

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Radiologi intervensional adalah cabang ilmu dari radiologi yang menerapkan teknik minimal invasif guna mendeteksi atau menyembuhkan berbagai penyakit, dengan bantuan alat sinar-X untuk membimbing serta memvisualisasi kondisi pembuluh darah di berbagai bagian tubuh. Laboratorium Katerisasi Jantung atau *Cardiac Catheterization Laboratory* (Cath Lab) adalah prosedur medis kardiologi invasif diagnostik untuk mengidentifikasi keberadaan kelainan, penyumbatan, penyempitan atau pelebaran pada pembuluh darah. Di Cath Lab, perangkat utama berupa C-arm stasioner menghasilkan citra tajam yang mendukung dokter dalam menetapkan diagnosis tepat saat melakukan operasi atau *Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty* (PTCA). Prosedur ini juga bermanfaat dalam bidang lain, seperti bedah saraf, bedah ortopedi, serta bedah toraks dan kardiovaskular (Devi et al., 2018).

Proses pemeriksaan di Cath Lab yang bergantung pada panduan fluoroskopi tidak lepas dari paparan radiasi yang bervariasi, di mana besaran paparan ditentukan oleh faktor kV (kilovoltase), mA (milliampere), serta s (durasi paparan, khususnya *fluorotime*). Selain *fluorotime*, perangkat Cath Lab juga dilengkapi dengan mode *cineradiography* untuk memperoleh gambar dengan kualitas yang lebih tinggi. Penggunaan mode ini menyebabkan paparan radiasi pada tindakan kardiologi intervensional menjadi jauh lebih besar dibandingkan paparan radiasi dari pemeriksaan sinar-X biasa. Teknik fluoroskopi ini sering dipakai dokter demi memperoleh visualisasi *real time* bergerak dari struktur tubuh pasien. Penggunaan fluoroskopi secara keliru berpotensi menimbulkan paparan radiasi berlebih. Karenanya, pemantauan dosis yang diterima pasien maupun pekerja radiasi sangatlah krusial untuk mencegah kelebihan paparan. Meskipun tindakan kardiologi intervensional hanya mencakup sekitar 12% dari total prosedur radiologi medis, kontribusinya terhadap dosis efektif kolektif keseluruhan dapat mencapai

50%. Angka tersebut sebanding dengan paparan radiasi dari 160 kali pemeriksaan foto toraks per orang setiap tahun di Amerika Serikat.

Dosis pada angiografi koroner setara dengan 1000 kali pemeriksaan foto thorax kepala. Dampak paparan radiasi dapat dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu efek stokastik dan efek non-stokastik. Efek stokastik umumnya muncul akibat paparan radiasi dosis rendah yang terjadi secara terus-menerus dan berdampak secara langsung. Dampak ini dapat menimbulkan kerusakan pada sel tubuh, misalnya kanker, maupun kelainan genetik yang dapat diwariskan. Pada efek stokastik, tidak ada batas ambang dosis yang benar-benar aman. Artinya, paparan radiasi dalam jumlah sangat kecil sekalipun tetap berpotensi menyebabkan perubahan atau kerusakan pada sel somatik maupun materi genetik. Sementara itu, paparan sinar-X juga dapat mengganggu sistem pembentukan darah atau hemopoetik, sehingga berisiko menimbulkan kelainan darah seperti anemia, leukemia, dan leukopenia. Leukopenia ditandai dengan menurunnya jumlah leukosit hingga mencapai $\leq 6.000/\text{mm}^3$. Radiasi juga berpotensi menimbulkan efek deterministik pada organ reproduksi, khususnya gonad. Dampak yang dapat terjadi antara lain gangguan kesuburan atau infertilitas, serta terjadinya menopause dini akibat terganggunya keseimbangan hormonal pada sistem reproduksi. (Mauliku & Ramadani, 2019). Efek deterministic potensial meliputi kerusakan kulit, eritema, epilepsy, serta katarak (BATAN, 2011)

Besarnya dosis radiasi yang diterima akan memengaruhi tingkat keparahan dampak yang ditimbulkan. Semakin besar paparan radiasi, semakin tinggi pula risiko efek merugikan yang dapat terjadi. Mengingat radiasi memiliki potensi menimbulkan efek biologis, upaya proteksi radiasi menjadi hal yang penting untuk melindungi pekerja maupun masyarakat dari akibat zat radioaktif yang berbahaya serta sumber radiasi pengion lainnya. Efek biologis tersebut dapat terjadi karena sinar-X merupakan radiasi pengion yang mampu mengionisasi atom dan molekul dalam jaringan tubuh sehingga dapat menyebabkan kerusakan sel maupun DNA. Sinar-X tergolong sebagai radiasi eksternal karena sumber paparannya didasari oleh faktor eksternal. Pada penerapan proteksi radiasi, terdapat beberapa prinsip utama yang dapat dilakukan, yaitu menjaga jarak dari sumber radiasi, membatasi lama

waktu paparan, serta menggunakan pelindung atau perisai radiasi (Aryawijayanti & Susilo, 2015). Untuk itu diperlukan suatu jaminan keamanan dalam menjalankan tugas di bidang radiasi, yang terdapat pada program dalam memantau dosis radiasi eksternal bagi para pekerja yang dirancang agar mampu mendeteksi setiap kesalahan operasional mulai dari yang terkecil dan menyebabkan kecelakaan radiasi dan menyebabkan paparan radiasi berlebihan pada pekerja (Widyaningsih & Sutanto, 2013).

Pada kegiatan yang melibatkan pemanfaatan tenaga nuklir, pengendalian dosis radiasi berada di bawah tanggung jawab pemegang izin, baik perorangan maupun institusi yang telah mendapatkan izin resmi dari BAPETEN. Salah satu kewajiban yang harus dipenuhi adalah memastikan dosis yang diterima pekerja radiasi dipantau secara individual menggunakan dosimeter perorangan (BAPETEN, 2020). Oleh karena itu, penentuan jenis dosimeter perlu dilakukan secara cermat, terutama apabila digunakan untuk mengukur paparan radiasi pengion pada tingkat dosis rendah. Dosimeter yang memiliki tingkat sensitivitas tinggi lebih diutamakan karena mampu memberikan hasil pengukuran dosis pasien secara lebih akurat. Dalam perkembangan terkini, dosimeter dengan sensitivitas tinggi yang sudah banyak dijual secara komersial termasuk *Thermoluminescence Dosimeter* (TLD) dan *Optically Stimulated Luminescence Dosimeter* (OSLD) (Hanifatunnisa et al, 2018).

Ruang Kateterisasi Jantung atau Cath Lab merupakan ruangan khusus yang digunakan untuk pemeriksaan dan penanganan gangguan jantung dengan bantuan teknologi pencitraan. Cath Lab merupakan tindakan diagnostik invasif yang dilakukan dengan memasukkan kateter menuju jantung melalui pembuluh darah, umumnya melalui arteri femoralis atau arteri brakialis. Tindakan kateterisasi jantung dilakukan untuk memastikan adanya kelainan pada jantung, termasuk penyempitan pada pembuluh darah jantung. Selama prosedur berlangsung, pasien biasanya hanya diberikan anestesi lokal, sehingga tetap sadar dan masih dapat berkomunikasi dengan petugas medis. Kateter dimasukkan melalui pembuluh darah hingga mencapai jantung. Prosedur kateterisasi jantung untuk menilai struktur pembuluh darah dikenal sebagai angiografi koroner. Angiografi koroner

merupakan pemeriksaan yang dinilai paling tepat untuk mengetahui adanya penyempitan atau stenosis pada pembuluh darah koroner. Salah satu tindakan intervensi invasif yang dilakukan dalam bidang ini adalah kateterisasi jantung melalui prosedur *Percutaneous Coronary Intervention* (PCI). Saat ini, tindakan PCI semakin banyak dilakukan seiring dengan bertambahnya rumah sakit yang memiliki fasilitas Cath Lab, salah satunya RSUD Koja di Jakarta Utara..

Pada penelitian serupa sebelumnya yang dilakukan oleh Valeria Alex dkk. (2024) telah disimpulkan bahwa pemantauan dosis pada dokter kardiologi intervensi di ruang Cath Lab menggunakan dosimeter elektronik (Pendose) menunjukkan nilai paparan 0 mSv pada seluruh tindakan yang diamati. Penelitian tersebut berfokus pada pemantauan dosis secara langsung *real-time* per tindakan. Selain itu, penelitian Martua Damanik dkk (2021) mengenai paparan radiasi pekerja Cath lab menggunakan *My Dose Mini*, penelitian lain oleh Hiswara dkk (2018) lebih menitik beratkan pada pengukuran dosis radiasi pada organ sensitif seperti mata dan tiroid selama fluoroscopy sehingga ruang lingkup evaluasinya masih terbatas.

Berdasarkan latar belakang tersebut, diperlukan penelitian dan pengkajian ulang menggunakan metode pemantauan dosis jangka panjang untuk memperoleh gambaran akumulasi dosis yang lebih komprehensif pada semua pekerja radiasi di ruang Cath Lab dan tidak hanya berfokus pada dokter kardiologi maupun organ sensitif tertentu saja.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Menganalisis dosis radiasi yang diterima oleh pekerja radiasi di ruang Cath Lab.
2. Mengevaluasi kesesuaian dosis efektif pekerja radiasi terhadap Nilai Batas Dosis (NBD) yang ditetapkan oleh Peraturan Kepala BAPETEN No 8 Tahun 2011.

1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi serta menjadi bahan rujukan yang bermanfaat dalam pengembangan ilmu fisika di bidang medis radiologi, khususnya dalam aspek proteksi dan keselamatan radiasi bagi pekerja di

ruang Cath Lab. Selain itu, hasil penelitian ini juga diharapkan menjadi referensi bagi fasilitas radiologi intervensional dalam melakukan evaluasi dan pemantauan dosis radiasi secara berkala, serta menjadi acuan untuk penelitian lebih lanjut mengenai penerapan prinsip keselamatan radiasi sesuai standar BAPETEN.