

**STUDI PAPARAN RADIASI PADA AREA SETINGGI
MATA DOKTER OPERATOR DI RUANG CATHLAB
RS INDRIATI SOLO BARU**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Menyelesaikan Pendidikan Diploma Tiga
Radiologi pada Politeknik Kesehatan TNI AU
Adisutjipto



**ANDRE CADYCA HARDA SANTOSA
NIM. 21230015**

**POLITEKNIK KESEHATAN TNI AU
ADISUTJIPTO PROGRAM STUDI DIPLOMA
TIGA RADIOLOGI YOGYAKARTA
2024**

LEMBAR PERSETUJUAN
STUDI PAPARAN RADIASI PADA AREA SETINGGI MATA DOKTER
OPERATOR DI RUANG CATHLAB
RS INDRIATI SOLOBARU

ANDRE CADYCA HARDA
SANTOSA NIM. 21230015

Yogyakarta, Maret 2024 Menyetujui:

Pembimbing 1

Tanggal



Delfi Iskardyani, S. Pd., M. Si
NIDN.0523099101

Pembimbing 2

Tanggal

Redha Okta Silfina M. Tr.Kes
NIDN. 0514109301

SURAT PERNYATAAN TIDAK MELAKUKAN PLAGIASI

Saya menyatakan bahwa Proposal Tugas Akhir yang berjudul “Studi Paparan Radiasi Pada Area Setinggi Mata Dokter Operator Di Ruang Cathlab Rumah Sakit Indriati Solo Baru” Ini sepenuhnya karya saya sendiri. Tidak ada bagian di dalamnya yang merupakan dari karya orang lain dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara cara sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku. Atas pernyataan ini saya siap menanggung risiko atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian ditemukan pelanggaran keilmuan dalam karya saya ini, atau ada pihak lain terhadap karya saya ini.

Yogyakarta, Maret 2024

(Andre Cadyca Harda Santosa)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah S.W.T yang telah memberikan rahmat dan karunianya serta kemudahan sehingga Proposal Tugas Akhir yang berjudul “Studi Paparan Radiasi Pada Area Setinggi Mata Dokter Operator Di Ruang Cathlab Rumah Sakit Indriati Solo Baru” ini dapat diselesaikan dengan baik tepat pada waktunya. Laporan Proposal Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi syarat untuk menyelesaikan pendidikan Diploma III Radiologi Politeknik Kesehatan TNI AU Adisutjipto Yogyakarta, yang bertempat di ruang Radiologi Rumah Sakit Indriati Solo Baru.

Dalam penyusunan Proposal Tugas Akhir ini tidak akan lepas dari segala bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis juga mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada :

1. Bapak Kolonel (purn). dr. Mintoro Sumego., M.S selaku Direktur Politeknik Kesehatan TNI AU Adisutjipto Yogyakarta.
2. Ibu Delfi Iskardyani, S.Pd., M.Si. selaku Pembimbing 1, yang telah memberikan semangat, saran, dan masukan sehingga dapat terselesaikan Proposal ini.
3. Ibu Redha Okta Silfina, M.Tr.Kes, selaku Ketua Prodi sekaligus Pembimbing 2, yang telah memberikan semangat, saran, dan masukan sehingga dapat terselesaikan Proposal ini
4. Bapak Ibu dosen serta Staf Karyawan Poltekkes TNI AU Adisutjipto.
5. Seluruh Keluarga, teman teman mahasiswa Radiologi Politeknik Kesehatan TNI AU Adisutjipto dan pihak lain yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah memberikan doa dan juga dukungan.

Penulis menyadari bahwa masih ada kekurangan dalam penyusunan Proposal Tugas Akhir ini. Oleh Karena itu, penulis menerima kritik dan saran yang membangun dari pembaca sehingga menjadi lebih sempurna. Penulis juga berharap Proposal Tugas Akhir ini bermanfaat bagi penulis maupun para pembaca.

Yogyakarta, Maret 2024

(Andre Cadyca Harda Santosa)

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	ii
SURAT PERNYATAAN TIDAK MELAKUKAN PLAGIASI.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	5
C. Tujuan Penelitian	5
D. Manfaat Penelitian	5
BAB II KAJIAN TEORI	7
A. Telaah Pustaka	7
B. Kerangka Teori.....	20
C. Kerangka Konsep	21
BAB III METODE PENELITIAN	22
A. Jenis dan Rancangan Penelitian.....	22
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	22
C. Sampel Penelitian	22
D. Instrumen Operasional dan Cara Pengumpulan Data.....	22
E. Cara Analisis Data	24
F. Etika Penelitian.....	24
G. Jalannya Penelitian	24
H. Jadwal Penelitian	25

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Keaslian Penelitian	7
Tabel 2. 1 Efek Radiasi pada Kulit.....	15
Tabel 2. 2 Efek radiasi pada kulit	16
Tabel 2. 3 Efek radiasi pada testis	17
Tabel 2. 4 Efek radiasi pada ovarium	18
Tabel 2. 5 Efek radiasi pada sistem pembentukan darah.....	18
Tabel 2. 6 Efek radiasi pada sistem pembentukan darah.....	19
Tabel 2. 7 Nilai Batas dosis	20
Tabel 4. 1 Hasil pengukuran dosis setinggi mata dokter operator selama pemeriksaan DSA pasien 1 (Tn. M).....	32
Tabel 4. 2 Hasil pengukuran dosis setinggi mata dokter operator selama pemeriksaan DSA pasien 2 (Ny. R)	33
Tabel 4. 3 Hasil pengukuran dosis setinggi mata dokter operator selama pemeriksaan DSA pasien 3 (Tn. I).....	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pesawat C-Arm Intervensional	8
Gambar 2. 2 SID pada pesawat fluoroscopy angiografi	10
Gambar 2. 3 . Efek radiasi pada kulit	12
Gambar 2. 4 Efek radiasi pada mata.....	13
Gambar 2. 5 Skema dosimeter saku	17
Gambar 2. 6 Dosimeter saku milik RS Indriati Solobaru	19
Gambar 2. 7 Kerangka Teori	20

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Jadwal Penelitian	42
Lampiran 2. Surat ijin peneltian	43
Lampiran 3.Sertifikat Kalibrasi.....	44
Lampiran 4. Kondisi Kalibrasi	45
Lampiran 5. Tabel Hasil Pengukuran.....	46
Lampiran 6. Dokumentasi	48

**STUDI PAPARAN RADIASI PADA AREA SETINGGI MATA
DOKTER OPERATOR DI RUANG CATHLAB
RS INDRIATI SOLO BARU**

Andre Cadyca Harda S, Delfi Iskardyani, Redha Okta Silfina

INTISARI

Cardiac Catheterization Laboratory (Cathlab) atau laboratorium kateterisasi jantung dan angiografi yang merupakan tindakan atau prosedur medis kardiologi diagnostik infasif untuk mengetahui adanya penyakit, penyempitan, sumbatan atau pelebaran pada pembuluh darah. Dokter operator sebagai pekerja radiasi yang sangat dekat dengan sumber radiasi pada saat tindakan harus berada di balik tabir radiasi *ceiling* untuk proteksi radiasi sisi atas atau setara mata dokter operator.

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif deskriptif dengan pendekatan eksperimental. Data dikumpulkan dengan cara mengukur dosis akumulasi selama pemeriksaan DSA (*Digital Substraction Angiography*) setinggi mata dokter operator dengan menggunakan dosimeter saku. Sampel yang diambil untuk penelitian ini adalah pasien yang menjalani pemeriksaan DSA (*Digital Substraction Angiography*) di ruang *cathlab* pada periode bulan April- Mei 2024. Untuk mengukur akumulasi paparan radiasi di area setinggi mata dokter operator menggunakan dosimeter saku SmartRad yang diletakkan dekat dengan mata dokter operator selama pemeriksaan DSA (*Digital Substraction Angiography*) serta mencatat waktu *florurotime* yang diperlukan.

Dari hasil analisa data pada penelitian studi paparan radiasi pada area setinggi mata dokter di ruang cathlab RS Indriati Solo Baru Estimasi dosis setinggi mata dokter operator selama tindakan DSA adalah 1,603 μSv . Dosis akumulasi setinggi mata dokter operator per tahun adalah 79,968 μSv atau 0,0799 mSv/tahun.

Kata Kunci : Paparan radiasi, cathlab

STUDY OF RADIATION EXPOSURE AT THE EYE LEVEL OF THE OPERATOR PHYSICIAN IN THE CATHLAB ROOM AT RS INDRIATI SOLO BARU

Andre Cadyca Harda S, Delfi Iskardyani, Redha Okta Silfina

ABSTRACT

The Cardiac Catheterization Laboratory (Cathlab) is a facility for invasive diagnostic cardiology procedures used to detect diseases, narrowing, blockages, or dilation of blood vessels. The operator physician, being in close proximity to the radiation source during procedures, must remain behind the ceiling radiation shield for upper body protection, equivalent to the physician's eye level.

This study is a descriptive quantitative research with an experimental approach. Data were collected by measuring the accumulated dose during Digital Subtraction Angiography (DSA) procedures at the physician's eye level using a pocket dosimeter. The sample for this study consists of patients undergoing DSA (Digital Subtraction Angiography) in the Cathlab room during the period of April to May 2024. To measure the accumulated radiation exposure at the eye level of the operator physician, a SmartRad pocket dosimeter was placed near the physician's eyes during the DSA examination, and the fluoroscopy time was recorded.

The data analysis results of this study on radiation exposure at the eye level of the physician in the Cathlab room at RS Indriati Solo Baru estimate the dose at the physician's eye level during DSA procedures to be 1.603 μSv . The annual accumulated dose at the physician's eye level is 79.968 μSv or 0.0799 mSv/year.

Keywords: Radiation exposure, Cathlab

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Radiologi intervensional adalah cabang ilmu radiologi yang memanfaatkan prosedur minimal invasif untuk mendiagnosa atau mengobati penyakit dengan menggunakan pesawat sinar-X untuk memandu atau membantu menampilkan gambaran pembuluh darah di berbagai organ tubuh. *Cardiac Catheterization Laboratory (Cathlab)* atau laboratorium kateterisasi jantung dan angiografi yang merupakan tindakan atau prosedur medis kardiologi diagnostik infasif untuk mengetahui adanya penyakit, penyempitan, sumbatan atau pelebaran pada pembuluh darah. Modalitas yang digunakan dalam cathlab adalah C-arm stasioner yang bisa memberikan gambar yang detail, sehingga dapat membantu dokter memberikan diagnosis yang akurat dalam melaksanakan operasi atau *Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty (PTCA)*. Selain itu prosedur cathlab juga dapat dimanfaatkan di berbagai bidang lainnya, seperti bedah saraf, bedah tulang dan bedah thoraks- kardiovaskular (Devi Aprilia Primaningtyas et al., 2018).

Pemeriksaan di ruang cathlab dengan menggunakan panduan fluoroskopi tidak lepas dari dosis radiasi yang bervariasi, dimana besarnya dosis dipengaruhi oleh kV (kilovoltage), mA

(miliAmpere) dan s (lama waktu penyinaran dalam hal ini *fluorotime*). Selain *fluorotime* pada pesawat cathlab juga menggunakan mode *cineradiography* yang digunakan untuk mendapatkan citra yang berkualitas tinggi sehingga dosis radiasi pada kardiologi intervensional (cathlab) jauh lebih besar daripada x-ray konvensional. Teknik pencitraan fluoroskopi ini umum digunakan oleh dokter untuk mendapatkan gambar *realtime* bergerak dari gambaran tubuh pasien. Menurut Ghani (2016) penggunaan fluoroskopi yang tidak tepat dapat mengakibatkan dosis yang tinggi. Oleh sebab itu, mengetahui dosis yang diterima oleh pasien atau pekerja radiasi mutlak diperlukan untuk menghindari terjadinya pemberian radiasi yang berlebihan. (Devi Aprilia Primaningtyas et al., 2018) menyatakan bahwa prosedur kardiologi intervensional memberikan paparan radiasi medis hanya 12% dari seluruh pemeriksaan radiologi, namun radiasinya tertinggi hingga 50% dari total dosis efektif kolektif, yaitu berjumlah setara dengan 160 pemeriksaan foto thorax per kepala tiap tahun di AS. Dosis radiasi pada pemeriksaan *coronary angiography* setara 1000 kali pemeriksaan foto thorax. Paparan radiasi dapat memberikan efek biologis pada pasien dan pekerja.

Ada dua efek biologis akibat radiasi yaitu efek stokastik (terjadi kanker dan efek genetik) dan efek deterministik yang dapat dilihat dan diprediksi secara langsung perubahan pada jaringan lunak

(Devi Aprilia Primaningtyas et al., 2018). Efek deterministik yang bisa terjadi antara lain kerusakan kulit, eritema, epilepsi, katarak (BATAN, 2011). Salah satu organ yang menerima kemungkinan efek deterministik adalah mata. Organ mata merupakan organ yang paling sensitif terhadap radiasi. Bahaya paparan radiasi berlebihan pada mata dapat mengakibatkan kerusakan pada lensa mata yang lama kelamaan dapat menyebabkan kebutaan akibat katarak. Nilai Batas Dosis (NBD) menurut PERKA BAPETEN Nomor 8 Tahun 2011 pasal 30 ayat 3 huruf a menyatakan bahwa untuk pekerja radiasi tidak boleh melampaui dosis ekuivalen pada lensa mata sebesar 150 mSv dalam satu tahun.

Dokter operator sebagai pekerja radiasi yang sangat dekat dengan sumber radiasi pada saat tindakan harus berada di balik tabir radiasi *ceiling* untuk proteksi radiasi sisi atas atau setara mata dokter operator. Berdasarkan Perka BAPETEN No. 4 Tahun 2020 pasal 28 ayat 4 menjelaskan bahwa peralatan proteksi radiasi meliputi; apron, tabir dilapisi Pb, kacamata Pb, sarung tangan Pb, pelindung tiroid, pelindung ovarium dan/atau pelindung gonad. Sementara itu, terkait pemantauan dosis menurut Peraturan BAPETEN No 4 tahun 2020 Pasal 34 ayat 1 (b) yang menyebutkan bahwa dalam pelaksanaan prosedur radiologi intervensional, pemegang izin wajib menyediakan dosimeter pasif yang meliputi dosimeter pasif untuk seluruh tubuh (TLD) dan dosimeter pasif

untuk lensa mata (TLD Mata)(BAPETEN, 2020).

Pada penelitian sebelumnya penelitian tentang tingkat paparan radiasi di area setinggi mata dokter operator selama pemeriksaan *diagnostic coronary angiography* di Ruang cathlab Instalasi Diagnostik dan Intervensi Kardiovaskuler RSUD Dr. Soetomo Surabaya, menunjukkan bahwa pasien A memberikan kontribusi tingkat paparan radiasi di area setinggi mata dokter operator sebesar 15,34 μ Sv selama 69,17 detik (1 menit 9,17 detik) dan pada pasien B sebesar 25,11 μ Sv selama 46 detik. Tingkat paparan radiasi di area setinggi mata dokter operator tidak melebihi dan jauh lebih rendah dari Nilai Batas Dosis (NBD). Selama pengamatan, dokter operator beserta tim selalu memperhatikan penggunaan alat proteksi diri berupa apron, pelindung thyroid, kacamata Pb, dan kaca tabir yang lengkap selama pemeriksaan *dianostik coronary angiography* berlangsung (Devi Aprilia Primaningtyas et al., 2018).

Menurut observasi penulis, Instalasi Radiologi RS Indriati Solo Baru sudah memiliki peralatan proteksi radiasi yang lengkap. Namun, pada pelaksanaannya dokter seringkali enggan menggunakan kacamata Pb karena dianggap mengganggu fokus penglihatan dokter, ditambah lagi dengan kondisi mata beberapa dokter yang minus maupun plus. Di sisi lain, ruang cathlab RS Indriati Solo Baru tidak didukung dengan kelengkapan TLD

Mata sesuai rekomendasi Perka BAPETEN No 4 Tahun 2020. Hal ini tentu berpotensi memberikan efek deterministik pada lensa mata dokter yang tidak terpantau dengan baik. Kondisi ini juga dipengaruhi oleh jumlah pasien Cathlab RS Indriati, dimana dari sekitar 30 pasien per bulan, mayoritas didominasi oleh kasus DSA cerebral. Berdasarkan uraian diatas penulis tertarik mengambil judul “Studi Paparan Radiasi pada Area Setinggi Mata Dokter Operator di Ruang Cathlab RS Indriati Solo Baru”

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang didapatkan yaitu “Bagaimana hasil studi paparan radiasi pada area setinggi mata dokter operator di ruang cathlab RS Indriati Solobaru?”

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penulisan Tugas Akhir ini adalah untuk hasil studi paparan radiasi pada area setinggi mata dokter operator di ruang cathlab RS Indriati Solobaru.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat teoritis

Meningkatkan pengetahuan, informasi dan wawasan terhadap hasil paparan radiasi setinggi mata dokter operator di ruang cathlab RS Indriati Solobaru.

2. Manfaat Praktis

Dapat memberikan informasi dalam meningkatkan pelayanan

yaitu dalam mengetahui paparan radiasi pada ruang cathlab yang selama ini digunakan dokter operator untuk pemeriksaan. Memberikan informasi mengenai

E. Keaslian Penelitian

Tabel 1. 1 Keaslian Penelitian

No	Nama peneliti (Tahun)	Judul	Metode Penelitian	Perbedaan	Persamaan
1.	Aprilia Primaningtyas dkk (2018)	Analisis tingkat paparan radiasi di area setinggi mata dokter operator selama pemeriksaan diagnostik coronary angiography di ruang cathlab instalasi diagnostik dan intervensi kardiovaskuler rsud dr. Soetomo surabaya	Penelitian Menggunakan Desain Penelitian Deskriptif Observasional	Perbedaan penelitian lokasi penelitian yang berbeda.	Persamaan penelitian Paparan Radiasi di area setinggi mata.
2.	Cicillia Artitin dkk pada tahun 2019	Perbedaan penelitian lokasi penelitian yang berbeda.	Penelitian dengan menggunakan cross-sectional study	Perbedaan penelitian lokasi penelitian yang berbeda, tidak mengukur dosis pada organ tiroid.	Persamaan penelitian Paparan Radiasi di area setinggi mata.

3.	Wida Setiawati pada tahun 2019	Pengaruh paparan radiasi pengion terhadap risiko katarak pada pekerja radiasi bidang Kardiologi Intervensi di Indonesia	Penelitian dengan menggunakan cross-sectional study	Perbedaan penelitian lokasi penelitian yang berbeda.	Persamaan penelitian Paparan Radiasi di area setinggi mata.
----	--------------------------------------	---	--	---	---

BAB II

TINJAUAN TEORI

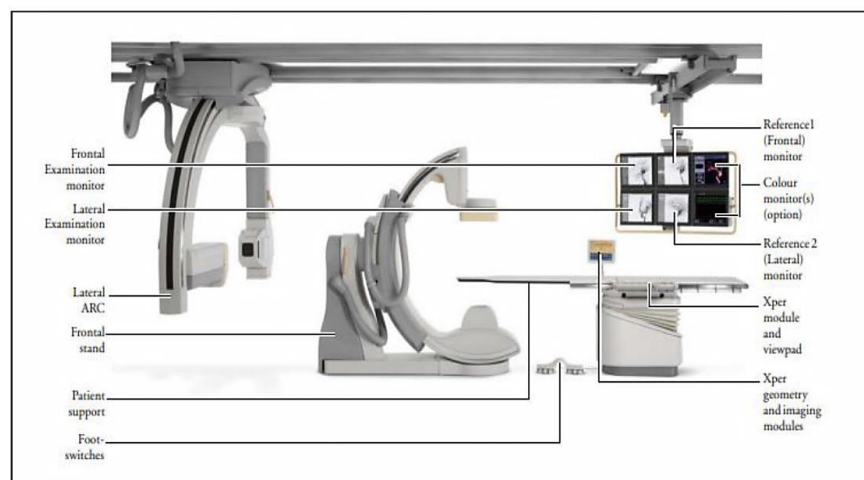
A. TELAAH PUSTAKA

1. Pesawat Fluoroskopi Pada Pesawat C Arm Angiografi

Fungsi utama fluoroskopi adalah pencitraan secara *real-time* untuk memberikan visualisasi proses dinamis yang sedang berlangsung. Untuk beberapa aplikasi klinis digunakan untuk menentukan diagnosis dari tampilan langsung anatomi pasien, aplikasi lain digunakan untuk prosedur intervensional. Untuk menghindari resiko radiasi pada pasien, tingkat paparan fluoroskopi rendah diperlukan. Akibatnya ada jumlah foton yang jauh lebih rendah untuk menghasilkan citra, oleh karena reseptor citra fluoroskopi harus memiliki gain kecerahan yang sangat tinggi untuk memberikan visualisasi yang baik (Supriati, 2020).

Termasuk dalam prosedur diagnostik dan intervensi adalah pencitraan vaskuler dan neurovaskuler misalnya: angiografi, penempatan stent, embolisasi dan thrombolisasi, aplikasi pencitraan jantung termasuk diagnostik dan prosedur intervensional seperti PTCA, pemasangan stent dan atherectomi, implantasi pacu jantung dan elektrofisiologi (EP). Non- vaskuler intervensi seperti drainase, biopsi dan vertebroplastin. (Supriati, 2020).

Prosedur kateterisasi jantung, meliputi pemasangan kateter, guidewires dan peralatan lain akan dipandu dan divisualisasikan menggunakan fluoroskopi real time. Mode *cineradiography* digunakan untuk mendapatkan citra yang berkualitas tinggi (Kim, K.P., dan Miller, 2009). Kualitas gambar dalam pencitraan sinar-X bidang medis tergantung pada karakteristik foton sinar-X yang diproduksi tabung sinar-X, deteksi foton sinar-X oleh detektor dan pengolahan citra. Prosedur endovaskuler intervensional biasanya dilakukan dengan fluoroskopi *C arm*. Pada prosedur ini, citra harus berkualitas. Fluoroskopi *C arm* adalah modalitas yang digunakan untuk mencari sumbatan dan melebarkan pembuluh darah serta memperbaiki aneurisma. *C arm* terdiri dari busur setengah lingkaran berbentuk C dengan tabung sinar-X disalah satu ujung dan detektor di ujung yang lain (Wemmert E, 2014).



Gambar 2. 1 Pesawat C-Arm Intervensional (Kim dkk, 2009)

Geometrik pesawat fluoroskopi intervensional di ruang cath lab (*catheterization laboratory*) terdiri dari: generator sinar-X, tube sinar-X, meja pasien, layar monitor, foot switch, fitur imaging, fitur penyimpanan citra.

2. *Flat Detector* (FD) dan *Source Image Distance* (SID)

Sistem fluoroskopi dibagi menjadi dua kategori, sistem *image intensifier* (II) dan *Flat detector* (FD). Sistem II digunakan sejak tahun 1960-an, merupakan sistem konvensional yang dilengkapi dengan kamera dan layar televisi. Pada sistem FD pada beberapa jurnal disebut *Flat Panel Detector* (FPD) diwakili oleh *detector array* dari *solid state* yang lebih modern. Sistem ini memiliki sejumlah keunggulan dibanding dengan II. Keunggulan meliputi: stabilitas yang lebih baik, dosis pasien yang lebih rendah dan rentang dinamis yang lebih luas (Supriati, 2020).

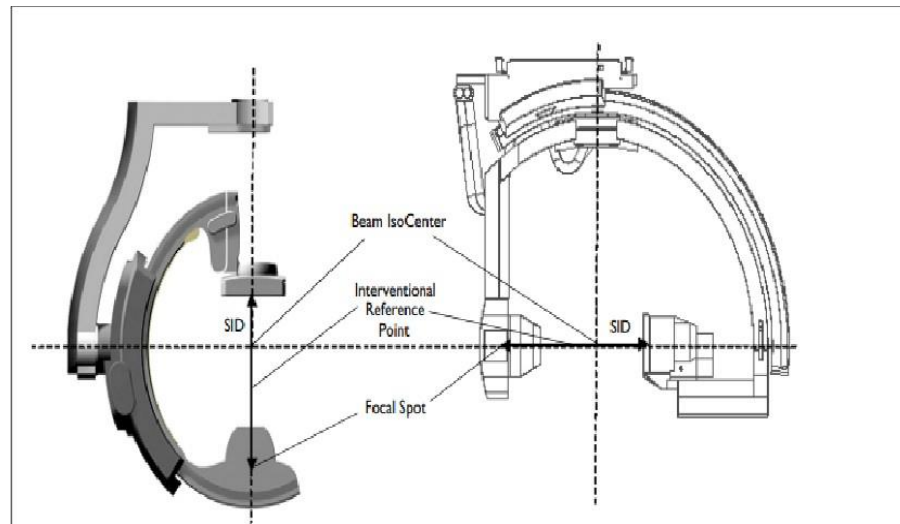
Flat detector menangkap informasi pada resolusi empat kali lebih besar daripada sistem sinar-X konvensional. Hal ini akan memberikan visualisasi yang tajam dari detil terkecil selama prosedur intervensi jantung. Flat detector menggunakan CsI untuk mengkonversi sinar-X menjadi cahaya tampak. *Scintillator* adalah kesamaan FD ke image intensifier. CsI digunakan karena detektor Si jauh lebih banyak sensitif terhadap cahaya tampak daripada sinar-X. FD tidak memiliki

akselerasi elektron atau keuntungan minifikasi untuk mengurangi noise. Namun dapat menggabungkan piksel yang berdekatan (*Pixel Binning*) untuk mengurangi *noise* (Brown, P.H., Wilson C.R., Miron, D.J., 2010).

Binning juga memungkinkan *frame rate* pencitraan yang cepat. Selain itu FD tidak memiliki unsur AI, jadi lebih sedikit redaman sinar-X dibanding II. CsI lebih tebal untuk FD dibandingkan ke II (lebih banyak sinar-X yang diserap untuk FD dibanding II). Pada tipe FD 20, mempunyai piksel 2480 x 1920, 48 cm arah diagonal. Piksel Bins sampai magnitudo maksimal (Mag Max). Max mag memberikan resolusi tertinggi (=22 cm field of view), 0,5 – 6 frame per detik. Sistem FD telah banyak digunakan di *Cath lab* (Brown S. dkk, 2010).

Sistem pencitraan dengan FD memungkinkan semua pergerakan selama pemeriksaan menjadi lebih fleksibel. Dengan desain FD menjadikan reseptor gambar (FD) menghasilkan sinyal digital elektronik yang mewakili intensitas sinar-X yang mengenai setiap elemen detektor (DELS=detector element). *Source image detector* (SID) adalah jarak dari fokal spot (sumber sinar-X) ke lapisan sensitif dalam detektor. Pada umumnya C arm mempunyai SID sebesar 100 cm, tetapi C arm yang digunakan dalam radiologi intervensi mempunyai SID

yang bervariasi. Source image distance seperti ditunjukkan pada gambar 2.2 (Brown S. dkk, 2010).



Gambar 2. 2 SID pada pesawat fluoroscopy angiografi (Brown S. dkk, 2010)

3. Dosis pada pemeriksaan fluros kopi

Sinar-X merupakan foton berenergi tinggi yang terjadi karena proses perlambatan elektron. Mempunyai sifat dapat menembus bahan dan dapat memberikan dosis yang signifikan ke organ internal. Paparan radiasi ke pasien dapat diukur dari *Dose Area Product (DAP)* dan *Entrance Skin Dose (ESD)*. DAP yaitu produk dari dosis yang diserap di udara dari jumlah total radiasi yang dipancarkan dari pesawat sinar-x ke pasien dan dapat digunakan untuk menghitung dosis efektif, yang menjadi ciri resiko stokastik seperti kanker yang dipicu oleh radiasi. ESD digunakan untuk mengevaluasi resiko efek deterministik seperti pada lesi kulit (Zivile Valuckiene., 2016).

Bahaya radiasi melibatkan efek deterministik dan stokastik

serta menimbulkan potensial resiko bagi pekerja. Efek deterministik bergantung pada besarnya dosis radiasi sedangkan efek stokastik dapat dihasilkan dari paparan dan tidak ada dosis minimum diluar radiasi pengion yang dapat disebut aman (Zivile Valuckiene., 2016).

4. Efek Radiasi Terhadap Jaringan dan Organ Tubuh

Efek radiasi secara mikroskopis yang terjadi sebagai dampak interaksi langsung ataupun tidak langsung akan memberikan efek nyata (makroskopis) pada jaringan tubuh bahkan organ manusia, jika terjadi kegagalan dalam perbaikan DNA atau sel. Kerusakan jaringan dan organ tubuh manusia tentu saja akan mempengaruhi terhadap fungsi organ dan sistem kerja jaringan tubuh manusia. Penjelasan efek radiasi terhadap jaringan dan organ tubuh manusia sebagai berikut:

a. Efek radiasi pada kulit

Dosis ambang sekitar 2 - 3 Gy dapat menimbulkan efek kemerahan (eritema) yang bersifat sementara dan muncul dalam waktu beberapa jam setelah terpapar. Beberapa minggu kemudian, eritema akan kembali muncul sebagai akibat dari hilangnya sel-sel basal pada epidermis (Zivile V dkk, 2016).



Gambar 2. 3 . Efek radiasi pada kulit (Zivile V dkk, 2016)

Dosis sekitar 3-8 Gy menyebabkan terjadinya kerontokan rambut (epilasi) dan pengelupasan kering (deskuamasi kering) dalam waktu 3- 6 minggu setelah paparan radiasi (ICRP 60)

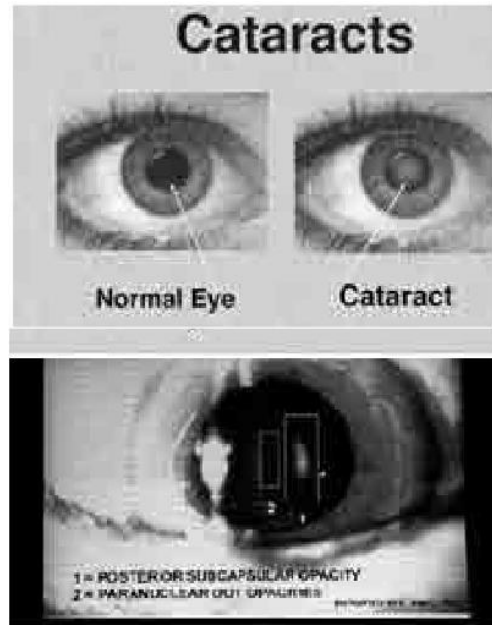
Tabel 2. 1 Efek Radiasi pada Kulit

Efek Radiasi	Rentang Dosis (Gy)	Waktu
Eritmia awal	2-3	6-24 jam
Epilaspis dan deskuamasi kering	3-8	3-6 minggu
Deskuamasi basah	12-20	4-6 minggu
Neklrosis	< 20	10 minggu

b. Efek Radiasi Pada Mata

Lensa mata merupakan bagian mata yang paling sensitif terhadap radiasi. Terjadinya kekeruhan atau hilangnya sifat transparansi lensa mata sudah mulai dapat dideteksi setelah paparan radiasi yang relatif rendah yaitu sekitar 0,5 Gy dan bersifat akumulatif. Katarak terjadi setelah masa laten berkisar dari 6 bulan sampai 35 tahun, dengan rata-rata

sekitar 3 tahun (Zivile V dkk, 2016).



Gambar 2. 4 Efek radiasi pada mata

(Zivile V dkk, 2016)

c. Efek Radiasi Pada Paru-paru

Efek deterministik berupa pneumonitis umumnya muncul beberapa minggu atau bulan setelah terpapar. Kerusakan sel yang mengakibatkan terjadinya peradangan akut paru ini biasanya terjadi pada dosis 3 - 5 Gy (Zivile V dkk, 2016).

Tabel 2. 2 *Efek radiasi pada kulit*

Efek Radiasi	Rentang Dosis (Gy)
Pneumonitis	3-12 minggu
Pulmonary Fibrosis	6 bulan

d. Efek Radiasi Pada Organ Reproduksi

Efek deterministik pada organ reproduksi pria (gonad) adalah sterilitas. Dosis radiasi 0,15 Gy merupakan dosis ambang sterilitas sementara karena sudah mengakibatkan terjadinya penurunan jumlah sel sperma selama beberapa minggu. Sedangkan dosis ambang sterilitas permanen adalah 3,5–6 Gy (Zivile V dkk, 2016).

Tabel 2. 3 Efek radiasi pada testis

Efek Radiasi	Rentang Dosis (Gy)
Oligosperma	0,15
Steril untuk beberapa bulan	< 1
Steril untuk 1-2 Tahun	1-3
Steril permanen	3, 5-6

Pengaruh radiasi pada sel telur sangat tergantung pada usia. Semakin tua usia, semakin sensitif terhadap radiasi. Dosis ambang sterilitas menurut ICRP 60 adalah 2,5 – 6 Gy.

Tabel 2. 4 Efek radiasi pada ovarium

Efek Radiasi	Rentang Dosis (Gy)
Steril sementara	0,65
Steril pada usia 40 tahun	5-7
Steril pada usia 20 tahun	12-15

e. Efek Radiasi Pada Sistem Pembentukan Darah

Dosis sekitar 0,5 Gy pada sumsum tulang sudah dapat menyebabkan penekanan proses pembentukan sel-sel darah. Sementara penurunan jumlah eritrosit (sel darah merah) terjadi lebih lambat, beberapa minggu kemudian. Penurunan jumlah absolut sel limfosit dapat digunakan untuk memperkirakan tingkat keparahan yang mungkin diderita seseorang akibat paparan radiasi akut (Zivile V dkk, 2016).

Tabel 2. 5 Efek radiasi pada sistem pembentukan darah

Jenis sel	Fungsi	Waktu
Eritosit	Transport O ₂ dan CO ₂	Beberapa minggu
Leukosit	Sistem kekebalan tubuh	Beberapa jam
Trombosit	Sistem pembekuan darah	Beberapa hari-minggu

f. Efek Radiasi Terhadap Janin

Dosis ambang yang dapat menimbulkan efek pada janin adalah 0,05 Gy.

Tabel 2. 6 Efek radiasi pada sistem pembentukan darah

Perkembangan janin	Usia kehamilan (minggu)	Efek radiasi
Pre-implantasi	0-2	Kematian
Organogenesis	2-7	Malforasi organ
Fetus	8-40	Retardasi Mental

Dosis ambang diperkirakan sekitar 0,1 Gy untuk usia kehamilan 8 – 15 minggu dan sekitar 0,4 - 0,6 Gy untuk usia kehamilan 16 - 25 minggu. Pekerja wanita yang hamil tetap dapat bekerja selama dosis radiasi yang diterimanya selalu dikontrol secara ketat. ICRP 60 merekomendasikan pembatasan dosis radiasi yang diterima permukaan perut wanita hamil tidak lebih dari 1 mSv selama kehamilan (Zivile V dkk, 2016).

g. Nilai Batas Dosis akumulasi

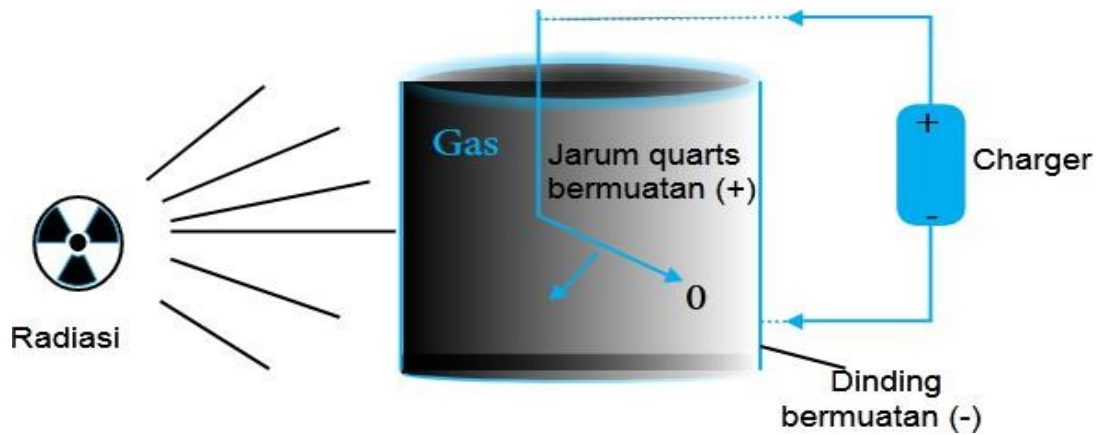
Nilai batas dosis adalah dosis terbesar yang diizinkan oleh BAPETEN yang dapat diterima oleh pekerja radiasi dan anggota masyarakat tanpa menimbulkan efek genetik dan somatik yang berarti akibat pemanfaatan nuklir (Perka BAPETEN No 8 Tahun 2011)

Tabel 2. 7 Nilai Batas dosis

Aplikasi	Pekerja Radiasi	Masyarakat umum
Dosis efektif	20 mSv per tahun, dirata-rata selama 5 tahun berturut-turut, sebesar 50 mSv dalam 1 tahun tertentu	1 mSv per tahun
Dosis tahunan lensa mata	150 mSv dalam 1 tahun	15 mSv dalam 1 tahun
Dosis tahunan kulit	500 mSv dalam 1 tahun	50 mSv dalam 1 tahun

5. Dosimeter Saku

Alat ini digunakan untuk mengukur dosis radiasi secara akumulasi. Jadi, dosis radiasi yang mengenai dosimeter personal akan dijumlahkan dengan dosis yang telah mengenai sebelumnya. Dosimeter personal ini harus ringan dan berukuran kecil karena alat ini harus selalu dikenakan oleh setiap pekerja radiasi yang sedang bekerja di medan radiasi. Dosimeter ini merupakan detektor kamar ionisasi sehingga prinsip kerjanya sama dengan detektor isian gas akan tetapi tidak menghasilkan tanggapan secara langsung karena muatan yang terkumpul pada proses ionisasi akan “disimpan” seperti halnya suatu kapasitor (Tsaulfanidis dkk, 2008).



Gambar 2. 5 Skema dosimeter saku (Tsaulfanidis dkk, 2008)

Konstruksi dosimeter saku berupa tabung silinder berisi gas sebagaimana pada Gambar di atas. Dinding silinder akan berfungsi sebagai katoda yang bermuatan negatif, sedangkan sumbu logam dengan jarum ‘quartz’ di bagian bawahnya bermuatan positif. Mula-mula sebelum digunakan dosimeter ini diberi muatan “charge” jarum quartz pada sumbu detektor akan menyimpang karena perbedaan potensial. Dengan mengatur nilai pada charging-nya maka penyimpangan jarum tersebut dapat diatur agar menunjukka angka nol. Dalam pemakaian bila ada radiasi yang memasuki detektor maka radiasi tersebut akan mengionisasi gas sehingga akan terbentuk ion-ion positif dan negatif yang sebanding dengan intensitas maupun energi radiasi yang memasukinya. Ion-ion akan bergerak menuju anoda dan katoda sehingga mengurangi perbedaan potensial antara jarum dan dinding detektor. Perubahan perbedaan potensial ini menyebabkan penyimpangan jarum berkurang. Perubahan

simpangan jarum ini sebanding dengan jumlah radiasi yang mengenainya (Tsaulfanidis dkk, 2008).

Keuntungan dosimeter saku ini adalah dapat dibaca secara langsung dan tidak membutuhkan peralatan tambahan untuk pembacaannya. Kelemahannya, dosimeter ini tidak dapat menyimpan informasi dosis yang telah mengenainya dalam waktu yang lama (sifat akumulasi kurang baik). Pada saat ini, sudah dibuat dan dipasarkan dosimeter saku yang diintegrasikan dengan komponen elektronika maju (*advanced components*) sehingga skala pembacaannya tidak lagi dengan melihat pergeseran jarum (secara mekanik) melainkan dengan melihat display digital yang dapat langsung menampilkan angka hasil pengukurannya (Tsaulfanidis dkk, 2008)



Gambar 2. 6 Dosimeter saku milik RS Indriati Solobaru

6. Digital Subtraction Angiography (DSA)

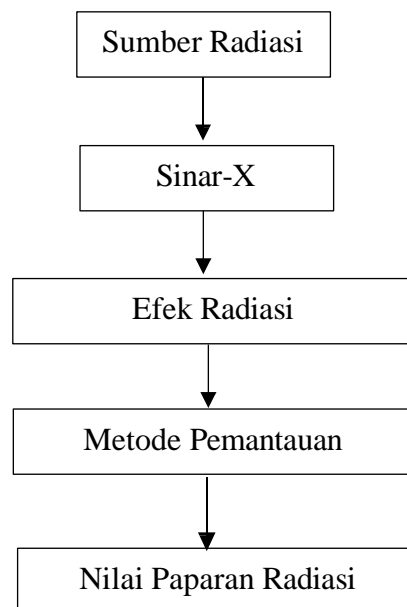
Digital subtraction angiography (DSA) adalah tindakan diagnosis dengan melihat gambaran pembuluh darah di organ otak untuk

mendeteksi masalah aliran darah. Hasil gambaran dari DSA diketahui lebih detail dibandingkan dengan pemindaian CT (*computed tomography*) atau MRI (*magnetic resonance imaging*).

Sebutan lain untuk prosedur diagnosis ini adalah angiogram serebral. Pada prosedur ini, dokter akan memasukkan kateter (tabung kecil dan tipis) ke dalam arteri di pergelangan tangan atau selangkangan. Kemudian, kateter diteruskan ke pembuluh darah di otak. Pewarna kontras disuntikkan melalui kateter dan gambar sinar-X diambil dari pembuluh darah. Dokter yang khusus menangani prosedur DSA adalah dokter spesialis radiologi

B. Kerangka Teori

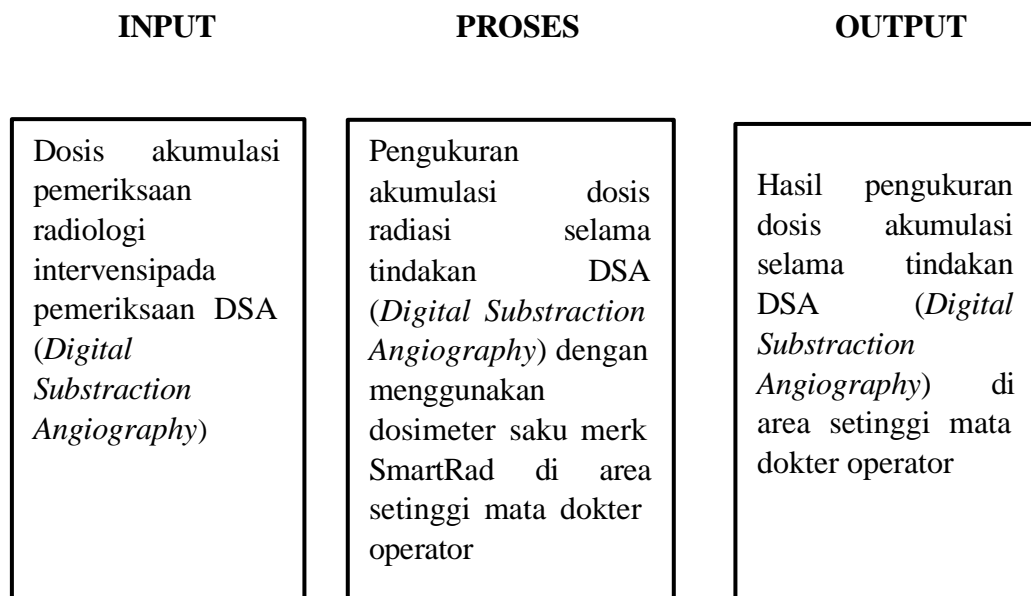
Kerangka teori yang disajikan oleh penulis berupa data dan rangkuman dari berbagai peraturan-peraturan dan literatur yang valid, berikut kerangka teorinya:



Gambar 2. 7 Kerangka Teori

C. Kerangka Konsep

Kerangka konsep yang disajikan penulis berupa urutan proses penulis dalam melakukan penelitian yang dilaksanakan di Instalasi Radiologi Rumah Indriati- Solobaru, berikut kerangka konsep yang disajikan:



BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis dan Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif deskriptif dengan pendekatan eksperimental. Data dikumpulkan dengan cara mengukur dosis akumulasi selama pemeriksaan DSA (*Digital Substraction Angiography*) setinggi mata dokter operator dengan menggunakan dosimeter saku.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat yang di pilih untuk melakukan penelitian dilaksanakan di Rumah Sakit Indriati-Solobaru dan akan dilaksanakan pada bulan April-Mei 2024.

C. Sampel Penelitian

Sampel yang diambil untuk penelitian ini adalah pasien yang menjalani pemeriksaan DSA (*Digital Substraction Angiography*) di ruang *cathlab* Instalasi Jantung dan Pembuluh Darah RS Indriati Solobaru.

D. Instrumen Operasional dan Cara Pengumpulan Data

a) Instrumen operasional yang akan digunakan adalah:

1. Pesawat sinar-X floroskopi (C-arm angiografi)

Merk : GE

Tipe : Innova IGS 520 Omega Cerba

No. Seri : 193200WG3

Kondisi Max : 140 kV/ 104 mAs

Lokasi : Ruang *cathlab*

2. Dosimeter saku Gamma

Merk : SmartRad

Tipe : SmartRad EV-IB

No Seri : Sn. P01a01189

Faktor Kalibrasi : 1,02 μ Sv/jam

3. Apron

4. Alat tulis

5. Kamera

b) Cara pengumpulan data

Penulis mengukur akumulasi paparan radiasi di area setinggi mata dokter operator menggunakan dosimeter saku SmartRad yang diletakkan dekat dengan mata dokter operator selama pemeriksaan DSA (*Digital Substraction Angiography*) serta mencatat waktu *florurotime* yang diperlukan. Penulis mencatat kv, mA, *fluoroscopi time* yang digunakan selama pemeriksaan dari awal hingga akhir.

Pengukuran dilakukan pada beberapa proyeksi dan tindakan seperti AP cranial 20° yang dilakukan pada pemeriksaan DSA dan diperoleh data pengukuran tingkat paparan radiasi di area setinggi mata dokter operator yang dianggap dosis akumulasi pada mata.

E. Cara Analisis Data

1. Observasi

Penulis mengamati secara langsung terhadap ruang pemeriksaan, kelengkapan APD yang terdiri dari Apron, thyroid, sarung tangan Pb, google Pb dan TLD yang disiapkan sebelum tindakan. Penulis mencatat kv, mA, *fluoroscopy time* yang digunakan selama pemeriksaan.

2. Pengukuran

Penulis meletakkan dosimeter saku dibalik *ceiling shield* dengan ketinggian setinggi mata dokter operator selama tindakan dilakukan

3. Penghitungan

Penulis selesai melakukan pengukuran lalu dilakukan penghitungan dengan akumulasi 1 tahun.

Untuk menghitung estimasi dosis radiasi dalam satu bulan pada tindakan DSA, digunakan rumus :

$$Dt = Dp (\mu Sv) \times L (/tahun)$$

Dengan:

Dt = Estimasi dosis radiasi setinggi mata dokter operator selama satu tahun

Dp = Perkiraan dosis setinggi mata dokter operator

L = Jumlah pasien tindakan DSA per tahun

4. Dokumentasi

Peneliti melakukan dokumentasi dengan mencatat hasil baca dosimeter saku setelah tindakan selesai dan dievaluasi.

F. Etika Penelitian

Penelitian akan dilaksanakan setelah mendapat persetujuan dari dosen pembimbing, direktur rumah sakit, PPR, fisikawan medis dan radiografer Instalasi Radiologi Rumah Sakit Indriati-Solobaru.

G. Jalannya Penelitian

Penelitian dimulai dari pengajuan surat ijin penelitian yang disetujui oleh dosen pembimbing 1, dosen pembimbing 2 dan oleh penguji, kemudian surat tersebut diserahkan ke bagian sekretariat rumah sakit yaitu diklat, lalu bagian diklat menyampaikan kapan penelitian dapat dilaksanakan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Penelitian ini mengukur laju paparan radiasi di ruang pemeriksaan Cathlab di RS Indriati Solobaru. Pengukuran dilakukan menggunakan pesawat C-arm merk GE Innova IGS 520 Omega Cerba. Pengukuran laju paparan menggunakan Dosimeter Saku merk smartRad dengan nomor seri Sn. P01a01189.

1. Persiapan alat dan bahan

Persiapan alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah

a. Pesawat C-Arm angiografi stasioner merk GE Innova IGS



Gambar 4.1 Alat C-arm Angiografi Innova IGS

b. Dosimeter Saku smartRad



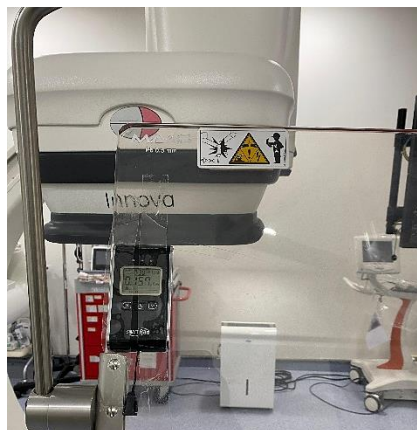
Gambar 4.2 Dosimeter Saku smartRAD

- c. Apron
 - d. Selotip
2. Seting faktor eksposi

Pada alat GE Innova IGD di ruang cathlab menggunakan AEC (*Automatic Exposure Control*). Nilai untuk pemeriksaan DSA menggunakan rentang 80 – 120 kV dan 12 – 20 mA. kV maksimal selama pemeriksaan DSA adalah 120 kV minimal 80 kV. Untuk mA maksimal yang digunakan adalah 20 mA dan minimal 12 mA. Bukaan *Field of View* (FOV) adalah 20 cm dengan penggunaan *fluoroscopy pulse 15 frame per second*.

3. Meletakkan pendose smartRAD di *ceiling shield*

Peletakkan pendose berada setinggi mata dokter operator dan diletakkan di ujung supaya tidak mengganggu jalannya tindakan DSA



Gambar 4.3 Peletakkan pendose smartRAD

4. Pengukuran tingkat paparan Radiasi di area setinggi mata dokter operator pada setiap proyeksi selama pemeriksaan DSA

Hasil data pengukuran tingkat paparan radiasi di area setinggi mata dokter operator selama pemeriksaan DSA di ruang cathlab yang ditunjukkan pada pendose smartRAD dikalikan dengan faktor kalibrasi alat ukur yaitu 1

dan didapatkan dosis area setinggi mata dengan diubah menjadi detik. Jumlah pasien yang diobservasi peneliti ada 3 pasien. Maka besaran dosis radiasi per detik yang diterima setinggi mata dokter operator, dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$D = LD \times 1/3600$$

Dengan :

D = Estimasi dosis radiasi per detik yang diterima dokter operator

LD = Laju dosis (hasil baca pendose smartRAD)

Dengan menggunakan rumus diatas, maka didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Hasil pengukuran dosis setinggi mata dokter operator selama pemeriksaan DSA pasien 1 (Tn. M)

Tindakan	Proyeksi	Faktor Eksposi		Waktu (<i>Flouro time</i>)	Laju paparan radiasi (μ Sv/jam)	Tingkat paparan radiasi setinggi mata (μ Sv)
		kV	mA			
Mapping seed arteri femoralis	AP	80	18	8,6	66,3	0,158
Wire dan kateter menuju arcus aorta kiri	AP	80	18	5,3	84,66	0,124
Wire dan kateter turun ke arkus aorta menuju arteri karotis komunis kiri (arteri internal dan eksternal)	AP CRA 20 ^o	85	19	14,2	106,08	0,418
Wire dan kateter menuju arcus aorta kanan	AP	80	18	6,4	76,05	0,136
Wire dan kateter turun ke arkus aorta menuju arteri karotis komunis kanan (arteri internal dan eksternal)	AP CRA 20 ^o	85	19	15	98,94	0,412
Total				49,5	432,03	1,248

Untuk mendapatkan nilai 0,158 maka dilakukan perhitungan :

$$\frac{66,3}{3600} \times 8,6 = 0,158$$

Nilai waktu *floroscopy* tindakan DSA Tn. M yaitu 49,5 detik dengan total laju paparan radiasi 432,02 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$. Estimasi dosis yang diterima dokter operator selama tindakan DSA adalah 1,248 μSv

Tabel 4. 2 Hasil pengukuran dosis setinggi mata dokter operator selama pemeriksaan DSA pasien 2 (Ny. R)

Tindakan	Proyeksi	Faktor Eksposi		Waktu (<i>Flouro time</i>)	Laju paparan radiasi ($\mu\text{Sv}/\text{jam}$)	Tingkat paparan radiasi setinggi mata (μSv)
		kV	mA			
Mapping seed arteri femoralis	AP	80	16	5,8	55,08	0,088
Wire dan kateter menuju arcus aorta kiri	AP	80	17	7,2	91,8	0,183
Wire dan kateter turun ke arkus aorta menuju arteri karotis komunis kiri (arteri internal dan eksternal)	AP CRA 20°	85	17	16,3	112,2	0,508
Wire dan kateter menuju arcus aorta kanan	AP	80	17	6	84,66	0,141
Wire dan kateter turun ke arkus aorta menuju arteri karotis komunis kanan (arteri internal dan eksternal)	AP CRA 20°	85	17	17,5	116,28	0,565
Total				52,8	460,02	1,485

Untuk mendapatkan nilai 0,088 maka dilakukan perhitungan :

$$\frac{55,08}{3600} \times 5,8 = 0,088$$

Nilai waktu *floroscopy* tindakan DSA Ny. R yaitu 52,8 detik dengan total

laju paparan radiasi 460,02 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$. Estimasi dosis yang diterima dokter operator selama tindakan DSA adalah 1,485 μSv .

Tabel 4. 3 Hasil pengukuran dosis setinggi mata dokter operator selama pemeriksaan DSA pasien 3 (Tn. I)

Tindakan	Proyeksi	Faktor Eksposi		Waktu (<i>Flouoro time</i>)	Laju paparan radiasi ($\mu\text{Sv}/\text{jam}$)	Tingkat paparan radiasi setinggi mata (μSv)
		kV	mA			
Mapping seed arteri femoralis	AP	80	18	5,2	51	0,073
Wire dan kateter menuju arcus aorta kiri	AP	80	18	9,1	106,08	0,268
Wire dan kateter turun ke arkus aorta menuju arteri karotis komunis kiri (arteri internal dan eksternal)	AP CRA 20°	85	18	15	117,3	0,488
Wire dan kateter menuju arcus aorta kanan	AP	80	18	8,2	93,84	0,213
Wire dan kateter turun ke arkus aorta menuju arteri karotis komunis kanan (arteri internal dan eksternal)	AP CRA 20°	85	19	17,3	123,42	0,593
Total				54,8	491,64	1,635

Untuk mendapatkan nilai 0,073 maka dilakukan perhitungan :

$$\frac{51}{3600} \times 5,2 = 0,073$$

Nilai waktu *floroscopy* tindakan DSA Tn. I yaitu 54,8 detik dengan total laju paparan radiasi 491,64 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$. Estimasi dosis yang diterima dokter

operator selama tindakan DSA adalah 1,635 μSv

No	Nama Pasien	Total Radiasi
1	Tn.M	1,248
2	Ny.R	1,485
3	Tn.I	1,635
Total		4,368
Rata-rata		1,456

Jumlah pasien DSA periode Juli 2023-Juni 2024

2023		2024	
Bulan	Jumlah Pasien	Bulan	Jumlah Pasien
Juli	2	Januari	4
Agustus	5	Februari	7
September	4	Maret	3
Oktober	4	April	6
November	6	Mei	4
Desember	8	Juni	3

5. Estimasi dosis setinggi mata dokter operator dalam 1 tahun (periode juli 2023-Juni 2024)

Untuk menghitung estimasi dosis radiasi dalam satu bulan pada tindakan DSA, digunakan rumus :

$$D_t = D_p (\mu\text{Sv}) \times L (/tahun)$$

Dengan:

D_t = Estimasi dosis radiasi setinggi mata dokter operator selama satu tahun

D_p = Perkiraan dosis setinggi mata dokter operator

L = Jumlah pasien tindakan DSA per tahun

$D_t = 1,456 \mu\text{Sv} \times 56 = 81,536 \mu\text{Sv}$
--

Total pasien tindakan DSA adalah selama periode Juli 2023 sampai dengan Juni 2024 adalah 56 pasien, maka estimasi dosis setinggi mata dokter operator selama satu tahun adalah $81,536 \mu\text{Sv}$

B. Pembahasan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada pasien DSA Di ruang *cath lab* RS Indriati Solo Baru, pengukuran dosis area setinggi mata dokter operator dilakukan pada satu titik yang berada di *ceiling* atas bagian kiri supaya tidak mengganggu pandangan dokter operator. Pengukuran tingkat paparan radiasi ini dilakukan menggunakan pendose smartRAD. Pada hasil pengukuran didapatkan hasil tindakan DSA Tn. M, waktu *floroscopy* tindakan 49,5 detik dengan total laju paparan radiasi $432,02 \mu\text{Sv}/\text{jam}$. Estimasi dosis setinggi mata dokter operator selama tindakan DSA adalah $1,248 \mu\text{Sv}$. Ny. R mendapatkan hasil waktu *floroscopy* tindakan DSA 52,8 detik dengan total laju paparan radiasi $460,02 \mu\text{Sv}/\text{jam}$. Estimasi dosis setinggi mata dokter operator selama tindakan DSA adalah $1,485 \mu\text{Sv}$. Tn. I waktu *floroscopy* tindakan DSA 54,8 detik dengan total laju paparan radiasi $491,64 \mu\text{Sv}/\text{jam}$. Estimasi dosis setinggi mata dokter operator selama tindakan DSA adalah $1,635 \mu\text{Sv}$. Dosis akumulasi setinggi mata dokter operator per tahun adalah $81,536 \mu\text{Sv}$ atau $0,0815 \text{mSv}/\text{tahun}$.

Pada hasil analisis diatas, pengukuran tingkat paparan radiasi di area setinggi mata dokter operator selama pemeriksaan DSA menunjukkan tingkat paparan radiasi yang tidak melebihi Nilai Batas Dosis (NBD) yaitu $20\text{mSv}/\text{tahun}$ yang ditentukan pada lensa mata. Variasi nilai dosis setinggi area mata dokter operator dipengaruhi oleh lamanya penggunaan *floroscopy* yang

berhubungan dengan tingkat kesulitan memasukkan kateter dan wire ke dalam arteri. Selain itu, selama pengamatan dilakukan, dokter operator beserta timnya selalu memperhatikan penggunaan alat proteksi diri berupa apron, pelindung thyroid, kacamata Pb, dan kaca tabir telah sering digunakan oleh dokter operator selama melakukan pemeriksaan DSA di Ruang Cathlab Instalasi Jantung dan Pembuluh Darah RS Indriati Solobaru.

Nilai batas dosis adalah dosis terbesar yang diizinkan oleh BAPETEN yang dapat diterima oleh pekerja radiasi dan anggota masyarakat tanpa menimbulkan efek genetik dan somatik yang berarti akibat pemanfaatan nuklir (Perka BAPETEN No 8 Tahun 2011). Berdasarkan PERKA BAPETEN Nomor 4 Tahun 2013 Pasal 15 menyatakan bahwa Nilai Batas Dosis untuk Pekerja Radiasi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 14 huruf a ditetapkan dengan ketentuan dosis ekuivalen untuk lensa mata rata-rata sebesar 20 mSv (dua puluh milisievert) per tahun dalam periode 5 (lima) tahun dan 50 mSv (limapuluh milisievert) dalam 1 (satu) tahun tertentu.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Aprilia Primaningtyas dkk, 2018 mendapatkan bahwa Pengukuran tingkat paparan radiasi di area setinggi mata dokter operator selama pemeriksaan diagnostic coronary angiography didapatkan pada sampel A sebesar 15,34 μ Sv selama 69,17 detik (1 menit 9,17 detik) dan sampel B sebesar 25,11 μ Sv selama 46 detik. Dari hasil tersebut didapatkan bahwa tingkat paparan radiasi di area setinggi mata dokter operator selama pemeriksaan diagnostic coronary angiography yang diperoleh tidak melebihi dari Nilai Batas Dosis (NBD) yaitu 75 μ Sv/jam. Selain itu, Waktu

fluoroskopi yang diperlukan lebih cepat dibandingkan dengan data pemeriksaan pada bulan Mei-13 Juni 2016. Dan selama pemeriksaan diagnostic coronary angiography, dokter dan tim selalu menggunakan alat proteksi diri seperti apron, pelindung tiroid, kacamata Pb, dan kaca tabir.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Hasil studi paparan radiasi pada area setinggi mata dokter operator di ruang cathlab RS Indriati Solobaru pada tindakan DSA dengan 3 sampel pasien adalah Tn M, waktu *fluoroscopy* 49,5 detik, total laju paparan radiasi 432,03 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ dan dosis setinggi mata 1,248 μSv . Ny R waktu *fluoroscopy* 52,8 detik, total laju paparan radiasi 460,02 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ dan dosis setinggi mata 1,485 μSv . Tn I waktu *fluoroscopy* 54,8 detik, total laju paparan radiasi 491,64 $\mu\text{Sv}/\text{jam}$ dan dosis setinggi mata 1,635 μSv . Dosis akumulasi selama satu tahun adalah 81,536 μSv atau 0,0815 mSv/tahun. Hasil ini masih jauh dibawah NBD 20 mSv/ tahun.

B. Saran

Peneliti selanjutnya diharapkan dapat melanjutkan penelitian dengan penggunaan TLD mata.

DAFTAR PUSTAKA

- Artitin, C. ... Ellyanti, A. (2019). Pengukuran Dosis Radiasi Pada Organ Tiroid dan Mata Saat Pemeriksaan Fluroskopi. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 7(Supplement 4), 18.
<https://doi.org/10.25077/jka.v7i0.943>
- BAPETEN. (2020). *RKA BAPETEN tentang Keselamatan Radiasi dalam Penggunaan Pesawat Sinar-X Radiologi Diagnostik dan Intervensional*.
- BATAN. (2011). *Pedoman Keselamatan dan Proteksi Radiasi Kawasan Nuklir Serpong*. Serpong.
- Brown, P.H., Wilson C.R., Miron, D.J., M. dan M. . (2010). *Medical Fluoroscopy: A Guide for Safe Usage*,.
- Devi Aprilia Primaningtyas ... Lailatul Muqmiroh. (2018). Analisis Tingkat Paparan Radiasi Di Area Setinggi Mata Dokter Operator Selama Pemeriksaan Diagnostik Coronary Angiography Di Ruang Cathlab. *JRI (Jurnal Radiografer Indonesia)*, 1(1), 61–66. <https://doi.org/10.55451/jri.v1i1.6>
- Kim, K.P., dan Miller, D. L. (2009). *Minimising Radiation Exposure To Physicians performing Fluoroscopically Guided Cardiac catheterisation Procedures: A Review, Radiation Protection Dosimetry*. Vol. 133, 227–233.

Wemmert E. (2014). *Comparison Of Two Fluoroscopic Systems Used For EVAR Procedures -An Approach To Analyze X-Ray image Quality Limited Totube*



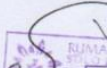


Output, KTH Technology and Health.

Zivile Valuckiene., M. J. dan I. C. (2016). *Ionizing Radiation Exposure In Interventional Cardiology: Current Radiation Protection Practice Of Invasive Cardiology Operators In Lithuania', Journal of Radiological Protection. 36–3.*

Lampiran 1. Jadwal Penelitian

No.	Kegiatan	Bulan 2024						
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul
1	Persiapan Penelitian	■						
	a. Pengajuan draf judul penelitian		■					
	b. Pengajuan Proposal			■	■			
	c. Perijinan Penelitian					■		
2	Pelaksanaan							
	a. Pengumpulan data						■	
	b. Analisis data						■	
3	Penyusunan laporan						■	■

Lampiran 2. Surat ijin penelitian

 <p>RUMAH SAKIT INDRIATI SOLO BARU - SUKOHARJO</p> <p>rsind@rsindriati.com 0271 - 5722 000 IGD 0271 - 5722 999 www.rsindriati.com Jl. Palem Raya Languharjo Solo Baru, Sukoharjo</p>	 <p>TERAKREDITASI PARIPURNA KARS</p>
Sukoharjo, 27 Juni 2024	
No : 044/SBRT/EXT/RAD/VI/2024	
Hal : Surat Balasan Permohonan Ijin Penelitian	
Kepada Yth, Kaprodi Poltekkes D3 Radiologi Poltekkes TNI AU Adisutjipto Yogyakarta	
Dengan Hormat,	
Menindaklanjuti surat dari Kaprodi Poltekkes D3 Radiologi Poltekkes TNI AU Adisutjipto Yogyakarta mengenai surat permohonan mahasiswa sebagai berikut:	
Nama	: Andre Cadyca Harda S
NIM	: 21230015
Nomor Surat	: B/75/IV/2024/RAD
Tanggal Surat	: Mei 2024
Tanggal Masuk	: 20 Juni 2024
Perihal	: Permohonan Ijin Penelitian
Judul Penelitian	: "Studi Paparan pada Area Setinggi Mata Dokter Operator di Ruang Cathlab RS Indriati Solobaru"
Sehubungan dengan hal tersebut, kami menyetujui pengumpulan data untuk penelitian di Rumah Sakit Indriati Solo Baru dan diharapkan hasil penelitian juga disampaikan kepada kami sebagai bahan evaluasi terhadap peningkatan mutu pelayanan di Rumah Sakit Indriati Solo Baru	
Demikian surat ini kami sampaikan agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.	
Hormat kami, Kepala Instalasi Radiologi	
  Dr. Yenny Christiana, Sp.Rad	
	

Lampiran 3. Sertifikat Kalibrasi



DEPUTI BIDANG INFRASTRUKTUR RISET DAN INOVASI
DIREKTORAT PENGELOLAAN LABORATORIUM, FASILITAS RISET, DAN
KAWASAN SAINS DAN TEKNOLOGI
LABORATORIUM TEKNOLOGI KESELAMATAN DAN METROLOGI RADIASI
Jalan Lebak Bulus Raya No. 49, Jakarta 12440
Telp. (021) 7513906, E-mail: ltkmr@brin.go.id



SERTIFIKAT KALIBRASI CALIBRATION CERTIFICATE

No. 115097-1 / LT / KAUR / 09 / 2023

IDENTITAS PEMILIK / OWNER IDENTITY :

Nama / Name : Rumah Sakit Indriati Solo Baru - Sukoharjo
Alamat / Address : Jl. Palembang Raya Langenharjo Solo Baru, Sukoharjo
No. Permohonan / Request No. : 115097
Diterima / Accepted : 15 September 2023 / September 15, 2023

ALAT UKUR RADIASI YANG DIKALIBRASI / INSTRUMENT CALIBRATED :

Nama / Jenis Alat : Dosimeter Saku Gamma
Name / Type of Instrument : Gamma Pocket Dosimeter
Tipe & No. Seri Elektrometer : SmartRad EV-IB 1 Sn. P01A01189
Electrometer Type & Serial No.
Tipe & No. Seri Detektor : -
Detector Type & Serial No.
Fabrikan / Manufacturer : Enviro Korea

ALAT UKUR RADIASI STANDAR / STANDARD RADIATION INSTRUMENT :

Tipe & No. Seri Elektrometer : Keithley 6517B # 1331921
Electrometer Type & Serial No.
Tipe & No. Seri Detektor : Exradin A6 # XQ100534
Detector Type & Serial No.
Ketertelusuran / Traceability : SI melalui LDSS / SI through SSDL
No. Sertifikat / Certificate No. : 74837/LT/SSDL/02/2023

METODE KALIBRASI / CALIBRATION METHOD :

Kalibrasi telah dilakukan pada tanggal **19 September 2023** dengan metode substitusi (IAEA Safety Reports Series No. 16, 2000). Detektor disinari di medan radiasi standar gamma ^{137}Cs .
The calibration has been performed on **September 19, 2023** by the substitution method (IAEA Safety Reports Series No. 16, 2000). Detector was exposed in a standart gamma radiation field of ^{137}Cs .

Laboratorium Kalibrasi Alat Ukur Radiasi
Manajer,

 TT ELEKTRONIK

Asep Setiawan, M.Si
NIP. 19721226 199303 1 003

Lampiran 4. Kondisi Kalibrasi



DEPUTI BIDANG INFRASTRUKTUR RISET DAN INOVASI
DIREKTORAT PENGELOLAAN LABORATORIUM, FASILITAS RISET, DAN
KAWASAN SAINS DAN TEKNOLOGI
LABORATORIUM TEKNOLOGI KESELAMATAN DAN METROLOGI RADIASI
Jalan Lebak Bulus Raya No. 49, Jakarta 12440
Telp. (021) 7513906, E-mail: ltkmr@brin.go.id



No. 115097-1 / LT / KAUR / 09 / 2023

KONDISI KALIBRASI
CALIBRATION CONDITION

Tekanan / Suhu / Kelembaban
Pressure/Temperature/Humidity : 1008 mbar / 21,5 °C / 57 %
Posisi detektor
Detector Positioning : Tegak lurus pada sumbu berkas radiasi
Perpendicular to the radiation beam axis
Medan Radiasi
Radiation Field : Terkolimasi
Collimated

Jarak sumber – detektor
Source to detector distance (SDD) : 200 cm

Dosis standar
Standard dose : 701 μ Sv

HASIL KALIBRASI
CALIBRATION RESULT

<u>Rentang / Skala</u> <i>Range / Scale</i>	<u>Faktor Kalibrasi</u> <i>Calibration Factor</i>	<u>Ketidakpastian</u> <i>Uncertainty</i> (%)
μ Sv	1,02	7,3

- Faktor kalibrasi harus dikalikan dengan bacaan alat ukur radiasi.
The Calibration factor must be multiplied by the radiation measuring instrument readings.
- Ketidakpastian bentangan pada faktor kalibrasi dalam sertifikat ini diperoleh dari ketidakpastian standar gabungan dikalikan dengan faktor cakupan k=2, dengan tingkat kepercayaan 95 %.
The expanded uncertainty of calibration factor in this certificate is based on the combined standard uncertainty multiplied by a coverage factor of k=2, which provides a confidence level approximately 95%.

CATATAN / REMARKS :

Berdasarkan Pasal 11 Peraturan Kepala BAPETEN No.1/2006, kalibrasi ini dilakukan secara berkala sekurang-kurangnya sekali dalam 1 (satu) tahun.
Based on article of the BAPETEN Chairman Decree No.1/2006, this calibration should be performed periodically at least once in a year.

Tanggal Dikeluarkan / *Date of Issue* : 25 September 2023 / September 25, 2023

Laboratorium Kalibrasi Alat Ukur Radiasi
Manajer,

Asep Setiawan, M.Si
NIP. 19721226 199303 1 003



Dokumen ini ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat dari BSRÉ, silahkan lakukan verifikasi pada dokumen elektronik yang dapat diunduh dengan melakukan scan QR Code

FM 001 SOP 014.003/KAUR (April 2023)
Hal.2 dari 2/Page 2 of 2

Lampiran 5. Tabel Hasil Pengukuran

Tindakan	Proyeksi	Faktor Eksposi		Waktu (<i>Flouro time</i>)	Laju paparan radiasi ($\mu\text{Sv/jam}$)
		kV	mA		
Mapping seed arteri femoralis	AP	80	18	8,6	65
Wire dan kateter menuju arcus aorta kiri	AP	80	18	5,3	83
Wire dan kateter turun ke arkus aorta menuju arteri karotis komunis kiri (arteri internal dan eksternal)	AP CRA 20°	85	19	14,2	104
Wire dan kateter menuju arcus aorta kanan	AP	80	18	6,4	75
Wire dan kateter turun ke arkus aorta menuju arteri karotis komunis kanan (arteri internal dan eksternal)	AP CRA 20°	85	19	15	97

Tindakan	Proyeksi	Faktor Eksposi		Waktu (<i>Flouro time</i>)	Laju paparan radiasi ($\mu\text{Sv/jam}$)
		kV	mA		
Mapping seed arteri femoralis	AP	80	16	5,8	54
Wire dan kateter menuju arcus aorta kiri	AP	80	17	7,2	90
Wire dan kateter turun ke arkus aorta menuju arteri karotis komunis kiri (arteri internal dan eksternal)	AP CRA 20°	85	17	16,3	110
Wire dan kateter menuju arcus aorta kanan	AP	80	17	6	83
Wire dan kateter turun ke arkus aorta menuju arteri karotis komunis kanan (arteri internal dan eksternal)	AP CRA 20°	85	17	17,5	114

Tindakan	Proyeksi	Faktor Eksposi		Waktu (<i>Flouro time</i>)	Laju paparan radiasi (μ Sv/jam)
		kV	mA		
Mapping seed arteri femoralis	AP	80	18	5,2	50
Wire dan kateter menuju arcus aorta kiri	AP	80	18	9,1	104
Wire dan kateter turun ke arkus aorta menuju arteri karotis komunis kiri (arteri internal dan eksternal)	AP CRA 20 ^o	85	18	15	115
Wire dan kateter menuju arcus aorta kanan	AP	80	18	8,2	92
Wire dan kateter turun ke arkus aorta menuju arteri karotis komunis kanan (arteri internal dan eksternal)	AP CRA 20 ^o	85	19	17,3	121

Lampiran 6. Dokumentasi

