan penggunaan radiasi pengion untuk tujuan diagnostik dan terapeutik dalam prosedur menggunakan dosis tinggi seperti *Computed Tomography* (CT) dan radiologi intervensional telah memberikan kontribusi dosis radiasi yang cukup signifikan bagi pasien dan staf. Efek deterministik yang timbul dalam prosedur tersebut disebabkan kurangnya pengetahuan staf terhadap prinsip proteksi dan

keselamatan radiasi, kinerja praktik yang salah serta ketidaksesuaian penggunaan alat proteksi radiasi.

Faktor penting dalam budaya keselamatan radiasi adalah pendidikan berkelanjutan bagi staf terhadap prinsip proteksi radiasi dan pengetahuan dasar tentang teknologi untuk setiap modalitas. Pendidikan merupakan aspek yang sangat penting untuk optimalisasi terhadap protokol klinis dan meminimalisir dosis radiasi. Setiap staf memiliki pengetahuan substansial tentang proteksi dan keselamatan radiasi dan pemahaman yang komprehensif tentang faktor-faktor yang mempengaruhi dosis pasien untuk meminimalkan risiko akibat radiasi.

Peningkatan kolaborasi *stakeholder* di semua tingkatan sangat penting dalam budaya keselamatan radiasi. Untuk memastikan keselamatan pasien dan pencapaian hasil klinis terbaik. Komunikasi yang efektif antar staf dalam mendukung keselamatan lingkungan kerja dan motivasi setiap individu untuk bertukar pengalaman dan pengetahuan. Melalui dukungan kepemimpinan yang kuat dalam meningkatkan kesadaran terhadap risiko akibat radiasi, terciptanya kinerja praktik yang lebih aman, dan meminimalisir kesalahan.

Program jaminan kualitas (*Quality Assurance*) merupakan faktor penting lainnya dalam budaya keselamatan radiasi untuk memastikan kualitas pencitraan yang dihasilkan telah memenuhi persyaratan mendukung informasi diagnostik secara akurat dan meminimalisir dosis radiasi. Melalui dukungan kinerja peralatan yang tepat dan penerapan prinsip ALARA (*as low as reasonably achievably*).

Makalah ini bertujuan untuk melakukan analisis dan evaluasi terhadap budaya keselamatan radiasi di RSUPN dr. Cipto Mangunkusumo. Analisis dan evaluasi dilakukan terhadap praktik-praktik yang mencerminkan budaya keselamatan radiasi dalam menunjang pelayanan radiologi diagnostik dan intervensional. Pemberian rekomendasi dilakukan dalam upaya meningkatkan perilaku positif individu dan budaya keselamatan radiasi.

## 2. LANDASAN TEORI

Penggunaan radiasi pengion baik untuk tujuan diagnostik dan terapi, dalam pelayanan radiologi diagnostik dan intervensional memiliki dampak yang signifikan terhadap treatment pasien. Peningkatan radiasi yang diterima oleh pasien dalam pelayanan radiologi diagnostik dan intervensional semakin meningkat setiap tahunnya. Sejak tahun 1993 hingga 2008, telah terjadi peningkatan dosis efektif per kapita tahunan global mencapai 100%. Lebih dari 3.600.000.000 telah dilakukan prosedur radiologi setiap tahun di dunia. [3] Untuk periode tahun 1998-2008, telah terjadi peningkatan jumlah pemeriksaan CT-scan di Inggris hingga mencapai 140% dan prosedur radiologi intervensional mencapai 78% [4]. Pemeriksaan CT kepala telah memberikan kontribusi dosis efektif sekitar 4 mSv,

sementara dosis efektif untuk CT abdomen dan angiografi koroner mencapai 25 dan 32 mSv [5,6].

Modalitas pencitraan CT merupakan modalitas pencitraan menggunakan sinar radiasi pengion dan telah mencapai 50% untuk dosis kolektif total untuk pencitraan diagnostik [7]. Pemeriksaan CT telah memberikan dosis radiasi yang lebih tinggi dibandingkan pemeriksaan pesawat sinar-X konvensional. Prosedur radiologi intervensional dengan prosedur yang sangat kompleks membutuhkan waktu fluoroskopi yang cukup lama dan sejumlah besar akuisisi film. Sehingga akan memberikan kontribusi radiasi yang cukup besar bagi pasien dan staf.

Pada pemeriksaan radiologi diagnostik dan intervensional, dosis radiasi pada pasien pediatrik perlu menjadi perhatian. Radiosensitivitas untuk pasien pediatrik mempunyai nilai yang lebih besar dibandingkan dengan pasien dewasa. Hal ini disebabkan adanya perbedaan ukuran massa tubuh, densitas, serta metabolisme pasien pediatrik. Risiko terjadinya kanker pada pasien pediatrik meningkat dengan faktor risiko 2 (dua) sampai dengan 3 (tiga) kali lipat lebih besar setelah beberapa tahun dilakukan pemeriksaan radiologi diagnostik [8].

## 3. METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam makalah ini adalah metode evaluasi dengan pendekatan kuantitatif dan kualitatif terhadap budaya keselamatan di RSUPN dr. Cipto Mangunkusumo-Jakarta dalam upaya peningkatan dalam upaya meningkatkan budaya keselamatan radiasi.

Penelitian ini dilaksanakan mulai Desember 2019–Maret 2021 di RSUPN dr. Cipto Mangunkusumo, meliputi 10 (sepuluh) unit pelayanan yang ada di RSUPN dr. Cipto Mangunkusumo.

Dilakukan analisis dan evaluasi terhadap pelayanan radiologi diagnostik dan intervensional terkait budaya keselamatan radiasi, meliputi monitoring kinerja peralatan yang digunakan, pemantauan dosis pekerja radiasi, pemeriksaan kesehatan pekerja radiasi, pengujian kelayakan alat proteksi radiasi, pelatihan proteksi dan keselamatan radiasi, penggunaan nilai panduan dosis pasien dan pelaporan insiden.

Rekomendasi diberikan dalam upaya peningkatan budaya keselamatan radiasi di RSUPN dr. Cipto Mangunkusumo di masa yang akan datang.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

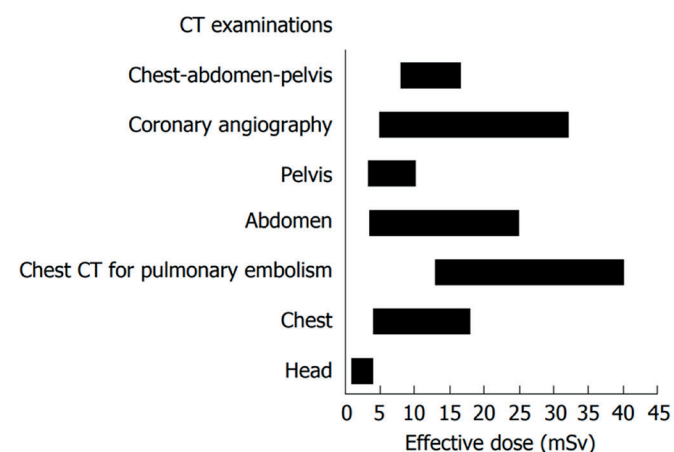
Telah dilakukan analisis evaluasi terhadap pelayanan radiologi diagnostik dan intervensional di RSUPN dr. Cipto Mangunkusumo terkait budaya keselamatan radiasi.

Untuk monitoring perizinan dan kinerja peralatan berbasis Sinar-X yang dilakukan secara berkala dapat dilihat dalam Tabel 1. Dalam tabel tersebut dapat dilihat pemantauan dan pemutakhiran data perizinan alat dan kinerja operasional alat berbasis sinar-X. Berdasarkan Tabel 1, terlihat bahwa perizinan alat telah dilakukan pemutakhiran data dan kinerja operasional alat berbasis sinar-X dalam kondisi baik dan laik pakai.

Pemantauan dosis pekerja radiasi dalam pelayanan radiologi diagnostik dan intervensional dilakukan dengan menggunakan *termoluminensi dosimeter* (TLD). Untuk rekapitulasi dosis pekerja radiasi dapat dilihat dalam Tabel 2. Rekapitulasi dosis pekerja radiasi dilakukan untuk personel sebanyak 461 orang. Diperoleh dosis maksimal untuk pekerja radiasi yaitu 9,00 mSv, dan dosis minimal adalah 0 mSv.

Dosis maksimal sebesar 9,00 mSv ditemukan untuk pekerja radiasi di Instalasi Pelayanan Jantung Terpadu (IPJT). Hal ini dapat dimengerti, mengingat cukup kompleksnya prosedur yang dilakukan dalam kateterisasi jantung. Namun dosis ini masih dalam batas dosis yang direkomendasikan untuk pekerja radiasi sebesar 20 mSv /tahun.

Pemantauan pemeriksaan kesehatan pekerja radiasi di lingkungan RSUPN dr. Cipto Mangunkusumo dilakukan secara berkala melalui



Gambar 1: Dosis efektif untuk pemeriksaan CT Scan [5,6].

**Tabel 1:** Monitoring Perizinan dan Kinerja Peralatan berbasis Sinar X di Instalasi pelayanan radiologi dan kedokteran nuklir

Nama Pesawat	Mek/Tipe	No Seri	Kapasitas (kV), (mA)	Masa Berlaku Izin	No. KTUN	Tahun Instalasi	Kondisi	
Siemens Artis Zee	Megalix Cat Plus 125/20/40/80-122 GW (10144179)	605201671	125; 800	10 November 2022	065274.010.11.111119	2017	Baik	
CT Sca n, 2 x 128 slices	Siemens CT Scan Somatom Definition Flash	Straton MXP (dual source)	Tube 1: 688241573, tube 2: 626081172	140; 800	18 Oktober 2021	023164.010.44.180220	2007	Baik
CT Scan, 64 slice	Philips CT Ingenuity	MRC 880	143879	140; 625	03 Juli 2022	064193.010.44.180220	2016	Baik
Mobile X-ray	Siemens Polymobil Plus	05605022	135439	125; 250	07 April 2022	064993.010.22.280319	2017	Baik
X-Ray Digital Mammography	Siemens Mammomat Inspiration	3122509	532853	35; 630s	27 Maret 2022	064636.010.22.280319	2017	Baik
X-ray, Digital radiography	Siemens YSIO Max	P150/40/80HC	834151956	150; 1000	30 September 2022	062592.010.11.011019	2017	Baik
X-ray, Digital Radiography	Siemens Multix Select DR	135/30/55R	524666	133; 800	11 November 2023	075719.010.11.121120	2018	Baik
X-ray, Digital Radiography	Siemens Multix Select DR	HOS1353055R	524461	133; 800	23 September 2022	068472.010.22.240919	2017	Baik
X-ray, Digital Fluoroscopy	Siemens Luminos Agile Max	Optitop 150/40/80HC (03345233)	803321652	150; 800	28 Maret 2022	077438.010.11.290319	2018	Baik

**Tabel 2:** Monitoring Perizinan dan Kinerja Peralatan berbasis Sinar X

Pekerja	Dosis Hp(10) (mSv)													Tot	5th
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
A	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	0,29	1,68
B	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	0,39	1,63
C	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	0,51	1,91
D	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	0,11	0,29
E	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	0,14	0,74
F	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	0,26	0,41
G	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	0,00	0,00
H	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	0,15	0,65
I	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	0,46	1,62
J	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	0,10	0,66
K	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	0,35	2,10
L	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	0,05	0,25
M	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	0,10	0,45
N	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	0,06	0,49
O	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	0,43	1,36
P	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	0,14	0,76
Q	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	0,37	1,58
R	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	0,80	9,00
S	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	0,01	0,01

Medical Check Up (MCU) rutin. MCU meliputi pemeriksaan laboratorium, foto toraks dan pemeriksaan fisik. Dilakukan analisis dan resume kesehatan terhadap hasil MCU rutin pekerja oleh dokter terkait. Selanjutnya hasil tersebut dilakukan input secara individual untuk setiap pegawai melalui *Electronic Health Record* (Gambar 2). Jika diperlukan, maka dapat dilakukan tindakan lebih lanjut untuk hasil MCU pegawai. Selama masa pandemi, untuk mencegah penyebaran virus Covid-19, untuk sementara pemeriksaan fisik tidak dilakukan. Dilakukan pula tes Covid-19 untuk pegawai yang bekerja di unit pelayanan Covid-19 selama masa pandemi.

Pengujian kelayakan Alat Proteksi Radiasi dilakukan secara berkala untuk keseluruhan alat proteksi radiasi yang digunakan, meliputi apron, gonad shield dan thyroid shield. Untuk alat proteksi radiasi yang sudah tidak laik pakai, maka direkomendasikan untuk tidak dipergunakan sebagai alat pelindung diri bagi pekerja radiasi di unit pelayanan.

Pelatihan proteksi dan keselamatan radiasi diberikan untuk pekerja radiasi yang ada di lingkungan RSUPN dr. Cipto Mangunkusumo. Terdiri dari dokter spesialis non-radiologi, perawat, radiografer dan profesi lainnya secara berkala. Dalam Tabel 3, dapat dilihat rekapitulasi hasil kepuasan peserta terhadap penyelenggaraan pelatihan proteksi dan keselamatan radiasi.

Berdasarkan Tabel 3, dapat dilihat hasil penilaian rata-rata dari kepuasan peserta terhadap penyelenggaraan pelatihan proteksi dan keselamatan radiasi. Untuk penilaian terendah sebesar 73,70 terdapat pada penilaian untuk kebersihan toilet. Sementara penilaian tertinggi sebesar 89,42 terdapat pada penilaian pencahayaan untuk ruang kelas. Rekomendasi terhadap penyelenggaraan pelatihan proteksi dan keselamatan radiasi untuk tiap profesi terlihat dilihat dalam Tabel 4. Selama masa pandemi Covid-19, dilakukan rekomendasi agar pelaksanaan pelatihan proteksi dan keselamatan radiasi dilaksanakan secara online atau e-learning.

Monitoring terhadap paparan dosis yang diterima oleh pasien dilakukan berdasarkan tingkat panduan dosis (*Diagnostic Reference Levels/DRLs*). DRL digunakan sebagai alat untuk membantu optimalisasi perlindungan dalam paparan medis pasien untuk prosedur radiologi diagnostik dan intervensional. [9] Penilaian DRL merupakan salah satu program jaminan kualitas dalam radiologi diagnostik [10,11]. Tujuan dari DRL dalam radiologi adalah untuk mengoptimalkan dosis radiasi pada pasien dengan tetap menjaga kualitas citra diagnostik, dan mendeteksi dosis tinggi yang tidak secara signifikan berkontribusi pada hasil klinis dari pencitraan medis [12].

Jika terdapat nilai dosis yang melebihi nilai panduan, maka dilaporkan untuk dilakukan investigasi dan tindakan korektif. Investigasi dianggap sebagai bagian dari budaya keselamatan radiasi. Investigasi dilakukan untuk meninjau apakah kinerja yang dilakukan telah sesuai dengan prosedur standar. Investigasi dilakukan untuk mengidentifikasi dosis radiasi yang tinggi dalam prosedur radiologi

**Tabel 3:** Rekapitulasi Hasil Penilaian Peserta Pelatihan Proteksi dan Keselamatan Radiasi

No.	Aspek Penilaian	Hasil Penilaian Reata
1	Kesesuaian materi/bahan ajar dengan tujuan pelatihan	86,40
2	Pengetahuan dan pengalaman Narasumber/pengajar tentang materi/bahan ajar	87,79
3	Narasumber/Pengajar memberikan kesempatan peserta untuk bertanya, mengungkapkan pendapat secara bebas tanpa rasa takut/ragu	89,22
4	Pelatihan yang dilaksanakan sesuai dengan jadwal pelatihan	86,91
5	Pelayanan administrasi, distribusi materi/bahan ajar, kit pelatihan	80,84
6	Keramahan petugas dalam memberikan pelayanan keluhan, pemenuhan kebutuhan sarana dan prasarana pelatihan	83,14
7	Respon petugas dalam memberikan pelayanan administrasi pelatihan	82,88
8	Pencahayaan ruang kelas	89,42
9	Tata udara ruang kelas	87,06
10	Sound System	78,30
11	LCD Proyektor	84,86
12	Kenyamanan meja/kursi	75,26
13	Kebersihan toilet	73,79
14	Keramahan	83,70
15	Konsumsi	84,84
16	Respon petugas dalam memenuhi kebutuhan sarana dan fasilitas pelatihan	82,70
17	Keramahan petugas dalam memenuhi kebutuhan sarana dan fasilitas pelatihan	82,40

**Tabel 4:** Rekomendasi pelatihan proteksi dan keselamatan radiasi

Profesi	Rekomendasi
Dokter Spesialis Non-Radiologi	Untuk dokter spesialis non-radiologi dapat memberikan kewenangan terbatas dalam melakukan pelayanan radiologi diagnostik dan intervensional
Perawat	Pentingnya pengetahuan perawat tentang pemanfaatan dan risiko radiasi selama mendampingi dokter dalam melakukan pelayanan radiologi dan intervensional
Radiografer	Radiografer diharapkan dapat terus meningkatkan pengetahuan dan kompetensinya dalam aspek proteksi dan keselamatan radiasi secara berkala, dan bekerja sesuai prosedur
Lain-lain (farmasi, teknik elektromedik)	Pentingnya meningkatkan pengetahuan dan kompetensi dalam aspek proteksi dan keselamatan radiasi secara berkala



**Gambar 2:** Pemantauan pemeriksaan kesehatan



**Gambar 3:** Pengujian Alat Proteksi Radiasi untuk thyroid shiel

diagnostik dan intervensional. Investigasi meliputi tinjauan terhadap kinerja peralatan, protokol yang digunakan, keterampilan operator, dan kompleksitas prosedur.

Tabel 5 menunjukkan DRL untuk mamografi dibandingkan dengan DRL Nasional (*National Diagnostic Reference Levels*, NDRL) [13], ARPANSA [14], dan UK [15]. Nilai DRL untuk mamografi dalam penelitian ini untuk *Mediolateral-oblique* (MLO) dan *Cranio-caudal* (CC) adalah 1,5 mGy dan 1,2 mGy lebih tinggi dibandingkan dengan ARPANSA (MLO: 1,3 mGy dan CC: 0,9 mGy). Namun, memiliki nilai DRL yang lebih rendah dibandingkan dengan DRL Nasional (MLO:- dan CC: 3 mGy) dan studi di Inggris (MLO: 2,1 mGy dan CC: 2 mGy). Hal ini dapat disebabkan oleh kinerja peralatan yang berfungsi dengan baik dan keterampilan operator yang baik.

Tabel 6 menunjukkan DRL untuk pemeriksaan CT pasien dewasa dibandingkan dengan DRL Nasional dan negara Belanda [16], Kanada [17], dan Amerika Serikat [18]. Nilai DRL pemeriksaan CT pada penelitian ini untuk CT kepala, CT dada dan CT abdomen lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian di Belanda, Kanada, dan Amerika Serikat. Namun memiliki nilai DRLs CT *Head and Chest* yang lebih rendah dibandingkan dengan DRL Nasional.

Tabel 7 menunjukkan DRL untuk pemeriksaan CT pediatrik terhadap DRL Nasional dan EC [19]. Nilai DRL untuk CT kepala (5-14 tahun) dalam penelitian ini, lebih tinggi dibandingkan dengan EC. Namun memiliki nilai DRLs CT Head dan Abdomen yang lebih rendah (0-4 tahun) dibandingkan dengan DRL Nasional. Karena sensitivitas pasien anak terhadap sinar-X dan perbedaan ukuran tubuh, maka perlu dilakukan survei DRL pada pasien anak dan dewasa secara terpisah. DRL yang lebih tinggi dalam penelitian ini dapat disebabkan

**Tabel 5:** DRLs untuk mammography dibandingkan dengan NDRL dan literatur negara lain

Mammographic View	This Study	NDRL [13]	APPANSA [14]	UK [15]
	DG ( mGy)	DG ( mGy)	DG ( mGy)	DG ( mGy)
Mediolateral-Oblique (MLO)	1,5	-	1,3	2,1
Cranio-Caudal (CC)	1,2	3,0	0,9	2,0

**Tabel 6:** DRLs untuk CT pasien dewasa dibandingkan dengan NDRL dan literatur negara lain

Procedure	This study		NDRL [13]		Netherland [16]		Canada [17]		USA [18]	
	CTDI <sub>vol</sub>	DLP	CTDI <sub>vol</sub>	DLP	CTDI <sub>vol</sub>	DLP	CTDI <sub>vol</sub>	DLP	CTDI <sub>vol</sub>	DLP
CT head	65	1274	65	1400	-	936	79	1302	57	962
CT chest	12	468	14	759	-	346	14	521	12	445
CT abdomen	46	1562	20	1164	-	-	18	874	16	781

**Tabel 7:** DRLs untuk CT pasien pediatrik dibandingkan dengan NDRL dan literatur negara lain

Procedure	Age (years)	This study		NDRL [13]		EC [19]	
		CTDI <sub>vol</sub>	DLP	CTDI <sub>vol</sub>	DLP	CTDI <sub>vol</sub>	DLP
CT head	0-4	25	449	64	1430	-	-
	5-14	48	884	61	1391	-	600
CT chest	0-4	3,7	85	-	-	-	-
	5-14	12	526	14	443	-	-
CT abdomen	0-4	12	208	15	356	-	-
	5-14	31	908	18	744	-	-

**Tabel 8:** DRLs untuk intervensional radiologi dibandingkan dengan study IAEA

Type of examination	Age (years)	This Study	IAEA (20)
		PKA (Gy.cm <sup>2</sup> )	PKA (Gy.cm <sup>2</sup> )
Percutaneous Coronary Intervention (PCI)	Adult (≥ 15)	101	125
Coronary Angiography (CA)	Adult (≥ 15)	96	50
Trans Arterial Chemo Embolization (TACE)	Adult (≥ 15)	28	-
Digital Subtraction Angiography (DSA)	Adult (≥ 15)	42	-
Arteriography	Adult (≥ 15)	32	-
Catheterization	Adult (≥ 15)	41	-
Electrophysiology Ablation	Adult (≥ 15)	74	-
Endovascular treatment of abdominal aortic aneurysms (EVAR)	Adult (≥ 15)	28	-

oleh perbedaan ukuran sampel, variasi kinerja peralatan, protokol prosedur, dan keterampilan operator. Nilai dosis yang lebih tinggi pada penelitian ini menunjukkan perlunya optimalisasi dosis pasien.

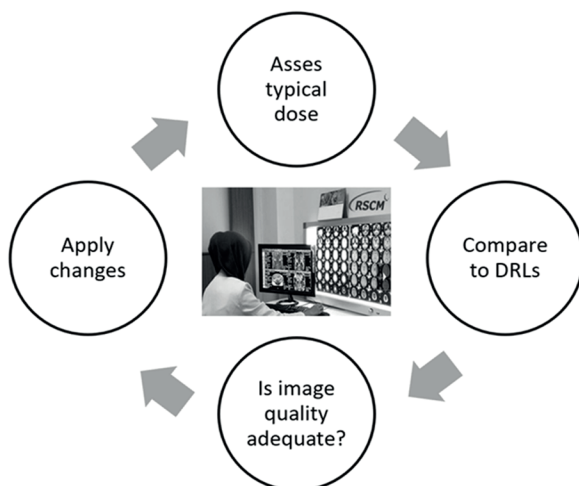
Tabel 8 menunjukkan DRL untuk pasien dewasa pada prosedur Radiologi Intervensial (IR) dibandingkan dengan studi IAEA [20]. Nilai DRL orang dewasa dalam radiologi intervensional (IR) dalam penelitian ini untuk Intervensi Koroner Perkutan (PCI) dan Angiografi Koroner lebih rendah yaitu 101 Gy.cm<sup>2</sup> dan 96 Gy.cm<sup>2</sup> dibandingkan dengan studi IAEA (125 Gy.cm<sup>2</sup> dan 50 Gy.cm<sup>2</sup>). Hal ini merupakan indikasi bahwa telah dilakukan optimasi dalam bidang radiografi intervensi (IR) untuk kedua pemeriksaan tersebut.

Penggunaan protokol yang baik dalam prosedur radiologi intervensional dipengaruhi oleh pengetahuan, keterampilan, dan pelatihan operator, terutama saat penggunaan teknologi atau protokol pencitraan terbaru. Operator dengan keterampilan yang baik dapat meningkatkan kesadaran tentang manajemen dosis dan budaya keselamatan radiasi. Selain itu, pelatihan operator mengenai fitur dosis radiasi yang tepat pada modalitas alat yang digunakan dapat membantu mencapai optimalisasi dosis untuk pasien dan mempertahankan kualitas pencitraan untuk diagnosa. Penentuan dan penetapan DRLs dalam pelayanan radiologi diagnostik dan intervensional merupakan proses kontinu di antara tim radiologi (dokter spesialis, fisikawan medik, radiografer, dan pihak terkait).

Rekomendasi penggunaan *Dose Monitoring System* (DMS) dalam pelayanan radiologi diagnostik dan intervensional dapat merupakan salah satu solusi yang digunakan dalam monitoring dosis pasien. Sistem ini dapat memberikan alarm (tanda) bagi tim radiologi yang bertugas di pelayanan, apabila dosis pasien telah melebihi dari panduan dosis. DMS ini juga mampu mengatasi kendala dalam pengambilan data DRL secara manual, dan mampu diintegrasikan dalam pelayanan radiologi yang ada di rumah sakit. Penggunaan DMS dalam pelayanan radiologi diagnostik dan intervensional dapat dipertimbangkan sebagai salah satu persyaratan standar keselamatan pasien dan standar akreditasi di masa datang.

Pelaporan insiden radiasi medis meliputi kejadian nyaris cedera (KNC) dan kejadian yang tidak diharapkan (KTD). Pelaporan insiden dilakukan melalui formulir pelaporan insiden sebagai bagian upaya penerapan budaya keselamatan radiasi. Insiden yang terjadi dalam pelayanan radiologi diagnostik dan intervensional seperti prosedur pengulangan pengambilan pencitraan dan kesalahan identitas pasien. Pelaporan dilakukan dalam waktu 2x24 jam sejak terjadi insiden. Pelaporan insiden radiasi medis, saat ini dilakukan melalui *Electronic Health Record* (EHR).

Pelaporan insiden dilaksanakan secara kontinu dan konsisten dengan tetap mengedepankan budaya “no blame policy”, agar setiap individu tidak mempunyai perasaan takut untuk melaporkan insiden dan tidak takut untuk disalahkan. Mendorong budaya pelaporan dan pembelajaran, serta umpan balik. Dengan senantiasa membangun



**Gambar 4:** Skema audit dosis pasien

budaya komunikasi efektif secara terbuka. Dilakukan pencarian untuk solusi terbaik dalam setiap insiden yang terjadi, upaya peningkatan keselamatan radiasi dan pencegahan agar kejadian yang sama tidak terulang dimasa datang. Mendorong sikap bertanya, belajar dan terus berkembang untuk memperkuat budaya keselamatan. Hal ini sebagai upaya dalam meningkatkan kewaspadaan, meminimalisir risiko dan aspek pembelajaran dalam setiap insiden (*lessons learn*).

Komitmen dan dukungan dari manajemen rumah sakit sangat penting dalam upaya pencegahan insiden, melalui :

- Sosialisasi dan pemberian pemahaman tentang manfaat budaya keselamatan radiasi.
- Keamanan radiasi sebagai bagian penting dari kualitas dan sistem manajemen risiko rumah sakit.
- Ketersediaan sumber daya manusia dan peningkatan kompetensinya melalui kegiatan pelatihan.

Dalam mengembangkan budaya keselamatan radiasi, perlu ditumbuhkan prinsip keterbukaan, kerja sama dan dialog yang konsisten antara pihak manajemen dengan seluruh staf. Manajemen bertanggung jawab dalam proses perencanaan dan menetapkan prioritas budaya keselamatan radiasi melalui peran aktif setiap individu.

Pemahaman dan peningkatan kesadaran tentang manfaat dan risiko terhadap paparan radiasi sangatlah penting dalam mengembangkan budaya keselamatan radiasi, disesuaikan dengan peran masing- masing individu.

Pengalaman dalam mengembangkan budaya keselamatan radiasi merupakan hal yang penting dalam budaya organisasi yang baik. Untuk menghindari kesalahan di masa depan, pemberian umpan balik yang efektif dan proses pembelajaran yang lebih luas.

Budaya keselamatan radiasi sangat ditentukan pula oleh sikap dan perilaku positif dari para stakeholders yang terlibat dalam pelayanan radiologi diagnostik dan intervensional. Komunikasi yang efektif sesama pekerja dapat menciptakan lingkungan kerja yang aman, mendukung dan memotivasi setiap individu terhadap perannya masing- masing. Program jaminan kualitas (QA) dalam pelayanan radiologi diagnostik dan intervensional merupakan salah satu hal penting lainnya dalam penerapan budaya keselamatan radiasi.

Tujuan dari program QA adalah meningkatkan pelayanan pasien, memastikan pasien mendapatkan diagnosis yang akurat melalui pemilihan peralatan yang tepat, menghasilkan pencitraan dengan kualitas tinggi sesuai prinsip ALARA (*as low as reasonably achievably*), meningkatkan keselamatan pasien dan meminimalkan biaya.

Penerapan budaya keselamatan radiasi, secara signifikan telah mampu mengurangi dosis kulit kumulatif yang diterima oleh pasien hingga 40% pada prosedur invasif kardiovaskular [21].

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penerapan budaya keselamatan radiasi di RSUPN dr. Cipto Mangunkusumo memerlukan peningkatan terhadap pendidikan berkelanjutan, komunikasi yang efektif dan kolaborasi antara stakeholders di semua tingkatan, serta penerapan program jaminan kualitas untuk mendukung peningkatan perilaku positif individu dan organisasi dalam menunjang upaya proteksi dan keselamatan radiasi di rumah sakit. Pelaksanaan rekomendasi dapat dipertimbangkan untuk peningkatan budaya keselamatan radiasi rumah sakit. Agar budaya keselamatan radiasi dapat terus berproses secara dinamis dan berkelanjutan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2020 Tentang Keselamatan Radiasi Pada Penggunaan Pesawat Sinar-X Dalam Radiologi Diagnostik Dan Intervensional (2020).
- [2] IAEA, *Radiation Safety Culture Trait Talks Handbook. Department of Nuclear Safety and Security Radiation Protection of Patients (RPOP), Vienna International Centre, PO Box 100, 1400 Vienna, Austria.* <https://www.iaea.org/resources/rpop/Patient-Protection.Contact-Point@iaea.org>.
- [3] *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, Sources and Effects of Ionizing Radiation. UNSCEAR 2008 Report to the General Assembly with Scientific Annexes. Vol. I. United Nations, New York (2010).*
- [4] Hart D, Wall B F, Hillier M C and Shrimpton P C, *Frequency and Collective Dose for Medical and Dental X-ray Examinations in the UK, 2008 Health Protection Agency (HPA-CRCE-012) (2010).*
- [5] Mettler FA, Huda W, Yoshizumi TT, Mahesh M. *Effective doses in radiology and diagnostic nuclear medicine: a catalog. Radiology 2008; 248: 254-263 [PMID: 18566177 DOI: 10.1148/radiol.2481071451]*
- [6] Dougeni E, Faulkner K, Panayiotakis G. *A review of patient dose and optimisation methods in adult and paediatric CT scanning. Eur J Radiol 2012; 81: e665-e683 [PMID: 21684099 DOI: 10.1016/j.ejrad.2011.05.025]*
- [7] *Committee on the Effects of Atomic Radiation UNSCEAR. Report to the General Assembly with Scientific Annexes. Sources and effects of ionizing radiation.* [http://www.unscear.org/docs/reports/2008/09-86753\\_Report\\_2008\\_Annex\\_A.pdf](http://www.unscear.org/docs/reports/2008/09-86753_Report_2008_Annex_A.pdf) [last accessed 27.07.11 (2008).
- [8] McCollough CH, Leng S, Yu L, Cody DD, Boone JM, McNitt-Gray MF. *CT dose index and patient dose: they are not the same thing. Radiology; 259:311-316 (2011).*
- [9] ICRP. *Diagnostic reference levels in medical imaging. ICRP Publication 135. Ann. ICRP 46(1) (2017).*
- [10] Sandborg, M., Althén, J. N. and Gustafsson, A. *Efficient quality assurance programs in radiology and nuclear medicine in Ostergotland, Sweden. Radiat. Prot. Dosim. 139, 410-417 (2010).*
- [11] Martin, C. J., Heron, J. L., Borrás, C. Sookpeng, S. and Ramirez G. *Approaches to aspects of optimization in diagnostic radiology in six continents. J. Radiol. Prot. 33, 711-734 (2013).*
- [12] *European Union. Council Directives 97/43/Euratom (Medical Exposure Directive) of June 30, 1997. on health protection of individuals against the dangers of ionizing radiation to medical exposure. Official Journal of the European Communities, L 180 (1997).*
- [13] BAPETEN. *Pedoman teknis penyusunan tingkat panduan diagnostik atau diagnostic reference level (DRL) nasional. Seri Rekaman Dokumen Unit Kerja TA. 2016. Rev.02. (2019)*
- [14] ARPANSA, RPS 14. *Code of Practice for Radiation Protection in Medical Applications of Ionizing Radiation. National Diagnostic Reference levels Fact sheet. A Publication of Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency, Yallambie (2014).*
- [15] Dance, D. R., Young, K. C. and van Engen, R. E. *Further factors for the estimation of mean glandular dose using the United Kingdom, European, and IAEA breast dosimetry protocols. Phys. Med. Biol. 54, 4361-4372 (2009).*
- [16] Van der Molen, A., Schilham, A., Stoop, P., Prokop, M. and Geleijns, J. *A national survey on radiation dose in CT in The Netherlands. Insights Imaging 4, 383-390 (2013).*

- [17] Wardlaw, G. M. and Martel N. *Sci-Thur PM-colorful interactions: highlights 07: Canadian computed tomography survey: National diagnostic reference levels*. Med. Phys. 43, 4932–4933 (2016).
- [18] Butler, P. F. and Kanal, K. M. *Diagnostic reference levels for adult patients in the United States*. J. Am. Coll. Radiol. 15, 932–933 (2018).
- [19] European Commission. *Diagnostic reference levels in thirty-six European countries*. Radiation protection No 180 (Part2/2) (2014).
- [20] IAEA SRS No. 59. *Establishing Guidance Levels in X-Ray Guided Medical Interventional procedures: A Pilot Study*. IAEA, Vienna (2009).
- [21] Fetterly KA, Mathew V, Lennon R, Bell MR, Holmes DR, Rihal CS. *Radiation dose reduction in the invasive cardiovascular laboratory: implementing a culture and philosophy of radiation safety*. JACC Cardiovasc Interv (2012); 5: 866-873 [PMID: 22917459DOI:10.1016/j.jcin.2012.05.003]