

**ANALISIS PENERAPAN MANAJEMEN KESELAMATAN
KERJA DI INSTALASI RADIOLOGI DI RUMAH SAKIT
UMUM DAERAH SUKADANA**

(Skripsi)

**Oleh :
FARID HAMMADI
1658011045**



**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

**ANALISIS PENERAPAN MANAJEMEN KESELAMATAN
KERJA DI INSTALASI RADIOLOGI DI RUMAH SAKIT
UMUM DAERAH SUKADANA**

**Oleh :
FARID HAMMADI**

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
SARJANA KEDOKTERAN
pada
Fakultas Kedokteran
Universitas Lampung**



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

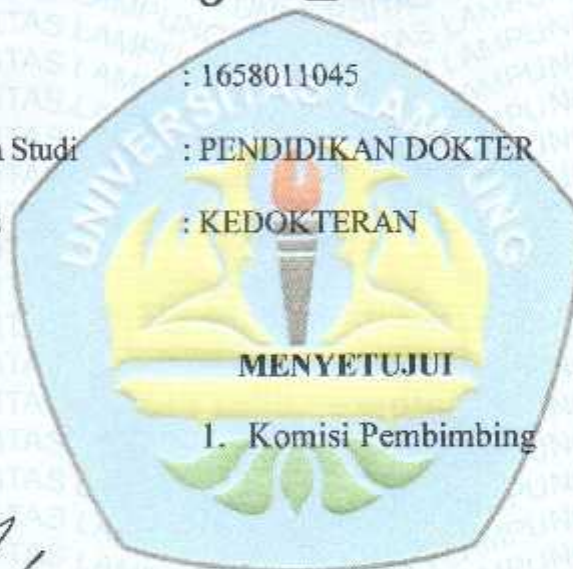
Judul Skripsi : **ANALISIS PENERAPAN MANAJEMEN
KESELAMATAN KERJA DI INSTALASI
RADIOLOGI DI RUMAH SAKIT UMUM
DAERAH SUKADANA**

Nama Mahasiswa : **Farid Hammadi**

NPM : 1658011045

Program Studi : **PENDIDIKAN DOKTER**

Fakultas : **KEDOKTERAN**



1. Komisi Pembimbing


dr. M. Ricky Ramadhian, M.Sc., Sp.Rad
NIP: 198306152008121001


dr. Rika Lisiswanti, M.Med. Ed
NIP: 198010052008122001

2. Plt. Dekan Fakultas Kedokteran



Dr. Eng. Supto Dwi Yuwono. S.Si, M.T.
NIP: 197407052000031001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **dr. M. Ricky Ramadhian, M.Sc., Sp.Rad**



Sekretaris : **dr. Rika Lisiswanti, M.Med. Ed**



Penguji
Bukan pembimbing : **Dr.dr. Khairunisa, M.Kes., AIFO-K**



2. **Plt. Dekan Fakultas Kedokteran**



Dr. Eng. Satripto Dwi Yuwono, S.Si, M.T.

NIP: 197407052000031001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **16 Mei 2023**

ABSTRACT

ANALYSIS OF IMPLEMENTATION OF WORK SAFETY MANAGEMENT IN A RADIOLOGICAL INSTALLATION IN A GENERAL HOSPITAL SUKADANA AREA

By

FARID HAMMADI

Background: Occupational Health and Safety (K3) is an instrument that prevents work accidents from workers, companies, the environment, and the surrounding community. Protection in an OSH system involves several elements, namely management, workforce and also the work environment. This is useful for minimizing the occurrence of work-related accidents and occupational diseases so that the workplace becomes safe, efficient so that productivity increases. Based on the background above, the researcher wanted to find out more about the implementation of occupational safety and health management for radiation at the Sukadana Regional General Hospital.

Methods: The type and design in this study used a qualitative descriptive method which was carried out in February-April 2023. Sampling in this study was by using a purposive sampling method.

Results: Of the 5 research variables consisting of 16 components (48 points) discussed, 29 points (60.42%) were fulfilled and in accordance with standards/regulations. A total of 10 points (20.83%) were fulfilled but not in accordance with the standards/regulations. A total of 9 points (18.75%) were not fulfilled by the radiology installation at Sukadana Hospital.

Conclusion: Most of the radiology installations (60.42%) have met the standards/regulations for Occupational Health and Safety (K3) safety management.

Keywords: Occupational safety, Management, Radiology

ABSTRAK

ANALISIS PENERAPAN MANAJEMEN KESELAMATAN KERJA DI INSTALASI RADIOLOGI DI RUMAH SAKIT UMUM DAERAH SUKADANA

Oleh

FARID HAMMADI

Latar Belakang: Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) merupakan suatu instrumen yang menghindarkan kecelakaan kerja dari pekerja, perusahaan, lingkungan hidup, dan masyarakat sekitar. Perlindungan dalam suatu sistem K3 melibatkan beberapa unsur yaitu manajemen, tenaga kerja dan juga lingkungan kerja. Hal tersebut berguna untuk meminimalisir terjadinya kecelakaan akibat kerja dan penyakit akibat kerja sehingga tempat kerja menjadi aman, efisien sehingga produktifitas meningkat. Berdasarkan latar belakang diatas peneliti ingin mengetahui lebih dalam tentang penerapan manajemen keselamatan dan kesehatan kerja terhadap radiasi di Rumah Sakit Umum Daerah Sukadana.

Metode: Jenis dan rancangan dalam penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif yang dilakukan pada bulan Februari-April 2023. Pengambilan sampel pada penelitian ini yaitu dengan metode *purposive sampling*.

Hasil: Dari 5 variabel penelitian yang terdiri dari 16 komponen (48 poin) yang dibahas, sebanyak 29 poin (60,42%) terpenuhi dan sesuai dengan standar/peraturan. Sebanyak 10 poin (20,83%) terpenuhi tetapi belum sesuai dengan standar/peraturan. Sebanyak 9 poin (18,75%) tidak terpenuhi oleh instalasi radiologi RSUD Sukadana.

Kesimpulan: Manajemen keselamatan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) instalasi radiologi sebagian besar (60,42%) telah memenuhi standar/peraturan.

Kata Kunci: Keselamatan kerja, Manajemen, Radiologi

*"Banyak Orang Baik
Didunia, Jika Kamu Tidak
Menemukannya, Maka
Jadilah Salah Satunya"*

SANWACANA

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang atas kelimpahan barokah rahmat dan karunia-Nya skripsi ini dapat diselesaikan. Rasa syukur penulis ucapkan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Penerapan Manajemen Keselamatan Radiasi Di Instalasi Radiologi di Rumah Sakit Umum Daerah Sukadana “. Pada saat penulisan skripsi ini, penulis mendapatkan banyak bantuan, saran, bimbingan, serta kritik dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Dyah Wulan S.R.W., SKM., M.Kes. selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung dan Pembimbing Dua atas kesediaannya meluangkan waktu dan pikiran, memberikan masukan, kritik serta dukungan yang membangun selama penyusunan skripsi ini.
2. Dr. dr. Khairun Nisa Berawi, M.Kes., AIFO. selaku pembahas atas kesediaannya meluangkan waktu dan pikiran, memberikan masukan, kritik serta dukungan yang membangun selama penyusunan skripsi ini.
3. dr. Ricki Ramadhan, M.Sc., Sp.Rad selaku pembimbing satu atas kesediaannya meluangkan waktu dan pikiran, memberikan masukan, kritik serta dukungan yang membangun selama penyusunan skripsi ini.
4. dr. Rika Lisiswanti, M.Sc., Sp.KK selaku pembimbing dua atas kesediaannya memberikan bimbingan dan motivasinya dalam bidang akademik.
5. Seluruh dosen dan karyawan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung atas kesediaannya memberikan ilmu, waktu, dan bantuan yang telah diberikan selama proses perkuliahan.
6. Kedua orangtua penulis yang sangat penulis cintai, Dr. Nila Sandrawati T, M.Kes., Sp. KKL dan Drs. Abdul Kholik Harahap M.Si., Apt yang telah merawat dan membesarkan penulis dengan rasa cinta, yang rela bekerja keras, yang selalu mendoakan, memberikan nasihat, dan

dukungan kepada penulis. Semoga Tuhan melipahan beribu keberkahan, dan cinta kasihnya.

7. Kakak penulis, Raisah Almira. Terima kasih telah menjadi saudara yang baik selama ini, yang telah memberikan pandangan hidup kepada penulis dan juga mengajarkan penulis untuk menentukan tujuan perjalanan hidup serta fokus dalam pencapaiannya.
8. Teman-teman dan kakak pembimbing yang telah mendukung penulis dalam menyelesaikan skripsi ini dengan kesabaran dan rendah hati yaitu dr. Gede Ardi Saputra S.Ked, Smith Imanuel dan jefri irawan S.ked yang selalu mendengarkan dikala penulis bersedih, membantu memberikan solusi dan meyakinkan bahwa penulis dapat melalui rintangan yang di hadapi.
9. Teman-teman saya kos sumber jaya dan kos mahardika yang telah menyemangati saya selama perkuliahan dan kehidupan ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini memiliki banyak keterbatasan dan jauh dari kata sempurna. Namun, penulis berharap bahwa skripsi ini bermanfaat bagi para pembaca. Akhir kata, penulis mengucapkan permohonan maaf yang sebesar-besar apabila terdapat kesalahan dan kekurangan. Terima kasih.

Bandar Lampung, April 2023

Penulis

Farid Hammadi

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	v
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah.....	4
1.3 Tujuan penelitian	5
1.4 Manfaat penelitian	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Rumah Sakit	9
2.2 Keselamatan dan Kesehatan kerja RS	10
2.3 Sinar X.....	11
2.4 Radiologi.....	13
2.5 Radiasi	14
2.6 Kerangka teori.....	43
2.7 Kerangka Konsep	44
2.8 Hipotesis	45
BAB 3 METODE PENELITIAN	47
3.1 Jenis Penelitian.....	47
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	48
3.3 Populasi Penelitian	48
3.4 Sampel Penelitian	48
3.5 Variabel Penelitian	49
3.6 Devinisi Operasional	51
3.7 Metode pengumpulan data.....	52
3.8 Uji keabsahan data.....	54
3.9 Protokol Penelitian	57
3.10Analisa Data.....	58
3.11Etika Penelitian	58
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	59
4.1 Deskripsi penelitian	59
4.2 Hasil penelitian.....	60
4.3 Pembahasan.....	74
4.4 Keterbatasan penelitian.....	112
BAB 5 SIMPULAN DAN SARAN	113
5.1 Simpulan.....	113
5.2 Saran	115
DAFTAR PUSTAKA	116

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
1	Devinisi Operasional.....	51
2	Perhitungan Tingkat Kesesuaian.....	56
3	Kara Karakteristik Informan.....	60
4	Penerapan Manajemen Kesehatan.....	61
5	Rekapitulasi Hasil Penelitian.....	76
6	Hasil Pemeriksaan Laboratorium dan <i>X Ray thorax</i>	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
1	Kerangka Teori Penelitian.....	43
2	Kerangka Konsep Penelitian.....	44
3	Protokol penelitian.....	57

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Radiasi peng-ion adalah Radioaktivitas adalah jenis energi yang dihasilkan ketika atom bergerak secara spontan hancur menjadi gelombang elektromagnetik (gamma atau sinar-X) atau partikel (neutron, beta atau alfa), dan energi ekstra yang dilepaskan adalah radiasi pengion. Radionuklida adalah unsur tidak stabil yang terurai dan melepaskan radiasi pengion. zat radioaktif dan sumber radiasi lainnya telah digunakan baik di bidang kesehatan maupun industri selama beberapa dekade. (Sugiyono, 2019).

Proses pengawasan sangat teliti, terutama dalam hal kredensial pribadi. Orang yang bertanggung jawab untuk mencegah terjadinya peristiwa berbahaya, seperti kecelakaan radiasi. Karyawan yang menggunakannya harus berhati-hati radiasi tidak dapat dilihat dengan mata telanjang dan tidak dapat dirasakan ketika mengenai tubuh (Wibowo, 2020). Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) merupakan sarana pencegahan kecelakaan kerja yang meliputi karyawan, dunia usaha, lingkungan, dan masyarakat

sekitar (Tarwaka, 2019). Perlindungan sistem K3 menggabungkan sejumlah komponen, termasuk manajemen, tenaga kerja, dan tempat kerja itu sendiri. Hal ini membantu mengurangi kemungkinan kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja, menjadikan tempat kerja efektif sehingga produktifitas meningkat (Utami, 2020).

Peraturan Pemerintah No. 50 Tahun 2012, yang menciptakan sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja, berisikan upaya K3 wajib diadakan di tiap tempat kerja, khususnya di wilayah yang tinggi bahaya kesehatannya serta mudah terpapar penyakit dan memiliki karyawan paling sedikit berjumlah 100 orang (Kemenkes RI, 2012). Penggunaan teknologi nuklir semakin maju seiring dengan kemajuan beberapa teknologi lainnya. Dua industri utama yang menggunakan teknologi nuklir terkini adalah sektor industri dan kesehatan. Radiasi diperlukan untuk terapi, dan radiofarmasi digunakan dalam pengobatan sebagai aplikasi nuklir. Radiasi juga digunakan di kawasan industri untuk radiografi, pengukuran, dan logging. (Wibowo, 2020). Ada 12.189 izin penggunaan energi nuklir untuk 2/894 organisasi di Indonesia pada tahun 2015, menurut statistik Badan Pengawasan Tenaga Nuklir (BAPETEN). 2.061 agen, sekitar 71,2% dari total, dan 6.196 lisensi agen, atau sekitar 50,8% dari total, adalah izin dan agen untuk digunakan dalam industri medis. Menurut informasi ini, industri medis Indonesia paling banyak menggunakan energi nuklir. (Koesyanto, 2019).

Rumah sakit adalah pusat canggih untuk perawatan kesehatan masyarakat dan penelitian medis. Kompleksitas fasilitas dan peralatan yang dapat diakses di rumah sakit meningkat seiring dengan ruang lingkup praktiknya (Moleong, 2020). Rumah sakit memiliki potensi bahaya yang tinggi, yang dapat membahayakan pasien, pengunjung, dan staf medis. Kecelakaan kerja lebih mungkin terjadi di rumah sakit. Baik dari segi volume pasien maupun teknologi medis, rumah sakit di Indonesia berkembang pesat (Moleong, 2020). Menurut studi National Safety Council (NSC) 2017, karyawan rumah sakit mengalami 41% lebih banyak kecelakaan daripada pekerja di industri lain. Kasus yang terjadi antara lain infeksi infeksi, nyeri punggung, keseleo, tergores/luka, luka bakar, dan needle stick injury (NSI). (Uthami, 2020).

Layanan radiologi harus menempatkan prioritas tinggi pada keselamatan radiasi yang mempengaruhi karyawan radiasi, masyarakat umum, dan lingkungan. Bidang medis yang disebut radiologi menggunakan radiasi untuk mengidentifikasi berbagai komponen tubuh pada manusia. (Amsyari, 2019). Proses kerja radiologi meliputi peralatan yang canggih dan juga manusia sebagai operator. Radiografer, pasien, dan masyarakat mungkin berisiko terkena sinar radiasi yang digunakan di unit radiologi. Radiasi sinar-X pengion dan non-pengion adalah dua bentuk radiasi yang digunakan dalam layanan dukungan medis. Radiasi pengion berbahaya ketika gelombang elektromagnetik dan partikel memancarkan dari suatu sumber menembus suatu zat energi dapat mengionisasi media yang dilaluinya. radiasi non-pengion memiliki energi yang lebih kecil (Koesyanto, 2019).

Risiko yang ditimbulkan oleh radiasi sinar-X adalah kerusakan jaringan yang dapat mengakibatkan kanker dan kelainan kelahiran pada keturunannya. Rambut rontok dan kerusakan kulit adalah dua konsekuensi yang mungkin dialami orang. Dosis rendah menyebabkan efek samping ini, yang terwujud seiring waktu. (Moleong, 2020).

Untuk mencegah kecelakaan radiasi, manajemen keselamatan radiasi harus diterapkan di setiap tempat kerja yang menggunakan radiasi pengion. Persyaratan ini diatur dalam Peraturan Pemerintah No. 63 Tahun 2020. program pemantauan dosis radiasi, alat proteksi radiasi, pemeriksaan kesehatan, penyimpanan catatan, kontrol kualitas, dan pendidikan dan pelatihan juga termasuk (Uthami, 2020). Suatu organisasi di bawah kendali Negara Indonesia bertugas mengatur pemanfaatan dan pemanfaatan nuklir di sana. Pemerintah membentuk organisasi yang diberi nama Badan Pengawas Tenaga Nuklir disebut BAPETEN. (Amsyari, 2019).

Keselamatan radiasi pada Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir No 6 Tahun 2010, yang juga memuat kriteria manajemen, kriteria proteksi radiasi, kriteria teknis, verifikasi keselamatan, dan pemantauan kesehatan pekerja radiasi. (BAPETEN, 2010). Hal ini tentunya harus diterapkan di RSUD Sukadana merupakan fasilitas yang menggunakan rontgen dan pelayanan radiologi lainnya yang melibatkan radiasi pengion. fasilitas pelayanan radiologi semakin sering digunakan dan personel di instalasi radiologi RSUD Sukadana semakin banyak terpapar radiasi, maka

manajemen keselamatan dan kesehatan kerja harus dikembangkan. (Amsyari, 2019).

Bagian radiologi RSUD Sukadana menggunakan sistem sinar-X pengion untuk menghasilkan sinar-X. Menurut statistik dari Instalasi Radiologi RSUD Sukadana, hingga 6–11 orang setiap hari melakukan pemeriksaan rontgen (Amsyari, 2019). Akibatnya, ada kemungkinan lebih besar pekerja radiasi akan terpapar lebih banyak radiasi sinar-X. Menurut informasi dari RSUD Sukadana, teknisi radiasi di fasilitas radiologi biasanya menerima paparan radiasi 0,1 mSv. Hal ini menunjukkan nilai dosis rata-rata masih di bawah NBD (nilai batas dosis), tetapi dosisnya tidak terkontrol sehingga dosis akan meningkat sehingga tubuh akan mendapatkan dosis yang lebih besar, yang selanjutnya akan menyebabkan penurunan tajam dalam jumlah limfosit pekerja. (Mayerni, 2020).

Menurut hasil wawancara dengan kepala ruang radiografer, APD lain seperti goggle, sarung tangan, pelindung tiroid, dan celemek gonad serta celemek dan pelindung tubuh sudah tidak tersedia lagi untuk digunakan di instalasi radiologi (Amsyari, 2019). Keselamatan karyawan yang bekerja di fasilitas radiologi di masa mendatang dapat dipengaruhi oleh penggunaan peralatan pelindung yang tidak memadai. Dalam rangka melaksanakan standar manajemen keselamatan dan kesehatan kerja untuk radiasi, diharapkan penelitian ini dapat menjadi bahan penilaian di unit radiologi (Uthami, 2020). Melihat konteks di atas, peneliti tertarik untuk mengetahui

program manajemen keselamatan dan kesehatan kerja radiasi RSUD Sukadana.

1.2 Rumusan Masalah

rumusan masalah yang didapatkan yaitu “bagaimana penerapan manajemen keselamatan radiasi di Rumah Sakit Umum Daerah Sukadana ?”

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

mengkaji Instalasi Radiologi RSUD Sukadana telah menerapkan manajemen keselamatan radiasi.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Mengetahui detail permohonan izin keselamatan radiasi dari Instalasi Radiologi RSUD Sukadana.
2. Mengetahui detail Instalasi Radiologi RSUD Sukadana menerapkan peraturan manajemen keselamatan radiasi.
3. Mengetahui detail penerapan peraturan proteksi radiasi di Instalasi Radiologi RSUD Sukadana.
4. Memahami Instalasi Radiologi RSUD Sukadana menerapkan kriteria tindakan keselamatan radiasi.
5. Mengetahui detail Instalasi Radiologi RSUD Sukadana melakukan verifikasi keselamatan radiasi.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Bagi Peneliti

1. Memperluas pengetahuan tentang literatur keselamatan dan kesehatan kerja tentang pengendalian paparan radiasi di instalasi radiologi.
2. Meningkatkan dan mengembangkan kemampuan mahasiswa dalam melakukan analisis metodis terhadap isu-isu terkini.
3. Sarana mengaplikasikan teori yang di dapat selama belajar di perkuliahan.

1.4.2 Bagi Rumah Sakit Umum Daerah Sukadana

1. Memberikan informasi mengenai sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja terhadap radiasi sebagai upaya mencegah pekerja dari radiasi dan meminimalisir dampak yang ditimbulkan pada diri pekerja.
2. Sebagai sumber informasi dan saran perubahan manajemen keselamatan dan kesehatan kerja radiasi di unit radiologi.

1.4.3 Bagi FK Unila

1. Membina hubungan kerjasama yang baik antara FK Unila dengan Bagi Rumah Sakit Umum Daerah Sukadana.
2. Mencantumkan referensi bagi penelitian lain yang ingin melakukan penelitian pembanding.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Rumah Sakit

2.1.1 Definisi Rumah

Rumah sakit adalah sarana yang menawarkan pelayanan kesehatan perorangan secara lengkap, meliputi rawat inap, rawat jalan, dan gawat darurat (Kemenkes RI, 2015).

2.1.2 Tujuan Rumah Sakit

Tujuan rumah sakit menurut pengaturan penyelenggaraan rumah sakit:

- a. Membuat layanan kesehatan lebih mudah diakses oleh masyarakat umum.
- b. Menjamin keamanan anggota staf rumah sakit dan perlindungan lingkungan.
- c. Meningkatkan tingkat perawatan dan melestarikan operasi rumah sakit.
- d. Menyediakan rumah sakit, masyarakat, pegawai rumah sakit, dan pasien dengan kepastian hukum (UU RI No. 44 Tahun 2009).

2.2 Keselamatan dan Kesehatan Kerja Rumah Sakit (K3RS)

Keselamatan dan Kesehatan Kerja Rumah Sakit (K3RS), kegiatan yang dilakukan untuk menjamin dan memelihara keselamatan dan kesehatan seluruh sumber daya manusia di rumah sakit dan lingkungan rumah sakit melalui upaya pencegahan kecelakaan kerja dan terjadinya penyakit akibat kerja di rumah sakit (Kementerian Kesehatan RI, 2015). Tujuan K3RS adalah untuk meningkatkan keselamatan dan kesehatan kerja di rumah sakit dengan cara yang paling efektif, efisien, dan tahan lama (Kemenkes RI, 2015).

Uraian Kementerian Kesehatan RI (2010) tentang program keselamatan dan kesehatan kerja rumah sakit (K3RS) mencantumkan banyak program K3RS yaitu:

- 1) Pembuatan kebijakan K3RS
- 2) budaya perilaku K3RS
- 3) Pembuatan SDM K3RS
- 4) Pembuatan Standard Operating Procedure (SOP), petunjuk teknis, dan rekomendasi K3RS.
- 5) Menilai dan melacak kondisi tempat kerja.
- 6) Pelayanan kesehatan kerja
- 7) Layanan untuk keselamatan kerja
- 8) Pembuatan prosedur pemeliharaan dan pengelolaan limbah padat, cair, dan gas
- 9) Pengelolaan jasa, produk, dan material (Kemenkes RI, 2010)

- 10) Peningkatan koordinasi tanggap darurat
- 11) Pengumpulan, penatausahaan, pelaporan kegiatan K3
- 12) evaluasi program 12 bulan

2.3 Sinar x

2.3.1 Definisi Sinar-X

Radiasi adalah tindakan memancarkan energi radiasi sebagai gelombang (partikel) atau sebagai campuran emisi dan keluaran energi radiasi. Sinar-X adalah radiasi elektromagnetik dengan panjang gelombang yang sangat pendek, seperti gelombang radio, gelombang panas, cahaya, dan sinar ultraviolet. Tidak terlihat dan heterogen, sinar-X memiliki rentang panjang gelombang (Amsyari, 2019). Panjang gelombang sinar-X, yang sangat pendek hanya 1/10.000 panjang cahaya tampak adalah perbedaan lain dari gelombang elektromagnetik lainnya. Sinar-X memiliki panjang gelombang pendek, yang memungkinkannya menembus benda. (Koesyanto, 2019).

2.3.2 Sifat fisik Sinar – X

Karakteristik fisik sinar-X meliputi penetrasi, hamburan, penyerapan, efek fotografi, fluoresensi, ionisasi, dan dampak biologis. (Koesyanto, 2019).

1. Daya tembus

Sinar-X digunakan dalam radiografi dapat menembus objek dan memiliki daya tembus yang tinggi. Daya tembus meningkat dengan tegangan tabung (KV). Daya tembus cahaya suatu benda meningkat dengan berkurangnya berat atau kerapatan atomnya.

2. Pertebaran

sinar-X menembus suatu bahan atau zat, sinarnya menyebar ke segala arah dan menyebabkan radiasi sekunder (radiasi tersebar) pada bahan atau zat yang dilaluinya. Akibatnya, sebagian besar film akan tampak abu-abu dan memberikan gambaran radiografi. Pasien dipisahkan dari film sinar-x dengan kisi-kisi untuk mengurangi dampak radiasi yang tersebar ini. (Koesyanto, 2019).

3. Penyerapan

Dalam radiografi, sinar-X diserap oleh bahan dan zat berdasarkan berat atom atau kerapatannya. peningkatan kerapatan berat atom, penyerapan meningkat.

4. Efek fotografik

Setelah diproses secara kimia di kamar gelap, emulsi film (emulsi perak-bromida) dapat menghitam oleh sinar-X.

5. Pendar fluor (fluoresensi)

Ketika suatu zat terkena radiasi dari sinar-X, seperti kalsium tungstat atau zing-sulfida, zat memancarkan cahaya (pendaran). Ada dua bentuk pendaran: fluoresensi, yang memancarkan cahaya saat hanya ada radiasi sinar-X, dan pendar, yang memancarkan

cahaya bahkan setelah radiasi sinar-X tidak ada lagi (*after glow*).
(BAPETEN, 2011).

6. Ionisasi

suatu benda atau zat terkena sinar-X, tindakan utamanya adalah mengionisasi partikel di dalam benda atau zat .

7. Efek biologik

Sinar – X akan menimbulkan perubahan – perubahan biologik pada jaringan. Efek biologik ini dipergunakan dalam pengobatan radioterapi (Koesyanto, 2019).

2.4 Radiologi

Subspesialisasi kedokteran yang dikenal sebagai radiologi berurusan dengan pemanfaatan teknik penggunaan radiasi untuk prosedur terapeutik dan diagnostik di bawah pengawasan radiologi, termasuk teknik pencitraan dan penggunaan radiasi dari sinar-X dan bahan radioaktif. (BAPETEN, 2011).

Radiologi dibagi menjadi dua, yaitu:

- a. Radiologi Diagnostik, yang melibatkan penggunaan fasilitas untuk alasan diagnostik.
- b. Radiologi intervensi, yaitu subspesialisasi radiologi yang menggunakan sinar X untuk mendiagnosis dan merawat pasien dengan cara memasukkan guidewires, stent, dan alat kesehatan lainnya ke dalam tubuh pasien dari luar.

2.5 Radiasi

Radiasi terdiri dari partikel bermuatan dan gelombang elektromagnetik yang memiliki energi untuk mengionisasi materi yang dilaluinya (BAPETEN, 2011). Radiasi adalah pelepasan energi oleh sumber radiasi atau zat radioaktif sebagai gelombang atau partikel (Ridley, 2020). Sebagai hasil dari inti atomnya yang tidak stabil, zat radioaktif (pemancar neutron, pemancar gamma, dan pemancar sinar-x) menghasilkan radiasi. (Wibowo, 2020).

2.5.1 Sumber Radiasi

Sumber radiasi ditinjau dari cara terbentuknya dapat dibedakan menjadi sumber radiasi alam dan sumber radiasi buatan (Koesyanto, 2019). Radiasi alam dapat berasal dari sinar kosmik (Na-22), sinar gamma dari kulit bumi (K-40), hasil peluruhan radon dan thorium di udara, serta berbagai radionuklida yang terdapat dalam bahan makanan. Beberapa negara seperti India, Brazil dan Perancis terdapat daerah yang memiliki radioaktivitas alam yang lebih tinggi dibandingkan dengan negara lain (Wibowo dkk, 2013). Bahan-bahan radiasi alam yang berasal dari dalam bumi dan prinsipnya sudah ada sejak alam ini terbentuk. Bahan-bahan ini berasal dari ruang angkasa yang memberikan sumbangan terbesar pada penerimaan radiasi pada manusia (Anizar, 2019). Pesawat sinar-X, iradiasi terapi medis, pencitraan diagnostik, kejatuhan radioaktif, radiasi yang diperoleh pekerja radiasi di fasilitas nuklir (Co-60, Cs-137, Ir-192), dan sumber

radiasi buatan lainnya adalah contoh radiasi yang dihasilkan dari penciptaan yang disengaja oleh manusia (Wibowo, 2020). Reaksi fisi, prosedur aktivasi, dan transmudasi nuklir lainnya dapat menghasilkan elemen radiasi buatan ini. Radiasi buatan dapat dihasilkan oleh bahan radioaktif yang telah dibuang ke lingkungan. (Anizar, 2019).

Untuk penelitian diagnostik medis, pengujian bahan non-destruktif, dan proses produksi berteknologi tinggi, sumber radiasi berdaya tinggi (sinar-X, neutron). Sumber eksternal dan sumber internal masing-masing dapat memberikan kontribusi radiasi pada tubuh manusia. (Anizar, 2019):

1. Sumber Eksternal

adalah yang berasal dari lokasi di luar tubuh. Baik sumber radiasi di dalam maupun di luar manusia dapat memancarkan radiasi. (Anizar, 2019).

2. Sumber Internal

adalah zat radioaktif yang masuk ke dalam tubuh dan terikat oleh organ tertentu. unsur radioaktif dan unsur stabil memiliki sifat kimiawi yang sama, unsur radioaktif terikat oleh organ tubuh. Sehingga tubuh sulit membedakan unsur stabil (Anizar, 2019).

2.5.1 Dampak Radiasi

Radiasi dari peluruhan radioaktif mengionisasi materi di jalurnya. Radiasi pengion adalah apa yang terjadi sekarang. Dampaknya

terhadap jaringan tubuh bergantung pada jenis, dosis, dan lama paparan radiasi, serta apakah radiasi berasal dari dalam atau luar tubuh. (Ridley, 2020).

1. Efek Genetik

Anak penerima radiasi memiliki dampak radiasi yang dikenal dengan efek genetik atau keturunan (Wibowo 2013). Efek genetik bersifat stokastik, dampak somatik (seperti leukemia dan kanker) dapat bersifat stokastik atau non-stokastik (deterministik).

2. Efek Somatik

efek somatik adalah dampak yang disebabkan oleh radiasi yang langsung dialami seseorang. (Wibowo, 2020).

3. Efek Stokastik

Efek radiasi adalah efek stokastik bergantung pada dosis radiasi dan tidak diantisipasi untuk memiliki tingkat ambang batas. (Anizar, 2019). Efek stokastik memiliki ciri:

- Tidak menyadari dosis ambang (bahkan dosis kecil pun bisa berdampak).
- Saat paparan radiasi meningkat, demikian juga kemungkinan terjadinya suatu peristiwa.
- Muncul setelah masa tenang yang berlarut-larut
- Dosis radiasi tidak mempengaruhi tingkat keparahan.
- Tidak ada penyembuhan dengan sendirinya. Contohnya termasuk kanker, leukemia, penyakit genetik, dan efek

pengamat (efek tidak langsung di sekitar sel yang terpapar radiasi).

4. Efek Non Stokastik

Efek radiasi yang non-stokastik memiliki karakteristik keparahan tergantung dosis yang hanya bermanifestasi ketika dosis dilampaui. (Wibowo, 2020). Efek non stokastik memiliki ciri:

- Tetapkan dosis ambang.
- Biasanya muncul setelah terpapar radiasi
- Tergantung pada intensitasnya, ada penyembuhan spontan.
- Dosis radiasi mempengaruhi tingkat keparahan.
- konsekuensi somatik termasuk luka bakar, kemandulan, katarak, kelainan kongenital, dan dampak teratogenik termasuk di antara efek non-stokastik ini.

5. Efek Teratogenik

Kelainan lahir akibat penyinaran saat janin masih dalam kandungan dikenal sebagai akibat teratogenik. Bergantung pada kapan iradiasi dilakukan biasanya pada usia kehamilan kurang dari 15 hari hal ini dapat menyebabkan lahir mati, kematian pascapersalinan, keterlambatan pertumbuhan, atau kelainan kelahiran. Antara 15 - 50 hari setelah pembuahan, saat organ tubuh masih berkembang, radiasi seringkali menyebabkan munculnya kelainan bawaan. penyinaran setelah 50 hari

kehamilan akan menghambat perkembangan embrio di dalam rahim. (Wibowo, 2020).

6. Efek Hormesis

Radiasi dosis rendah yang berpotensi meningkatkan taraf hidup manusia dikenal dengan dampak hormetik radiasi. (Wibowo, 2020).

7. Efek Biologi pada Sistem

jaringan atau organ dampak biologis pada salah satu jaringan, sistem, atau organ berikut (Wibowo, 2020):

a. Darah dan Sumsum Tulang

Bagian dari struktur sel darah yang paling cepat terkena radiasi adalah darah putih. Hasilnya, sel darah putih dalam jaringan ini lebih sedikit. Dampak sinar X dapat mengakibatkan anemia, leukimia, dan leukopenia, yaitu berkurangnya jumlah leukosit ($< 6.000 \text{ m}^3$). Menurut Mayerni (2020), darah orang dewasa mengandung sekitar 7.000 leukosit per mikroliter. Sel darah yang paling cepat terkena radiasi adalah sel darah putih, atau leukosit. (Wibowo, 2020). Sel darah putih diikuti oleh dua blok bangunan seluler dasar (koagulan dan sel darah merah). Sumsum tulang merah yang tidak menyerap dosis berlebihan dapat terus membuat sel darah, namun pada dosis fatal (17 dosis mematikan 3-5 Sv), akan terjadi kerusakan permanen. Paparan radiasi menyebabkan anemia, kekurangan hemoglobin, dan kecenderungan untuk berdarah dan sakit.

serta leukemia sumsum tulang (stokastik) akibat penekanan aktivitas sumsum tulang. Leukemia adalah hasil acak dari penyinaran sumsum tulang.

b. Saluran Pencernaan

Gejala kerusakan saluran pencernaan termasuk mual, muntah, diare, dan gangguan pencernaan. Dehidrasi yang disebabkan oleh muntah dan diare yang ekstrim bisa berakibat fatal. Kanker epitel saluran pencernaan adalah salah satu kemungkinan hasil stokastik.

c. Organ Reproduksi

dampak genetik (biasanya stokastik) dihasilkan dari perubahan gen atau kromosom pada sel kelamin, efek somatik non-stokastik pada organ reproduksi meliputi kemandulan.

d. Sistem Syaraf

Sistem saraf tahan radiasi. Pada dosis ratusan Sievert, kematian akibat cedera sistem saraf terjadi.

e. Mata

Radiasi mudah dideteksi oleh lensa mata. Katarak terjadi pada dosis $> 1,5$ Sievert dan merupakan konsekuensi somatik non-stokastik dengan fase diam yang relatif lama.

f. Kulit

Termasuk kemerahan, luka bakar, dan kematian jaringan, efek kulit somatik non-stokastik bervariasi dengan dosis. Kanker kulit merupakan salah satu contoh konsekuensi stokastik

(Wibowo, 2020). radiodermatitis persisten diikuti dengan kanker kulit. (Koesyanto, 2019)

g. Tulang

Sumsum tulang dan membran dalam dan luar tulang adalah area tulang yang sensitif terhadap radiasi. Penumpukan strontium 90 atau Radium 226 pada tulang seringkali menjadi penyebab kerusakan tulang. Sel-sel epitel lapisan tulang kanker adalah hasil dari peristiwa somatik stokastik (Wibowo, 2020). terjadi pada pelukis pelat radium dan staf medis terkait terapi radium. Matriks tulang akan menumpuk radiasi. (Koesyanto, 2019).

h. Kelenjar Gondok

Melalui hormon tiroksin yang dihasilkannya, kelenjar tiroid mengontrol metabolisme secara keseluruhan. kelenjar ini tahan terhadap radiasi eksternal, kontaminasi yodium radioaktif internal membuatnya rentan terhadap bahaya.

i. Paru-paru

Iradiasi, gas, uap, atau partikel berupa aerosol radioaktif yang terhirup oleh pernapasan seringkali menyebabkan kerusakan pada paru-paru. (Koesyanto, 2019).

j. Hati dan Ginjal

Kedua organ ini relatif tahan radiasi. tubuh manusia memiliki metode untuk memperbaiki sel yang rusak dengan dosis rendah. Memanfaatkan dosis terendah yang layak akan

membantu mengurangi kemungkinan terjadinya efek ini. Sistem pembatasan dosis diberlakukan dengan pengetahuan tentang potensi efek deterministik dan efek stokastik dalam upaya melindungi karyawan dan anggota masyarakat. (Anizar, 2019).

2.5.2 Dosis

Dosis adalah jumlah radiasi dalam medan radiasi atau jumlah energi radiasi yang diserap oleh bahan yang dilaluinya. (BAPETEN, 2013).

1. Dosis Efektif

Organ atau jaringan yang diradiasi juga mempengaruhi hubungan antara kemungkinan dampak biologis tertentu akan terwujud setelah menerima dosis yang sebanding pada jaringan. Metrik baru yang disebut dosis efektif diperlukan untuk menunjukkan radiasi bekerja untuk memberikan dampak tertentu pada organ. (Wibowo, 2020).

2. Dosis Ekuivalen

Efek radiasi pada tubuh manusia atau sistem biologisnya lebih sering didiskusikan dalam hal besaran dosis ekuivalen. Selama jumlah dosis ekuivalennya sama, radiasi jenis apa pun akan memiliki efek biologis yang sama pada jaringan tertentu sesuai dengan gagasan dosis ekuivalen. Kualitas radiasi saat mengenai jaringan inilah yang digunakan untuk menghitung dosis ekuivalen.

Jenis dan jumlah radiasi yang terlibat dianggap kualitasnya. (Wibowo, 2020).

2.5.3 Keselamatan Radiasi

Suatu pendekatan yang dapat digunakan untuk menentukan pilihan dapat digunakan untuk membuat kegiatan keselamatan radiasi. Proses propagasi radiasi dapat dianggap sebagai serangkaian kondisi dan peristiwa yang terhubung yang mengarah pada iradiasi manusia. Setiap langkah dalam proses ini dimulai dengan sumber radiasi, seperti staf radiologi rumah sakit yang terpapar radiasi. berasal dari pesawat sinar-X, (Anizar, 2019).

A. Perizinan

Setiap individu atau organisasi yang menggunakan energi nuklir harus mendapatkan lisensi untuk melakukannya. Pemanfaatan sumber radiasi pengion kelompok A meliputi penggunaan radiologi diagnostik dan intervensional. Izin pemanfaatan bahan nuklir dan radiasi pengion memiliki masa berlaku 2-3 tahun. (BAPETEN, 2014):

B. Persyaratan Manajemen

Ancaman radiasi harus dikelola untuk melindungi karyawan, masyarakat umum, dan lingkungan. Persyaratan manajemen, 21 kriteria proteksi radiasi, persyaratan teknis, dan verifikasi keselamatan adalah beberapa persyaratan keselamatan radiasi. (Budiarto , 2021).

1. Penanggung Jawab Keselamatan Radiasi

Pemegang izin dan staf atas penggunaan peralatan sinar-X bertanggung jawab atas keselamatan radiasi. Orang-orang berikut ini bekerja dengan peralatan sinar-X (BAPETEN, 2011):

- a. Ahli radiologi, juga dikenal sebagai dokter yang kompeten, adalah spesialis radiologi yang menggunakan radiasi pengion dan non-pengion untuk tujuan diagnostik untuk terapi intervensi.
- b. Seorang dokter gigi yang mengkhususkan diri dalam radiologi dalam pelayanan medis dan pencitraan diagnostik gigi yang berhubungan dengan penyakit atau gangguan pada sistem stomatognatik dikenal sebagai dokter gigi spesialis radiologi gigi atau dokter gigi yang berkompeten.
- c. Fisikawan medik adalah tenaga kesehatan yang memiliki keahlian dalam dasar-dasar fisika medik klinis, sedangkan ahli (qualified expert) adalah tenaga kesehatan yang memiliki keahlian di bidang fisika medik klinis lanjutan, telah menyelesaikan program residensi klinik, dan pernah bekerja di instalasi radiologi sekurang-kurangnya 7 tahun.
- d. Pemegang izin memilih petugas proteksi radiasi, dan BAPETEN telah diberi lampu hijau untuk melakukan tugas-tugas terkait proteksi radiasi.
- e. Operator mesin rontgen gigi adalah seorang non-radiografer yang mahir dalam radiologi gigi dan menggunakan mesin

rontgen gigi. Radiografer adalah profesional kesehatan terampil yang ditugaskan, diberi izin, dan diberi tanggung jawab penuh untuk melakukan prosedur radiologi diagnostik dan intervensi.

Pemegang izin memiliki tanggung jawab yaitu (Budiarto, 2021)

- Menawarkan, melaksanakan, dan m program keselamatan dan proteksi radiasi (Budiarto, 2021).
- Periksa secara sistematis hanya orang yang memenuhi syarat yang mengoperasikan peralatan sinar-X.
- Menyiapkan program pelatihan keselamatan radiasi.
- Menyiapkan pemantauan kesehatan karyawan radioaktif.
- Tawarkan alat proteksi radiasi.
- Mengirim laporan kepada Kepala BAPETEN tentang penggunaan program proteksi dan keselamatan radiasi, serta verifikasi keselamatan.

2. Personil

jenis alat rontgen yang digunakan dan peruntukannya, pemegang izin wajib menyediakan karyawan. Tenaga kerja di fasilitas yang menggunakan sinar-X pendukung C-arm atau ESWL, sinar-X mobile atau fixed-mounted, tomografi, densitometri tulang, dan/atau sinar-X pendukung untuk pembedahan mencakup (Budiarto, 2021):

- a. Dokter spesialis radiologi
- b. Petugas proteksi radiasi.
- c. Radiografer.

Pekerja di fasilitas yang menggunakan sinar-X untuk mamografi, CT scan, fluoroskopi, C-arm/U-arm angiography, fluoroscopic CT scan, X-ray simulators, dan/atau C-arm brachytherapy, paling sedikit terdiri dari:

- a. Ahli radiologi atau dokter yang berkualifikasi.
- b. Profesional (bekerja paruh waktu) dan/atau fisikawan medis.
- c. Petugas Proteksi Radiasi.
- d. Seorang radiografer. (Budiarto, 2021)

Seorang ahli radiologi atau dokter yang cakap memiliki kewajiban:

- Pastikan semua tindakan keselamatan pasien diikuti.
- Menawarkan rekomendasi dan dukungan untuk menerapkan diagnosis atau perawatan dengan merujuk data dari pemeriksaan sebelumnya (Uthami, 2019).
- Gunakan mesin fluoroskop sinar-X.
- pasien terpapar sesedikit mungkin untuk mencapai citra radiografi terbaik di bawah panduan tingkat paparan medis.
- Bersama dengan fisikawan medis dan/atau radiografer, tentukan teknik diagnostik dan intervensi.
- Menilai kecelakaan radiasi dari sudut pandang klinis.

- Uraikan standar pemeriksaan rekam medis anak, ibu hamil, dan pekerja radiasi. Kredensial ahli harus memiliki setidaknya gelar Master dalam fisika medis sebagai latar belakang pendidikan .

Tenaga ahli memiliki tanggung jawab yang spesifik, yaitu:

- Memberi pemegang lisensi akses yang lebih baik ke layanan radiologi diagnostik dan intervensi
- penilaian masalah keselamatan radiasi, metode rekayasa yang telah terbukti benar, dan rekayasa keselamatan yang lengkap. Lihatlah langkah-langkah keselamatan dan perlindungan untuk radiasi. Seorang fisikawan medis harus memiliki setidaknya gelar sarjana dalam fisika medis, atau gelar yang setara, (Uthami, 2019).

Fisikawan medis memiliki tugas dan tanggung jawab yang spesifik, yaitu:

- Berpartisipasi dalam tinjauan menerus tentang ketersediaan personel, peralatan, protokol, dan alat pelindung radiasi.
- Jika instalasi memiliki peralatan yang diperlukan, lakukan uji kesesuaian mesin sinar-X.
- Menghitung dosis, terutama untuk menetapkan dosis janin pada ibu hamil (Uthami, 2019).
- Jika memungkinkan, rancang, laksanakan, dan awasi proses kontrol kualitas.

- Berpartisipasi dalam analisis dan investigasi kecelakaan radiasi.
- Membantu dalam mengembangkan dan menerapkan program pelatihan proteksi radiasi.
- Pastikan standar penerimaan untuk kualitas hasil pencitraan dan rasionalitas dosis yang diberikan kepada pasien, bekerja sama dengan ahli radiologi dan ahli radiografi.

Petugas proteksi radiasi memiliki tugas dan tanggung jawab:

- Mengembangkan dan meningkatkan program keselamatan dan proteksi radiasi.
- Awasi strategi keselamatan dan perlindungan radiasi diimplementasikan.
- Memastikan ketersediaan alat pelindung radiasi serta mengamati penggunaannya.
- Evaluasi program pemantauan yang sistematis dan rutin di semua lokasi penempatan peralatan sinar-X.
- Tawarkan nasihat tentang keselamatan dan perlindungan radiasi
- Berpartisipasi dalam pengembangan fasilitas radiologi
- Menyimpan catatan.
- Menyelenggarakan kegiatan pelatihan dengan menentukan kebutuhan (Uthami, 2019).
- Praktikkan prosedur reaksi dan pencarian fakta jika terjadi paparan darurat.

- Memberitahukan kepada pemegang izin tentang kegagalan operasional yang dapat mengakibatkan kecelakaan radioaktif.
- Membuat laporan tertulis tentang penerapan program keselamatan dan proteksi radiasi, serta keselamatan.

Radiografer harus telah menyelesaikan setidaknya D-III (diploma tiga) di bidang radiologi. Radiografer memiliki kewajiban:

- teknik dan prosedur yang tepat untuk mengurangi paparan pasien.
- Memberikan perlindungan bagi pasien, anggota staf, dan orang sekitar yang berada di dekat ruang sinar-X.
- Melaksanakan tugas di kamar gelap yang meliputi pemrosesan film. (Uthami, 2019).

3. Pelatihan Petugas Proteksi Radiasi

Pelatihan adalah proses pembelajaran melalui praktik untuk mencapai kriteria kompetensi. Persyaratan yang harus dipenuhi untuk menjadi petugas proteksi radiasi: memiliki ijazah dengan jurusan ilmu pengetahuan atau teknik serendah-rendahnya DIII, didukung oleh fotokopi ijazah yang telah dilegalisasi, pelatihan petugas proteksi radiasi yang telah disetujui, dan ujian BAPETEN yang harus dilalui. Lembaga pelatihan adalah organisasi yang telah diberikan izin untuk melakukan pelatihan sesuai dengan akreditasi yang diperoleh. (BAPETEN, 2014).

4. Pemantauan kesehatan

Pemantauan kesehatan adalah studi sistematis kesehatan karyawan dengan tujuan mengidentifikasi gejala kerusakan radiasi atau tanda peringatan dini dan merancang teknik mitigasi untuk konsekuensi kesehatan jangka panjang (BAPETEN, 2011). Pemegang izin melakukan pemantauan kesehatan untuk menilai kesejahteraan fisik dan mental pekerja radiasi, memastikan kesesuaian antara kesehatan pekerja dan kondisi kerja, memperhitungkan kemungkinan kontaminasi atau paparan radiasi yang berlebihan terhadap pekerja radiasi, dan memberikan catatan yang dapat memberikan informasi. Pekerja yang terpapar terlalu banyak radiasi tunduk pada pemantauan kesehatan, konseling, dan manajemen kesehatan. (BAPETEN, 2011).

5. Rekaman

Rekaman adalah pencapaian atau bukti pelaksanaan operasi penggunaan tenaga nuklir. Dokumen yang berkaitan dengan keselamatan dan proteksi radiasi harus dibuat, disimpan, dan diarsipkan oleh pemegang izin. Rekaman ini meliputi (BAPETEN, 2011):

- a. Data tentang inventaris mesin sinar-X.
- b. Daftar dosis yang diambil setiap anggota staf setiap bulan.
- c. Hasil pemantauan laju paparan radiasi di tempat kerja dan lingkungan.

- d. Uji kesesuaian peralatan sinar-X.
- e. Pembacaan langsung kalibrasi dosimeter individu.
- f. Informasi yang dikumpulkan tentang kecelakaan radiasi.
- g. penggantian suku cadang mesin sinar-X.
- h. Instruksi yang sekurang-kurangnya mencantumkan nama orang, tanggal dan jangka waktu instruksi, mata pelajaran yang dicakup, dan salinan pernyataan instruksi atau sertifikat.
- i. Hasil pemantauan kesehatan staf (Tarwaka, 2019).

C. Persyaratan Proteksi Radiasi

Di fasilitas instalasi radiologi diagnostik, standar proteksi radiasi diterapkan selama tahap perencanaan, desain, dan penggunaan. Pembenaran untuk penggunaan peralatan sinar-X, pembatasan dosis, dan penerapan proteksi pengoptimalan keselamatan merupakan contoh proteksi radiasi wajib. (BAPETEN, 2011):

1. Justifikasi Penggunaan Pesawat Sinar X

Argumen untuk menggunakan peralatan sinar-X didasarkan pada gagasan ancaman radiasi lebih besar daripada keuntungan yang dicapai dengan margin yang signifikan (Tarwaka, 2019). persyaratan paparan radiasi pasien untuk alasan diagnostik dan intervensi, dokter atau dokter gigi harus memberikan surat referensi atau surat konsultasi. Tanpa indikasi klinis, pemeriksaan radiologis yang dilakukan untuk alasan profesional,

hukum, atau Asuransi kesehatan tidak diperbolehkan kecuali jika diminta oleh dokter atau dokter gigi yang telah berunding dengan badan profesional yang bergerak di bidang kesehatan atau jika diminta untuk mengumpulkan informasi penting tentang kesehatan subjek atau untuk digunakan dalam proses hukum (BAPETEN, 2011). Kerusakan yang ditentukan oleh ahli radiologi atau dokter yang berpengalaman melebihi manfaat bagi pasien yang diperiksa atau masyarakat secara keseluruhan, pemeriksaan sinar-X massal selektif dari kelompok demografis disetujui (BAPETEN, 2011). Wanita di bawah usia 40 tahun dengan riwayat faktor risiko yang tidak sesuai, seperti memiliki riwayat kanker payudara yang panjang, dan wanita di atas usia 40 tahun dengan pertimbangan keuntungan yang diterima lebih tinggi daripada bahayanya. Ada indikasi klinis, sebaiknya kerabat dekat tidak memeriksakan payudaranya menggunakan mesin rontgen mamografi. (BAPETEN, 2011).

2. Limitasi dosis

Istilah "batas dosis" harus berhubungan dengan dosis maksimum yang tidak boleh dilampaui dalam keadaan operasi biasa. NBD berlaku untuk masyarakat umum dan pekerja radiasi tetapi tidak untuk pasien atau pendampingnya (BAPETEN, 2011). Untuk pekerja radiasi, nilai batas dosis tidak boleh melebihi batasan:

- Dosis efektif rata-rata selama periode lima tahun adalah 20 mSv (dua puluh millisieverts), maka dosis kumulatif tidak boleh lebih dari 100 mSv.

- Dosis efektif 50 mSv setiap tahun.

Dosis ekuivalen tahunan rata-rata untuk lensa mata selama periode lima tahun adalah 20 mSv, dan 50 mSv dalam 1 tahun (Tarwaka, 2019).

- Dosis ekuivalen kulit tahunan 500 mSv.

500 mSv selama setahun adalah dosis yang sesuai untuk tangan dan kaki. Pemegang izin diharuskan menggunakan meteran survei untuk mengukur paparan radiasi dan menyediakan alat pelindung radiasi untuk memverifikasi NBD tidak melebihi. dua pekerja radiasi yang menggunakan peralatan sinar-X intervensi dan C-arm pendukung bedah, pemegang izin harus menawarkan pembacaan langsung dosimeter individu (BAPETEN, 2011).

Pekerja radiasi diberikan alat pelindung radiasi oleh pemegang izin. Standar Nasional Indonesia (SNI), sertifikat yang diberikan oleh pabrikan, yang dapat dilacak yang dikeluarkan oleh badan akreditasi, semuanya harus dipatuhi oleh alat pelindung radiasi. Setiap pekerja radiasi wajib menggunakan alat proteksi radiasi, yaitu alat pelindung radiasi dan alat pemantau dosis individu (BAPETEN, 2011). Peralatan untuk melacak dosis individu,

seperti dosimeter individual pembacaan langsung dan tag film atau TLD. Yang termasuk dalam peralatan proteksi radiasi adalah:

- Apron

Apron dengan Pb setara 0,25 mm untuk digunakan pada peralatan sinar-X radiologi diagnostik dan 0,35 mm untuk mesin sinar-X radiologi intervensi. Apron harus secara permanen dan jelas ditandai dengan ketebalan setara timbal. (Tarwaka, 2019).

- Pelindung Gonad

Perisai gonad 0,2 mm Pb, 0,25 mm Pb untuk digunakan pada mesin sinar-X radiologi diagnostik, dan 0,35 mm Pb untuk mesin sinar-X radiologi intervensi. Selubung gonad harus secara permanen dan jelas ditandai dengan ketebalan setara Pb. Perisai ini harus memiliki bentuk yang tepat untuk melindungi seluruh gonad dari bundel primer.

- Pelindung Tiroid

Terbuat dari zat dengan 1 mm timbal, pelindung tiroid.

- Sarung Tangan

Sarung tangan pelindung fluoroskopi harus memiliki ekuivalen redaman minimal 0,25 mm Pb pada 150 kVp (puncak kilovolt). Seluruh tubuh, termasuk jari tangan dan pergelangan tangan, harus dilindungi dengan tindakan ini. (Sari, 2020).

- Kaca Mata

kacamata dibuat dari bahan dengan 1 mm timah.

- Tabir

Zat yang setara dengan 1 mm Pb harus diaplikasikan pada layar radiografer. Berikut dimensi layarnya: tinggi 2 meter dan lebar 1 meter, memiliki port Pb setara dengan 1 mm Pb (Tarwaka, 2019).

D. Penerapan Optimisasi Proteksi dan Keselamatan Radiasi

Optimalisasi proteksi radiasi harus diupayakan untuk menjamin pekerja radiasi di instalasi radiologi dan penduduk di sekitar instalasi radiologi memiliki paparan radiasi yang paling sedikit. Dalam situasi ini, setiap upaya harus dilakukan untuk memberi pasien jumlah radiasi paling sedikit yang diperlukan untuk alasan diagnostik. Pembatasan dosis bagi pekerja radiasi dan masyarakat umum serta pengaturan tingkat paparan medis bagi pasien merupakan prinsip utama untuk mengoptimalkan proteksi dan keselamatan radiasi (BAPETEN, 2011). Nilai pembatas dosis ditentukan oleh pemegang izin selama tahap desain bangunan fasilitas yaitu:

- $\frac{1}{2}$ (setengah) dari ambang batas paparan tahunan bagi pekerja radiasi, yaitu 10 mSv atau 0,2 mSv setiap minggu.

- $\frac{1}{2}$ (setengah) dari batas dosis tahunan untuk populasi umum, atau 0,5 mSv per tahun atau 0,01 mSv per minggu. Pemegang izin menetapkan batas dosis pasangan pasien untuk memastikan total dosis yang diterima selama pemeriksaan. Selama tes radiologi, pemegang izin harus menggunakan tindakan pencegahan keselamatan yang paling efektif untuk pendamping pasien. Radiografi dan fluoroskopi tunduk pada pedoman paparan medis yang sama. Batas paparan medis yang dipandu dapat dilampaui dengan pembenaran berdasarkan kebutuhan terapeutik. (Tarwaka, 2019).

E. Pemantauan Dosis

Lencana film atau lencana TLD (Thermoluminisence Dosemeter) dan dosimeter pembacaan langsung terkalibrasi digunakan oleh pemegang izin untuk memantau dosis dengan melacak dosis yang diperoleh karyawan (BAPETEN, 2011). Laboratorium dosimetri terakreditasi harus menilai temuan pemantauan dosis pekerja, dan laboratorium dosimetri wajib menyampaikan temuan kepada pemegang izin dan BAPETEN. Pemegang izin wajib memberitahukan hasil evaluasi pemantauan dosis kepada pekerja, dan pemegang izin wajib menyimpan dan menyimpan hasil pemantauan dosis sekurang-kurangnya 30 tahun sejak pekerja yang bersangkutan berhenti bekerja. Pemegang izin harus

menindaklanjuti jika data pemantauan dosis mengungkapkan temuan melebihi NBD (Tarwaka, 2019).

2.5.4 Persyaratan Teknik

Persyaratan teknis meliputi mesin rontgen, peralatan penunjang peralatan rontgen, dan fasilitas gedung.

A. Pesawat Sinar X

peralatan sinar-X yang memenuhi spesifikasi Standar Nasional Indonesia (SNI) atau kriteria ketertelusuran lainnya yang ditetapkan oleh badan akreditasi, serta sertifikasi pabrikan yang dapat digunakan oleh pemegang lisensi. Generator tegangan tinggi, panel kontrol, tabung, dan perangkat lunak membentuk komponen dasar sistem sinar-X.

B. Peralatan Penunjang Pesawat Sinar X

Pemegang izin hanya dapat menggunakan peralatan yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) atau standar ketertelusuran lainnya yang ditetapkan oleh lembaga akreditasi atau sertifikasi, diberikan oleh produsen. Sedikitnya ada 34 bagian yang membentuk peralatan penunjang mesin sinar-X, antara lain instrumentasi tegangan, kolimator, dan batang penyangga tabung (Sari, 2020).

C. Bangunan Fasilitas

Desain fasilitas pesawat sinar-X harus memenuhi standar berikut:

1. Pembatas dosis bagi pekerja radiasi yang dipasang pada pintu dan dinding ruangan di samping ruang kerjanya.
2. Pembatas dosis bagi masyarakat umum untuk melindungi dinding dan pintu ruangan yang menutup akses masyarakat umum.

Beban kerja maksimum, faktor pelindung radiasi, dan faktor lokasi fasilitas semuanya harus dipertimbangkan saat merencanakan fasilitas peralatan sinar-X. Itu juga harus mempertimbangkan kemungkinan perubahan di masa mendatang untuk setiap parameter atau semuanya termasuk penambahan voltase tabung, beban kerja, kemajuan teknologi yang mungkin membutuhkan lebih banyak mesin sinar-X, dan standar penempatan yang lebih tinggi untuk sekitarnya fasilitas (Ridley, 2019). syarat berikut harus dipenuhi oleh fasilitas peralatan sinar-X:

1. Ukuran ruangan mesin sinar X dan mobile station harus rekomendasi standar internasional atau spesifikasi teknis yang diberikan oleh produsen mesin sinar X (Sari, 2020).
2. Jika ada jendela di dalam ruangan, setidaknya 2 meter (2 meter) di atas tanah.
3. Bata merah setebal 25 cm atau beton dengan berat jenis tertentu 2,2 g/cm³ dengan tebal 20 cm atau setara dengan 2 mm timah hitam (Pb) berfungsi sebagai dinding ruangan untuk semua bentuk X- peralatan sinar. Pintu berlapis timah untuk ruang sinar-X juga diperlukan.
4. Alat untuk mengembangkan atau mengembangkan film.

5. Ruang tunggu.
6. Kamar kecil.
7. Rambu peringatan radiasi, poster, dan lampu merah berkedip.

D. Verifikasi Keselamatan

Verifikasi Keselamatan terdiri dari (1) pemantauan paparan radiasi, (2) uji pepatan peralatan sinar-X, dan (3) identifikasi potensi terjadinya paparan, diperlukan untuk verifikasi keselamatan (Perka BAPETEN No 8 Tahun 2011):

1. Pemantauan Paparan Radiasi

Untuk fasilitas yang baru diperoleh sebelum dan untuk fasilitas yang telah direnovasi, pemegang izin wajib memantau paparan radiasi (Ridley, 2019). Ruang kontrol mesin sinar-X, area di sekitar mesin sinar-X, dan menerima perawatan fluoroskopi semuanya berada di bawah pengawasan petugas proteksi radiasi. Dengan memantau paparan radiasi yang dikeluarkan oleh mesin sinar-X dan mengetahui apakah ada kebocoran pada mesin sinar-X atau masih di bawah standar, hal ini dilakukan untuk melindungi pekerja radiasi dan masyarakat umum dari risiko paparan radiasi. (Ridley, 2019).

2. Uji Kesesuaian Pesawat Sinar X

Pemegang izin melakukan uji kepatuhan mesin sinar-X. Tujuan uji kesesuaian mesin sinar-X adalah untuk menjamin peralatan dapat diandalkan dan aman bagi pengguna, termasuk pasien,

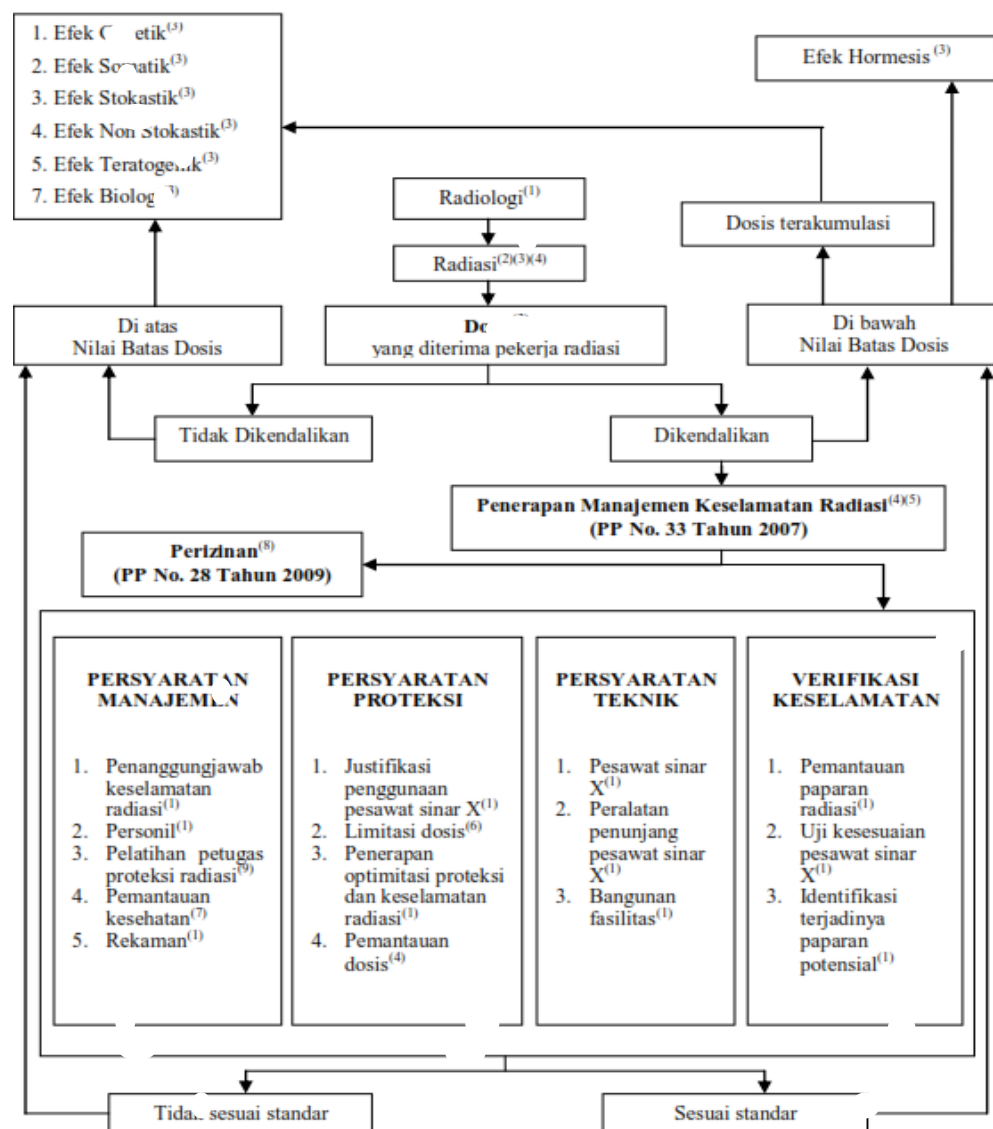
personel, dan masyarakat umum. Contoh peralatan rontgen antara lain fluoroskopi, mamografi, CT scan, peralatan gigi, radiografi umum, radiografi seluler, dan fluoroskopi. Setiap parameter iradiasi pada pesawat udara diperiksa akurasi, linieritas, dan stabilitas spesifikasi peralatan sebagai bagian dari upaya memaksimalkan proteksi radiasi. Jika memang terjadi penyimpangan, harus tetap dalam batas toleransi. (Sari, 2020).

3. Identifikasi Terjadinya Paparan Potensial

Dengan mempertimbangkan potensi penyebab kecelakaan atau peristiwa yang mungkin terjadi akibat malfungsi peralatan atau kesalahan operasional, kemungkinan terjadinya paparan dapat diidentifikasi. Kemungkinan paparan ini dapat memenuhi syarat sebagai paparan darurat. Berdasarkan rencana tanggap darurat, pemegang izin mengintervensi paparan darurat dengan melakukan tindakan pencegahan dan perbaikan. Dalam program proteksi dan keselamatan radiasi dibuat rencana reaksi darurat. Rencana tanggap darurat terdiri dari individu yang melakukan intervensi, identifikasi penyebab paparan darurat, dan metode untuk administrator keselamatan radiasi untuk mengkoordinasikan pelaksanaan intervensi. Ini dianggap sebagai tindakan perlindungan untuk menghindari paparan darurat dan tindakan langkah perbaikan yang diperlukan untuk menghindari terulangnya kejadian serupa. (Ridley, 2019)

2.6 Kerangka Teori

Kapasitas seorang peneliti untuk menggunakan dalam menyusun hipotesis secara metodis yang mendukung masalah penelitian dikenal sebagai kerangka teori. Sebuah teori dapat berfungsi sebagai batu loncatan atau kerangka kerja untuk pemecahan masalah atau penyorotan masalah. (Sari, 2020).



Gambar 1. Kerangka teori (Tarwaka, 2019)

2.7 Kerangka Konsep

penelitian ini disusun menggunakan kerangka konseptual, yang berfungsi sebagai penghubung antara ide-ide yang mendukung penelitian. Kerangka konseptual dapat berfungsi sebagai peta jalan bagi para peneliti untuk secara metodis menggambarkan ide dasar penelitian (Ghony, 2020). Gambar 2 di bawah ini menunjukkan landasan filosofis dari karya ini.



Gambar 2. Kerangka konsep

2.8 Hipotesis

Hipotesis yang dirumuskan dari penelitian ini adalah:

Ho: Berdasarkan Surat Keputusan Kepala Badan Pengawasan Tenaga Nuklir No 8 Tahun 2011, penerapan manajemen keselamatan dan kesehatan kerja radiasi di instalasi radiologi RSUD Sukadana sudah tepat.

Ha: Berdasarkan Surat Keputusan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir No 8 Tahun 2011, belum ada kesesuaian penerapan manajemen keselamatan dan kesehatan kerja radiasi di instalasi radiologi RSUD Sukadana.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis dan desain penelitian dijelaskan secara kualitatif. Menyelidiki pemahaman melalui penelitian kualitatif adalah teknik yang menganalisis masalah sosial atau manusia dengan menggunakan tradisi metodologi yang berbeda (Ghony, 2020). Dengan secara akurat menggambarkan realitas dengan kata-kata yang didasarkan pada metode pengumpulan dan evaluasi fakta-fakta terkait dari latar alami, penelitian kualitatif menjelaskan kondisi sosial tertentu. Data yang dikumpulkan untuk penelitian kualitatif bersifat deskriptif, oleh itu berupa informasi tertulis atau visual. Peneliti yang ingin menyelidiki secara menyeluruh suatu topik melakukan penelitian kualitatif (Moleong, 2020). Untuk mendapatkan informasi yang lebih detail mengenai gambaran pelaksanaan manajemen keselamatan radiasi di Instalasi Radiologi RSUD Sukadana, penelitian ini menggunakan metodologi deskriptif kualitatif.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Februari-April 2023. Kegiatan penelitian dilakukan di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Umum Daerah Sukadana.

3.3 Subjek Penelitian

3.3.1 Populasi Peneliti

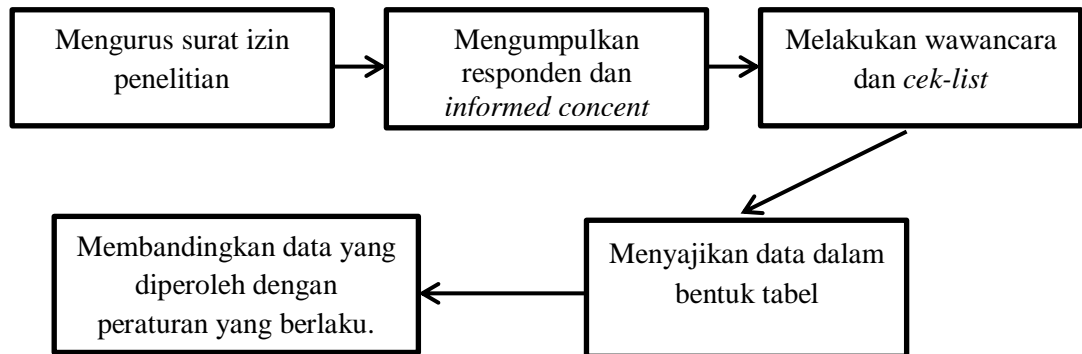
Partisipan penelitian ini adalah seluruh staf Instalasi Radiologi RSUD Sukadana Kabupaten Lampung Timur.

3.3.2 Sampel Penelitian

Purposive sampling digunakan dalam proses pengambilan sampel penelitian ini. Dengan memilih sampel tujuan atau kesulitan penelitian, metodologi ini merupakan teknik pengambilan sampel. Sampel penelitian adalah ahli radiologi dan petugas proteksi radiasi RSUD Sukadana Kabupaten Lampung Timur.

3.4 Protokol Penelitian

Tahapan awal yaitu mengurus surat izin penelitian di FK Unila Bandar Lampung dan Instalasi Radiologi Rumah Sakit Umum Daerah Sukadana Kabupaten Lampung Timur, lalu diakhiri penyajian data. Rancangan penelitian ini memiliki alur sebagai berikut:



Gambar 3. Protokol penelitian

3.5 Kriteria Sampel

3.5.1 Kriteria Inklusi

Pegawai di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Umum Daerah Sukadana Kabupaten Lampung Timur.

3.5.2 Kriteria Eksklusi

Pegawai yang tidak datang saat pengambilan data di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Umum Daerah Sukadana Kabupaten Lampung Timur.

3.6 Definisi Operasional

adalah seluruh rangkaian variabel dan kata kunci dalam penelitian. Hal ini bertujuan untuk membuat variabel lebih jelas sehingga lebih nyata dan terukur. Apa yang akan diukur, bagaimana mengukurnya, apa kriteria pengukurannya, alat ukurnya, dan skala pengukurannya adalah semua komponen yang perlu ditetapkan. (Ghony MD, 2020).

Tabel 1. Definisi operasional (BAPETEN, 2011)

No	Variabel	Definisi	Alat ukur	Cara ukur	Hasil ukur	Skala ukur
1	Perizinan	Perizinan yang sesuai dengan peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 8 Tahun 2011.	Kuesioner pulpen	Wawancara	Minimal Kurang Lebih	Nominal
2	Persyaratan manajemen	Persyaratan manajemen radiasi yang sesuai dengan peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 8 Tahun 2011.	Kuesioner pulpen	Wawancara	Minimal Kurang Lebih	Nominal
3	Persyaratan proteksi	Persyaratan proteksi radiasi yang sesuai dengan peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 8 Tahun 2011.	Kuesioner pulpen	Wawancara	Minimal Kurang Lebih	Nominal
4	Prsyarat teknik	Persyaratan teknik yang sesuai dengan peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 8 Tahun 2011.	Kuesioner pulpen	Wawancara	Minimal Kurang Lebih	Nominal
5	Verifikasi keselamatan	Proses verifikasi keselamatan yang sesuai dengan peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 8 Tahun 2011.	Kuesioner pulpen	Wawancara	Minimal Kurang Lebih	Nominal

3.7 Metode Pengumpulan Data

Tujuan penelitian adalah untuk mengumpulkan data, dan fase kritis dalam proses itu adalah proses pengumpulan data. Tanpa memahami bagaimana data dikumpulkan, peneliti tidak dapat memperoleh hasil yang memenuhi standar data yang berlaku.

3.7.1 Pengamatan (Observasi)

Metode observasi (pengamatan) merupakan metode pengumpulan data yang memerlukan kerja lapangan untuk mengumpulkan informasi tentang ruang, tempat, orang, aktivitas, barang, waktu, peristiwa, tujuan, dan perasaan. Metode observasi merupakan cara yang sangat baik untuk mengawasi perilaku subjek dalam lingkungan atau ruang,

waktu, dan keadaan tertentu (Ghon, 2022). Dalam penelitian ini menggunakan metode pengamatan terlibat (observasi partisipatif) namun partisipasi pasif (*passive participation*). Jadi dalam hal ini peneliti datang di tempat kegiatan orang yang diamati, tetapi tidak ikut terlibat dalam kegiatan (Sugiyono, 2022). Penelitian ini observasi dilakukan dengan bantuan lembar observasi supaya memudahkan peneliti dalam observasi di lapangan.

3.7.2 Wawancara

Wawancara adalah percakapan dengan maksud tertentu. Percakapan itu dilakukan oleh dua pihak, yaitu pewawancara (*interviewer*) yang mengajukan pertanyaan dan terwawancara (*interviewee*) yang memberikan jawaban atas pertanyaan itu (Moleong, 2019). Wawancara digunakan sebagai teknik pengumpulan data apabila peneliti ingin melakukan studi pendahuluan untuk menemukan permasalahan yang harus diteliti, tetapi juga apabila peneliti ingin mengetahui hal-hal dari responden yang lebih mendalam (Sugiyono, 2022). Teknik wawancara yang digunakan dalam penelitian ini yaitu wawancara semiterstruktur (*semistructure interview*), jenis wawancara ini sudah termasuk dalam pelaksanaannya lebih bebas bila dibandingkan dengan wawancara terstruktur. Tujuan dari wawancara jenis ini adalah untuk menemukan permasalahan secara lebih terbuka, dimana pihak yang diajak wawancara diminta pendapat, dan idenya.

3.7.3 Dokumentasi

Dokumen adalah catatan tertulis tentang suatu peristiwa, baik itu dibuat atau tidak. Informasi dalam dokumen ini, yang dapat digunakan sebagai data tambahan dan sebagai bagian dari studi kasus, merupakan sumber utama informasi yang dihasilkan dari observasi partisipan. Informasi ini meliputi foto, video, film, memorandum, surat, catatan kasus klinis, dan lainnya (Ghony, 2022). Penelitian ini merupakan studi dokumentasi selain penggunaan teknik observasi dan wawancara dalam penelitian kualitatif. Hasil dari observasi dan wawancara akan lebih dapat dipercaya dan dipercaya jika bukti disajikan (Sugiyono, 2022). Dokumen dari program proteksi radiasi, profil rumah sakit, dan sumber-sumber lain yang terkait dengan penerapan sistem manajemen keselamatan radiasi di bagian radiologi RS Sukadana menjadi dasar informasi dalam penyelidikan investigasi ini.

3.8 Instrumen Penelitian

3.8.1 Lembar Observasi

Pengamatan (observasi) dilakukan tanpa juga mendokumentasikan data pada lembar observasi dan menerima komentar dari partisipan melalui kuesioner. Survei ini dirancang untuk diisi oleh pengamat, bukan subjek. Tujuan utamanya adalah untuk memberikan masukan penonton sehingga ia lebih dapat mengarahkan apa yang akan diamatinya dan dalam hal-hal tertentu dapat memperbaiki teknik pengamatannya (Moleong, 2018). Lembar observasi dalam penelitian

ini berisi indikator yang akan diamati untuk mengetahui penerapan sistem manajemen keselamatan radiasi yang ditemukan di lapangan dibandingkan dengan standar acuan yang digunakan dalam penelitian (Ghony, 2022).

3.8.2 Pedoman Wawancara

Pedoman wawancara berisi petunjuk secara garis besar tentang proses dan isi wawancara untuk menjaga agar pokok-pokok yang direncanakan dapat seluruhnya tercakup (Moleong, 2018). Dalam penelitian ini pedoman wawancara digunakan untuk mengetahui bagaimana penerapan sistem manajemen keselamatan radiasi di instalasi radiologi. Supaya hasil wawancara dapat terekam dengan baik, dan peneliti memiliki bukti telah melakukan wawancara kepada responden atau sumber data, maka diperlukan bantuan alat-alat seperti: buku catatan yang berfungsi untuk mencatat semua percakapan; tape recorder yang berfungsi untuk m semua percakapan atau pembicaraan; dan camera yang berfungsi untuk memotret peneliti sedang melakukan pembicaraan dengan responden/sumber data.

3.8.3 Lembar Studi Dokumentasi

Prosedur tertentu, sering kali melibatkan analisis isi atau tinjauan isi, biasanya digunakan untuk memanfaatkan kertas dengan informasi yang padat. Pendekatan ini disebut analisis isi menggunakan serangkaian langkah untuk mendapatkan temuan yang dapat

diandalkan dari sebuah buku atau materi. Pengumpulan data peneliti untuk studi dokumen di lapangan dipermudah dengan penggunaan lembar studi dokumentasi. Lembar kajian dokumentasi memuat indikator masukan yang akan dilihat, dibandingkan, kemudian dibuktikan dengan dokumen lapangan yang sudah ada seperti profil rumah sakit, program proteksi keselamatan radiasi, dan dokumen lain yang berkaitan dengan sistem manajemen keselamatan radiasi di instalasi radiologi.

3.9 Uji Keabsahan Data

Kebenaran data dalam penelitian ini diperiksa dengan menggunakan teknik triangulasi, yaitu suatu metode yang memanfaatkan yang lain. digunakan semata-mata untuk perbandingan atau verifikasi (Melong, 2018). Suatu jenis pengumpulan data yang disebut triangulasi menggabungkan teknik pengumpulan data dengan sumber data yang sudah ada. Teknik triangulasi teknis dan triangulasi sumber daya. triangulasi mengacu pada prosedur di mana peneliti mengumpulkan data dari satu sumber dengan menggunakan berbagai teknik pengumpulan data. Untuk narasumber yang sama, peneliti secara bersamaan menggunakan observasi partisipatif, wawancara mendalam, dan dokumentasi. Triangulasi sumber mengacu pada penggunaan metode yang sama untuk mendapatkan data dari banyak sumber. (Sugiyono, 2019). Penelitian ini pemeriksaan keabsahan data dilakukan dengan cara membandingkan dan mengecek data dari responden

yang berbeda yaitu: petugas proteksi radiasi, fisikawan medis dan radiografer dari hasil observasi, wawancara serta studi dokumentasi.

3.10 Metode Pengolahan dan Analisa Data

3.10.1 Reduksi Data

Dengan meringkas, memusatkan perhatian pada hal-hal yang penting, dan mencari tema dan pola, data direduksi. Hasilnya, Data yang dipadatkan akan memberikan gambaran dan memudahkan peneliti untuk mengumpulkan data tambahan dan melakukan studi jika diperlukan. (Sugiyono, 2019).

3.10.2 Penyajian Data

Data kemudian ditampilkan setelah dikompresi. Temuan penelitian kualitatif disajikan dalam ringkasan singkat, bagan, korelasi antar kategori, bagan alir, dan representasi data visual lainnya. Penulisan naratif digunakan dalam penelitian kualitatif untuk menyediakan data. Data akan disusun dan dikelompokkan dalam pola relasional melalui penyajian sehingga lebih mudah dipahami., Jika proporsi persentase diberikan, dapat ditampilkan dalam bentuk tabel distribusi frekuensi relatif. Kita dapat menyusun dan meringkas data kualitatif yang kita peroleh dari pengamatan dalam bentuk tabel yang dikenal dengan distribusi frekuensi. (Ghony, 2020).

Penyajian data meliputi persentase tingkat kesesuaian antara kondisi aktual dengan standar acuan. Memanfaatkan distribusi frekuensi relatif, seseorang dapat menentukan tingkat kesesuaian. Persentase kelompok dari semua pengamatan dapat dihitung dengan menggunakan distribusi frekuensi relatif. Seseorang dapat menggunakan rumus. (Sugiyono, 2019).

$$P = \frac{f(1,2,3)}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

P : Tingkat kesesuaian

N : Total poin

f(1) : Ada dan sesuai

f(2) : Ada dan tidak sesuai

f(3) : Tidak ada

Rumusan berikut menentukan penggunaan alat rontgen radiologi diagnostik di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Umum Daerah Sukadana Kabupaten Lampung Timur sesuai penerapan manajemen keselamatan radiasi:

Tabel 2. Perhitungan Tingkat Kesesuaian (BAPETEN, 2011)

No	Komponen	Jumlah poin	Tingkat kesesuaian
1	Perizinan	1	$(n/1) \times 100\%$
2	Persyaratan manajemen keselamatan radiasi	26	$(n/26) \times 100\%$
	a. Penanggungjawab Keselamatan Radiasi	8	$(n/8) \times 100\%$
	b. Personil	1	$(n/1) \times 100\%$
	c. Pelatihan Petugas Proteksi Radiasi	1	$(n/1) \times 100\%$
	d. Pemantauan Kesehatan	4	$(n/4) \times 100\%$
	e. Rekaman	12	$(n/12) \times 100\%$
3	Persyaratan proteksi radiasi	8	$(n/8) \times 100\%$
	a. Justifikasi Penggunaan Pesawat Sinar X	1	$(n/1) \times 100\%$
	b. Limitasi Dosis	3	$(n/3) \times 100\%$
	c. Penerapan Optimisasi Proteksi dan Keselamatan Radiasi	2	$(n/2) \times 100\%$
	d. Pemantauan Dosis	2	$(n/2) \times 100\%$
4	Persyaratan teknik	8	$(n/8) \times 100\%$
	a. Pesawat Sinar X	2	$(n/2) \times 100\%$
	b. Peralatan Penunjang Pesawat Sinar X	2	$(n/2) \times 100\%$
	c. Bangunan Fasilitas	4	$(n/4) \times 100\%$
5	Verifikasi keselamatan radiasi	5	$(n/5) \times 100\%$
	a. Pemantauan Paparan Radiasi	2	$(n/2) \times 100\%$
	b. Uji Kesesuaian Pesawat Sinar X	1	$(n/1) \times 100\%$
	c. Identifikasi Terjadinya Paparan Radiasi	2	$(n/2) \times 100\%$
	Total	48	$(n/48) \times 100\%$

3.11 Etika Penelitian

Penelitian ini mendapat persetujuan etik dengan No. 921/UN26.18/PP.05.02.00/2023.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Penelitian ini berjudul “Analisis Penerapan Manajemen Keselamatan Radiasi di Instalasi Radiologi di Rumah Sakit Umum Daerah Sukadana” ini disimpulkan

1. Instalasi Radiologi RSUD Sukadana telah memenuhi (memadai) gambaran permohonan izin keselamatan radiasi.
2. Penerapan kriteria manajemen keselamatan radiasi di Instalasi Radiologi RSUD Sukadana dinyatakan sudah sesuai (memadai).
3. Instalasi Radiologi RSUD Sukadana telah menerapkan peraturan keselamatan radiasi untuk proteksi radiasi dengan cara yang cukup sesuai.
4. Instalasi Radiologi RSUD Sukadana memiliki penjelasan yang sesuai (memadai) tentang bagaimana penerapan standar metode keselamatan radiasi.
5. Pelaksanaan verifikasi keselamatan radiasi di Instalasi Radiologi RSUD Sukadana telah memenuhi deskripsi kesesuaian (memadai).

5.2 Saran

Pada penelitian tentang “Analisis Penerapan Manajemen Keselamatan Radiasi di Instalasi Radiologi di Rumah Sakit Umum Daerah Sukadana”, saran yang dapat direkomendasikan yaitu RSUD Sukadana dapat meninjau kembali variabel yang belum sesuai standar dan variabel yang belum terpenuhi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anizar. 2019. Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Amsyari. 2019. Radiasi Dosis Rendah dan pengaruhnya terhadap Kesehatan, Surabaya: Airlangga University Press.
- BAPETEN. 2010. Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 6 Tahun 2010 tentang Pemantauan Kesehatan untuk Pekerja Radiasi, Badan Pengawas Tenaga Nuklir, Jakarta.
- Badan Pengawas Tenaga Nuklir. 2019. Materi Diklat Petugas Proteksi Radiasi. Jakarta
- BAPETEN. 2011. Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 8 Tahun 2011 tentang Keselamatan Radiasi dalam Penggunaan Pesawat Sinar-X Radiologi Diagnostik dan Intervensional, Badan Pengawas Tenaga Nuklir, Jakarta.
- BAPETEN. 2011. Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 9 Tahun 2011 tentang Uji Kesesuaian Pesawat Sinar X Radiologi Diagnostik dan Intervensional, Badan Pengawas Tenaga Nuklir, Jakarta.
- BAPETEN. 2013. Laporan Akuntabilitas Kinerja Badan Pengawas Tenaga Nuklir 2013, Badan Pengawas Tenaga Nuklir, Jakarta.
- BAPETEN. 2013. Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 4 Tahun 2013 tentang Proteksi dan Keselamatan Radiasi dalam Pemanfaatan Tenaga Nuklir, Badan Pengawas Tenaga Nuklir, Jakarta.

- BAPETEN. 2014. Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 16 Tahun 2014 tentang Surat Izin Bekerja Petugas Tertentu yang Bekerja di Instalasi yang Memanfaatkan Sumber Radiasi Pengion, Badan Pengawas Tenaga Nuklir, Jakarta.
- Budiarto. 2021. Biostatistika untuk Kedokteran dan Kesehatan Masyarakat, EGC, Jakarta.
- Ghony MD. 2020. Metodologi Penelitian Kualitatif, Ar- Ruzz Media, Yogyakarta.
- ICRP. 2020. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60, Annals of the ICRP 21(1-3), Oxford: Pergamon Press.
- Kemenkes RI. 2007. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 432/MENKES/SK/IV/2007 tentang Pedoman Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) di Rumah Sakit, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
- Kemenkes RI. 2010. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1087/MENKES/SK/VIII/2010 tentang Standar Kesehatan dan Keselamatan Kerja di Rumah Sakit, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
- Kemenkes RI. 2014. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 56 Tahun 2014 tentang Klasifikasi dan Perizinan Rumah Sakit, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
- Koesyanto. 2019. Buku Ajar Penyakit Akibat Kerja, Anugerah, Semarang.
- Mayerni. 2020. Dampak Radiasi terhadap Kesehatan Pekerja Radiasi di RSUD Arifin Achmad, RS Santa Maria, dan RS Awal Bros Pekanbaru, Jurnal Lingkungan, 7(1): 114-127.

- Moleong. 2020. Metodologi Penelitian Kualitatif, PT Remaja Rosdakarya, Bandung.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2008. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 29 Tahun 2008 tentang Perizinan Pemanfaatan Sumber Radiasi Pengion dan Bahan Nuklir, Pemerintah Republik Indonesia, Jakarta.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2007. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 33 Tahun 2007 tentang Keselamatan Radiasi Pengion dan Keamanan Sumber Radioaktif, Pemerintah Republik Indonesia, Jakarta.
- Ridley. 2019. Ihtisar Kesehatan dan Keselamatan Kerja, Edisi Ketiga, Erlangga, Jakarta.
- Sari. 2020. Pengembangan Sistem Manajemen Keselamatan Radiasi Sinar X di Unit Kerja Radiologi Rumah Sakit XYZ Tahun 2011, Skripsi, Universitas Indonesia, Depok.
- Sugiyono. 2019. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D, Alfabeta, Bandung.
- Tarwaka. 2019. Keselamatan dan Kesehatan Kerja Manajemen dan Implementasi K3 di Tempat Kerja, Harapan Press, Surakarta.
- Uthami. 2019. Analisis Manajemen Keselamatan Radiasi pada Instalasi Radiologi RSUD DR. H. M. Rabain Muara Enim Tahun 2019, Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Keselamatan Kesehatan dan Lingkungan VI Jakarta, 15-16 Juni, hal 154161, Jakarta.
- Wibowo. 2020. Materi Diklat Petugas Proteksi Radiasi Bidang Radiodiagnostik, Politeknik Kesehatan Kemenkes Semarang, Semarang