



Studi Paparan Radiasi pada Pekerja Radiasi Cathlab dengan Menggunakan *My Dose Mini* sebagai Upaya Keselamatan Radiasi di RSUP Adam Malik Medan

Martua Damanik¹, Josepa ND Simanjuntak¹, Elvita Rahmi Daulay¹

¹ Departemen Radiologi, RSUP Adam Malik, Medan Sumatera, 20136

damanikmartua@yahoo.com

Makalah Penelitian

Menyerahkan

3 Mei 2021

Diterima

10 Juli 2021

Terbit

26 Juli 2021

ABSTRAK

STUDI PAPARAN RADIASI PADA PEKERJA RADIASI CATHLAB DENGAN MENGGUNAKAN *MY DOSE MINI* SEBAGAI UPAYA KESELAMATAN RADIASI DI RSUP ADAM MALIK MEDAN. Pekerja radiasi Cathlab saat melakukan tindakan intervensional berisiko tinggi terhadap efek paparan radiasi. Risiko dari paparan radiasi adalah efek biologi deterministik dan stokastik. Studi paparan radiasi terhadap pekerja radiasi di Cathlab dilakukan untuk mengetahui nilai paparan radiasi yang diterima. Studi paparan radiasi ini dilakukan dengan metode pengukuran dan pencatatan dosis paparan radiasi yang diterima oleh pekerja radiasi. Pengukuran dilakukan saat petugas radiasi melakukan prosedur tindakan intervensi. Dan dilakukan selama satu bulan di ruang Cathlab RSUP Adam Malik Medan. Modalitas yang digunakan adalah Fluoroskopi Intervensial merek GE Medical System dan Phillips Allura Xper FD20. Dosimeter yang digunakan adalah “*my dose mini*” yang diletakkan di dalam perisai atau apron yang dipakai oleh pekerja radiasi. Ukuran perisai yang dipergunakan adalah 0,50 mmPb bagian depan dan 0,25 mmPb bagian belakang. Pekerja radiasi yang diukur dosis paparan radiasinya terdiri dari 10 orang dokter, 11 orang perawat dan 1 orang radiografer. Setiap prosedur pemeriksaan masing-masing pekerja radiasi memiliki jarak, waktu dan perisai yang berbeda dari sumber radiasi. Hasil pengukuran dosis paparan radiasi sebesar (1-59 μ Sv) untuk dokter, (1-58 μ Sv) untuk Perawat dan 1 μ Sv untuk Radiografer. Sebagai upaya proteksi radiasi harus memperhatikan faktor waktu, jarak dan perisai. Cara yang dapat dilakukan adalah menghindari terlalu lama berada dekat dari sumber radiasi, menjaga jarak pada tingkat yang aman dari radiasi dan menggunakan perisai seperti apron berlapis Pb, menggunakan sarung tangan Pb, kaca mata Pb dan pelindung tiroid. Besarnya dosis paparan radiasi yang diterima oleh setiap pekerja radiasi saat dilakukan pengukuran masih dalam batas toleransi. Sesuai dengan regulasi Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN), yang di rekomendasikan oleh *International Commission on Radiological Protection* (ICRP) yaitu 20 mSv/tahun. Hasil penelitian ini diharapkan sebagai bahan masukan untuk meningkatkan mutu pelayanan terhadap monitoring dosis paparan radiasi di Cathlab dan sebagai bahan referensi untuk melakukan penelitian selanjutnya.

Kata Kunci: Paparan Radiasi, Pekerja Radiasi, Cathlab, Keselamatan Radiasi dan Dosimeter.

ABSTRACT

Cathlab radiation workers, when performing interventional procedures, are at high risk of the effects of radiation exposure. The risk of radiation exposure is deterministic and stochastic biological effects. Therefore, radiation exposure studies of radiation workers at the cath lab were conducted to determine the value of radiation exposure received. This radiation exposure study was conducted by measuring and recording radiation exposure doses received by radiation workers. Measurements are made when the radiation officer performs the intervention procedure. The research was carried out for one month in the cath lab room of the Adam Malik General Hospital, Medan. The modalities used are GE Medical System Interventional Fluoroscopy and Phillips Allura Xper FD20. The dosimeter used is “my dose mini”, which is placed inside a shield or apron worn by radiation workers. The size of the apron shield used is 0.50 mm Pb at the front and 0.25 mm Pb at the rear. Radiation officers whose radiation exposure dose was measured consisted of 10 doctors, 11 nurses, and one radiographer. Each inspection procedure of each radiation worker has a different distance, time, and shield from the radiation source. The measurement of radiation exposure dose is (1-59 μ Sv) for doctors, (1-58 μ Sv) for nurses, and 1 μ Sv for radiographers. To protect against radiation must pay attention to the factors of time, distance, and shielding. Ways that can do are to avoid being close to radiation sources for too long, keep a space at a safe level from radiation, and use shields such as Pb-coated aprons, use Pb gloves, Pb goggles, and thyroid protectors. The amount of radiation exposure dose received by each radiation worker at the time of measurement is still within the tolerance limit. The Nuclear Energy Regulatory Agency (BAPETEN) regulation, which the International Commission recommends on Radiological Protection (ICRP), is 20 mSv/year. The results of this study are expected to be used as input for improving the quality of service for monitoring radiation exposure doses in the Cathlab and as reference material for further research.

Keywords: Radiation Exposure, Radiation Workers, Cathlab, Radiation Safety and Dosimeter.

1. PENDAHULUAN

Pemeriksaan radiologi intervensi digunakan untuk memandu prosedur pemeriksaan intervensi dengan menampilkan gambaran pembuluh darah pada organ tubuh secara rinci. Metode pencitraan yang *real-time*, sangat membantu dokter lebih akurat dalam tindakan prosedur operasi. Tindakan intervensi dilakukan oleh dokter spesialis radiologi, kardiologi dan dokter yang kompeten untuk mendiagnosis dan terapi dengan prosedur tindakan *cardiology diagnostic invasive*. Tindakan ini dilakukan di ruang kateterisasi jantung dan angiografi. Kelebihan dari prosedur ini dibandingkan dengan bedah adalah risiko dan rasa sakit yang minimal dan waktu pemulihan yang cepat. Pemeriksaan dan tindakan di Cathlab dapat dimanfaatkan untuk deteksi dini dalam melakukan pencegahan terhadap berbagai penyakit juga sebagai tindakan preventif dan kuratif [1]. Pekerja radiasi harus lebih berhati-hati dalam melakukan fluoroskopi karena dapat memberikan efek biologi deterministik dan stokastik. Adanya kekhawatiran dosis paparan cenderung lebih tinggi bila prosedur pemeriksaan dengan peralatan fluoroskopi yang tidak memiliki fitur pengurangan dosis mutakhir dan operator yang kurang pelatihan tentang proteksi radiasi. Pengukuran dosis paparan radiasi yang diterima oleh staf medis (dokter, perawat dan tenaga medis lainnya) selama tindakan intervensi, telah dilakukan menggunakan dosimeter pribadi PM-1621, yang disimpulkan bahwa setiap rumah sakit harus memiliki proteksi radiasi yang memadai, dan komite perlindungan keselamatan radiasi yang bertanggung jawab dengan keselamatan radiasi. Selain itu, semua staf medis di radiologi intervensi harus menerima pendidikan proteksi radiasi untuk keselamatan radiasi [2].

Efek cedera pada kulit akibat paparan radiasi yang berkaitan dengan prosedur fluoroskopi telah dimuat dalam beberapa literatur atau Administrasi Makanan dan Obat Amerika Serikat, *the United States Food and Drug Administration* (FDA) akibat dari ablasi frekuensi jantung atau angioplasti koroner [4,5,6]. Pemantauan dosis yang diterima pekerja radiasi dengan pengukuran langsung menggunakan dosimeter perorangan serta menyediakan perlengkapan proteksi radiasi sehingga paparan radiasi yang diterima tidak melebihi Nilai Batas Dosis (NBD) 20 mSv per tahun yang ditetapkan oleh Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) yang tertuang pada Pasal 15 Peraturan Kepala BAPETEN No. 4 tahun 2013 [7]. Pemantauan dosis radiasi yang diterima pekerja radiasi merupakan salah satu keterampilan klinis fisikawan medik yang tertuang dalam KMK No. HK.01.07/Menkes/322/2020 [8].

Pentingnya keselamatan radiasi dan informasi paparan radiasi pada pekerja radiasi sebagai bahan pertimbangan dalam justifikasi permintaan prosedur intervensional bagi klinisi dan dokter, dikaji dalam studi ini yang dilakukan di ruang Cathlab Rumah Sakit Adam Malik Medan.

2. LANDASAN TEORI

Cardiac Catheterization Laboratory (Cathlab) atau laboratorium kateterisasi jantung merupakan fasilitas khusus dalam menangani berbagai masalah jantung, melalui pencitraan klinis. Kateterisasi jantung merupakan prosedur diagnostik yang melibatkan pemasangan kateter ke dalam arteri femoralis atau brakialis yang mengarah ke jantung. Kateter digunakan untuk mengirimkan bahan kontras ke arteri koroner atau ventrikel kiri. Tujuan kontras dikirim ke arteri koroner dan ventrikel kiri adalah untuk meningkatkan kontras citra sehingga pembuluh darah dapat terlihat dengan jelas selama pencitraan angiografi, dan kemampuan ventrikel kiri untuk berkontraksi dan memompa darah dapat dianalisis [9].

Dosis paparan radiasi yang diterima pasien lebih tinggi dan peralatan yang digunakan cenderung kompleks dengan berbagai jenis loop control sesuai dengan kebutuhan klinis. Paparan radiasi terhadap

pekerja radiasi yang melakukan prosedur radiologi intervensi penting diperhatikan, karena paparan radiasi di Cathlab tinggi, sehingga praktik proteksi radiasi harus diterapkan untuk melindungi staf klinis yang bekerja dan staf di sekitar ruang prosedur pemeriksaan Cathlab.

Prinsip yang harus diperhatikan setiap personel Cathlab dalam menjalankan proteksi radiasi yaitu justifikasi, limitasi dan optimasi, untuk mengurangi pengaruh radiasi yang merusak akibat paparan radiasi. Ada tiga prinsip yang telah direkomendasikan oleh *International Commission Radiological Protection* (ICRP) untuk dipatuhi, yaitu justifikasi, limitasi dan optimasi. Justifikasi adalah asas yang berdasarkan manfaat, di mana suatu penyinaran apabila manfaat yang diperoleh jauh lebih besar daripada risiko yang ditimbulkan. Limitasi merupakan Dosis ekuivalen yang diterima pekerja radiasi atau masyarakat tidak boleh melampaui Nilai Batas Dosis (NBD) yang telah ditetapkan. Batas dosis bagi pekerja radiasi dimaksudkan untuk mencegah munculnya efek deterministik (non stokastik) dan mengurangi peluang terjadinya efek stokastik. Sedangkan optimasi yaitu semua penyinaran harus diusahakan serendah-rendahnya (*as low as reasonably achievable*) ALARA, dengan mempertimbangkan faktor ekonomi dan sosial.

Pembatasan dosis radiasi baru dikenal pada tahun 1928 yaitu sejak dibentuknya organisasi internasional untuk proteksi radiasi, ICRP. Pelopor proteksi radiasi yang terkenal adalah seorang ilmuwan dari Swedia bernama Rolf Sievert. Ia lahir pada tahun 1896 ketika Henri Becquerel menemukan zat radioaktif alam. Sievert kemudian diabadikan sebagai satuan dosis paparan radiasi dalam sistem Satuan Internasional (SI). 1 Sievert (Sv) menunjukkan berapa besar dosis paparan radiasi dari sumber radioaktif yang diserap oleh tubuh per satuan massa, yang mengakibatkan kerusakan secara biologis pada sel atau jaringan. Menurut rekomendasi ICRP, pekerja radiasi yang terkena radiasi tidak boleh menerima dosis radiasi lebih dari 50 mSv per tahun dan rata-rata pertahun selama 5 tahun tidak boleh lebih NBD dari 20 mSv. Prinsip proteksi radiasi yang perlu diperhatikan adalah faktor waktu. Tindakan proteksi radiasi dengan sedapat mungkin diupayakan untuk tidak terlalu lama berada di dekat sumber radiasi saat proses pemeriksaan. Dalam pengaturan waktu eksposi juga perlu diperhatikan yaitu dengan menggunakan waktu eksposi serendah mungkin tanpa mengurangi kualitas fotografi.

Faktor jarak. Radiasi dipancarkan dari sumber radiasi ke segala arah, semakin dekat tubuh kita dengan sumber radiasi maka dosis paparan radiasi yang kita terima akan semakin besar. Pancaran radiasi sebagian akan menjadi pancaran hamburan saat mengenai materi. Radiasi hamburan ini akan menambah jumlah dosis radiasi yang diterima. Untuk mencegah paparan radiasi tersebut kita dapat menjaga jarak pada tingkat yang aman dari sumber radiasi dengan tetap mempertimbangkan tugas dan tanggung jawab kita sebagai petugas radiasi. Memaksimalkan jarak dari sumber merupakan salah satu cara untuk mengurangi dosis paparan yang diterima oleh petugas radiasi. Semakin jauh jarak dari sumber radiasi maka akan mengurangi paparan radiasi secara signifikan dengan adanya pengurangan intensitas radiasi yang mengikuti hukum kuadrat terbalik (*inverse square law*) pada persamaan 1.

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{d_1^2}{d_2^2} \quad (1)$$

Tingkat radiasi yang tersebar paling tinggi di sisi tabung sinar-X, di mana berkas sinar-X memasuki jaringan pasien, dan tingkat radiasi tersebar paling rendah di sisi penguat gambar, di mana berkas sinar keluar dari pasien. Tingkat radiasi yang tersebar paling dekat ke pasien dan tingkatnya menurun secara signifikan dengan jarak jauh dari pasien [9]. Radiasi hambur dari pasien merupakan sumber radiasi utama bagi personel dalam ruang Cathlab, termasuk yang balik

menuju tabung sinar-X, adalah hamburan sinar-X. Di mana semakin besar ukuran berkas sinar-X yang masuk ke dalam pasien, semakin besar pula jumlah hamburan [10].

Faktor perisai, Penggunaan perisai berupa apron berlapis Pb, sarung tangan Pb, kaca mata Pb perisai gonad dan perisai tiroid merupakan sarana proteksi radiasi individu. Proteksi terhadap lingkungan dari paparan radiasi dapat dilakukan dengan cara melapisi dinding ruangan dengan menggunakan Pb. Tindakan melapisi dinding ruangan dengan Pb adalah untuk menyerap radiasi. Perisai adalah salah satu alat yang digunakan oleh petugas Cathlab atau pasien pada saat dilakukan pemeriksaan Cathlab. Penggunaan apron sangat direkomendasikan pada petugas Cathlab saat melakukan pemeriksaan, material dan ketebalan apron juga sangat berpotensi mengurangi dosis paparan yang diterima petugas Cathlab, penggunaan apron di Cathlab direkomendasikan menggunakan apron yang setara dengan 0,50 mmPb. Dengan penggunaan pelindung radiasi, akan meminimalkan paparan radiasi yang diterima oleh pekerja radiasi. Bagi pekerja radiasi diharuskan menggunakan perisai radiasi karena dapat melemahkan radiasi sinar-X yang melaluinya, perlemahan berkas sinar-X ini adalah eksponensial karena sebagian berkas tersebut diserap oleh bahan Pb yang dilaluinya, dapat kita lihat pada persamaan berikut :

$$I = I_0 e^{-\mu x} \tag{2}$$

di mana I adalah intensitas radiasi yang ditransmisikan; I_0 adalah intensitas radiasi awal dan μ adalah koefisien atenuasi dari bahan, yang tergantung pada nomor atom, densitas, energi foton dan x adalah ketebalan bahan atenuasi. Peralatan protektif yang umumnya digunakan dalam prosedur radiologi intervensional sebagai perisai radiasi yang meliputi: apron, kacamata Pb, perisai gonad, perisai tiroid, dan sarung tangan [11].

Radiasi latar belakang adalah ukuran tingkat radiasi pengion yang ada di lingkungan di lokasi tertentu yang bukan karena pengenalan sumber radiasi yang disengaja. Hal ini sangat penting dilakukan pengukuran karena pengukuran radiasi diambil dari sumber radiasi tertentu, di mana latar belakang yang ada dapat mempengaruhi nilai pengukuran. Contohnya adalah pengukuran kontaminasi radioaktif di latar belakang radiasi gamma, yang dapat meningkatkan pembacaan total. Langkah pertama dalam tindakan pengukuran paparan radiasi adalah dengan mengukur lebih dahulu radiasi latar belakang. Hal ini kita lakukan untuk mengetahui nilai intensitas radiasi di mana tempat kita melakukan pengukuran, dengan mengarahkan alat ukur kesegala arah dengan tetap konsisten dan dilakukan pengambilan data sebanyak 5 kali dalam waktu masing-masing 10 detik. Kemudian dari kelima data tersebut kita ambil nilai intensitas radiasi rata-rata. Dosis latar pertama sekali harus diukur sebelum dilakukan pengukuran dosis paparan, hasil pengukuran dosis latar akan menjadi penentu berapa besar dosis paparan terhadap pekerja radiasi.

Nilai batas dosis yang ditetapkan bagi pekerja radiasi mengacu pada BAPETEN sesuai dengan rekomendasi IAEA maupun ICRP untuk melindungi pekerja radiasi dengan NBD tersebut merupakan batas tertinggi yang dijadikan acuan, di mana setiap penyinaran yang tidak perlu harus dihindari sesuai dengan prinsip ALARA. Kaidah keselamatan radiasi harus diperhatikan dengan memastikan penggunaan radiasi pengion lebih mendatangkan manfaat daripada risiko aspek dosis radiasi kepada pekerja radiasi, pasien dan publik. Nilai batas dosis bagi pekerja radiasi merupakan dosis yang diterima oleh individu pada saat menjalankan tugas, tidak termasuk dosis yang diterimanya pada saat menjalani pemeriksaan radiologi diagnostik maupun radioterapi, dan dosis radiasi dari alam [7].

Alat pemantau paparan radiasi yang diterima oleh pekerja radiasi baik dokter spesialis radiologi, dokter spesialis kardiologi dan semua personel harus digunakan saat terlibat prosedur tindakan



Gambar 1: Dosimeter “my dose mini”

Tabel 1: Spesifikasi dosimeter my dose mini

Radiasi yang dideteksi	Sinar gama dan X
Energi ambang	20 keV
Rentang Pengukuran	Dosis 1 µSv–1 Sv. Laju dosis 1 µSv/jam–100 Sv/jam
Akurasi	± 10% dari 10 µSv–1 Sv dikalibrasi oleh Am-241 menggunakan slab phantom
Linieritas	±20% dari 10 µSv/jam–100 Sv/jam
Ketergantungan energi	±30% dari 30 keV–200 keV (ref. ²⁴¹ Am)
Alarm	5 alarm: akumulasi dosis hati-hati dan alarm, waktu berlalu, laju dosis hati-hati, dan perkiraan 70dB pada 30 cm.
Tahan air dan debu	IP54
Tampilan	4-digit LCD dengan satuan dan indikasi baterai, bawaan dan lampu latar
Kontrol	Saklar daya dan fungsi
Ketahanan	150 V/m:0.15 MHz–200 MHz. 100V/m: 200 MHz–1000MHz (IEC61326-1:2006)
Daya	Satu baterai lithium CR2450 (<i>conforming</i> untuk IEC 60086-2)
Daya tahan baterai	±700 jam penggunaan kontinu (temperatur ruangan 20 °C)
Lingkungan operasi	10°–50°C kelembaban relative di atas 90%
Ukuran	(31 x 13 x 40) mm
Berat	±55 gram

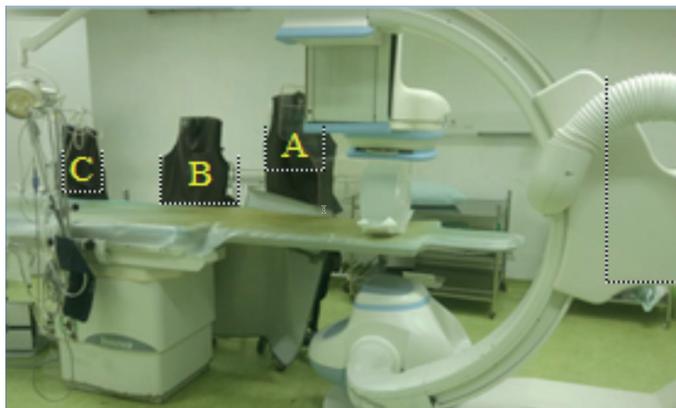
intervensial. Salah satu alat pemantauan perorangan yang digunakan dalam proteksi radiasi adalah dosimeter personal bisa berupa TLD, *Film badge*, *Pendose*. Sedangkan survei meter dan monitor kontaminasi merupakan alat ukur yang dapat memberikan informasi dosis radiasi seperti paparan dalam roentgen, dosis serap dalam rad atau gray dan dosis ekuivalen dalam rem atau sievert. Besaran radiasi yang diukur oleh peralatan ini sebenarnya adalah intensitas radiasi. Untuk keperluan proteksi radiasi nilai intensitas tersebut dikonversikan dan ditampilkan menjadi besaran dosis radiasi[11]. Pemantauan dosis radiasi yang diterima pekerja radiasi merupakan salah satu peran dan tanggung jawab fisikawan medik yang diatur dalam KMK No. HK.01.07/MENKES/322/2000 [6]. Pentingnya informasi paparan radiasi pada pekerja radiasi dan pasien sebagai bahan pertimbangan dalam justifikasi permintaan prosedur intervensional bagi klinisi dan dokter.

3. METODE

Pengukuran paparan radiasi dilakukan di Cathlab Rumah Sakit Adam Malik Medan selama satu bulan. Modalitas fluoroskopi yang digunakan merek *GE medical system* dan *Phillips Allura Xper FD20*. Didalam penelitian ini pekerja radiasi menggunakan apron dengan ketebalan bagian depan 0,50 mm Pb, belakang 0,25 mm Pb. Alat dosimetri yang digunakan adalah *pen dose digital my dose mini*.

Populasi dalam penelitian ini adalah 22 orang dengan perincian sebagai berikut: 10 orang dokter, 11 orang perawat dan 1 orang radiographer. Dosimeter yang digunakan saat pengukuran paparan radiasi adalah *my dose mini* seperti pada Gambar 1.

Adapun spesifikasi dosimeter *my dose mini* yang dipergunakan tersaji pada Tabel 1.



Gambar 2: Posisi Pekerja Radiasi (A. Dokter - B. Perawat - C. Radiografer)

Prosedur pertama yang dilakukan pada saat pengukuran paparan radiasi adalah dengan melakukan pengukuran dosis latar belakang, untuk mengetahui nilai intensitas radiasi saat melakukan pengukuran, dengan cara mengarahkan alat ukur kesegala arah dengan tetap konsisten dan dilakukan pengambilan data sebanyak 5 kali dalam waktu masing-masing 10 detik. Kemudian dari kelima data tersebut kita ambil nilai intensitas radiasi rata-rata. Lalu posisi dosimeter “my dose mini” diletakkan di dalam apron, dengan posisi pekerja radiasi sesuai dengan rutinitas seperti pada Gambar 2.

Penggunaan radiasi untuk tindakan intervensional akan memberikan kontribusi radiasi kepada operator dan lingkungan. Ada 3 (tiga) prinsip yang telah direkomendasikan oleh ICRP untuk dipatuhi, yaitu: justifikasi, di mana setiap pemakaian zat radioaktif atau sumber lainnya harus didasarkan pada azas manfaat, paparan hanya disetujui jika kegiatan itu akan menghasilkan keuntungan yang lebih besar bagi individu atau masyarakat dibandingkan dengan kerugian atau bahaya yang timbul terhadap kesehatan. Limitasi, dosisi ekivalen yang diterima pekerja radiasi atau masyarakat tidak boleh melampaui NBD yang telah ditetapkan. Batas dosis bagi pekerja radiasi dimaksudkan untuk mencegah munculnya efek deterministik atau non stokastik dan mengurangi peluang terjadinya efek stokastik. Optimisasi dalam hal ini dengan mengupayakan semua penyinaran harus diusahakan serendah-rendahnya sesuai dengan prinsip ALARA, dengan mempertimbangkan faktor ekonomi dan sosial, menjamin agar paparan radiasi yang terjadi dapat ditekan serendah-rendahnya. Menurut rekomendasi ICRP, pekerja radiasi yang saat bekerja bila terkena radiasi tidak boleh menerima dosis radiasi lebih dari 50 mSv per tahun dan rata-rata pertahun selama 5 tahun tidak boleh lebih dari 20 mSv. Nilai maksimum ini disebut Nilai Batas Dosis (NBD).

Prinsip proteksi radiasi mengacu kepada tiga faktor yaitu: faktor waktu, yaitu sedapat mungkin diupayakan untuk tidak terlalu lama berada di dekat sumber radiasi saat proses pemeriksaan. Faktor jarak, di mana radiasi dipancarkan dari sumber radiasi ke segala arah, maka semakin dekat tubuh kita dengan sumber radiasi maka paparan radiasi yang kita terima akan semakin besar. Faktor perisai, penggunaan perisai/pelindung berupa apron berlapis Pb, sarung tangan Pb, kaca mata Pb, pelindung gonad, pelindung tiroid yang merupakan sarana proteksi radiasi individu. Proteksi terhadap lingkungan terhadap radiasi dapat dilakukan dengan melapisi ruang radiografi menggunakan Pb untuk menyerap radiasi yang terjadi saat proses radiografi. Prosedur pemeriksaan tingkat paparan radiasi tersebut dipengaruhi oleh jarak, perisai dan waktu dari sumber radiasi. Pada penelitian ini dilakukan pencatatan dari pembacaan langsung untuk setiap prosedur pemeriksaan dan dievaluasi apakah dosis paparan yang diterima personel masih berada dalam batas toleransi NBD yang ditetapkan oleh BAPETEN [11].

Tabel 2: Dosis paparan pekerja radiasi Cathlab selama satu bulan

No.	Pekerja Radiasi	Total Dosis Paparan (µSv)
1	Dokter A	20
2	Dokter B	38
3	Dokter C	16
4	Dokter D	55
5	Dokter E	6
6	Dokter F	2
7	Dokter G	1
8	Dokter H	59
9	Dokter I	1
10	Dokter J	3
11	Perawat A	58
12	Perawat B	1
13	Perawat C	2
14	Perawat D	1
15	Perawat E	30
16	Perawat F	1
17	Perawat G	8
18	Perawat H	10
19	Perawat I	9
20	Perawat J	1
21	Perawat K	1
22	Radiografer	1

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran dosis paparan radiasi yang diterima pekerja radiasi, tidak sama karena dipengaruhi oleh lamanya pemeriksaan, jarak dari sumber radiasi dan perisai yang digunakan oleh pekerja radiasi. Dalam Tabel 2 dapat kita lihat perbedaan dosis paparan radiasi untuk setiap pekerja radiasi. Waktu fluoro dan akumulasi pemeriksaan setiap prosedur berbeda, dapat dilihat pada Tabel 2. Data hasil pembacaan langsung dosis paparan radiasi setiap pekerja radiasi berbeda dapat diamati pada Tabel 2 yang diperoleh sesuai dengan akumulasi dosis paparan tindakan prosedur fluoroskopi, selama satu bulan, dengan variasi waktu pemeriksaan, jarak dengan sumber radiasi, dan perisai yang digunakan.

Data Tabel 2 di atas menunjukkan dosis paparan radiasi yang diterima setiap pekerja radiasi berbeda karena dipengaruhi oleh jarak dari sumber radiasi. Dokter sebagai petugas radiasi lebih dekat dengan sumber radiasi, mendapatkan total radiasi yang lebih tinggi dari perawat dan radiografer. Hal ini sesuai dengan teori yang mengatakan bahwa semakin jauh titik pengukuran dari sumber radiasi maka akan semakin rendah dosis paparan yang diterima dan dapat dijelaskan dengan hukum kuadrat terbalik atau *invers square law* seperti pada persamaan 1. Total dosis paparan radiasi yang diterima oleh dokter lebih tinggi dari perawat dan radiografer.

Pada Tabel 2 juga dapat dijelaskan bahwa perisai yang dipergunakan oleh petugas radiasi akan mengurangi dosis paparan radiasi yang diterima oleh petugas radiasi, hal ini dapat dijelaskan dalam persamaan 2, yaitu perisai radiasi tersebut dapat melemahkan radiasi sinar-X yang melaluinya, sebab perlemahan suatu berkas sinar-X adalah eksponensial di mana sebagian berkas tersebut diserap oleh bahan yang dilaluinya. Membuktikan bahwa petugas radiasi radiografer jauh lebih sedikit mendapat dosis paparan radiasi dibanding dokter dan perawat karena faktor jarak dari sumber radiasi dapat mereduksi dosis paparan

Tabel 3: Waktu fluoros scrub

Pekerja radiasi dan fungsinya	Jumlah tindakan	Fluoro time (s)
Perawat A (Scrub)	3	2915
Perawat B (Scrub)	1	544
Perawat C (Scrub)	2	1940
Perawat D (Scrub)	1	390
Perawat E (Scrub)	2	1072
Perawat F (Scrub)	1	60
Perawat G (Scrub)	5	3158
Perawat H (Scrub)	3	1213
Perawat I (Scrub)	1	423
Perawat J (Scrub)	1	498
Perawat K (Scrub)	1	444

radiasi dan akan mengurangi efek radiasi. Karena jarak berpengaruh terhadap dosis paparan menurut hukum kuadrat terbalik [11].

Sesuai dengan Tabel 3 dapat dijelaskan bahwa jumlah tindakan dan fluoro time akan berpengaruh terhadap nilai pengukuran yaitu semakin banyak jumlah tindakan maka akan semakin tinggi dosis paparan radiasi yang diterima. Sesuai dengan teori bahwa semakin lama berada dalam paparan radiasi maka akan semakin besar nilai pengukuran atau dosis paparan radiasi yang diterima.

Tabel 4 menunjukkan bahwa tindakan intervensional dengan pemeriksaan yang lebih dari satu pemeriksaan akan memungkinkan semakin meningkat waktu fluoro dan dosis paparan radiasi yang diterima, oleh sebab itu dalam prinsip justifikasi, limitasi dan optimasi perlu dipertimbangkan agar dosis paparan radiasi yang diterima oleh petugas radiasi minimal.

Kendali mutu alat perisai, cara penggunaan peralatan perisai yang tepat sangat penting diketahui oleh semua pekerja radiasi yang ada di Cathlab. Diperlukan *quality control* (QC) peralatan radiologi secara berkala, termasuk pemeriksaan alat QC dan pengukuran paparan radiasi. Penggunaan teknik prosedur pemeriksaan yang tepat seperti mempersingkat waktu fluoroskopi [11]. Dosis paparan radiasi merupakan perhatian penting bagi pekerja radiasi yang melakukan prosedur tindakan intervensi terkait efek paparan radiasi. Beberapa kajian tentang risiko paparan radiasi pada operator dan pasien [12,13]. Risiko bersifat kumulatif seiring waktu dan efeknya biasanya tertunda. Tidak dapat diketahui tingkat dosis yang aman supaya neoplasma tidak terjadi [14]. Vano dkk. menyatakan bahwa kurangnya kepatuhan terhadap kebijakan keselamatan radiasi adalah salah satu masalah utama pelayanan kardiologi intervensi. Memungkinkan juga kurangnya penggunaan dosimeter perorangan tingkat perlindungan radiasi yang tinggi, kurangnya bertanggung jawab atas nilai dosis paparan radiasi yang dilaporkan sangat rendah [15]. Mc Cormick dkk., menyatakan bahwa setelah program pelatihan perlindungan radiasi diwajibkan, kepatuhan dokter dan perawat klinis dengan kebijakan keselamatan radiasi meningkat [16]. Niklason dkk., melaporkan tentang evaluasi dosis efektif menggunakan dua dosimeter pembacaan langsung, satu dosimeter pembacaan nilai pengukuran dosis di bawah apron dan satu dosimeter pembacaan diletakkan diluar perisai tiroid. Dosis efektif dua kali lipat lebih tinggi bila pelindung tiroid tidak digunakan, karena pelindung tiroid melindungi lebih dari sekedar kelenjar tiroid, termasuk daerah kulit, esofagus, tulang belakang, dan sumsum tulang [17].

Dosimeter perorangan pada studi ini ditempatkan di dalam apron setinggi pinggang, hanya memiliki dua dosimeter pembacaan langsung yang dipakai secara bergantian sehingga semua pekerja radiasi belum dapat diukur seperti anastesi dan asisten dokter ini merupakan salah satu keterbatasan studi ini. Untuk pemantauan paparan radiasi semua

Tabel 4: Pekerja radiasi dan pemeriksaan

Pekerja Radiasi	Dosis Paparan Radiasi (μSv)	Fluoro Time (s)	Examination
Dokter A (Operator)	2	67	PA Penyadapan
Perawat A (Scrub)	1	67	PA Penyadapan
Dokter C (Operator)	1	270	PA Penyadapan
Perawat K (Scrub)	0	270	PA Penyadapan
Dokter A (Operator)	2	264	PA Penyadapan
Perawat G (Scrub)	1	264	PA Penyadapan
Dokter C (Operator)	3	444	PA Penyadapan
Perawat K (Scrub)	1	444	PA Penyadapan
Dokter B (Operator)	2	544	PAC
Perawat B (Scrub)	1	544	PAC
Dokter A (Operator)	9	423	PAC
Perawat I (Scrub)	9	423	PAC
Dokter B (Operator)	2	814	PAC
Perawat B (Scrub)	0	814	PAC
Dokter H (Operator)	59	104	PAC
Perawat A (Scrub)	56	104	PAC
Dokter C (Operator)	12	1486	PAC + PCI
Perawat C (Scrub)	1	1486	PAC + PCI
Dokter D (Operator)	12	291	PAC + PCI
Perawat D (Scrub)	1	291	PAC + PCI
Dokter B (Operator)	8	60	PAC + PCI
Radiografer	1	60	PAC + PCI
Dokter E (Operator)	6	540	PCI

pekerja radiasi yang ada di Cathlab Rumah Sakit Adam Malik Medan memerlukan jumlah dosimeter yang memadai.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian terhadap dosis paparan yang diterima oleh petugas Cathlab dapat disimpulkan bahwa nilai dosis paparan radiasi yang diterima pekerja radiasi cathlab masih dalam batas toleransi dan diperoleh perbedaan dosis paparan radiasi untuk setiap pekerja radiasi. Perbedaan dosis paparan yang diterima oleh setiap petugas radiasi dipengaruhi oleh jarak petugas terhadap sumber radiasi, waktu petugas radiasi terpapar radiasi yaitu akumulasi waktu terpapar radiasi dan juga perisai dan ketebalan perisai yang dipergunakan oleh petugas radiasi di Cathlab.

Penelitian ini memberikan hasil pengukuran dosis paparan radiasi oleh dokter sebesar: (1-59 μSv), perawat (1-58 μSv) dan 1 μSv untuk radiografer. Hal ini disebabkan oleh perbedaan posisi atau jarak pekerja radiasi dari sumber radiasi, waktu pemeriksaan dan perisai yang digunakan saat prosedur pemeriksaan baik untuk mendiagnosa maupun terapi yang dilakukan saat tindakan intervensi. Dosis paparan radiasi tertinggi di posisi dekat sumber radiasi dan paling rendah berada jauh dari sumber radiasi.

Merujuk ketentuan BAPETEN dan ICRP, dengan nilai batas dosis 20 mSv per tahun masih dalam batas toleransi. Monitoring dan evaluasi penggunaan radiasi pengion di laboratorium kateterisasi penting dilakukan untuk keselamatan pekerja radiasi, pasien dan lingkungan.

Sesuai dengan hasil pengukuran paparan radiasi petugas Cathlab di Rumah Sakit Adam Malik Medan, maka perlu diperhatikan prinsip proteksi radiasi, yaitu memperhatikan faktor jarak, waktu dan perisai agar terhindar dari risiko paparan radiasi yang dapat memberikan efek deterministik dan stokastik. Disamping itu juga harus memperhatikan prinsip justifikasi, limitasi dan optimasi. Monitoring terhadap paparan

radiasi juga sangat perlu dilakukan khusus bagi petugas proteksi radiasi karena data di atas menunjukkan bahwa potensi terjadinya efek deterministik dan stokastik ada bila tidak dimonitoring secara berkala. Saran pada penelitian ini adalah diharapkan hasil penelitian ini bisa dijadikan bahan masukan untuk meningkatkan mutu pelayanan terhadap monitoring dosis paparan radiasi di Cathlab dan dapat dijadikan sebagai bahan referensi untuk melakukan penelitian selanjutnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terimakasih kepada seluruh staf Cathlab atas dukungan dan kerjasamanya yang telah menyambut inisiasi pelaksanaan studi paparan radiasi sebagai upaya keselamatan radiasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] ICRP *Publication 34, Protection of the patient in diagnostic radiology*, Pergamon Press, Vol. 9, 1982;
- [2] Ü.Kara, I. Akkurt, *Radiation Exposure of Medical Staff in Interventional Radiology*, Acta Physica Polonica A No 1 Vol.130, Turkey, 2016;
- [3] S. Ismail, F. Khan, N. Sultan, M. Naqvi, *Radiation exposure to anaesthetists during interventional radiology*, Anaesthesia, 65, 54–60, Pakistan, 2010;
- [4] W.Huda, K.R. Peters, *Radiology* 193, 642, 1994;
- [5] C.L. Lashbaugh, K.F. Hubner, S.A. Fry, in: Proc.NCRP symp., *National Council on Radiation Protection*, p.46, 1982;
- [6] T. Shope, Food and Drug Administration, USA, Internet Site.
- [7] Peraturan Kepala BAPETEN No. 4 Tahun 2013 tentang Proteksi dan Keselamatan Radiasi dalam Pemanfaatan Tenaga Nuklir, 2013;
- [8] KMK No. HK.01.07/Menkes/322/2020 standart profesi Fisikawan medik, 2020;
- [9] Edward L., et al, *Cardiac Catheterization Equipment Performance*, AAPM Report Number 70, 2001;
- [10] Beth A. Scheuler, *The AAPM/RSNA Physics Tutorial for Residents General Overview of Fluoroscopic Imaging*, Radio Graphics, 20: 1115 – 1126, 2000;
- [11] Titik Kartika, Djarwani Soejoko, *Distribusi dosis hambur dalam Fluoroscopi sebagai variasi sudut*, FMIPA UI, Jakarta, 2011;
- [12] Bashore T. *Fundamentals of X-ray imaging and radiation safety. Journal of the Society for Cardiac Angiography and Interventions*, 54: 126–35, 2001;
- [13] Mettler FA Jr, et al, *Radiation injuries after fluoroscopic procedures. Seminars in Ultrasound CT MR*, 23: 428–42, 2002;
- [14] Bashore T., *Radiation safety in the cardiac catheterization laboratory*, *American Heart Journal*, 147: 375–8, 2004;
- [15] Vano et al, *Occupational radiation doses in interventional cardiology, 15-year follow-up*, *Journal of Radiology*, 79: 383–8, British, 2006;
- [16] Mc Cormick, et al, *Reducing radiation dose in the cardiac catheterization laboratory by design alterations and staff education*, *American Journal of Cardiology* 90: 903–5, 2002;
- [17] Niklason LT, Marx MV, Chan HP, *The estimation of occupational effective dose in diagnostic-radiology with 2 dosimeters*, *Health Physics*, 67: 611–5, 1994;