EDUKASI PENGUKURAN PAPARAN RADIASI DAN AKURASI KOLIMASI PADA PESAWAT RONTGEN DI RSUD PASAR MINGGU, JAKARTA SELATAN TAHUN 2026

Khairil Anwar[1], Eka Putra Syarif H[1] , Samsun[1]
[1]Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi, Politeknik Kesehatan Kemenkes Jakarta II

PENULIS KORESPONDENSI

Khairil Anwar
khairil.anwar@poltekkesjkt2.ac.id
+62 813 1511 5097
Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi, Poltekkes Kemenkes Jakarta II, Jakarta, Indonesia

ABSTRAK

Pendahuluan: Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini bertujuan mengukur paparan radiasi dan akurasi kolimaasi di Instalasi Radiologi RSUD Pasar Minggu, Jakarta Selatan**.** Dari kegiatan ini diharapkan dapat menjadi bahan evaluasi dalam pemeliharaan peralatan, serta peningkatan bu**daya** keselamatan dan kesehatan radiasi di lingkungan instalasi radiologi, **serta** memperkuat sinergi Poltekkes Kemenkes Jakarta II dan RSUD Pasar Minggu.
Metode: melakukan pengukuran paparan radiasi menggunakan *survey meter* pada sekitar ruang pemeriksaan radiologi dan pengujian akurasi kolimasi menggunakan *collimator test tool* terhadap tabung rontgen . Kegiatan ini mengikutsertakan radiografer dan mahasiswa. Bagi radiografer diharapkan dapat meningkatkan kompetensi keselamatan radiasi. Bagi mahasiswa, agar mendapat pengalaman praktik dalam bidang proteksi radiasi, penjaminan dan kendali mutu radiologi.
Hasil: Hasil pengukuran paparan radiasi pada seluruh area sekitar ruang pemeriksaan radiografi diketahui aman (0,00 µSv/jam), tetapi area sekitar tabung rontgen hasil pengukuran dengan jarak 25 cm, diketahui semua sisi melampaui batas nilai kecuali sisi kanan tabung (7,42 usv/ jam) lebih kecil dari batas nilai (10 usv/jam).
Kesimpulan: Secara umum hasil pengukuran paparan radiasi di sekitar area tabung rontgen dan ruang pemeriksaan radiologi masih dalam batas aman, kecuali pada sisi kanan tabung serta hasil pengukuran akurasi kolimasi tabung rontgen masih dalam batas normal.

Kata kunci: Paparan radiasi, sinar-X, kebocoran radiasi, kolimasi, keselamatan radiasi.

1. PENDAHULUAN

Paparan radiasi di ruang radiologi merupakan salah satu risiko utama yang dihadapi oleh tenaga medis dan pasien di rumah sakit. Radiasi pengion yang digunakan dalam prosedur radiologi diagnostik, seperti sinar-X, memiliki manfaat yang besar dalam mendeteksi dan mendiagnosis berbagai kondisi medis. Namun, paparan radiasi yang tidak terkendali dapat menyebabkan efek kesehatan yang serius, termasuk kerusakan jaringan, peningkatan risiko kanker, dan efek kesehatan jangka panjang lainnya (ICRP, 2007), (Menzel, 2011). RSUD Pasar Minggu Jakarta Selatan, sebagai salah satu rumah sakit rujukan di Provinsi DK Jakarta, memiliki fasilitas radiologi yang digunakan untuk berbagai prosedur diagnostik. Dalam upaya

untuk memastikan keselamatan kerja dan keselamatan pasien (Perka BAPETEN No. 4 tahun 2020), penting untuk melakukan pengukuran dan evaluasi paparan radiasi secara rutin di area kerja ruang radiologi (Khandaker & Osei, 2022). Pengukuran ini bertujuan untuk memastikan bahwa tingkat radiasi berada dalam batas aman yang telah ditetapkan oleh standar keselamatan radiasi nasional dan internasional (Hiswara, 2015), (WHO, 2016),

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilakukan dengan tujuan utama untuk mengetahui tingkat paparan radiasi di area kerja ruang radiologi RSUD Pasar Minggu Jakarta Selatan. Pengukuran dilakukan menggunakan surveymeter, alat yang dirancang untuk mendeteksi dan mengukur intensitas radiasi di lingkungan kerja (Perka BAPETEN No. 2 tahun 2018). Data yang diperoleh dari pengukuran ini akan digunakan untuk mengevaluasi kepatuhan terhadap standar keselamatan, mengidentifikasi area dengan paparan radiasi tinggi, dan memberikan rekomendasi untuk langkah-langkah mitigasi yang diperlukan.

Dengan demikian, kegiatan ini tidak hanya bertujuan untuk melindungi tenaga medis dan pasien dari risiko radiasi, tetapi juga untuk memastikan bahwa prosedur diagnostik radiologi dapat dilakukan dengan aman dan efektif (Lampignano & Kendrik. 2018). Hasil dari pengukuran ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif dalam meningkatkan kualitas layanan kesehatan di RSUD Pasar Minggu Jakarta Selatan dan menjaga kesehatan serta keselamatan seluruh pihak yang terlibat.

Di Instalasi Radiologi RSUD Pasar Minggu Jakarta Selatan, dilakukan kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang bertujuan untuk mengukur paparan radiasi dan kebocoran tabung pada pesawat sinar-X. Kegiatan ini bertujuan untuk memastikan bahwa peralatan radiologi beroperasi dalam batas aman dan sesuai dengan standar keselamatan yang telah ditetapkan (Bushong, 2017). Pengukuran dilakukan menggunakan surveymeter, alat yang mampu mendeteksi intensitas radiasi di berbagai titik di sekitar pesawat sinar-X.

Tujuan utama dari kegiatan ini adalah untuk mengetahui tingkat paparan radiasi pada tabung pesawat sinar-X. Selain itu, kegiatan ini juga bertujuan untuk mengevaluasi akurasi luas lapangan penyinaran dan menilai paparan radiasi di lingkungan radiologi. Dengan demikian, kegiatan ini tidak hanya memberikan data yang bermanfaat untuk pemeliharaan dan pengoperasian peralatan radiologi, tetapi juga untuk meningkatkan keselamatan kerja di lingkungan radiologi (Kepmenkes No. 432 tahun 2007).

Manfaat yang diperoleh dari kegiatan pengabdian ini antara lain adalah informasi tentang tingkat keamanan pesawat sinar-X, data laju dosis area sekitar ruang pemeriksaan radiologi yang dapat digunakan sebagai masukan dalam prosedur pemeliharaan, serta masukan untuk menjaga prinsip keselamatan dan kesehatan kerja radiologi (Kepmenkes No. 432 tahun 2007). Semua ini diharapkan dapat memberikan perlindungan optimal bagi pasien, radiografer, dan masyarakat sekitar lingkungan radiologi di RSUD Pasar Minggu Jakarta Selatan.

2. METODE

a. Tahapan kergiatan

Pengukuran paparan radiasi pada area ruang pemeriksaan sekitar ruang Instalasi Radiologi RSUD Pasar Minggu Jakarta Selatan dilakukan dengan langkah-langkah yang sistematis dan menggunakan alat yang tepat.

Berikut adalah metode yang digunakan dalam kegiatan pengabdian ini:

1) Pengukuran Paparan Radiasi
   a) Alat dan Bahan.
   i. Surveymeter: Alat ini digunakan untuk mengukur intensitas radiasi di berbagai lokasi di sekitar pesawat sinar X. Surveymeter yang digunakan harus telah dikalibrasi dan berada dalam kondisi baik.



Gambar 1. Surveymeter

ii. Mempersiapkan lembar kerja untuk mencatat hasil pengukuran dan posisi pengukuran.
iii. Alat Pelindung Diri (Apron): Memastikan APRON yang digunakan dalam pengukuran tidak mengalami kerusakan atau kebocoran.
iv. Pesawat Rontgen, untuk mendapatkan radiasi sinar X yang akan diukur

Tabel 3.Spesifikasi Peralatan Rontgen Sebagai Target Pengukuran Paparan Radiasi dan Akurasi Kolimasi

Item	Keterangan
Nama Fasilitas	Instalasi Radiologi RSUD Pasar Minggu Jakarta Selatan
Merk / Model Pesawat	Philips
Jenis Pesawat	X-Ray Konvensional (Radiografi Umum)
Model	SRO 33100 ROT 380
Alat Ukur	Raysave – No. Seri 288851.
Faktor Eksposi (kV – mAs)	70 kV dan 8 mAs


Gambar 2. Pesawat rontgen

b) Pengukuran :

i. Lokasi Pengukuran: Pengukuran dilakukan di ruang pesawat Radiodiagnostik RSUD Pasar Minggu Lokasi pengukuran mencakup beberapa titik di sekitar tabung sinar X, yaitu di atas, di depan, di belakang, dan di bawah tabung (Perka BAPETEN No 2 tahun 2018).

ii. Prosedur Pengukuran: Surveymeter ditempatkan pada setiap titik pengukuran selama beberapa waktu untuk mendapatkan nilai rata-rata paparan radiasi. Pengukuran dilakukan dalam kondisi operasi normal pesawat sinar X (Perka BAPETEN No 2 tahun 2018).

iii. Pencatatan Hasil: Hasil pengukuran dicatat pada lembar kerja yang telah dipersiapkan, termasuk intensitas radiasi yang terdeteksi di setiap titik.



Gambar 3. Titik-titik Pengukuran Paparan Radiasi Pada Tabung Rontgen

c) Kompilasi Data: Data yang diperoleh dari pengukuran paparan radiasi dan kebocoran tabung dikompilasi untuk analisis.

d) Analisis Data: Perbandingan dengan Standar: Hasil pengukuran dibandingkan dengan standar keselamatan radiasi yang berlaku untuk memastikan bahwa paparan radiasi berada dalam batas aman.

e) Pelaporan: Hasil analisis disusun dalam bentuk laporan yang mencakup temuan utama, interpretasi data, dan rekomendasi untuk tindakan perbaikan jika diperlukan.

2) Pengukuran Akurasi Kolimasi (Perka BAPETEN No 2 tahun 2012)

a) Alat dan bahan :

i. Pesawat Sinar-X :

- Merek : Philips
- Model : SRO 33100
- No REF : 9890 000 86561

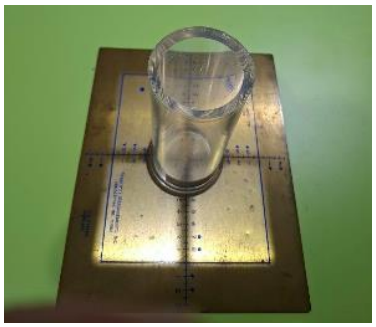


Gambar 4. Kolimator Pada Tabung Rontgen

ii. Alat uji Line Beam Kolimator

- Merek : RMI Collimator Test Tool

- Seri / tipe : 53562




Gambar 5. Penyinaran Collimator Test Tool

iii. Mempersiapkan lembar kerja untuk mencatat hasil pengukuran dan posisi pengukuran.
iv. Alat Pelindung Diri (Apron): Memastikan APRON yang digunakan dalam pengukuran tidak mengalami kerusakan atau kebocoran.

b) Pengukuran Akurasi Kolimasi




Gambar 6. Hasil Penyinaran Collimator Test Tool

c) Kompilasi Data: Data yang diperoleh dari pengukuran akurasi kolimasi dikompilasi untuk analisis.
d) Analisis Data:Perbandingan dengan Standar: Hasil pengukuran dibandingkan dengan standar yang berlaku untuk memastikan bahwa kolimasi berada dalam batas aman.
e) Pelaporan: Hasil analisis disusun dalam bentuk laporan yang mencakup temuan utama, interpretasi data, dan rekomendasi untuk tindakan perbaikan jika diperlukan.

3. HASIL

a. Hasil Pengukuran Paparan Radiasi

1) Hasil pengukuran paparan radiasi yang dapat diharapkan dari kegiatan pengukuran di area tabung rontgen dalam ruang radiologi RSUD Pasar Minggu Jakarta Selatan sebagaimana tertera pada tabel 1 di bawah ini :

Tabel 1. Hasil Pengukuran Pada Area Tabung Rontgen

No	Titik Pengukuran	Laju Dosis (uSv/jam)	Nilai Batas/ Standar	Keterangan
1	Depan Tabung	3,54	0,5 uSv/ jam	Tidak aman
2	Kanan Tabung	7,42	10 usv/ jam	Aman

3	Kiri Tabung	22,0	10 uSv/ jam	Tidak aman
4	Belakang tabung	4,56	0,5 uSv/ jam	Tidak aman
5	Atas Tabung	22,0	10 uSv/ jam	Tidak aman
6	Bawah tabung	43,8	10 Sv/ jam	Tidak aman

Jarak pengukuran dari tabung rontgen adalah 25 cm. Dari tabel 1. tersebut di atas, diketahui bahwa hanya sisi kanan tabung yang aman karena tidak melampaui batas standar (10 usv/ jam). Sedangkan sisi lain (depan, kiri, belakang, atas dan bawah tabung) semuanya melampaui batas nilai standar.

2) Hasil pengukuran paparan radiasi yang dapat diharapkan dari kegiatan pengukuran di area ruang radiologi RSUD Pasar Minggu Jakarta Selatan sebagaimana tertera pada tabel 2 di bawah ini :

Tabel 2. Hasil Pengukuran Pada Area Di Sekitar Ruang Pemeriksaan Radiologi

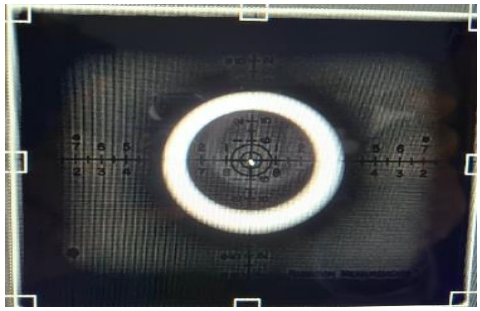
No	Titik Pengukuran	Laju Dosis (uSv/jam)	Nilai Batas/ Standar	Keterangan
1	Ruang tunggu pasien	0,00	0,5 uSv/ jam	Aman
2	Pintu Masuk pasien	0,00	0,5 uSv/ jam	Aman
3	Pintu masuk petugas	0,00	0,5 uSv/ jam	Aman
4	Ruang operator/radiografer	0,00	0,5 uSv/ jam	Aman
5	Ruang ganti baju pasien	0,00	0,5 uSv/ jam	Aman

Catatan : Laju dosis background sebesar 0,12 uSv/ jam

Pengukuran di luar ruang tindakan dilakukan untuk memastikan bahwa perisai radiasi struktur (dinding penahan dan pintu berlapis timbal) mampu menahan radiasi hambur selama proses ekspos radiografi. Tabel 2 di atas menyajikan hasil pengukuran di lima area sekitar ruang radiologi.

b. Hasil Pengukuran Akurasi Kolimasi

Hasil pengukuran akurasi kolimasi tabung rontgen adalah sebagai berikut :



Gambar 6. Hasil Penyinaran Collimator Test Tool

1) Visualisasi Berkas: Terlihat proyeksi berkas sinar-X berupa cincin (annulus) putih yang terang dan simetris.
2) Keselarasan Pusat (Central Ray): Titik pusat berkas sinar-X (ditandai titik putih di tengah) tepat berada pada titik pusat alat uji (perpotongan garis silang).
3) Bentuk Medan: Lingkaran berkas tampak bulat sempurna, tidak ada indikasi kemiringan (tilt) pada tabung atau kolimator.

4) Cakupan: Garis grid pada alat uji di area pinggir masih terlihat, menunjukkan medan radiasi mencakup area yang diuji dengan baik.
5) **Data Pengukuran :**
   (a) Jarak Fokus ke Detektor (FFD) : 100 cm
   (b) Diameter Medan Radiasi (D_rad) : 20 cm *(diukur dari citra)*
   (c) Diameter Medan Cahaya (D_cah) : 20 cm *(diukur dari light field)*
   (d) Deviasi Pusat (X) : 0,5 cm *(jarak antara titik pusat sinar-X dengan titik pusat alat uji)*
   (e) Deviasi Pusat (Y) : 0,3 cm *(jarak vertikal)*

4. PEMBAHASAN

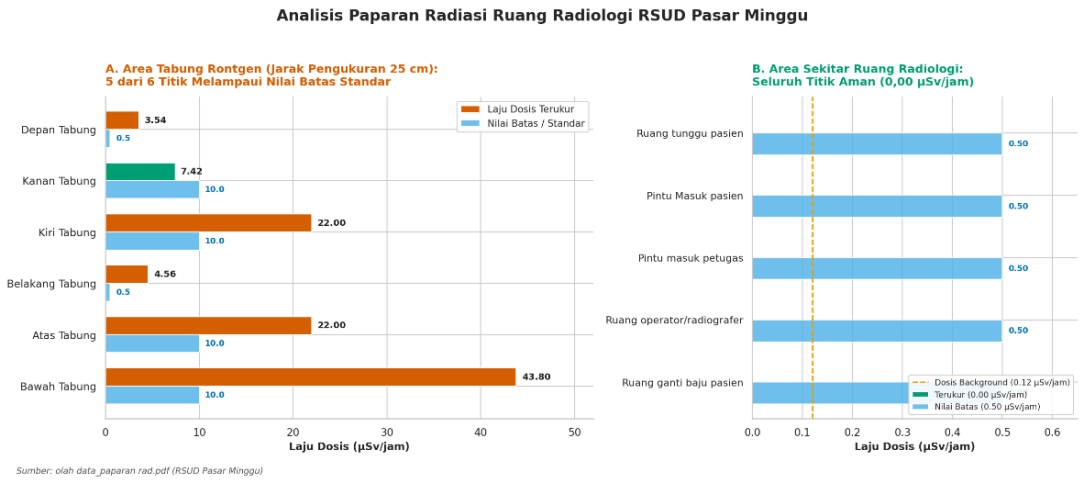
Pengukuran langsung pada jarak 25 cm di sekeliling tabung rontgen memperlihatkan variasi laju dosis yang signifikan. Hamburan dan kebocoran radiasi bervariasi tergantung pada posisi geometris terhadap wadah tabung.

Dari hasil olah data statistik deskriptif pada 6 titik pengukuran area tabung rontgen diperoleh ringkasan sebagai berikut:

a) Laju Dosis Rata-Rata (Mean) : 17,22 µSv/jam.
b) Laju Dosis Median : 14,71 µSv/jam.
c) Laju Dosis Maksimum : 43,80 µSv/jam (Posisi Bawah Tabung).
d) Laju Dosis Minimum : 3,54 µSv/jam (Posisi Depan Tabung).
e) Tingkat Kepatuhan Keselamatan : Hanya 16,67% (1 titik: Kanan Tabung) yang berada di bawah nilai batas standar.

Kondisi paparan tertinggi di bagian bawah tabung (43,80 µSv/jam) serta di bagian kiri dan atas tabung (22,00 µSv/jam) mengindikasikan bahwa peredaman radiasi primer dan sekunder pada konstruksi rumah tabung mengalami penurunan efektivitas pelindung timbal (Pb).

Seluruh titik pengukuran di sekitar ruang pemeriksaan menunjukkan laju dosis 0,00 µSv/jam. Nilai ini berada di bawah nilai batas standar 0,50 µSv/jam (maupun acuan batas teknis 0,05 µSv/jam). Hasil ini membuktikan bahwa radiasi pengion tidak mengalami kebocoran menembus penahan ruangan menuju zona publik maupun zona kerja radiografer.



Hasil perbandingan antara laju dosis pada tabung dan area sekitar memberikan wawasan penting mengenai kinerja keselamatan radiasi di RSUD Pasar Minggu:

a) Sistem Perisai Ruangan Sangat Efektif : Integritas dinding radiologi dan pintu penahan radiasi berhasil meredam seluruh paparan radiasi hambur hingga 0,00 µSv/jam. Petugas di

ruang kontrol serta pasien di ruang tunggu terbebas penuh dari risiko paparan radiasi berlebih.

b) Defisiensi Pelindung Tabung Rontgen : Kebocoran pada 5 posisi tabung rontgen—khususnya bagian bawah yang mencapai 43,80 µSv/jam—menunjukkan perlunya perbaikan pada housing tabung rontgen untuk melindungi pasien dan petugas saat berada dekat dengan tabung Rontgen.

1) **Perhitungan Deviasi Total Pusat (Central Ray Alignment)**
Untuk mengetahui seberapa jauh pusat berkas sinar-X bergeser dari pusat kolimator:

$$DeviasiTotal = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

$$DeviasiTotal = \sqrt{0,5^2 + 0,3^2} = \sqrt{0,25 + 0,09} = \sqrt{0,34} \approx 0,58 \text{ cm}$$

2) **Perhitungan Keselarasan Medan Radiasi vs Medan Cahaya (Field Congruence)**
Untuk mengetahui selisih diameter antara medan sinar-X dan medan cahaya:

$$Selisih = |D_{rad} - D_{cah}|$$

$$Selisih = |20 - 20| = 0 \text{ cm}$$

3) Perhitungan Toleransi Deviasi
Toleransi standar deviasi pusat adalah maksimal **2% dari FFD** (berdasarkan protokol QA radiologi).

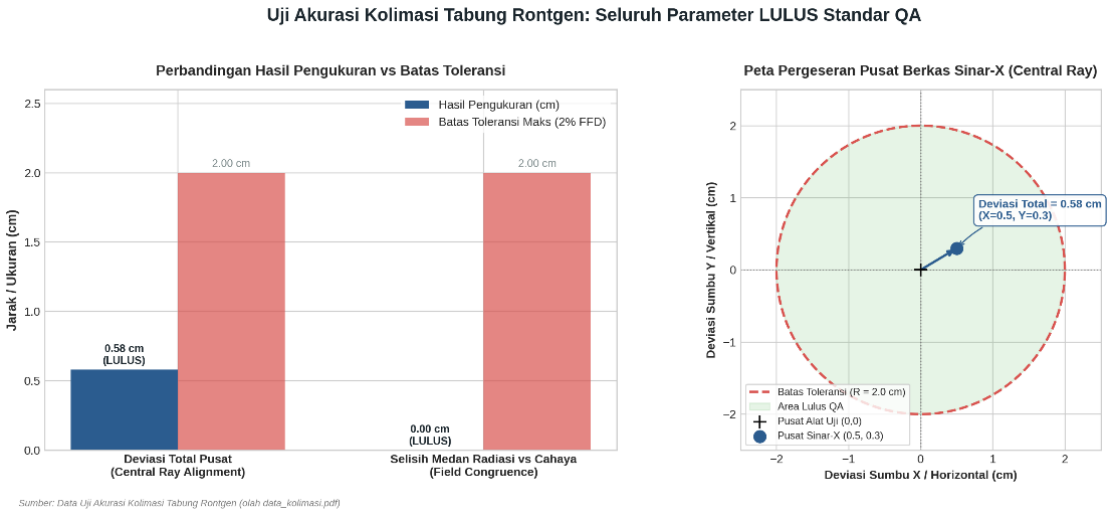
$$Toleransi = 2\% \times FFD$$

$$Toleransi = 0,02 \times 100 \text{ cm} = 2 \text{ cm}$$

4) Hasil Perhitungan & Evaluasi

Tabel 6. Hasil Pengukuran Akurasi Kolimasi

Parameter	Hasil Pengukuran	Toleransi	Status
Deviasi Total Pusat	[0,58 cm]	[2 cm]	**LULUS**
Selisih Medan (Rad vs Cahaya)	[0 cm]	[≤ 2% FFD]	**LULUS**



Hasil pengujian mengonfirmasi bahwa unit kolimasi tabung rontgen berada dalam kondisi presisi tinggi. Nilai deviasi pusat terukur (0,58 cm) berada jauh di bawah ambang batas kritis (2,00 cm), serta ukuran medan radiasi selaras sempurna dengan indikator cahaya (0 cm).**4.**

5. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat berupa pengukuran paparan radiasi dan akurasi kolimasi di Instalasi Radiologi RSUD Pasar Minggu Jakarta Selatan memperoleh kesimpulan sebagai berikut :

a. Secara umum hasil pengukuran paparan radiasi di sekitar area tabung rontgen dan ruang pemeriksaan radiologi masih dalam batas aman, kecuali pada sisi kanan tabung.
b. Hasil pengukuran akurasi kolimasi tabung rontgen masih dalam batas normal.

6. DAFTAR PUSTAKA

a. Menzel, H. (2011). Effective Dose A Radiation Protection Quantity. *ICRP Symposiumon the International Systemof Radiological Protection*
b. Perka BAPETEN Nomor 4 Tahun 2020 tentang Keselamatan Radiasi pada Penggunaan Pesawat Sinar-X dalam Radiologi Diagnostik dan Intervensional.
c. Hiswara, E. (2015). Buku Pintar Proteksi dan Keselamatan Radiasi di Rumah Sakit. *Batan Press*.
d. Khandaker, M. U., & Osei, E. K. (2022). Survey of scattered radiation levels in diagnostic radiology facilities and evaluation of shielding effectiveness. Health Physics, 122(4), 478–487.
e. World Health Organization. (2016). Radiation protection and safety of radiation sources: International basic safety standards. WHO Press.
f. Perka BAPETEN Nomor 2 Tahun 2018 Tentang Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X Radiologi Diagnostik Dan Intervensional.
g. John P. Lampignano,& LeslieE. Kendrik. (2018). *Bontrager's Textbook Of Radiographic Positioning And Related Anatomy.*
h. Stewart C.Bushong.(2017).*Workbook for Radiologic Science for Technologists-E-Book Physics, Biology, and Protection elevent the dition*
i. Kepmenkes No. 432. (2007). tentang Pedoman Manajemen Kesehatan Dan Keselamatan Kerja (K3) Di Rumah Sakit. *Menteri Kesehatan Republik Indonesia*, *432*.
j. International Commission on Radiological Protection - ICRP (2007). The 2007 recommendations of the International Commission on Radiological Protection (ICRP Publication 103). Annals of the ICRP, 37(2–4), 1–332.