

**ANALISIS LAJU PAPARAN RADIASI DAN
EFEKTIVITAS PROTEKSI RADIASI PADA
RUANG PEMERIKSAAN RADIOGRAFI UMUM DAN
PANORAMIK DI INSTALASI RADIOLOGI RSUD
BAGAS WARAS KLATEN**

TUGAS AKHIR

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh derajat Sarjana S-1

Program Studi Fisika



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

diajukan oleh :
Bethalia Putri Widodo
21106020039

PROGRAM STUDI FISIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UIN SUNAN KALIJAGA YOGYAKARTA

2025



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1848/Un.02/DST/PP.00.9/08/2025

Tugas Akhir dengan judul : Analisis Laju Paparan Radiasi dan Efektivitas Proteksi Radiasi pada Ruang Pemeriksaan Radiografi Umum dan Panoramik di Instalasi Radiologi RSUD Bagas Waras Klaten

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : BETHALIA PUTRI WIDODO
Nomor Induk Mahasiswa : 21106020039
Telah diujikan pada : Selasa, 19 Agustus 2025
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Valid ID: 68a72161e2c42

Ketua Sidang
Dr. Nita Handayani, S.Si, M.Si
SIGNED



Valid ID: 68a7152a1b00f

Penguji I
Anis Yuniati, S.Si., M.Si., Ph.D.
SIGNED



Valid ID: 68a712b322585

Penguji II
Sri Hidayati, M.Sc.
SIGNED



Valid ID: 68a72d616df54

Yogyakarta, 19 Agustus 2025
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bethalia Putri Widodo

NIM : 21106020039

Program Studi : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “ Analisis Laju Paparan Radiasi dan Efektivitas Proteksi Radiasi pada Ruang Pemeriksaan Radiografi Umum dan Panoramik di Instalasi Radiologi RSUD Bagas Waras Klaten” merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 12 Agustus 2025

Penulis



Bethalia Putri Widodo

21106020039



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan skripsi
Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Bethalia Putri Widodo
NIM : 21106020039
Judul Skripsi : Analisis Laju Paparan Radiasi dan Efektivitas Proteksi Radiasi pada Ruang Pemeriksaan Radiografi Umum dan Panoramik di Instalasi Radiologi RSUD Bagas Waras Klaten

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Fisika.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 12 Agustus 2025

Pembimbing II

Very Richardina, S.Si., M.Si.
NIP. 198701182020122007

Pembimbing I

Dr. Nita Handayani, S.Si., M.Si.
NIP. 198201262008012008

ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

MOTTO

Hidupnya Ilmu itu dari Belajar, Mengingat, dan Mengamalkan Ilmu yang dimiliki

KH. Abdussalam Shohib



Tugas Akhir ini saya persembahkan dengan penuh rasa syukur dan cinta kepada kedua orang tua saya, terutama ibu saya. Sosok beliau adalah alasan utama saya mampu berada dan bertahan hingga titik ini. Dalam setiap langkah, kerja keras, doa, dan kasih sayang beliau menjadi kekuatan yang tak ternilai bagi saya. Tanpa lelah, beliau terus mendorong dan mendoakan agar saya bisa menjadi pribadi yang tangguh, bermanfaat, dan sukses, baik di dunia maupun di akhirat.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh,

Segala puji kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Pengukuran Laju Paparan Radiasi dan Efektivitas Proteksi Radiasi pada Ruang Pemeriksaan Radiografi Umum dan Panoramik di Instalasi Radiologi RSUD Bagas Waras Klaten”**. Sholawat serta salam senantiasa tercurah-limpahkan kepada baginda nabi Muhammad SAW yang diharapkan syafa'at-nya di hari akhir kelak.

Penelitian skripsi ini merupakan syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana pada Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Penulisan tugas akhir ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Dalam hal ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Noorhaidi Hasan, S.Ag., M.A., M.Phil., Ph.D. selaku rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Prof Dr. Khurul Wardati, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Ibu Dr. Widayanti, S.Si., M.Si. selaku Ketua Program Studi Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Bapak Frida Agung Rakhmadi, S.Si., M.Sc., selaku Dosen Penasihat Akademik.
5. Ibu Dr. Nita Handayani, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan arahan, bimbingan, motivasi, serta meluangkan waktu dengan sabar dan Ikhlas kepada penulis dalam proses menyelesaikan tugas akhir.
6. Ibu Very Richardina, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan arahan, bimbingan, motivasi, serta meluangkan waktu dengan sabar kepada penulis dalam proses menyelesaikan tugas akhir.

7. Segenap Dosen Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan berbagai pengalaman baik melalui pembelajaran mata kuliah maupun pelatihan kepada penulis.
8. Kedua Orang tua tercinta, Bapak Sri Widodo dan Ibu Nofi Romiyati yang senantiasa mendukung serta memberikan semua hal luar biasa baik secara do'a, materi, dan semangat kepada penulis dimanapun dan kapanpun penulis melangkah sehingga penulis bisa sampai dititik ini.
9. Untuk kedua adik saya Zetty Selfia Putri Widodo dan Firda Aqilla Putri Widodo serta nenek saya Samirah tersayang yang selalu memberikan dukungan, motivasi dan selalu menjadi penyemangat dalam setiap langkah pendidikan penulis hingga menempuh jenjang sarjana ini.

Tidak ada kata yang dapat penulis ucapkan melainkan ucapan terima kasih banyak, semoga diberi kesehatan, keberkahan, dan kebahagiaan dari Allah SWT. Penulis mengaharapkan kritik serta saran yang membangun, semoga tugas akhir ini bisa memberikan manfaat bagi masyarakat dan perkembangan ilmu pengetahuan. Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, Agustus 2025

Penulis.

**PENGUKURAN LAJU PAPARAN RADIASI DAN EFEKTIVITAS
PROTEKSI RADIASI PADA RUANG PEMERIKSAAN
RADIOGRAFI UMUM DAN PANORAMIK DI INSTALASI
RADIOLOGI RSUD BAGAS WARAS KLATEN**

Bethalia Putri Widodo
21106020039

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis besarnya laju paparan radiasi serta mengevaluasi efektivitas proteksi radiasi pada ruang pemeriksaan Radiografi Umum dan Panoramik di RSUD Bagas Waras Klaten. Pengukuran dilakukan pada berbagai titik di dalam dan luar ruangan, termasuk di ruang tunggu pasien, pintu pasien, pintu operator, dan kaca operator. Nilai laju paparan radiasi kemudian dibandingkan dengan batas ambang yang ditetapkan oleh *IAEA Safety Report No. 47* dan PERKA BAPETEN No. 4 tahun 2013, yakni $0,25 \mu\text{Sv/jam}$ untuk masyarakat umum dan $5 \mu\text{Sv/jam}$ untuk pekerja radiasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju paparan radiasi cenderung menurun seiring bertambahnya jarak dari sumber, serta dipengaruhi oleh arah pancaran sinar dan parameter eksposi seperti kV dan mAs. Seluruh titik pengukuran di luar ruang pemeriksaan menunjukkan nilai paparan yang berada di bawah ambang batas, mengindikasikan bahwa proteksi radiasi seperti dinding, pintu, dan kaca berlapis timbal (Pb) telah bekerja secara efektif. Evaluasi efektivitas proteksi dilakukan dengan membandingkan nilai sebelum dan sesudah melewati perisai radiasi, yang menunjukkan efisiensi antara 90% - 97%. Efektivitas proteksi radiasi ini sesuai dengan standar NCRP Report No. 147 yang menyatakan bahwa proteksi radiasi dikatakan efektif jika mampu menurunkan paparan minimal 90% pada area terkendali.

Kata kunci: Laju paparan radiasi, proteksi radiasi, radiografi umum, panoramik, efektivitas proteksi

***Measurement of Radiation Exposure Rate and Radiation Protection
Effectiveness in the General Radiography and Panoramic Examination Rooms
at the Radiology Department of RSUD Bagas Waras Klaten***

Bethalia Putri Widodo
21106020039

ABSTRACT

This study aims to analyze the magnitude of radiation exposure rates and evaluate the effectiveness of radiation protection in the General Radiography and Panoramic rooms at RSUD Bagas Waras Klaten. Measurements were carried out at various points inside and outside the rooms, including the patient waiting area, patient door, operator door, and lead-glass operator window. The measured exposure rates were then compared to the threshold limits set by the IAEA Safety Report No. 47 and BAPETEN Regulation No. 4 of 2013, namely 0,25 $\mu\text{Sv}/\text{hour}$ for the general public and 5 $\mu\text{Sv}/\text{hour}$ for radiation workers. The results of the study indicate that radiation exposure rates tend to decrease with increasing distance from the source and are also influenced by the direction of the beam and exposure parameters such as kV and mAs. All measurement points outside the examination rooms showed exposure values below the established safety limits, indicating that radiation protection structures—such as lead-lined walls, doors, and windows—have functioned effectively. The effectiveness of the protection system was evaluated by comparing exposure rates before and after passing through shielding barriers, which showed a reduction efficiency ranging from 90% to 97%. This level of effectiveness aligns with the standards outlined in NCRP Report No. 147, which states that structural radiation protection is considered effective if it can reduce exposure by at least 90% in controlled areas.

Keywords: *Radiation exposure rate, radiation protection, general radiography, panoramic, protection effectiveness*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR.....	iv
MOTTO.....	v
PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
INTISARI	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian.....	7
1.4 Batasan Penelitian.....	8
1.5 Manfaat Penelitian.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
2.1 Studi Pustaka	10
2.2 Dasar Teori	17
2.2.1 Sinar-X	17
2.2.1.1 Sejarah Sinar -X	18
2.2.1.2 Produksi Sinar-X.....	22
2.2.1.3 Sifat-sifat Sinar-X.....	24
2.2.1.4 Efek Sinar-X Terhadap Tubuh Manusia.....	27
2.2.2 Dosimetri Radiasi dan Proteksi Radiasi	31
2.2.2.1 Dosimetri Radiasi	31
2.2.2.2 Proteksi Radiasi	36

2.2.2.2.1 Prinsip Dasar Proteksi Radiasi	39
2.2.2.2.2 Alat-alat Proteksi Radiasi	40
2.2.3 Desain Bangunan Fasilitas Pesawat Radiografi Umum dan Panoramik	42
2.2.4 Pesawat Radiografi Panoramik.....	43
2.2.4.1 Jenis Pesawat Radiografi Panoramik.....	45
2.2.4.2 Prinsip Kerja Pesawat Radiografi Panoramik.	46
2.2.4.3 Kelebihan dan Kekurangan Radiografi Panoramik	48
2.2.5 Pesawat Radiografi Umum.....	49
2.2.5.1 Prinsip Dasar Pesawat Radiografi Umum	50
2.2.6 Alat Pemantau Radiasi	52
2.2.6.1 Dosimeter Personal	53
2.2.6.2 Monitor Kontaminasi	53
2.2.6.3 Surveymeter	54
2.2.6.4 Prosedur Penggunaan Surveymeter	56
BAB III METODE PENELITIAN.....	57
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	57
3.1.1 Waktu Penelitian	57
3.1.2 Tempat Penelitian	57
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	57
3.3 Tahapan Penelitian	59
3.3.1 Studi Literatur.....	60
3.3.2 Observasi	61
3.3.3 Persiapan Alat dan Bahan.....	64
3.3.4 Pengukuran Laju Paparan Radiasi.....	65
3.3.5 Metode Analisa Data	67
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	68
4.1 Hasil Penelitian.....	68
4.1.1 Hasil Pengukuran Laju Paparan Radiasi di Dalam Ruang Pemeriksaan Radiografi Umum dan Panoramik.....	68
4.1.2 Hasil Pengukuran Laju Paparan Radiasi di Luar Ruang Pemeriksaan Radiografi Umum dan Panoramik	74
4.1.3 Hasil Analisis Nilai Efektifitas Proteksi Radiasi	76
4.2 Pembahasan	77
4.2.1 Pembahasan Hasil Pengukuran Laju Paparan Radiasi di Dalam Ruang Pemeriksaan Radiografi Umum dan Panoramik	77

4.2.2 Pembahasan Hasil Pengukuran Laju Paparan Radiasi di Luar Ruang Pemeriksaan Radiografi Umum dan Panoramik	80
4.2.3 Pembahasan Hasil Analisis Nilai Efektifitas Proteksi Radiasi	83
4.3 Integrasi Interkoneksi	86
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	88
5.1 Kesimpulan.....	88
5.2 Saran.....	89
DAFTAR PUSTAKA	91
LAMPIRAN	94



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Studi pustaka.....	15
Tabel 2.2 Satuan dosimetri dalam pencitraan medis (Vano dkk, 2021)	32
Tabel 2.3 Nilai batas dosis radiasi pada pekerja radiasi dan pekerja magang usia di atas 18 tahun (Bapeten, 2013).....	38
Tabel 2.4 Nilai batas dosis radiasi pada pekerja magang usia 16 hingga 18 tahun (Bapeten, 2013).....	38
Tabel 2.5 Nilai batas dosis radiasi pada anggota Masyarakat (Bapeten, 2013).....	38
Tabel 2.6 Perbandingan radiografi panoramik digital dan radiografi panoramik konvensional (Bella, 2018)	46
Tabel 3.1 Alat dan Bahan Penelitian.....	57
Tabel 3.2 Perangkat lunak	58
Tabel 4.1 Hasil pengukuran laju paparan radiasi di dalam ruang pemeriksaan radiografi umum	69
Tabel 4.2 Hasil pengukuran laju paparan radiasi di dalam ruang pemeriksaan panoramik	72
Tabel 4.3 Hasil Perbandingan Pengukuran Laju Paparan Radiasi diluar Ruang Pemeriksaan dengan IAEA Safety Reports no 47 dan PERKA BAPETEN	75
Tabel 4.4 Hasil Perbandingan Nilai Efektifitas Proteksi Radiasi di Ruang Pemeriksaan Radiografi Umum dan Panoramik dengan NRCP Report	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sinar- X Bremsstrahlung (Marini dkk., 2021.....	19
Gambar 2.2 Sinar-X Karakteristik (Marini dkk., 2021	21
Gambar 2.3 Proses Produksi Sinar-X (Prabhu dkk., 2020)	22
Gambar 2.4 Alat Pelindung Diri (Apron) (Hiswara, 2023)	41
Gambar 2.5 Pelindung tyroid (BAPETEN, 2011)	41
Gambar 2.6 Kacamata Pb (BAPETEN, 2011).....	42
Gambar 2.7 Pesawat Radiografi Panoramik	45
Gambar 2.8 Komponen utama radiografi umum (Aizah, 2023)	51
Gambar 2.9 Panel kontrol radiografi umum (Aizah, 2023)	52
Gambar 2.10 Dosimeter Personal	53
Gambar 2.11 Monitor Kontaminasi	54
Gambar 2.12 Surveymeter RaySafe452.....	55
Gambar 3.1 Diagram alir prosedur penelitian	59
Gambar 3.2 Pengukuran laju paparan radiasi ruang radiografi umum	62
Gambar 3.3 Pengukuran laju paparan radiasi ruang panoramik	63
Gambar 3.4 Denah ruang radiologi.....	66
Gambar 4.1 Grafik Hubungan Laju paparan radiasi dengan jarak pada kanan, kiri, depan dan arah pintu pesawat radiografi umum	70
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Laju paparan radiasi dengan jarak pada kanan, kiri, depan pesawat panoramik.....	73

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Form Pengambilan Data.....	94
Lampiran 2 Data Hasil Penelitian.....	96
Lampiran 3 Perhitungan	105
Lampiran 4 Dokumentasi Kegiatan.....	112



DAFTAR SINGKATAN

BAPETEN	: Badan Pengawas Tenaga Nuklir
IAEA	: <i>International Atomic Energy Agency</i>
ICRP	: <i>International Commission On Radiological Protection</i>
kVp	: Kilovoltage Peak
mR	: Miliroentgen
mSv	: Milisievert
NBD	: Nilai Batas Dosis
Permenkes	: Peraturan Kementrian Kesehatan
RSUD	: Rumah Sakit Umum Daerah
RU	: Radiografi Umum



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan teknologi dalam dunia kesehatan telah berkembang pesat dalam beberapa waktu terakhir, membawa inovasi dan peningkatan signifikan dalam berbagai aspek layanan medis. Salah satu area yang paling mendapatkan manfaat dari kemajuan teknologi ini adalah diagnostik medis, dimana alat dan teknik baru terus dikembangkan untuk meningkatkan akurasi, efisiensi, dan keselamatan dalam proses diagnosis. Salah satu teknologi yang telah memberikan kontribusi besar dalam diagnostik medis adalah penggunaan sinar-X.

Pada tahun 1895, dunia sains dikejutkan oleh penemuan signifikan dari seorang fisikawan Jerman, *Wilhelm Conrad Roentgen*. *Roentgen* berhasil menemukan sinar-X melalui serangkaian eksperimen yang dilakukan di laboratoriumnya. Sinar-X merupakan sebuah jenis radiasi elektromagnetik yang memiliki kemampuan luar biasa untuk menembus berbagai materi, termasuk tubuh manusia, dan menghasilkan citra jelas dari struktur internal seperti tulang. Penemuan revolusioner ini tidak hanya memperluas wawasan dalam dunia fisika, tetapi juga membuka jalan bagi perkembangan teknologi medis, khususnya dalam pembuatan peralatan diagnostik seperti pesawat sinar-X. Teknologi ini menjadi fondasi penting dalam dunia medis modern karena kemampuannya untuk memvisualisasikan bagian dalam tubuh tanpa perlu melakukan pembedahan atau menyebabkan kerusakan fisik pada objek yang diperiksa (Rachman, 2015).

Sinar-X adalah salah satu jenis gelombang elektromagnetik yang banyak dimanfaatkan dalam bidang kesehatan. Salah satu pemanfaatannya dalam bidang kesehatan, ialah penggunaan alat-alat medis yang memanfaatkan radiasi sinar-X untuk memindai potongan bagian-bagian tubuh yang ingin diperiksa dengan bantuan komputer untuk mengolah gambar, sehingga menghasilkan citra dalam bentuk tiga dimensi. Contoh alat-alat medis yang menggunakan radiasi sinar-X adalah alat CT-Scan, peralatan radiografi dan lain-lain (Julianti, 2022). Meskipun sinar-X memiliki manfaat besar dalam diagnosis medis, perlu diakui bahwa penggunaannya juga membawa risiko tertentu. Paparan sinar-X secara berlebihan dapat menyebabkan kerusakan jangka panjang pada sel-sel tubuh manusia. Risiko ini tidak hanya berlaku bagi pekerja radiasi yang terpapar secara teratur, tetapi juga bagi pasien dan masyarakat umum yang menjalani prosedur pencitraan menggunakan sinar-X. Paparan berulang atau dalam jumlah besar dapat meningkatkan risiko terkena kanker, merusak DNA, serta meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular dan gangguan tiroid.

Paparan radiasi merupakan penyinaran radiasi yang diterima manusia atau materi yang di sengaja atau tidak sengaja. Berdasarkan data yang dikeluarkan oleh *United Nations Scientific Committee on The Effects of Atomic Radiation* (UNSCEAR) paparan radiasi yang bersumber dari radiasi buatan manusia, 95% berasal dari aplikasi diagnostik medis (Fendyana dkk, 2019). Pemantauan laju paparan radiasi dilakukan pada modalitas yang menggunakan sumber radiasi secara periodik. Periode penentuan laju paparan radiasi dilakukan satu tahun sekali untuk pemantauan rutin (Kepmenkes No. 1250 Tahun 2009). Menurut Peraturan Badan

Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) No. 4 tahun 2013 periode pemantauan laju paparan radiasi pada daerah kerja diagnostik dilakukan satu kali setahun untuk pemantauan rutin serta dilaporkan secara tertulis. Penerapan optimisasi proteksi dan keselamatan radiasi harus diupayakan, agar pekerja radiasi, pasien dan masyarakat di Instalasi Radiologi dapat menerima paparan radiasi serendah mungkin. Oleh karena itu perlu diadakan upaya proteksi radiasi.

Proteksi radiasi merupakan tindakan yang sangat penting dalam bidang kedokteran, terutama dalam penggunaan sinar-X untuk diagnosis dan terapi pasien. Tujuannya adalah untuk mengurangi pengaruh radiasi yang merusak sel dan jaringan tubuh akibat paparan radiasi, serta mencegah terjadinya efek deterministik dan efek stokastik serendah mungkin. Keselamatan radiasi pada penggunaan pesawat sinar-X dalam radiologi diagnostik dan intervensional di atur dalam Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) No.4 tahun 2013 meliputi berbagai tindakan, seperti penggunaan peralatan protektif radiasi, optimisasi dosis radiasi, dan pemantauan laju paparan radiasi. Dalam praktik medis, proteksi radiasi harus menjadi prioritas utama untuk meminimalkan risiko efek biologis radiasi pada pasien, staf medis, dan masyarakat. Oleh karena itu, penelitian dan pengembangan terus dilakukan untuk meningkatkan upaya proteksi radiasi.

Ajaran Islam juga memberikan panduan moral yang sejalan dengan prinsip keselamatan kerja dan perlindungan terhadap nyawa manusia. Sebagai umat Islam, kita diajarkan untuk menjaga kehidupan dan tidak membahayakan sesama. Sebagaimana dalam hadis Shahih Muslim No. 222 yaitu:

لَا تُلَاحِظُوا أَنْفُسَكُمْ أَوِ الْآخَرِينَ

Artinya: *"Tidak boleh membahayakan diri sendiri atau orang lain."*

Hadis ini mengingatkan kita akan larangan untuk melakukan tindakan yang dapat menyebabkan kerusakan atau bahaya, baik secara langsung maupun tidak langsung. Dalam konteks teknologi medis modern, khususnya dalam penggunaan sinar-X dan bentuk radiasi lainnya, prinsip ini menjadi sangat relevan. Proteksi radiasi dan penerapan prosedur keamanan yang ketat harus menjadi prioritas agar tidak membahayakan pasien, tenaga medis, maupun masyarakat luas akibat paparan radiasi. Selain itu, dalam Al-Qur'an, Allah SWT berfirman dalam Surah Al-Mā'idah (5:32):

لَوْ أَنَّ أَحَدًا نَفَّسًا فَكَانَ أَمَّا أَخِي لَيَأْتِيَنَّهُ الْإِسْلَامُ

Artinya : *"Barang siapa yang menyelamatkan satu nyawa, maka seolah-olah ia telah menyelamatkan seluruh umat manusia."*

Ayat ini menegaskan betapa berharganya nyawa seorang manusia dan pentingnya upaya perlindungan terhadap kehidupan. Dalam dunia medis, prinsip ini menjadi dasar etika dalam memberikan pelayanan kesehatan yang aman dan bertanggung jawab. Oleh karena itu, dalam penggunaan teknologi berbasis radiasi, langkah-langkah pencegahan seperti pengelolaan dosis radiasi yang sesuai, penggunaan alat pelindung, serta penerapan standar keselamatan yang ketat harus selalu diperhatikan. Hal ini sejalan dengan tanggung jawab manusia untuk menjaga dan melindungi kehidupan sebagai bentuk ibadah dan kepatuhan terhadap ajaran Islam.

RSUD Bagas Waras merupakan rumah sakit umum daerah milik pemerintah dan merupakan salah satu rumah sakit tipe C yang terletak di wilayah Kabupaten/Kota Klaten, Jawa Tengah. Rumah sakit ini memberikan pelayanan di bidang kesehatan yang didukung oleh layanan dokter spesialis, fisika medis, radiografer serta ditunjang dengan fasilitas medis lainnya. Instalasi Radiologi pada RSUD Bagas Waras memiliki 5 ruang pemeriksaan, diantaranya ruang pemeriksaan CT Scan, ruang pemeriksaan Mammografi, ruang pemeriksaan USG, ruang pemeriksaan panoramik dan ruang pemeriksaan radiografi umum. Pada setiap ruangan perlu dilakukan pengukuran/pemantauan tingkat paparan radiasi. Pemantauan tingkat paparan radiasi untuk diagnostik merupakan salah satu program proteksi radiasi yang harus dilakukan secara rutin.

Ada beberapa penelitian yang mengkaji tentang pengukuran laju paparan radiasi. Ilmi dkk (2018) di Instalasi Radiologi RSUD Sunan Kalijaga, Demak. Selanjutnya penelitian Kusnita (2021) di Instalasi Radiologi RSUD Petala Bumi Provinsi Riau. Penelitian Romarti dkk (2023) di Instalasi Radiologi RSUD Raden Mattaher Jambi. Ketiga hasil penelitian menunjukkan bahwa paparan radiasi berbanding terbalik dengan jarak, dan penggunaan perisai serta dinding pelindung dapat mengurangi paparan radiasi. Ketiga penelitian tersebut memiliki fokus pada ruang panoramik atau ruang pemeriksaan, tetapi hanya mengukur laju paparan radiasi tanpa mempertimbangkan beberapa parameter sekaligus, seperti tegangan (kV), arus, dan waktu paparan (mAs).

Menurut hasil observasi yang dilakukan oleh peneliti, diperoleh data bahwa ruang pemeriksaan radiografi umum dan panoramik di RSUD Bagas Waras Klaten merupakan dua ruangan dengan frekuensi penggunaan cukup tinggi, kondisi ini berpotensi menimbulkan paparan radiasi ke area sekitar, termasuk area akses pasien dan operator. RSUD Bagas Waras Klaten sudah melakukan pengukuran paparan radiasi dua kali dalam setahun untuk setiap modalitas pesawat sinar-X. Namun pengukuran paparan hanya dilakukan di titik area yang dilalui pekerja radiasi, pasien dan masyarakat saja dengan variasi jarak di luar ruang pemeriksaan radiografi umum dan panoramik tanpa memperhatikan arah dan parameter lain seperti tegangan, arus dan waktu (kV/mAs).

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka perlu dilakukan pengukuran laju paparan radiasi secara lebih komprehensif pada ruang pemeriksaan Radiografi Umum dan Panoramik di Instalasi Radiologi RSUD Bagas Waras Klaten. Pengukuran dilakukan dengan mempertimbangkan faktor jarak dan arah, serta beberapa parameter teknis seperti tegangan (kV), arus, dan waktu paparan (mAs). Selain itu, perlu dilakukan kajian terhadap efektivitas proteksi radiasi pada kedua ruang pemeriksaan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menilai tingkat paparan radiasi dan mengevaluasi efektivitas proteksi yang diterapkan, sehingga dapat memberikan kontribusi dalam menjamin keselamatan kerja bagi pasien, pekerja radiasi, dan masyarakat. Berdasarkan hal tersebut, peneliti tertarik untuk mengkaji lebih lanjut dengan mengangkat judul: “Analisis Laju Paparan Radiasi dan Efektivitas Proteksi Radiasi pada Ruang Pemeriksaan Radiografi Umum dan Panoramik di Instalasi Radiologi RSUD Bagas Waras Klaten.”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Berapa nilai laju paparan radiasi berdasarkan variasi jarak dan arah di dalam ruang pemeriksaan radiologi umum dan panoramik pada Instalasi Radiologi RSUD Bagas Waras?
2. Apakah hasil pengukuran laju paparan radiasi di luar ruang pemeriksaan radiografi umum dan panoramik telah memenuhi standar yang ditetapkan dalam Peraturan Kepala BAPETEN No. 4 tahun 2013 dan *IAEA Safety Reports No. 47*?
3. Bagaimana tingkat efektivitas proteksi radiasi yang diterapkan di ruang pemeriksaan radiologi umum dan panoramik pada Instalasi Radiologi RSUD Bagas Waras berdasarkan nilai batas dosis radiasi menurut *NCRP Report no 147* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengukur laju paparan radiasi berdasarkan variasi jarak dan arah di dalam ruang pemeriksaan radiologi umum dan panoramik pada Instalasi Radiologi RSUD Bagas Waras Klsten

2. Mengevaluasi hasil pengukuran laju paparan radiasi di luar ruang pemeriksaan radiografi umum dan panoramik berdasarkan Peraturan Kepala BAPETEN No. 4 tahun 2013 dan *IAEA Safety Reports No. 47*.
3. Menganalisis efektivitas proteksi radiasi pada ruang pemeriksaan radiografi umum dan panoramik di Instalasi Radiologi RSUD Bagas Waras berdasarkan nilai batas dosis radiasi menurut *NCRP Report no 147*.

1.4 Batasan Penelitian

Penelitian ini dibatasi pada paparan radiasi di ruang pemeriksaan radiografi umum dan panoramik di RSUD Bagas Waras Klaten. Adapun batasan dari penelitian ini adalah :

1. Pengambilan data laju paparan radiasi dilakukan dengan menggunakan *water phantom* sebagai objek penelitian.
2. Nilai tegangan, arus dan waktu penyinaran pada pemeriksaan radiografi umum diatur dalam 3 variasi nilai diantaranya : 60/20, 70/20, dan 81/20 (kV/mAs).
3. Nilai tegangan, arus dan waktu penyinaran (kV/mAs) pada pemeriksaan panoramik diatur dalam 3 variasi nilai diantaranya : 68/130, 70/143, dan 74/151(kV/mAs).
4. Pengukuran laju paparan radiasi dilakukan dengan menggunakan alat ukur *surveymeter gamma Raysafe-452*.

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah dan tujuan diatas, maka manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan informasi kepada masyarakat umum serta pekerja radiasi terkait paparan radiasi dan dampaknya Ruang Radiologi Umum dan Panoramik di Instalasi Radiologi RSUD Bagas Waras Klaten.
2. Memastikan laju paparan radiasi yang diterapkan sesuai dengan standar yang ditetapkan dalam Peraturan Kepala BAPETEN No. 4 tahun 2013 dan *IAEA Safety Reports No. 47*.
3. Menyediakan informasi tentang efektivitas proteksi radiasi yang diterapkan di ruang pemeriksaan radiografi umum dan panoramik, guna memastikan perlindungan yang optimal terhadap masyarakat dan meminimalkan risiko paparan radiasi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa data yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan diantaranya sebagai berikut:

1. Laju paparan radiasi di ruang pemeriksaan menurun seiring bertambahnya jarak dari sumber sinar-X, serta dipengaruhi oleh arah pancaran sinar dan parameter eksposi seperti kV dan mAs. Pada ruang Panoramik, distribusi radiasi lebih luas karena sifat pancaran yang rotasional, berbeda dengan Radiografi Umum yang statis.
2. Nilai paparan di luar ruang pemeriksaan berada pada kisaran 0,09–0,25 $\mu\text{Sv/jam}$, masih jauh di bawah batas aman yang ditetapkan IAEA dan BAPETEN. Hal ini menunjukkan bahwa sistem proteksi dengan dinding, pintu, dan kaca berlapis timbal telah efektif menahan radiasi sehingga tidak menimbulkan kebocoran yang berbahaya.
3. Efektivitas proteksi di RSUD Bagas Waras mencapai 90–97%, sesuai standar NCRP Report No. 147. Penggunaan material pelindung yang tepat, tata letak ruangan, serta penerapan prinsip ALARA mampu menjaga keselamatan pekerja radiasi dan memberikan perlindungan optimal bagi lingkungan sekitar.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa hal sebagai tindak lanjut dari penelitian ini, yaitu:

1. Pengukuran laju paparan radiasi dan efektifitas proteksi radiasi tidak hanya terbatas pada ruang pemeriksaan Radiografi Umum dan Panoramik saja, melainkan juga diperluas ke ruang pemeriksaan radiologi lainnya di RSUD Bagas Waras.
2. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan pengukuran laju paparan radiasi dan efektivitas proteksi radiasi menggunakan alat ukur lain selain *surveymeter RaySafe 452*, sebagai pembanding dalam validasi data.

DAFTAR PUSTAKA

- Aizah, H. S. 2023. Pengaruh Faktor Eksposi Terhadap Dosis Radiasi dan Kualitas Citra Pesawat Radiografi Umum pada Pemodelan Phantom Thoraks. (Skripsi), Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Bapeten, 2011, Peraturan Kepala Badan Tenaga Nuklir No. 4 tahun 2020 tentang keselamatan Radiasi Pada Penggunaan Pesawat Sinar-X Radiologi Diagnostik dan Intervensional. Jakarta : Bapeten
- Bapeten, 2011, Peraturan Kepala Badan Tenaga Nuklir No. 8 Tahun 2011 tentang keselamatan Radiasi Dalam Penggunaan Pesawat Sinar-X Radiologi Diagnostik dan Intervensional. Jakarta : Bapeten
- Bapeten, 2020. Peraturan Kepala Badan Tenaga Nuklir No. 4 Tahun 2020 tentang Keselamatan Radiasi Pada Penggunaan Pesawat Sinar-X Dalam Radiologi Diagnostik dan Intervensional. Jakarta : Bapeten.
- Bushong, S. C. 2021. *Radiologic Science for Technologists: Physics, Biology, and Protection*. 12th ed. St. Louis: Elsevier.
- Damanik, M., Simanjuntak, J. N., & Daulay, E. R. 2021. Studi Paparan Radiasi pada Pekerja Radiasi Cathlab dengan Menggunakan My Dose Mini sebagai Upaya Keselamatan Radiasi di RSUP Adam Malik Medan. *Jurnal Pengawasan Tenaga Nuklir*, **Vol.1 No.1 Juli 2021** : 41–46.
- Dinayawati. 2011. *Estimasi Dosis Pasien pada Pemeriksaan Dental Panoramik*. (Skripsi), Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.
- Ermiza, Linda. 2022. "Perlindungan Hukum Pemakaian Alat Perlindungan Diri Apron Untuk Pasien Pada Pemeriksaan Radiologis Panoramik." *Jurnal Ilmu Sosial, Pendidikan dan Humaniora (JISPENDIORA)*, vol. 1, no. 1, April 2022, hlm. 159-177.
- Fendyana, O. B. 2019. Analisis Desain dan Laju Paparan Radiasi Sinar-X pada Ruang Pemeriksaan CT-Scan Instalasi Radiologi Rumah Sakit Umum Daerah Salatiga. (Tugas Akhir), Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi, Politeknik Kesehatan Kemenkes Semarang.
- Fuadi, N., Jusli, N., & Harmini. 2022. Pemantauan Dosis Perorangan Menggunakan Thermoluminescence Dosimeter (Tld) Di Wilayah Papua Dan Papua Barat Tahun 2020-2021. *Jurnal Sains Fisika*, **Vol.2 No.1** : 63–74.
- Harwin, Cindy Wulanda, Dian Milvita, Nunung Nuraeni, dan Emidatul Manzil. 2023. "Evaluasi Proteksi Radiasi di Ruang CT-Scan Instalasi Radiologi Rumah Sakit Otak (RSO) DR. Drs. M. Hatta Bukittinggi." *Jurnal Fisika Unand*, vol. 12, no. 1, 2023, doi:10.25077/jfu.12.1.77-82.2023.

- Hiswara, E. 2023. *Istilah dan Definisi Dalam Proteksi dan Keselamatan radiasi*. BRIN. Jakarta.
- Hung, H. T. P., Tuyen, P. N., Tai, D. T., Long, H. Q., Sulieman, A., Omer, H., Tamam, N., Almujaally, A., Chow, J. C. L., & Lee, T.-Y. (2023). Assessment of radiation exposure in a nuclear medicine department of an oncology hospital. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, 16(2), 100564. <https://doi.org/10.1016/j.jrras.2023.100564>
- IAEA, 2006, Radiation Protection in the Design of Radiology Facilities, Safety Reports Series No. 47, IAEA, Vienna.
- Ilmi, Haekal & Rochmayanti, Dwi. (2018). PENGUKURAN LAJU PAPARAN RADIASI DAN EFEKTIVITAS DINDING SERTA PERISAI RADIASI RUANG PANORAMIK. *JRI (Jurnal Radiografer Indonesia)*. 1. 81-84. 10.55451/jri.v1i2.15.
- Julianti, P. R. 2022. Pemetaan Paparan Radiasi Ruang CT-Scan dan Radiografi Umum Rumah Sakt Universitas Tanjungpura Pontianak. *Prisma Fisika*, **Vol.10 No.3** : 382- 386.
- Khumairoh, A., Nur, M., & Cahyono, A. D. (2023). Konsep Radiasi Medan Elektromagnetik ELF. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(1), 147-156.
- Kusnita, R. 2021. *Pengukuran Laju Paparan Radiasi pada Ruang Pemeriksaan di Instalasi Radiologi RSUD Petala Bumi Riau*. (Karya Tulis Ilmiah), Teknik Radiologi, STIKES Awal Bros, Pekanbaru.
- Manurung, Daniel, Kesawa Sudarsih, dan Nanik Suraningsih. 2013. "Hubungan Pengetahuan Dengan Persepsi Perawat Tentang Bahaya Radiasi Sinar-X (Studi Kasus di Rumah Sakit Paru dr. Ario Wirawan Salatiga)." *Jurnal*, vol. 4, no. 2, 2013, hlm. 13-15.
- Marini, Rini, Saleh Budi Santoso, Angga Tomala, Candra Setiawan, dan Titin Afritayanti. 2021. "Best Practice Keselamatan Radiasi di Rumah Sakit Hermina Karawang." *Prosiding Seminar Si-INTAN 2021*, Desember 2021, doi:10.53862/SSI.v1.062021.
- Mukhlis, Akhadi, 2015. *Dasar-Dasar Proteksi Radiasi*. Jakarta : PT. Rineka Cipta
- National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP) Report no 147*. 2005. *"Structural Shielding Design for Medical X-Ray Imaging Facilities"*. Chapter 3 hlm. 28.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2020 tentang Pelayanan Radiologi Klinik, 2020.
- Rachman, Achmad. 2015. "Aplikasi Teknik Computed Tomography (CT) Scan Dalam Penelitian Porositas Tanah Dan Perkembangan Akar." *Jurnal Sumberdaya Lahan*, vol. 9, no. 2, 2015, doi:10.2017/jsdl.v9n2.2015.%p.

- Rahmawati, D., Agung, A., Diartama, A., Widodo, R., Teknik, A., Dan, R., & Bali, R. 2024. Teknik Pemeriksaan CT Scan Abdomen Pada Kasus Tumor Intra Abdomen Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit X. *Jurnal Ilmu Kesehatan Dan Gizi(JIG)*, **Vo.2 No.1 Januari 2024** : 22–40.
- Rao, S.; Sharan, K.; Chandraguthi, S.G.; Dsouza, R.N.; David, L.R.; Ravichandran, S.; Mustapha, M.T.; Shettigar, D.; Uzun, B.; Kadavigere, R.; et al. Advanced Computational Methods for Radiation Dose Optimization in CT. *Diagnostics* 2024, 14, 921. <https://doi.org/10.3390/diagnostics14090921>
- Romarti, C., Pebralia, J., & Anggraini, R. M. 2023. Efektivitas Dosis Paparan Radiasi dari Pesawat Panoramik di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Umum Daerah Raden Mattaher Jambi. *Jurnal Sains Fisika*, Vol.9 No.1: 90–97.
- Ruth, A., & Sosiawan, R. D.(2023). Digital Orthopantomography. *Journal of Dental Research*, Vol. 89(No. 10), pp. 123–128.
- Septiyanti, I. (2020). Analisis Dosis Paparan Radiasi pada General X-Ray II
- Tarigan, N. S. 2021. *Analisis Dosis Paparan Radiasi Ruangan Sinar-X di Unit Radiologi RSUD H. Abdul Manap Jambi*. (Tugas Akhir), Jurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, FST, Universitas Jambi.
- Umbar, T. 2012. Pengenalan Alat-Alat Ukur Radiasi. (Laporan Praktikum), Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir, Badan Tenaga Nuklir Nasional, Yogyakarta
- Universitas Islam Negeri Walisongo.
- Vano, E., Frija, G., Loose, R. dkk.2021. Dosimetric quantities and effective dose in medical imaging: a summary for medical doctors. *Insights Imaging* **12**, 99 (2021). <https://doi.org/10.1186/s13244-021-01041-2>
- Wahyuni, S., & Amalia, L. 2022. Perkembangan Dan Prinsip Kerja Computed Tomography (CT Scan). *GALENICAL : Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan Mahasiswa Malikussaleh*, **Vol.1 No.2 Agustus 2022** : 88-96.
- Whaites, G. C., & Drage, N. (2013). *Imaging Atlas of Dental Medicine*. London: Churchill Livingstone Elsevier.

