



EVALUASI IMPLEMENTASI PROTEKSI RADIASI DI RUANG RADIOLOGI
INTERVENSI

INSTALASI RIR RSUP PROF. DR. I.G.N.G NGOERAH

Dian Wulan Dari¹, Putu Irma Wulandari², Kusman³

^{1,2,3} Akademi Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali, Indonesia

dianwulandari533@gmail.com

Info Artikel :

Diterima : 8 November 2022

Disetujui : 16 Desember 2022

Dipublikasikan : 25 Januari 2023

Kata Kunci :

*Proteksi
Radiasi,
Peraturan
Menteri
Kesehatan
Republik
Indonesia
Nomor 24
Tahun 2020,
Peraturan
Bapeten No. 4
Tahun 2020,
Radiologi
intervensi,
Fasilitas
radiologi*

ABSTRAK

Risiko radiasi pada radiologi intervensi relatif lebih besar dibandingkan dengan radiologi diagnostik. Dengan potensi risiko radiasi yang besar pada radiologi intervensi, maka diperlukan sistem proteksi radiasi yang tepat bagi pekerja dan pasien di fasilitas radiologi intervensi. Tujuan penelitian ini adalah untuk evaluasi proteksi radiasi di ruang radiologi intervensi instalasi RIR RSUP Prof. Dr. I.G.N.G Ngoerah ditinjau dari Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2020 dan Peraturan Bapeten Nomor 4 Tahun 2020. Jenis penelitian ini adalah deskriptif kualitatif dengan pendekatan observasional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pelaksanaan proteksi radiasi di ruang radiologi intervensi pada instalasi RIR RSUP Prof. Dr. IGNG Ngoerah belum sepenuhnya sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2020 dan Peraturan Bapeten Nomor 4 tahun 2020.

Keywords :

*Radiation
protection,
regulations of
the Minister of
Health of the
Republic of
Indonesia
Number 24 of
2020, Bapeten
regulations No. 4
of 2020,
Interventional
radiology, Radiol
ogy facilities*

ABSTRACT

The risk of radiation in interventional radiology is relatively greater than in diagnostic radiology. With the potential for large radiation risks in radiological interventions, an appropriate radiation protection system is needed for workers and patients in interventional radiology facilities. The purpose of this study was to evaluate radiation protection in the interventional radiology room at the RIR installation of Prof. Dr. I.G.N.G. Ngoerah in terms of Regulation of the Minister of Health of the Republic of Indonesia Number 24 of 2020 and Bapeten Regulation Number 4 of 2020. This type of research is descriptive-qualitative with an observational approach. The results showed that the implementation of radiation protection in the radiology intervention room at the RIR installation at Prof. Hospital was successful. Dr. IGNG Ngoerah has not fully complied with the Regulation of the Minister of Health of the Republic of Indonesia, Number 24 of 2020, and Bapeten Regulation Number 4 of 2020.

PENDAHULUAN

Unit pelayanan radiologi merupakan salah satu instalasi penunjang medic, yang menggunakan sumber radiasi pengion atau sinar-X untuk mendiagnosa adanya suatu penyakit

dalam bentuk gambaran anatomi tubuh (1). Di Indonesia, penggunaan radiasi diagnostik sinar-X terus meningkat. Departemen Radiologi menggunakan sinar-X baik untuk keperluan diagnostik maupun radiologi intervensional (2). Radiasi sinar-X dapat digunakan untuk mendeteksi penyakit dan kelainan organ secara lebih cepat dan akurat (3). Radiologi intervensi adalah sub bidang radiologi medis yang menggunakan penempatan stent semi-invasif dengan panduan modalitas imejing untuk mengobati penyakit pada hampir semua sistem organ. Radiologi intervensional berhubungan dengan penggunaan pesawat sinar-X untuk memandu prosedur perkutaneus (4). Kardiologi intervensi di sisi lain, adalah cabang kardiologi, terutama menggunakan kateter yang biasanya dimasukkan ke dalam tubuh melalui arteri femoralis paha (5). Radiologi intervensi berfungsi mengobat serta mendiagnosis suatu kelainan atau penyakit yang dipandu dengan suatu modalitas real time berupa fluoroskopi dengan resiko minimal di banding dengan tindakan operasi terbuka (6)

Risiko radiasi pada radiologi intervensional relatif lebih besar dibandingkan dengan radiologi diagnostik, terutama risiko radiasi yang diterima oleh pekerja yang melakukan tindakan atau prosedur intervensional (4). Sejalan dengan itu, maka rumah sakit termasuk ke dalam kriteria tempat kerja dengan berbagai potensi bahaya yang dapat menimbulkan dampak kesehatan seperti potensi bahaya radiasi (7). Seiring semakin luasnya pemanfaatan radiologi intervensional dan adanya potensi risiko radiasi yang besar dalam radiologi intervensional maka diperlukan sistem proteksi radiasi yang tepat untuk pekerja dan pasien di fasilitas radiologi intervensional (4). Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 8 Tahun 2011 tentang keselamatan radiasi dalam penggunaan pesawat sinar-X radiologi diagnostik dan intervensional, bahwa keselamatan radiasi pengan di bidang kesehatan merupakan tindakan untuk melindungi pasien, pekerja, masyarakat dan lingkungan dari bahaya radiasi.

Menurut *International Commission on Radiological Protection (ICPR)* Prinsip-prinsip proteksi radiasi terdiri dari tiga asas proteksi radiasi, asas proteksi radiasi tersebut meliputi asas justifikasi, optimisasi, dan limitasi. Prinsip justifikasi adalah paparan radiasi harus lebih banyak manfaatnya dibandingkan akibatnya. Prinsip optimalisasi adalah kemungkinan timbulnya paparan, jumlah orang yang terkena, dan besarnya dosis individual harus sesuai prinsip ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*), yaitu konsep dengan mempertimbangkan faktor ekonomi dan sosial. Prinsip limitasi dosis adalah jumlah dosis yang diterima oleh suatu individu selain dari paparan medis tidak boleh melebihi batas yang direkomendasikan ICRP.

Paparan radiasi dapat menimbulkan kerusakan sel-sel jaringan tubuh dan kerusakan genetik mutasi sel-sel reproduksi. Tubuh berisiko terhadap efek radiasi akibat paparan radiasi baik secara seluruh tubuh maupun hanya pada bagian tubuh tertentu atau lokal. Dapat terjadinya efek stokastik dan efek deterministik. Untuk mencegah terjadinya efek tersebut menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) (8). Alat Pelindung Diri (APD) adalah alat yang berfungsi untuk melindungi seseorang dalam pekerjaan dimana fungsinya mengisolasi tubuh tenaga kerja dari bahaya di lingkungan kerja (9). Proteksi radiasi atau keselamatan kerja terhadap radiasi merupakan tindakan yang dilakukan untuk mengurangi pengaruh radiasi yang merusak terhadap radiasi. Ketersediaan perlengkapan Protektif Radiasi yang berupa Alat Pelindung Diri (APD) sangat berperan dalam melindungi pekerja terhadap paparan radiasi (10).

Pemerintah Indonesia melalui Bapeten sudah menetapkan standar proteksi radiasi melalui peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2020 Tentang Pelayanan Radiologi Klinik dan peraturan Bapeten No.4 Tahun 2020 tentang Keselamatan Radiasi Pada Penggunaan Pesawat Sinar-X Dalam Radiologi Diagnostik Dan Intervensional. RSUP Prof. Dr.

I.G.N.G Ngoerah merupakan rumah sakit rujukan utama tipe A yang telah terakreditasi dalam kualitas pelayanan kesehatan dan sebagai rumah sakit pendidikan.

RSUP Prof. Dr. I.G.N.G Ngoerah saat ini menyediakan pelayanan di intervensi dan melayani berbagai pemeriksaan radiologi diagnostik lainnya. Namun belum pernah dilakukan kajian mengenai evaluasi implementasi proteksi radiasi di ruang radiologi intervensi instalasi RIR RSUP Prof. Dr. I.G.N.G Ngoerah sehingga penulis ingin melakukan penelitian tersebut.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini merupakan penelitian kualitatif deskriptif dengan pendekatan observasi/survey dan wawancara. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kesesuaian proteksi radiasi pada Ruang Radiologi Intervensi Instalasi RIR RSUP Prof. Dr. I.G.N.G Ngoerah ditinjau dari peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2020 Tentang Pelayanan Radiologi Klinik dan peraturan Bapeten No.4 Tahun 2020 tentang Keselamatan Radiasi Pada Penggunaan Pesawat Sinar-X Dalam Radiologi Diagnostik Dan Intervensial. Waktu penelitian dilakukan pada bulan Oktober 2022 di ruang radiologi intervensi instalasi RIR RSUP Prof. Dr. I.G.N.G Ngoerah. Dalam hal ini subjek penelitian adalah dua Petugas Proteksi Radiasi dan satu fisikawan medik yang diwawancarai mengenai proteksi radiasi. Pengolahan data dilakukan dengan cara hasil wawancara dibuat transkrip wawancara dan koding terbuka.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan Permenkes No 24 tahun 2020 tentang pelayanan Radiologi Klinik menjabarkan mengenai peralatan protektif radiasi dan perlengkapan proteksi radiasi. Untuk itu penulis melakukan pengamatan, dokumentasi, dan wawancara dengan Petugas Proteksi Radiasi (PPR) dan fisikawan medik pada ruang radiologi intervensi instalasi RIR RSUP Prof. Dr. I.G.N.G Ngoerah sehingga di dapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 1 Jenis dan Jumlah Proteksi radiasi Di Ruang Radiologi Intervensi Instalasi RIR RSUP Prof. Dr. I.G.N.G Ngoerah

Kriteria	Kelengkapan	Permenkes No. 24 Tahun 2020	Hasil		Jumlah	Keterangan	Dipakai atau tidak dipakai	Kesesuaian dengan Permenkes No. 24 tahun 2020
			Ada	Tidak Ada				
Perlengkapan Proteksi Radas	Apron	20 buah	✓		20 Apron	Dengan jumlah apron 20 buah sangat cukup untuk personil yang berada di radiologi intervensi sehingga tidak kekurangan. Apron memiliki ketebalan 0,5mm Pb serta terdapat label penjabaran terkait no/kode apron, tanggal kalibrasi dan berakhirnya	Dipakai	Sesuai
Perlengkapan Proteksi Radas	Sarung Tangan Pb	4 Pasang		✓	Belum ada	Tidak diperlukan	Tidak Dipakai	Tidak Sesuai
Perlengkapan Proteksi Radas	Kacamata Pb	15 buah	✓		2 Kacamata Pb	Dengan jumlah 2 kacamata Pb yang tersedia tersebut ialah kurang karena personil	Dipakai	Tidak Sesuai

Kriteria	Kelengkapan	Permenkes No. 24 Tahun 2020	Hasil		Jumlah	Keterangan	Dipakai atau tidak dipakai	Kesesuaian dengan Permenkes No. 24 tahun 2020
			Ada	Tidak Ada				
						yang berada di radiologi intervensi lebih dari 2 orang Kacamata Pb memiliki ketebalan 0,35mm Pb serta terdapat label penjabaran terkait no/kode, tanggal kalibrasi dan berakhirnya.		
Perlengkapan Proteksi Radas	Pelindung Tiroid	15 Buah	✓		10 Pelindung tiroid	Dengan jumlah pelindung tiroid 10 buah cukup untuk personil yang berada di radiologi intervensi. Pelindung tiroid memiliki ketebalan 0,5mm Pb serta terdapat label penjabaran terkait no/kode pelindung tiroid, tanggal kalibrasi dan berakhirnya.	Dipakai	Sesuai
Perlengkapan Proteksi Radas	Pelindung Gonad	15 Buah	✓		20 pelindung gonad	Dengan jumlah pelindung gonad 20 buah sangat cukup untuk personil yang berada di radiologi intervensi sehingga tidak kekurangan. Pelindung gonad memiliki ketebalan 0,5mm Pb serta terdapat label penjabaran terkait no/kode pelindung gonad, tanggal kalibrasi dan berakhirnya	Dipakai	Sesuai
Perlengkapan Proteksi Radas	Digital Pocket Dosimeter	Sesuai Kebutuhan	✓		2	Dengan jumlah digital pocket dosimeter 2 buah kekurangan alat	Dipakai	Tidak Sesuai
Perlengkapan Proteksi Radas	Surveimeter	Sesuai Kebutuhan		✓	-	Tidak ada	Tidak Dipakai	Tidak Sesuai
Perlengkapan Proteksi Radas	Film Badge/TLD	1/Pekerja	✓		1 per orang	Memiliki TLD	Dipakai	Sesuai

Peralatan protektif radiasi adalah Alat Pelindung Diri yang digunakan sebagai proteksi terhadap radiasi dalam kegiatan pelayanan di unit radiologi, yang meliputi apron Pb, kacamata Pb, sarung tangan Pb, pelindung tiroid Pb, dan pelindung gonad Pb (2). Pada Penyediaan peralatan protektif radiasi merupakan suatu upaya pihak rumah sakit untuk melindungi para pekerja radiasi yang ada di instalasi radiologi untuk mengurangi risiko paparan dari sinar radiasi (11). Pada tabel 1. menunjukkan bahwa terdapat peralatan protektif radiasi dan jumlahnya untuk apron dan pelindung gonad sesuai. Akan tetapi untuk jumlah kacamata Pb belum sesuai dan belum tersedia sarung tangan Pb. Untuk pelindung tiroid di Permenkes No 24 Tahun 2020 menunjukkan bahwa pelindung tiroid berjumlah 15 buah sedangkan di ruang radiologi intervensi instalasi RIR RSUP Prof. Dr. I.G.N.G Ngoerah berjumlah 10 buah sudah cukup untuk personil yang berada di ruangan. Untuk kacamata Pb tersedia dengan jumlah 2 buah dan belum tersedia sarung tangan Pb sedangkan di dalam peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2020 Tentang

Pelayanan Radiologi Klinik untuk rumah sakit Tipe A memiliki kaca pelindung Pb dengan jumlah 15 dan sarung tangan Pb dengan jumlah 4 pasang. Hal ini terjadi karena jumlah pekerja radiasi yang banyak sehingga pemenuhan kebutuhan alat pelindung diri tidak bisa dilakukan langsung sekaligus. Perlengkapan proteksi radiasi yang berada di tabel 1. menunjukkan bahwa terdapat digital pocket dosimeter dan film badge atau TLD. Hal ini belum sesuai dengan peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2020 Tentang Pelayanan Radiologi Klinik karena di dalam peraturan menjelaskan bahwa perlengkapan tersebut sesuai dengan kebutuhan. Sedangkan implementasinya kebutuhan mengenai digital pocket dosimeter kurang.

Bangunan fasilitas adalah ruangan yang digunakan dalam pemanfaatan pesawat sinar-X di rumah sakit serta perlengkapan yang menunjang proteksi radiasi di unit radiologi intervensional. Bangunan terdiri dari ruangan operator, ruangan persiapan tindakan dan recovery, ruangan mesin, ruangan AHU/chiller, ruangan UPS dan toilet (12). Struktur bangunan yang berada di ruang radiologi intervensi instalasi RIR RSUP Prof. Dr. I.G.N.G Ngoerah didapatkan hasil sebagai berikut :

Table 2. Struktur Bangunan Di Ruang Radiologi Intervensi Instalasi RIR RSUP Prof. Dr. I.G.N.G Ngoerah

Kriteria	Keterangan	Kesesuaian dengan standar Permenkes No 24 Tahun 2020
Ruang administrasi dan ruang tunggu	Terdapat ruang tunggu dan administrasi yang terpisah	Sesuai
Lantai radiologi intervensi	Pada bagian ruang pemeriksaan menggunakan lantai berlapis vinly karet sehingga tidak licin serta untuk bagian ruang operator menggunakan ubin	Sesuai
Dinding radiologi intervensi	Menggunakan material beton 20 cm dengan lapisan Pb	Sesuai
Plafon radiologi intervensi	<ul style="list-style-type: none"> • Menggunakan material jenis gypsum • Warna plafon cerah • Serta memiliki ketinggian 2,8m dari lantai setelah direnovasi 	Sesuai
Pintu radiologi intervensi	<ul style="list-style-type: none"> • Menggunakan jenis material besi dan kayu dengan dilapisan Pb • Memiliki lampu tanda bahaya • Serta memiliki <i>automatic door closer</i> 	Sesuai

Luas bangunan radiologi intervensi	Memiliki luas 7x5x3 (m)	Sesuai
------------------------------------	-------------------------	--------

Pada tabel 2. menunjukkan ruang radiologi intervensi instalasi RIR RSUP Prof. Dr. I.G.N.G Ngoerah memiliki spesifikasi yang sesuai dengan Permenkes No 24 Tahun 2020 tentang pelayanan radiologi klinik.

Berdasarkan Perka Bapeten No 4 Tahun 2020 tentang keselamatan radiasi pada penggunaan pesawat sinar-X dalam radiologi diagnostik dan intervensional mengenai persyaratan manajemen terdapat penanggung jawab keselamatan radiasi. Penanggung jawab keselamatan radiasi di ruang radiologi intervensi instalasi RIR RSUP Prof. Dr. I.G.N.G Ngoerah yaitu pemegang izin, Petugas Proteksi Radiasi (PPR), radiografer, serta pihak yang terkait dalam penggunaan pesawat sinar-X. tanggung jawab keselamatan radiasi antara lain :

- Membuat rekaman dan laporan dosis
- Menyusun & melaksanakan/dokumentasi program proteksi keselamatan radiasi
- Melakukan pencatatan dosis personal yang diterima TLD
- Melakukan pemantauan radiasi di area kerja serta pemantauan dosis pekerja radiasi
- Mendata jumlah apron yang tersedia & layak pakai
- Serta melakukan uji paparan

Hal ini sesuai dengan peraturan Bapeten No.4 Tahun 2020 tentang Keselamatan Radiasi Pada Penggunaan Pesawat Sinar-X Dalam Radiologi Diagnostik Dan Intervensional.

Budaya Keselamatan adalah paduan sifat dari sikap organisasi dan individu dalam organisasi yang memberikan perhatian dan prioritas utama pada masalah-masalah Keselamatan Radiasi (13). Di ruang radiologi intervensi instalasi RIR RSUP Prof. Dr. I.G.N.G Ngoerah terdapat budaya keselamatan. Langkah yang dilakukan dalam melaksanakan budaya keselamatan yaitu :

- Melaksanakan program proteksi radiasi
- Menggunakan alat sesuai dengan prosedurnya
- Memperhatikan factor eksposi yang digunakan
- Melakukan tindakan dengan efisien saat menggunakan c-arm
- Selalu menggunakan APD saat bekerja

Pemantauan kesehatan adalah pemantauan secara sistematis terhadap kesehatan pekerja untuk mengidentifikasi adanya gejala atau tanda kerusakan awal akibat paparan radiasi dan menentukan tindakan pencegahan dampak kesehatan jangka panjang atau permanen. Pemantauan kesehatan adalah kegiatan pengawasan terhadap kesehatan pekerja radiasi di instalasi radiologi (2). Pemegang izin melakukan pemantauan kesehatan terhadap personal di ruang radiologi intervensi instalasi RIR RSUP Prof. Dr. I.G.N.G Ngoerah dilakukan setiap 1 tahun sekali. Hal ini sesuai dengan peraturan Badan mengenai pemantauan kesehatan untuk Pekerja Radiasi bahwa pemantauan kesehatan berlaku paling lama 1 (satu) tahun sejak tanggal Pemeriksaan Kesehatan dilakukan.

Personil adalah tenaga kerja yang berhubungan dengan pemanfaatan pesawat sinar-X di Instalasi Radiologi. Personil yang bekerja di Instalasi Radiologi yang menggunakan pesawat sinar-X mamografi, pesawat sinar-X CT-Scan, pesawat sinar-X fluoroskopi, pesawat sinar-X C-Arm/U-Arm angiografi, pesawat sinar-X CT-Scan angiografi, pesawat sinar-X CT-Scan fluoroskopi, pesawat sinar-X simulator, dan/atau pesawat sinar-X C-Arm brakhiterapi paling kurang terdiri dari Dokter Spesialis Radiologi, Tenaga Ahli (*Qualified Expert*) atau Fisikiawan Medis, Petugas Proteksi Radiasi, dan Radiografer (2). Personil yang berada di ruang radiologi intervensi instalasi RIR RSUP Prof. Dr. I.G.N.G Ngoerah ialah dokter spesialis kardiovaskular dengan 12 orang,

dokter bedah dengan jumlah 5 orang, dokter neurologi dengan jumlah 1 orang, dan dokter radiologi dengan jumlah 2 orang. Dokter spesialis tersebut bekerja sesuai dengan jadwal hari yang sudah ditentukan untuk melakukan tindakan. Saat melakukan tindakan dokter spesialis yang bertugas yaitu satu sampai dua orang. Untuk perawat bekerja dengan menggunakan sistem shift. Perawat berjumlah 5 orang dalam satu tim untuk setiap tindakan. Untuk radiografer berjumlah 8 orang dan bekerja dengan menggunakan sistem shift. Setiap shiftnya yang bertugas yaitu satu orang. Sedangkan untuk farmasi berjumlah 3 orang dan bekerja dengan menggunakan sistem shift. Personil farmasi yang bertugas dalam setiap shift yaitu satu orang. Hal ini sesuai dengan Perka Bapeten No 4 Tahun 2020.

Berdasarkan hasil penelitian di dapatkan tugas dan tanggung jawab Petugas Proteksi Radiasi antara lain:

- a. Membuat dan memutakhirkan program proteksi radiasi dan keselamatan radiasi
- b. Memantau aspek operasional program proteksi radiasi dan keselamatan radiasi
- c. Memastikan ketersediaan dan kelayakan perlengkapan proteksi radiasi dan memantau pemakainnya
- d. Meninjau secara sistematis dan periodik, program pemantauan di C-arm
- e. Memberikan konsultasi yang terkait dengan proteksi dan keselamatan radiasi
- f. Berpartisipasi dalam mendesain fasilitas ruangan
- g. Memelihara rekaman, mengidentifikasi kebutuhan dan mengorganisasi kegiatan pelatihan
- h. Melaporkan kepada nama instansi setiap kejadian kegagalan operasi yang berpotensi menimbulkan kecelakan radiasi
- i. Menyiapkan laporan tertulis mengenai pelaksanaan program proteksi radiasi & keselamatan radiasi
- j. Serta verifikasi keselamatan.

Tugas dan tanggung jawab fisikawan medik antara lain :

- a. Berpartisipasi dalam meninjau ulang secara terus menerus keberadaan sumber daya manusia, peralatan, prosedur, dan perlengkapan proteksi radiasi
- b. Melakukan QA/QC terhadap alat/pesawat sinar-X untuk menjamin kehandalan alat
- c. Menyelenggarakan uji kesesuaian pesawat c-arm apabila fasilitas tersebut memiliki peralatan yang memadai

Langkah yang dilakukan fisikawan medik mengenai keselamatan radiasi antara lain :

- a. Melaksanakan pengecekan alat
- b. Melakukan *quality control*
- c. Memperhatikan dosis keluaran pesawat C-arm aman atau tidak

Pelatihan proteksi radiasi adalah kegiatan yang dilakukan untuk meningkatkan kemampuan pekerja radiasi dalam pemanfaatan radiasi di Instalasi Radiologi yang diselenggarakan oleh Rumah Sakit. Penyelenggaraan pelatihan proteksi radiasi perlu dilakukan agar pekerja radiasi yang meliputi dokter spesialis radiologi, petugas proteksi radiasi, fisikawan medis, dan radiografer. Untuk mengetahui peraturan perundang-undangan ketenaganukliran, perkembangan sumber radiasi dalam pemanfaatan tenaga nuklir, efek biologi radiasi, prinsip proteksi dan keselamatan radiasi, alat ukur radiasi, dan tindakan dalam keadaan kedaruratan yang sesuai dengan perkembangan radiologi sehingga dapat mendukung upaya pemanfaatan tenaga nuklir dengan tingkat keselamatan yang tinggi (14).

Pendidikan dan pelatihan proteksi radiasi di ruang radiologi intervensi instalasi RIR RSUP Prof. Dr. I.G.N.G Ngoerah dapat diikuti oleh PPR (Petugas Proteksi Radiasi), radiografer,

fisikawan medik maupun tim teknis. Pendidikna dan pelatihan proteksi radiasi dilakukan setiap 4 tahun sekali (jika Surat Izin Bekerja telah *expired*). Kegiatan pelatihan dan pendidikan proteksi & keselamatan radiasi dilakukan secara reguler serta melakukan sosialisasi ke unit-unit yang terkait mengenai proteksi radiasi. Hal ini sesuai dengan peraturan Bapeten No.4 Tahun 2020 tentang Keselamatan Radiasi Pada Penggunaan Pesawat Sinar-X Dalam Radiologi Diagnostik Dan Intervensional bahwa pemegang izin wajib memberikan fasilitas mengenai pendidikan dan pelatihan proteksi radiasi.

Rekaman adalah dokumen yang menyatakan hasil yang dicapai atau memberi bukti pelaksanaan kegiatan dalam pemanfaatan tenaga nuklir. Rekaman merupakan dokumen-dokumen yang berisi tentang bukti-bukti dari pelaksanaan proteksi radiasi. Pemegang izin diwajibkan untuk membuat, memelihara, dan menyimpan rekaman yang terkait dengan keselamatan radiasi yang meliputi rekaman mutu dan rekaman teknis yang nantinya harus ditunjukkan pada saat Bapeten melakukan inspeksi (11). Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan peneliti pada ruang radiologi intervensi instalasi RIR RSUP Prof. Dr. I.G.N.G Ngoerah mengenai rekaman dan laporan di dapatkan hasil sebagai berikut :

Table 6. Rekaman dan Laporan

Kriteria	Hasil		Keterangan
	Ada	Tidak ada	
Rekaman dan laporan terkait proteksi dan keselamatan radiasi	✓		<ul style="list-style-type: none"> • Terdapat dokumen proteksi radiasi • Terdapat evaluasi hasil dosimeter pasif (TLD) yang dilakukan setiap 3 bulan sekali • Kalibrasi dan jumlah apron • Terdapat evaluasi kesehatan pekerja radiasi • Serta uji paparan dan kesesuaian
Data inventaris mengenai c-arm	✓		Disimpan di IPSRS dan administrasi inventaris radiologi
Hasil evaluasi pemantauan dosis perorangan yang diterima Pekerja Radiasi	✓		Diarsipkan di dokumen PPR
Catatan dosis personil yang menggunakan doismeter aktif	✓		Namun penggunaannya masih belum optimal dikarenakan keterbatasan alat dosimeter sehingga jarang dicatat oleh dokter yang menggunakan

Catatan dosis personil setiap bulan	✓	Hanya yang menggunakan dosimeter aktif
Catatan dosis pasien	✓	Disimpan di dokumen fisikawan medik/PPR
Hasil pemantauan kesehatan pekerja radiasi	✓	Dilakukan setahun sekali dan diarsipkan di dokumen fisikawan medik/PPR
Hasil pemantauan paparan radiasi	✓	Dilakukan setahun sekali
Hasil verifikasi keselamatan	✓	Belum dilakukan
Uji kesesuaian c-arm	✓	Dilakukan setiap 3 tahun sekali. Tetapi apabila terdapat perubahan ruangan, tabung, dan perbaikan alat maka akan dilakukan uji kesesuaian walaupun belum 3 tahun
Hasil kalibrasi mengenai alat ukur radiasi	✓	Dilakukan setiap 1 tahun sekali dan disimpan oleh PPR dan fisikawan medik
Sertifikat pendidikan dan pelatihan personil	✓	Dokumen disimpan oleh PPR
Data perawatan dan perbaikan c-arm	✓	Dokumen disimpan di IPSRS
Hasil pencarian fakta akibat kecelakaan radiasi	✓	Belum pernah ada kecelakaan radiasi
Data mengenai pelatihan	✓	<ul style="list-style-type: none"> • Identitas personil yang mengikuti pelatihan • Materi yang diberikan, durasi jam pelajaran • Serta badan yang menyelenggarakan

Pada tabel 6. menunjukkan bahwa terdapat rekaman dan laporan mengenai proteksi dan keselamatan radiasi. Hal ini belum sesuai dengan peraturan Bapeten No.4 Tahun 2020 tentang Keselamatan Radiasi Pada Penggunaan Pesawat Sinar-X Dalam Radiologi Diagnostik Dan Intervensional karena catatan dosis personil yang menggunakan dosimeter aktif yang belum optimal, hal ini disebabkan oleh keterbatasan alat. Selain itu belum ada mengenai hasil verifikasi keselamatan karena belum dilakukan. Dalam hal ini sebaiknya melakukan pemenuhan alat dosimeter aktif dan segera melakukan hasil verifikasi keselamatan.

Berdasarkan hasil penelitian di dapatkan bahwa terdapat langkah dalam menerapkan prinsip proteksi radiasi di ruang radiologi intervensi instalasi RIR RSUP Prof. Dr.I.G.N.G Ngoerah yaitu :

- a. Justifikasi (melakukan penanganan dengan manfaat lebih besar daripada resiko)
- b. Limitasi (penggunaan cine yang efektif)
- c. Optimasi (menggunakan protocol dialat sesuai dengan organ yang diperiksa pan pemilihan dosis radiasi yang tepat)

Hal ini sesuai dengan peraturan Bapeten No.4 Tahun 2020 tentang Keselamatan Radiasi Pada Penggunaan Pesawat Sinar-X Dalam Radiologi Diagnostik Dan Intervensional yang menjelaskan mengenai prinsip proteksi radiasi.

Pembagian kerja dibagi menjadi 2 yaitu pembagian kerja daerah pengendalian dan supervisi. Daerah Pengendalian adalah daerah kerja yang memerlukan tindakan proteksi dan ketentuan keselamatan khusus untuk mengendalikan paparan normal selama kondisi kerja normal dan untuk mencegah atau membatasi tingkat Paparan Potensial. Daerah Supervisi adalah daerah kerja di luar Daerah Pengendalian yang memerlukan peninjauan terhadap Paparan Kerja dan tidak memerlukan tindakan proteksi atau ketentuan keselamatan khusus (13).

Berdasarkan pengamatan di ruang radiologi intervensi instalasi RIR RSUP Prof. Dr.I.G.N.G Ngoerah di dapatkan hasil berikut :

Table 7. Proteksi Radiasi terhadap Paparan Kerja

Kriteria	Hasil		Keterangan
	Ada	Tidak ada	
Daerah pembagian kerja	✓		Terdapat daerah pengendalian (ruang pemeriksaan) dan daerah supervisi (ruang monitor dan kontrol)
Langkah tindakan proteksi dan keselamatan radiasi di daerah pengendalian dan supervisi	✓		Daerah pengendalian : Menggunakan APD lengkap saat pemeriksaan, Memasang tanda peringatan Lampu bahaya menyala saat pemeriksaan berlangsung Daerah supervisi : memasang tanda dengan khusus petugas
Perlengkapan proteksi radiasi di radiologi intervensi	✓		Terdapat pemantau dosis radiasi perorangan, TLD (dosimeter pasif) dan dosimeter aktif

Peralatan proteksi radiasi di radiologi intervensi	✓	Terdapat APD (Alat Pelindung Diri) anatara lain : Apron terbuat dari bahan dengan ketebalaan 0,5mm Pb (timbangan) Pelindung tiroid terbuat dari bahan dengan ketebalaan 0,5mm Pb (timbangan) Pelindung gonad terbuat dari bahan dengan ketebalaan 0,5mm Pb (timbangan) Kacamata Pb terbuat dari bahan dengan ketebalaan 0,35mm Pb (timbangan)
label penjabaran pengecekan di peralatan proteksi radiasi	✓	Terdapat no/kode apron Tanggal kalibrasi dan berakhirnya Tertulis bahan dengan ketebalan 0,5mm Serta tempat adanya apron diruangan mana
Prosedur keselamatan pengoperasian mengenai pesawat c-arm di radiologi intervensi	✓	Mengoperasikan alat sesuai dengan standar prosedur pengoperasian yang sudah dibuat berdasarkan manual book
Perhitungan penetapan peninjauan pembatas dosis	✓	Untuk pekerja radiasi yaitu 5mSv per 5 tahun
Perhitungan penetapan dosis personil	✓	Saat ini belum dilakukan evaluasi lagi setelah penetapan 5 mSv per 5 tahun
Pemantauan paparan radiasi di daerah kerja radiologi intervensi	✓	Untuk lingkungan sekitar dilakukan setiap 1 tahun sekali, namun untuk lingkungan kerja (bagian pemeriksaan) belum dilakukan dan akan di lakukan pada tahun ini
Peralatan pemantau dosis perorangan	✓	Terdapat TLD dan dosimeter aktif
Hasil dari peralatan pemantau dosis perorangan dicatat	✓	Untuk TLD dilakukan pemantauan setiap 3 bulan sekali
Pertimbangan khusus mengenai pekerja wanita yang hamil	✓	Dipindah tugaskan ke bagian radiodiagnostik

Pada tabel 7. menunjukkan bahwa ruang radiologi intervensi instalasi RIR RSUP Prof. Dr. I.G.N.G Ngoerah memiliki daerah pembagian kerja yaitu daerah pengendalian (ruang pemeriksaan) dan daerah kerja supervisi (ruang monitor). Terdapat perlengkapan dan peralatan proteksi radiasi. Terdapat paparan kerja mengenai prosedur keselamatan pengoperasian alat

berdasarkan manual book, terdapat perhitungan penetapan peninjauan pembatas dosis untuk pekerja radiasi sebesar 5mSv per 5 tahun. Terdapat pemantauan paparan radiasi di daerah kerja radiologi intervensi yang dilakukan setiap satu tahun sekali untuk lingkungan sekitar, namun untuk lingkungan kerja (bagian pemeriksaan) belum dilakukan dan akan di lakukan pada tahun ini. Terdapat catatan hasil dari peralatan pemantau dosis perorangan dan terdapat pertimbangan khusus untuk pekerja yang sedang hamil. Hal ini sesuai dengan Bapeten No.4 Tahun 2020 tentang Keselamatan Radiasi Pada Penggunaan Pesawat Sinar-X Dalam Radiologi Diagnostik Dan Intervensional.

Berdasarkan hasil penelitian mengenai proteksi radiasi terhadap paparan medik diketahui bahwa bagi bayi, anak-anak, dan orang hamil boleh melakukan tindakan pemeriksaan di radiologi intervensi asal tetap mempertimbangkan asas justifikasi. Asas justifikasi yaitu manfaat lebih besar dibandingkan resiko. Selain asas justifikasi terdapat pula asas optimasi. Asas optimasi ini yaitu menggunakan protokol di alat sesuai dengan organ yang diperiksa dan pemilihan dosis yang tepat. Hal ini sesuai dengan Bapeten No.4 Tahun 2020 tentang Keselamatan Radiasi Pada Penggunaan Pesawat Sinar-X Dalam Radiologi Diagnostik Dan Intervensional.

Desain ruangan merupakan langkah awal yang harus dilakukan sebelum suatu pesawat sinar-X dioperasikan. Tujuan desain ruangan yang utama adalah untuk menjamin bahwa manusia yang berada di balik dinding menerima paparan radiasi yang lebih kecil dari Nilai Batas Dosis (NBD) yang berlaku padanya (4). Berdasarkan hasil pengamatan terhadap ruangan radiologi intervensi instalasi RIR RSUP Prof. Dr. I.G.N.G Ngoerah di ketahui bahwa desain ruangan sudah sesuai dengan ketentuan adapun rinciannya sebagai berikut :

Table 8. Ruangan Pesawat Sinar-X

Kriteria	Hasil		Keterangan
	Ada	Tidak ada	
Dinding ruangan radiologi intervensi	✓		Beton dengan ketebalan 20 cm dan dinding yang berwarna cerah
Lantai ruangan radiologi intervensi	✓		Lantai yang tidak licin dengan menggunakan vinly karet untuk ruangan pemeriksaan
Plafon di radiologi intervensi	✓		Menggunakan plafon dengan jenis gysum dan memiliki ketinggian 2,8m dari atas lantai
Lampu bahaya di pintu radiologi intervensi	✓		Terdapat lampu bahaya. Lampu bahaya akan menyala jika di dalam ruangan sedang ada pemeriksaan berlangsung
tanda peringatan bahaya di pintu radiologi intervensi	✓		<ul style="list-style-type: none"> • Terdapat stiker peringatan tanda bahaya radiasi • Ibu hamil

Apakah ada pendingin ruangan di radiologi intervensi	✓	<ul style="list-style-type: none"> • Dan tanda khusus untuk petugas Terdapat AC sebagai pendingin ruangan
--	---	--

Berdasarkan hasil penelitian di tabel 8. menunjukkan bahwa desain ruang radiologi intervensi instalasi RIR RSUP Prof. Dr. I.G.N.G Ngoerah sesuai dengan ketentuan perka Bapeten No 4 Tahun 2020 tentang Keselamatan Radiasi Pada Penggunaan Pesawat Sinar-X Dalam Radiologi Diagnostik Dan Intervensional

Berdasarkan pengamatan dan wawancara terhadap PPR dan fisikawan medik mengenai fitur yang berada di pesawat sinar-X di ruang radiologi intervensi instalasi RIR RSUP Prof. Dr. I.G.N.G Ngoerah di dapatkan hasil sebagai berikut :

Table 9. Fitur Pesawat Sinar-X

Kriteria	Hasil		Keterangan
	Ada	Tidak ada	
Fitur umum di pesawat c-arm	✓		<ul style="list-style-type: none"> • Terdapat perangkat keras dan perangkat lunak terintegrasi • Semua parameter operasi dapat ditampilkan dengan jelas
Fitur khusus di pesawat c-arm	✓		<ul style="list-style-type: none"> • Terdapat sitem untuk DSA • Terdapat DAP (perkalian kerma udara-luas kumulatif • Terdapat waktu fluoroskopi kumulatif • Dan jumlah akuisisi citra kumulatif

Pada tabel 9. menunjukkan bahwa terdapat fitur umum dan fitur khusus yang ada di pesawat c-arm di ruang radiologi intervensi instalasi RIR RSUP Prof. Dr.I.G.N.G Ngoerah, hal ini sesuai dengan Bapeten No.4 Tahun 2020 tentang Keselamatan Radiasi Pada Penggunaan Pesawat Sinar-X Dalam Radiologi Diagnostik Dan Intervensional yang menjelaskan mengenai fitur umum dan fitur khusus yang berada di ruangan radiologi intervensi.

Selain fitur umum dan fitur khusus perka Bapeten No. 4 Tahun 2020 tentang Keselamatan Radiasi Pada Penggunaan Pesawat Sinar-X Dalam Radiologi Diagnostik Dan Intervensional terdapat penjelasan mengenai verifikasi keselamatan . Berdasarkan hasil pengamatan dan wawancara yang dilakukan penulis mengenai verifikasi keselamatan di ruang radiologi intervensi instalasi RIR RSUP Prof. Dr. I.G.N.G Ngoerah di dapatkan hasil sebagai berikut :

Table 10. Verifikasi Keselamatan

Kriteria	Hasil	Keterangan
----------	-------	------------

	Ada	Tidak ada
Kelemahan dalam desain pesawat c-arm di radiologi intervensi	✓	Meja yang terlalu kecil dan terlalu sensitif terhadap kelembapan
Kegagalan pesawat c-arm dalam pengoperasian	✓	Sangat sensitif terhadap suhu dan kelembapan apabila tidak sesuai standar
Kegagalan atau kesalahan yang mempengaruhi pengiriman radiasi	✓	Kerusakan pada komponen yang berada di ruangan mesin
Kesalahan manusia		✓ Belum pernah ada
Uji kesesuaian pesawat sinar-X Radiologi Intervensional	✓	Dilakukan setiap 3 tahun sekali
Verifikasi keselamatan radiasi yang dilakukan oleh pihak berwenang seperti Bapeten	✓	Masih perlu diperbaiki dan ditingkatkan terutama dalam penyusunan dan pelaksanaan dokumen proteksi radiasi

Pada tabel 10. menunjukkan bahwa terdapat kelemahan dalam desain pesawat c-arm di radiologi intervensi, terdapat kegagalan pesawat c-arm dalam pengoperasian, dan terdapat kegagalan atau kesalahan yang mempengaruhi pengiriman radiasi. Hal ini disebabkan c-arm sangat sensitif terhadap suhu dan kelembapan apabila tidak sesuai standar sehingga dapat terjadi kegagalan pesawat c-arm dalam pengoperasian. Kemudian kegagalan atau kesalahan yang mempengaruhi pengiriman radiasi bisa disebabkan oleh kerusakan pada komponen yang berada di ruang mesin. Namun belum pernah terjadi kesalahan manusia di radiologi intervensi instalasi RIR RSUP Prof. Dr. I.G.N.G Ngoerah. Dalam hal ini sebaiknya dilakukan pengecekan berkala mengenai suhu dan kelembapan sesuai standar serta pengecekan komponen yang berada di ruang mesin untuk menghindari kegagalan pesawat dalam pengoperasian maupun kegagalan atau kesalahan yang dapat mempengaruhi pengiriman radiasi. Selain itu, telah dilakukan verifikasi keselamatan yang dilakukan oleh pihak berwenang Bapeten tetapi masih perlu diperbaiki dan ditingkatkan terutama dalam penyusunan dan pelaksanaan dokumen proteksi radiasi.

Uji kesesuaian pesawat sinar-X merupakan suatu uji untuk memastikan pesawat sinar X dalam kondisi andal, baik untuk kegiatan diagnostik maupun intervensional dan memenuhi peraturan perundang-undangan. Pengujian pesawat sinar X dilakukan oleh Penguji Berkualifikasi yang ditunjuk oleh BAPETEN. Uji kesesuaian ini juga dilakukan untuk memastikan pesawat sinar-X tidak mengalami kebocoran radiasi atau mengalami kerusakan lainnya. Hal ini sangat berguna

agar dosis paparan radiasi yang diterima oleh personil tidak melebihi standar yang telah ditentukan (11). Uji kesesuaian pada radiologi intervensi Instalasi RIR RSUP Prof. Dr. I.G.N.G Ngoerah dilakukan setiap 3 tahun sekali.

Dalam evaluasi implementasi di ruang radiologi intervensi instalasi RIR RSUP Prof. Dr. I.G.N.G Ngoerah Petugas Proteksi Radiasi (PPR) dan fisikawan medik memiliki kendala yaitu :

- a. Minimnya jumlah PPR
- b. Jumlah area dan alat yang terlalu banyak
- c. Pekerjaan PPR yang merangkap pelayanan
- d. Tidak adanya tambahan penghasilan sebagai PPR
- e. Jumlah pekerja radiasi yang banyak sehingga pemenuhan kebutuhan alat pelindung diri tidak bias dilakukan sekaligus (langsung)

Peralatan QC yang belum tersedia sehingga menghambat dalam melakukan quality control terhadap pesawat sinar-x di radiologi intervensi terutama dalam melakukan pengukuran keluaran dosis apakah telah sesuai atau tidak.

KESIMPULAN

Evaluasi implementasi proteksi radiasi di ruang radiologi intervensi instalasi RIR RSUP Prof. Dr. I.G.N.G Ngoerah belum secara sepenuhnya sesuai dengan peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2020 Tentang Pelayanan Radiologi Klinik karena belum tersedianya jumlah kaca mata Pb yang sesuai dan belum tersedia mengenai sarung tangan Pb. Namun untuk jumlah pelindung tiroid sudah cukup untuk personil yang berada di ruangan. Sedangkan untuk perlengkapan proteksi radiasi di implementasinya mengenai kebutuhan digital pocket dosimeter kurang. Sedangkan untuk peraturan Bapeten No.4 Tahun 2020 tentang Keselamatan Radiasi Pada Penggunaan Pesawat Sinar-X Dalam Radiologi Diagnostik Dan Intervensional belum secara sepenuhnya sesuai karena catatan dosis personil yang menggunakan dosimeter aktif yang belum optimal, hal ini disebabkan oleh keterbatasan alat. Selain itu belum ada mengenai hasil verifikasi keselamatan karena belum dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Simanjuntak J, Camelia A, Purba IG. Application of Radiation Safety in Radiology Installation Hospital of Lung in South Sumatra 2013. *J Ilmu Kesehat Masy.* 2013;4(03):245–53.
- Badan K, Tenaga P. jdih.bapeten.go.id. 2011;
- Ilmu J, Masyarakat K, Health P. *Al-Tamimi Kesmas.* 2020;9:39–49.
- Dian F, Poedjomartono B, Trikasjono T. INTERVENSIONAL DAN KATETERISASI JANTUNG VASKULAR DI CATH-LAB ROOM RSUP Dr . SARDJITO. 2015;1:10–22.
- Djamil RM. Dosis Radiasi Pekerja dan Pasien Pada Tindakan Intervensi Di RSUP Dr. M. Djamil, Padang. 2018;9(1):39–47.
- Andrika J. ANALISIS PERBANDINGAN PENGGUNAAN APRON BERBAHAN Pb DAN Zn PADA PEMERIKSAAN RADIOLOGI INTERVENSI DENGAN PESAWAT ALLURA CENTRON PHILIPS. 2020.

- Fairusiyah N, Widjasena B, Ekawati E. Analisis Implementasi Manajemen Keselamatan Radiasi Sinar-X Di Unit Kerja Radiologi Rumah Sakit Nasional Diponegoro Semarang Tahun 2016. *J Kesehat Masy Univ Diponegoro*. 2016;4(3):514–27.
- Di R, Radiologi I, Zubir R. Analisis implementasi sistem manajemen keselamatan radiasi di instalasi radiologi rsud dr. zubir mahmud kabupaten aceh timur. 2021;2(2):29–34.
- Depnaker. Himpunan Peraturan Perundang-undangan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja. Direktorat Pengawasan Norma Dan Keselamatan Kerja; 2006.
- Hiswara E. Buku Pintar Proteksi dan Keselamatan Radiasi di Rumah Sakit. BATAN Press. 2015. 1–100 p.
- Pratiwi AD, Indriyani, Yunawati I. Penerapan Proteksi Radiasi di Instalasi Radiologi Rumah Sakit. *Higeia J Public Heal Res Dev [Internet]*. 2021;5(3):409–20. Available from: <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/higeia/article/view/41346/20238>
- Permenkes. PERATURAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA NOMOR 24 TAHUN 2020 TENTANG PELAYANAN RADIOLOGI KLINIK. Kementrian Kesehatan Republik Indonesia; 2020.
- BAPETEN. Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 4 Tahun 2020 tentang keselamatan radiasi pada penggunaa pesawat sinar-X dalam radiologi diagnostik dan intervensioal. 2020;42–4.
- Dianasari T, Koesyanto H. Penerapan Manajemen Keselamatan Radiasi Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit. *Unnes J Public Heal*. 2017;6(3):174.
- ICRP. 1990. *ICRP Publication 60: Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. Elsevier.