

**EVALUASI UJI KESESUAIAN PESAWAT SINAR-X
MOBILE DAN FLUOROSKOPI
DI RSUD BENDAN PEKALONGAN
TUGAS AKHIR**

Untuk memenuhi sebagai persyaratan mencapai derajat S-1

Program studi fisika



Diajukan oleh:

Ruppyta Wahyu Listyani Putri

22106020047

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PROGRAM STUDI FISIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA

YOGYAKARTA

2026



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PENGESAHAN



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-209/Un.02/DST/PP.00.9/01/2026

Tugas Akhir dengan judul : Evaluasi Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X Mobile Dan Fluoroskopi Di RSUD Bendan Pekalongan

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : RUPPYTA WAHYU LISTYANI PUTRI
Nomor Induk Mahasiswa : 22106020047
Telah diujikan pada : Rabu, 21 Januari 2026
Nilai ujian Tugas Akhir : A

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

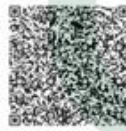
TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

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

Valid ID: 69797c49704d4



Penguji I

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

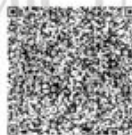
Valid ID: 6978440e166e7



Penguji II

Ade Kurniawan, M.Si., Ph.D.
SIGNED

Valid ID: 69798100d107



Yogyakarta, 21 Januari 2026
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 697abdc790e0

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ruppyta Wahyu Listyani Putri

NIM : 22106020047

Program Studi : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sesungguhnya, bahwa skripsi saya yang berjudul “Evaluasi Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X *Mobile* Dan Fluoroskopi Di RSUD Bendan Pekalongan” adalah hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diujikan untuk memperoleh gelar sarjana 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.

Yogyakarta, 12 Januari 2026

Penulis



Ruppyta Wahyu Listyani Putri
NIM. 22106020047

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI DAN TUGAS AKHIR



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UINSK-BM-05-03/R0

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 : Ruppyta Wahyu Listyani Putri
NIM : 22106020047
Judul Skripsi : Evaluasi Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X *Mobile* Dan Fluoroskopi Di RSUD Bendan Pekalongan

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, 11 Januari 2026

Pembimbing II

Nurul Firdausi Nuzula, S.Si
NIP. 19911228 202012 2 005

Pembimbing I

Anis Yuniati, Ph.D.
NIP. 19830614 200901 02 009

MOTTO

“Ketika kita tidak lagi mampu mengubah situasi, artinya kita ditantang untuk mengubah diri kita sendiri.”

~Victor Frankl ~

“Jika bukan karena ^{أَلَا} يُكَلِّفُ اللَّهُ نَفْسًا إِلَّا وُسْعَهَا aku mungkin sudah lama menyerah”

~Q.S Al-Baqarah : 286 ~

“Hadapi semua langsung di muka, apapun yang terjadi tidak apa, setiap hari ku bersyukur melihatmu berselimut harapan, berbekal cerita.”

~Baskara Putra – Hindia ~

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT. yang telah memberi berkat rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Evaluasi Uji kesesuaian Pesawat Sinar-X *Mobile* Dan Fluoroskopi Di RSUD Bendan Pekalongan” dengan baik. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat dan tanggung jawab untuk mendapatkan gelar Sarjana S-1 Program Studi Fisika di Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa selesainya laporan tugas akhir tidak lepas dari dukungan, semangat, serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan banyak ucapan terimakasih khususnya kepada:

1. Bapak Prof. H. Noorhaidi Hasan, M.A., M.Phil., Ph.D. Selaku rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Prof. Dr. Dra. Hj. 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. Ibu Anis Yuniati, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku dosen pembimbing tugas akhir, dalam memberikan bimbingan, arahan dan do’a yang sangat berarti kepada penulis selama melaksanakan penelitian hingga penyusunan laporan tugas akhir.
5. Ibu Nurul Firdausi Nuzula, S.Si selaku pembimbing lapangan, atas arahan dan bimbingannya serta masukan yang sangat berarti bagi penulis selama proses pelaksanaan penelitian hingga penyusunan laporan tugas akhir.

6. Seluruh Bapak dan Ibu dosen Program Studi Fisika UIN Sunan Kalijaga yang telah memberikan ilmu serta pengalaman kepada penulis.
7. Seluruh staf dan tim dari RSUD Bendan Pekalongan yang telah membantu dan memberikan kesempatan kepada penulis untuk belajar serta mendukung proses penelitian tugas akhir.
8. Kedua orang tua saya Bapak Saniran dan Ibu Sri Wahyuni. Dua orang hebat yang selalu menjadi penyemangat saya, yang tiada henti memberikan kasih sayang dengan penuh cinta dan selalu memberi motivasi. Terimakasih selalu berjuang untuk kehidupan saya serta untuk semua do'a dan dukungan papa dan ibu, saya bisa berada di titik ini.
9. Irra Arofatinisa selaku kakak penulis serta keluarga yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang senantiasa memberikan do'a, dukungan, dan motivasi tanpa henti selama proses pelaksanaan tugas akhir hingga selesai.
10. Mukti Astri Yani selaku rekan seperjuangan selama pelaksanaan penelitian dan yang selalu memberikan semangat, bantuan, dan dorongan dalam pelaksanaan dan penyusunan laporan tugas akhir.
11. Nida, Deva, Khusna, selaku teman seperjuangan penulis, terimakasih sudah menemani penulis di masa-masa bangku perkuliahan hingga meraih gelar sarjana, serta memberikan dukungan, dan berbagi tangis dengan penulis.
12. Untuk pemilik NRP 1724108030023597 terima kasih untuk waktu, semangat, dan motivasi untuk terus maju dan berproses menjad pribadi yang mengerti apa itu pengalaman, pendewasaan, sabar, dan menerima arti kehilangan sebagai bentuk proses menghadapi dinamika hidup. Terimakasih telah

menjadi bagian dari proses ini.

13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dalam kelancaran dan keberhasilan penyusunan skripsi ini.

14. Last but no least, kepada diri saya sendiri Ruppyta Wahyu Listyani Putri.

Apresiasi sebesar-besarnya karena sudah bertahan sejauh ini. Terima kasih tetap memilih berusaha dan merayakan dirimu sendiri sampai di titik ini, walau sering kali merasa putus asa atas apa yang diusahakan dan belum berhasil, namun tetap menjadi manusia yang selalu mau berusaha dan tidak memilih untuk menyerah. Mari terus tumbuh dan berkembang menjadi pribadi yang lebih baik dari hari kemarin.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya dan menjadi referensi bagi kegiatan serupa di masa yang akan datang.

Yogyakarta, 22 Desember 2025

Penulis

EVALUASI UJI KESESUAIAN PESAWAT SINAR-X *MOBILE* DAN FLUOROSKOPI DI RSUD BENDAN PEKALONGAN

Ruppyta Wahyu Listyani Putri
22106020047

INTISARI

Pelaksanaan uji kesesuaian merupakan bagian dari program *Quality Assurance* (QA) dan *Quality Control* (QC) pada pesawat sinar-X radiologi diagnostik yang bertujuan untuk memastikan kinerja pesawat sinar-X berada dalam kondisi andal dan memenuhi persyaratan keselamatan radiasi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai parameter uji kesesuaian kolimator dan generator pada pesawat sinar-X *Mobile* dan pesawat sinar-X fluoroskopi yang digunakan di Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Bendan Pekalongan, serta mengevaluasi hasil uji kesesuaian kedua komponen tersebut untuk menilai kesesuaiannya terhadap batas toleransi yang ditetapkan oleh regulasi nasional, yaitu Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN). Uji kesesuaian dilakukan dengan mengacu pada parameter uji kolimasi berkas sinar-X dan parameter kinerja generator yang relevan dengan karakteristik masing-masing pesawat. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa seluruh nilai parameter uji kolimator dan generator berada dalam batas toleransi yang dipersyaratkan oleh regulasi nasional dan standar internasional yang berlaku. Berdasarkan hasil evaluasi tersebut, dapat disimpulkan bahwa kinerja kolimator dan generator pada pesawat sinar-X *Mobile* dan pesawat sinar-X fluoroskopi di RSUD Bendan Pekalongan masih berada dalam kondisi andal dan layak digunakan untuk menunjang pelayanan pemeriksaan klinis.

Kata Kunci: Pesawat Sinar-X, *Quality Assurance* (QA), *Quality Control* (QC), Radiografi, Uji kesesuaian.

***EVALUATION OF THE SUITABILITY OF MOBILE X-RAY AND
FLUOROSCOPY EQUIPMENT AT BENDAN PEKALONGAN
REGIONAL GENERAL HOSPITAL***

Ruppyta Wahyu Listyani Putri

22106020047

ABSTRACT

Conducting compliance tests is part of the Quality Assurance (QA) and Quality Control (QC) program for diagnostic radiology X-ray machines, which aims to ensure that the performance of X-ray machines is reliable and meets radiation safety requirements. This study aims to determine the compliance test parameter values for collimators and generators in Mobile X-ray machines and fluoroscopy X-ray machines used at the Bendan Pekalongan Regional General Hospital (RSUD) Bendan Pekalongan, as well as to evaluate the results of the conformity test of these two components to assess their conformity with the tolerance limits set by national regulations, namely the Nuclear Energy Regulatory Agency (BAPETEN). The conformity test was conducted with reference to the X-ray beam collimation test parameters and generator performance parameters relevant to the characteristics of each machine. The measurement results showed that all collimator and generator test parameter values were within the tolerance limits required by applicable national regulations and international standards. Based on these evaluation results, it can be concluded that the performance of the collimators and generators in the Mobile X-ray machines and fluoroscopy X-ray machines at Bendan Pekalongan Regional General Hospital is still reliable and suitable for use in supporting clinical examination services.

Keyword: *Compliance test, Quality Assurance (QA), Quality Control (QC), Radiography, X-ray machine.*

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI DAN TUGAS AKHIR	iii
MOTTO	iv
KATA PENGANTAR.....	v
INTISARI.....	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Batasan Penelitian	6
1.5 Manfaatn Penelitian.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Tinjauan Pustaka	8
2.2 Landasan Teori.....	14
2.2.1 Interaksi Radiasi Dengan Materi	14
2.2.2 Sinar-X	18
2.2.3 Pesawat Sinar-X	23
2.2.4 Efek Biologis Radiasi.....	30
2.2.5 Proteksi Radiasi.....	32
2.2.6 Dosimeter Radiasi	33
2.2.7 Uji Kesesuaian.....	36
2.2.8 Integrasi Interkoneksi	55
BAB III METODE PENELITIAN	57
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	57
3.2 Alat Penelitian	57
3.3 Tahapan Penelitian	59
3.3.1 Studi Linetartur	60
3.3.2 Penyusunan Lembar Kerja dan Parameter Uji	60
3.3.3 Persiapan Alat dan Bahan.....	60
3.3.4 Pengukuran Uji Parameter.....	61
3.3.5 Pengolahan Data.....	73
3.3.6 Analisis Data	74
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	75

BAB V KESIMPULAN.....	110
DAFTAR PUSTAKA	112
Lampiran 1 : Form Pengambilan Data.....	119
Lampiran 2 : Hasil Data Uji Parameter	125
Lampiran 3 : Pengolahan Data	135
Lampiran 4 : Dokumentasi Penelitian	152



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tinjauan Pustaka	12
Tabel 2. 2 Tabel Nilai Lolos Uji Parameter Uji Kesesuaian Pada Pesawat Sinar-X <i>Mobile</i>	44
Tabel 2. 3 Nilai Lolos Uji Parameter Uji Kesesuaian Pada Pesawat Sinar-X Fluoroskopi	54
Tabel 3. 1 Alat dan Bahan Pada Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X <i>Mobile</i> dan Fluoroskopi	57
Tabel 4. 1 Hasil Uji Iluminasi Pada Pesawat Sinar-X <i>Mobile</i>	76
Tabel 4. 2 Hasil Uji Selisih Lapangan dengan Berkas Sinar-X Pada Pesawat Sinar-X <i>Mobile</i>	77
Tabel 4. 3 Hasil Uji Akurasi Tegangan Pada Pesawat Sinar-X <i>Mobile</i>	80
Tabel 4.4 Hasil Uji Linearitas Keluaran Radiasi Fokus Kecil Pada Pesawat Sinar-X <i>Mobile</i>	82
Tabel 4.5 Hasil Uji Linearitas Keluaran Radiasi Fokus Besar Pada Pesawat Sinar-X <i>Mobile</i>	82
Tabel 4.6 Hasil Uji Reproduksiabilitas Pada Pesawat Sinar-X <i>Mobile</i>	83
Tabel 4.7 Hasil Uji Kebocoran Wadah tabung Pada Pesawat Sinar-X <i>Mobile</i>	85
Tabel 4.8 Parameter Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X <i>Mobile</i>	86
Tabel 4.9 Hasil Uji Iluminasi Pada Pesawat Sinar-X Fluoroskopi	87
Tabel 4.10 Hasil Uji Selisih Lapangan Kolimasi Dengan Berkas Sinar-X Pada Pesawat	88
Tabel 4.11 Hasil Uji Akurasi Tegangan Pada Pesawat Sinar-X Fluoroskopi	91
Tabel 4.12 Hasil Uji Akurasi Waktu Penyinaran pada Pesawat Sinar-X Fluoroskopi	93
Tabel 4.13 Hasil Uji Linearitas Keluaran Radiasi Fokus Besar Pada Pesawat	94
Tabel 4.14 Hasil Uji Linearitas Keluaran Radiasi Fokus Kecil Pada Pesawat	94
Tabel 4. 15 Hasil Uji Reproduksiabilitas Pada Pesawat Sinar-X Fluoroskopi	96
Tabel 4. 16 Hasil Uji Kebocoran Wadah Tabung Pada Pesawat Sinar-X Fluoroskopi	97
Tabel 4. 17 Hasil Uji Kesesuaian Lapangan Berkas Dengan Reseptor Citra Pada Pesawat	98
Tabel 4. 18 Hasil Uji Akurasi Tegangan Pada Pesawat Sinar-X Fluoroskopi Mode Fluoroskopi	100
Tabel 4. 19 Hasil Uji Laju Dosis Tipikal Pada Pesawat Sinar-X Fluoroskopi	102
Tabel 4. 20 Hasil Uji Laju Dosis Maksimum Di Udara Pada Pesawat Sinar-X Fluoroskopi	103
Tabel 4. 21 Hasil Uji Kesesuaian Lapangan Berkas Dengan Monitor Pada Pesawat	105
Tabel 4. 22 Hasil Uji Laju Dosis Di Permukaan Reseptor Citra Pada Pesawat Sinar-X	106
Tabel 4. 23 Parameter Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X Fluoroskopi	108

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Proses Terjadinya Efek Fotolistrik	15
Gambar 2. 2 Proses Terjadinya Efek Compton.....	17
Gambar 2. 3 Ilustrasi Produksi Pasangan.....	18
Gambar 2. 4 Bentuk Khas Spektrum Sinar-X	21
Gambar 2. 5 Proses Pembentukan Sinar-X Bremsstrahlung.	22
Gambar 2. 6 Proses Pembentukan Sinar-X Karakteristik.	23
Gambar 2. 7 Pesawat Sinar-X <i>Mobile</i>	25
Gambar 2. 8 Komponen Pesawat Sinar-X <i>Mobile</i>	26
Gambar 2. 9 Pesawat Sinar-X Fluoroscopi.....	28
Gambar 2. 10 Base Unit Raysafe X2.....	35
Gambar 2. 11 Ilustrasi Uji Ketegaklurusan Berkas Sinar-X	38
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	59
Gambar 3. 2 Skema Pengukuran Uji Iluminasi	62
Gambar 3. 3 Skema Pengukuran Uji Selisih Lapangan dan Ketegaklurusan Berkas	63
Gambar 3. 4 Diagram Alir Uji Kolimasi Berkas Sinar-X	66
Gambar 3. 5 Skema Skala Lapangan Radiasi dan Skala Lapangan Sinar Kolimator	67
Gambar 3. 6 Diagram Alir Uji Generator dan Tabung Sinar-X	68
Gambar 4. 1 Hasil Citra/Gambar Uji Ketegaklurusan Berkas.....	79
Gambar 4. 2 Hasil Citra/Gambar Uji Ketegaklurusan Pada Pesawat Sinar-X Fluoroscopi	90

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Form Pengambilan Data	119
Lampiran 2 : Hasil Data Uji Parameter	125
Lampiran 3 : Pengolahan Data	135
Lampiran 4 : Dokumentasi Penelitian	152



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Teknologi pencitraan berbasis sinar-X masih menjadi salah satu sarana penunjang diagnosis yang paling banyak digunakan dalam pelayanan kesehatan, baik di tingkat global maupun nasional. Penggunaan pesawat sinar- X, termasuk *Mobile* dan fluoroskopi *X-ray* memberikan kemudahan bagi tenaga medis dalam melakukan pemeriksaan dan tindakan medis dengan bantuan citra secara *real-time*. Seiring meningkatnya jumlah pemeriksaan radiologi di berbagai fasilitas kesehatan, perhatian terhadap keselamatan radiasi menjadi semakin penting. Fluoroskopi, yang memancarkan radiasi secara terus menerus dapat berpotensi memberikan dosis yang lebih tinggi dibandingkan radiografi konvensional, sementara pesawat sinar-X *Mobile* sering digunakan di ruang perawatan dengan perlindungan radiasi yang terbatas (BAPETEN, 2022). Oleh karena itu, setiap fasilitas pelayanan kesehatan wajib melaksanakan program jaminan mutu yang mencakup kegiatan uji kesesuaian untuk memastikan bahwa pesawat sinar-X berfungsi sesuai standar keselamatan dan diagnostik. Ketentuan ini telah diatur dalam PERKA BAPETEN Nomor 2 Tahun 2022 tentang uji kesesuaian pesawat sinar-X radiologi diagnostik dan intervensional, yang menegaskan pentingnya pengawasan berkala terhadap kinerja alat agar paparan radiasi terhadap pasien dan tenaga kesehatan tetap berada dalam batas yang diperbolehkan (KemenKes RI, 2020). Di Indonesia, radiologi diagnostik dan intervensional diawasi secara ketat oleh Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) untuk memastikan

keselamatan pasien, pekerja, dan masyarakat dari risiko paparan radiasi pengion. Pengawasan ini meliputi perizinan, inspeksi, serta kewajiban fasilitas radiologi untuk melaksanakan program jaminan mutu yang mencakup uji kesesuaian pesawat sinar-X. Uji kesesuaian dilakukan untuk menilai apakah kinerja alat masih sesuai dengan standar teknis yang ditetapkan pabrikan dan peraturan keselamatan radiasi. Pelaksanaan uji kesesuaian secara berkala penting untuk mendeteksi penurunan kinerja alat sejak dini agar tidak menimbulkan kesalahan diagnosis maupun peningkatan dosis radiasi yang tidak perlu (Tohiri & Muttaqin, 2022).

Dalam pengoperasian pesawat sinar-X, setiap komponen memiliki peran penting terhadap kualitas citra dan besarnya dosis radiasi yang diterima pasien. Kinerja pesawat dinilai dari beberapa parameter teknis seperti akurasi tegangan tabung (kVp), linearitas arus (mA), waktu paparan, kesesuaian antara lapangan berkas sinar-X dengan kolimator, serta konsistensi keluaran dosis. Ketidakesesuaian pada salah satu parameter tersebut dapat menurunkan kualitas citra atau bahkan menyebabkan peningkatan dosis radiasi yang tidak diperlukan (Wiharja dkk, 2019a). Selain aspek teknis, perlu dipahami bahwa paparan radiasi sinar-X bersifat kumulatif, artinya efek biologis dapat meningkat seiring waktu apabila prosedur radiologi tidak dilakukan dengan prinsip proteksi radiasi yang benar. Penerapan prinsip optimasi seperti *As Low As Reasonably Achievable* (ALARA) menjadi dasar dalam pengendalian paparan, baik bagi pasien maupun tenaga kesehatan.

Prinsip keselamatan dan kehati-hatian dalam penggunaan radiasi sejalan

dengan nilai-nilai Islam yang menekankan pentingnya menjaga diri dan lingkungan dari bahaya. Islam menuntun umatnya untuk menjaga keselamatan jiwa dan mencegah terjadinya mudarat dalam setiap tindakan. Hal ini selaras dengan prinsip proteksi radiasi yang bertujuan melindungi pasien, petugas, dan masyarakat dari dampak buruk paparan sinar-X. Allah SWT berfirman dalam QS. Al-Baqarah(2):195

وَأَنْفِقُوا فِي سَبِيلِ اللَّهِ وَلَا تُلْقُوا بِأَيْدِيكُمْ إِلَى التَّهْلُكَةِ وَأَحْسِنُوا إِنَّ اللَّهَ يُحِبُّ الْمُحْسِنِينَ

“Berinfaklah di jalan Allah, janganlah jerumuskan dirimu ke dalam kebinasaan, dan berbuat baiklah. Sesungguhnya Allah menyukai orang-orang yang berbuat baik” (QS. Al-Baqarah [2]:195) .

Ayat diatas mengandung pesan mendalam tentang larangan bagi manusia untuk melakukan tindakan yang membahayakan diri sendiri maupun orang lain. Dalam tafsir *Al-Muyassar*, ayat ini dimaknai sebagai perintah untuk tidak bersikap lalai terhadap kewajiban menjaga keselamatan diri, baik dalam urusan dunia maupun akhirat. Dalam konteks profesi di bidang radiologi, ayat ini menjadi dasar moral bahwa penggunaan teknologi radiasi harus dilakukan dengan penuh tanggung jawab, sesuai prosedur keselamatan yang telah ditetapkan. Penggunaan pesawat sinar-X tanpa pengendalian yang tepat dapat menimbulkan risiko kebinasaan yang bersifat fisik, yaitu efek biologis radiasi pada jaringan tubuh. Karena itu, pelaksanaan uji kesesuaian dan penerapan prinsip ALARA dapat dipandang sebagai bentuk nyata dari pelaksanaan nilai-nilai Islam, yaitu mencegah bahaya (*dar'ul mafasid*) dan mengupayakan kemaslahatan (*jalbul mashalih*). Sikap berhati-hati dalam pengoperasian alat, penggunaan pelindung radiasi, dan pemantauan paparan bagi tenaga kesehatan merupakan wujud implementasi ayat

tersebut dalam ranah profesional. Dengan demikian, prinsip keselamatan radiasi tidak hanya menjadi kewajiban administratif atau teknis, tetapi juga merupakan bentuk pengamalan nilai-nilai Islam tentang tanggung jawab, kebaikan, dan kasih sayang terhadap sesama makhluk. Hal ini sejalan dengan sabda Rasulullah SAW dalam kitabnya al-Arba'in al-Nawawiyah bahwasanya:

لَا ضَرَرَ وَلَا ضِرَارَ

“Tidak boleh memudharatkan diri sendiri dan juga tidak boleh memudharatkan orang lain” (HR. Ibnu Majah dan Daruquthni)

Dari sini dapat kita ketahui bahwa *dharar* (melakukan sesuatu yang membahayakan) dilarang di dalam syari'at ini. Maka, tidak halal bagi seorang muslim mengerjakan sesuatu yang membahayakan dirinya sendiri atau membahayakan saudaranya sesama muslim, baik berupa perkataan atau perbuatan, tanpa alasan yang benar.

Upaya menjaga keselamatan dan mengendalikan paparan radiasi merupakan bagian penting dari sistem jaminan mutu yang wajib diterapkan di setiap fasilitas radiologi. Salah satu rumah sakit yang memiliki fasilitas tersebut adalah RSUD Bendan Pekalongan, rumah sakit umum daerah kelas B yang berperan sebagai rumah sakit rujukan di wilayah Kabupaten Pekalongan. Layanan radiologi di rumah sakit ini mencakup pemeriksaan sinar-X konvensional, fluoroskopi, dan radiografi *Mobile* untuk menunjang diagnosis pasien rawat jalan, rawat inap, maupun gawat darurat. Meskipun penggunaan fluoroskopi tidak seintensif radiografi konvensional, pemantauan kinerja alat

tetap diperlukan guna menjamin kualitas citra dan keselamatan pasien selama pemeriksaan. Sejalan dengan peningkatan mutu pelayanan, uji kesesuaian pesawat sinar-X menjadi langkah penting untuk memastikan seluruh komponen peralatan berfungsi sesuai spesifikasi teknis dan memenuhi standar keselamatan BAPETEN. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada evaluasi hasil uji kesesuaian terhadap kolimator dan generator pada pesawat sinar-X *Mobile* dan fluoroskopi di RSUD Bendan Pekalongan. Evaluasi ini diharapkan dapat memberikan gambaran kuantitatif tingkat kesesuaian alat terhadap standar nasional (BAPETEN) serta menjadi dasar peningkatan mutu pelayanan dan proteksi radiasi di lingkungan rumah sakit.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana hasil uji kesesuaian kolimator pada pesawat sinar-X radiografi jenis *Mobile* dan fluoroskopi di RSUD Bendan Pekalongan?
2. Bagaimana hasil uji kesesuaian generator pada pesawat sinar-X radiografi jenis *Mobile* dan fluoroskopi di RSUD Bendan Pekalongan?
3. Apakah hasil uji kesesuaian kolimator dan generator tersebut memenuhi batas toleransi sesuai regulasi nasional (BAPETEN).

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan penelitian ini adalah:

1. Menganalisis nilai parameter uji kesesuaian terhadap kolimator pada pesawat

sinar-X *Mobile* dan fluoroskopi yang digunakan di RSUD Bendan Pekalongan.

2. Menganalisis nilai parameter uji kesesuaian terhadap generator pada pesawat sinar-X dan *Mobile* yang digunakan di RSUD Bendan Pekalongan.
3. Mengevaluasi hasil uji kesesuaian kolimator dan generator untuk menilai apakah performa kedua komponen tersebut masih berada dalam batas toleransi yang ditetapkan oleh regulasi nasional (BAPETEN).

1.4 Batasan Penelitian

Penelitian ini dibatasi pada uji parameter dan alat ukur yang digunakan pada setiap jenis pesawat sinar-X radiografi yang akan dilakukan di Rumah Sakit Umum Daerah Bendan Pekalongan, yang akan dijelaskan secara rinci sebagai berikut:

1. Pesawat sinar-X radiografi *Mobile* merek siemens tipe 0181363. Uji kesesuaian yang dilakukan yaitu uji kolimasi berkas sinar-X serta uji generator dan tabung sinar-X, namun tidak dilakukan pada uji akurasi waktu penyinaran sinar-X dan uji kualitas berkas sinar-X (HVL).
2. Pesawat sinar-X fluoroskopi konvensional merek GMM Opera T90 CS. Uji kesesuaian yang dilakukan pada dua mode, yaitu mode radiografi umum dan mode fluoroskopi. Uji kesesuaian pada mode radiografi umum yang dilakukan yaitu uji kolimasi berkas sinar-X, uji generator dan tabung sinar-X, namun tidak dilakukan pada uji kualitas berkas sinar-X (HVL), sementara pada mode fluoroskopi dilakukan uji kolimasi berkas sinar-X, generator dan tabung sinar-X, laju dosis permukaan kulit, serta uji kualitas citra, namun tidak dilakukan pada uji kualitas citra di monitor.

3. Alat ukur yang digunakan yaitu multimeter, Lux meter, dan surveymeter dengan merek Raysafe X2.

1.5 Manfaatn Penelitian

Berdarkan tujuan dan rumusan masalah penelitian di atas, maka peneitian ini memiliki manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan informasi terkait keselamatan radiasi pada penggunaan pesawat sinar-X *Mobile* dan fluoroskopi di RSUD Bendan Pekalongan.
2. Memberikan informasi terkait uji kesesuaian kolimator dan generator pada pesawat sinar-X *Mobile* dan fluoroskopi di RSUD Bendan Pekalongan untuk mengetahui apakah peralatan masih dalam kondisi andal atau tidak.
3. Memberikan informasi mengenai pentingnya uji kesesuaian peralatan radiografi sebagai upaya memperoleh kualitas citra yang optimal serta menekan dosis radiasi yang diterima pasien.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

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

1. Nilai uji parameter pada uji kesesuaian pesawat sinar-X *Mobile* dengan merek siemens tipe 0181363, di Rumah Sakit Umum Daerah Bendan Pekalongan, menunjukkan bahwa semua parameter yang5.2 di uji dalam kondisi andal dan layak untuk penggunaan klinis.
2. Nilai uji parameter pada uji kesesuaian pesawat sinar-X fluoroskopi dengan merek General Medical Merate tipe Opera T90 CS no seri AM18406G14 , di Rumah Sakit Umum Daerah Bendan Pekalongan, menunjukkan bahwa parameter yang diuji dalam kondisi andal dan layak untuk penggunaan klinis, kecuali uji kesesuaian lapangan berkas dengan reseptor citra hasil evaluasi nilai uji parameter pada uji kesesuaian pesawat sinar- X *Mobile* dan pesawat sinar-X fluoroskopi di Rumah Sakit Umum Daerah Bendan Pekalongan termasuk dalam kategori andal dan layak digunakan, karena nilai uji parameter yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan dengan batas nilai lolos uji yang telah ditetapkan oleh PERKA BAPETEN No. 2 Tahun 2022.

5.2 Saran

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

1. Memastikan semua alat ukur mempunyai sertifikat kalibrasi yang masih berlaku.
2. Memastikan pengukuran cacah latar untuk koreksi hasil pengukuran.



DAFTAR PUSTAKA

- Akhdar, H. 2025. The oretical Investigation of Photon Interaction and X-Ray Imaging Performance of PEEK-Based Composites for Medical Implants. *Polymers*, **17**(7).
- Alwi, S., Nailis., Amril (2022). Integrasi Agama dan Sains menurut Amin Abdullah. *Ghiroh: Jurnal Ilmiah Pendidikan Agama Islam*, **2**(2), 45–56.
- Andriani, I., & Tsania, N. P. 2024. *Pengujian Kolimator Di Instalasi Radiologi Rsu Qim Batang*.
- Anita, F., & Indrianti, R. 2021. Pengukuran Sebaran Paparan Hambur dan Efektifitas Perisai Radiasi di Laboratorium TRO Jakarta II. *Jurnal Ilmiah GIGA*, **24**(2), 44–54.
- Anthony, G., Liang, Y., & Zhao, X. (2022). Performance evaluation of two interventional fluoroscope suites for cardiovascular imaging. *Journal of Applied Clinical Medical Physics*, **23**(10).
- Asmayati, Astuty, S. D., Prastowo, A. T. A., Dewang, S., Ibrahim, A. A., & Pratiwi, A. H. 2025. Analisis Nilai Entrance Skin Dose (ESD) dan Dosis Hamburan pada Area Tiroid dan Area Gonad pada Phantom PMMA Planar Menggunakan Pesawat Fluoroskopi C-Arm. *JFT: Jurnal Fisika Dan Terapannya*, **12**(1), 75– 86.
- Aswad, Abdullah Bualkar, & Dahlang Tahir. 2018. Studi Quality Control (QC) Pesawat Fluoroscopy (Angiografi) di PT. Siloam Internasional Hospital Makassar menggunakan Multimeter RaySafe (X2) dan Black Piranha RTI. *POSITRON*, **8**(2), 25–30.
- Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN). (202. *Peraturan BAPETEN Nomor 2 Tahun 2022 tentang Proteksi dan Keselamatan Radiasi dalam Penggunaan Pesawat Sinar-X Radiologi Diagnostik dan Intervensional*. BAPETEN.
- Baiser, A. (2003). *Concepts of Modern Physics*
- Berger.M, Q. 2018. *Medical Imaging Systems* (A. Maier, S. Steidl, V. Christlein, & J. Hornegger, Eds.; **Vol. 11111**). Springer International Publishing.
- Cahyani, B., Muhtarom, dan, & Dr Moewardi, R. 2021. Penentuan Peak Kilovoltage (kVp) Pesawat Sinar-X Dengan Pemanfaatan Imaging Plate (IP) Di RSUD Dr. Moewardi. *Indonesian Journal of Applied Physics*, **11**(2).
- Chandra Kusuma, & Diah Rahayu Ningtias. 2024. Pengaruh Faktor Eksposi Terhadap Respon Detektor Isian Gas Pada Surveymeter Berbasis IoT. *Mars : Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan Ilmu Komputer*, **2** (1), 33-45
- Dinda, R. H. 2020. *Analisa Dosis Dan Kualitas Citra Radiografi Pada Pemeriksaan Pelvis Proyeksi Anteroposterior Dengan Metode 10 Kv Rule*.

- Duminda, S., Jeyasugiththan, J., Jeyasuthan, M., Amalaraj, T., Abeyweera, A. L., Wanninayake, W. M. N. M. B., & Pallewatte, A. S. 2021. *Impact Of Collimation On Radiation Exposure In Adult And Paediatric Digital X- Ray Imaging*. 19–27.
- Doyan Aris, A. S. M. 2022. Pendidikan Fisika FMIPA Universitas Hamzanwadi. In *Kappa Journal* (Vol. 6, Issue 1).
- Dr. Eng. Khumaeni, A. M. E. 2022. 6. *Buku Ajar Fisika Modern 2022*.
- Gideon, S., & Guswantoro, T. 2019. Analisis Luaran Radiasi Perangkat Sinar-X dengan Sumber Tabung Vakum Gammatron 2x2A. In *Jurnal EduMatSains* (Vol. 3, Issue 2).
- Hassan Alrashdi, K. H., Saad Aljuaid, A., Ahmed Alawami, Z., Hassan Almajnuni, A., Abdrabalameer Alherz, M., Yousef Al Mohammed, B., Abdullah Almusallam, H., Turki Alhakami, D., Ali Alelaiwi, Z., & Shuwaiman Alosaimi, M. 2023. *Letters in High Energy Physics Physics of X-Ray Production and Its Applications in Medicine*.
- Hidayat, H. H., Milvita, D., & Kurnia, I. 2020. Pengamatan Efek Radiasi Melalui Pembentukan Foci $^3\text{H}2\text{AX}$ pada Sel Limfosit Radiografer. *Jurnal Ilmu Fisika | Universitas Andalas*, 12(1), 1–5.
- Hikmah Indah, N., Dewang, S., & Dewi Astuty, S. 2023a. *Analisis Laju Dosis Keluaran Pesawat Sinar-X Fluoroskopi Dual Fungsi Di Rs Wahidin Sudirohusodo Makassar* (Vol. 26, Issue 1).
- Hikmah Indah, N., Dewang, S., & Dewi Astuty, S. 2023b. *Analisis Laju Dosis Keluaran Pesawat Sinar-X Fluoroskopi Dual Fungsi Di Rs Wahidin Sudirohusodo Makassar* (Vol. 26, Issue 1).
- Iffah, M., Radiodiagnostik, A. T., & Bali, R. 2018. *Uji Keluaran Linearitas Radiasi Pada Pesawat Sinar-X Diagnostik Model Miss Tipe Mxhf 1300r Di Laboratorium Diagnostik Atro Bali*.
- Indrawati Reski Usman HS. 2021. *Evaluasi Perubahan Laju Paparan Radiasi Terhadap Faktor Eksposi Pada Radiografi Umum Konvensional Di Bidang Pelayanan Klinik Sehat Makassar*.
- International Commission on Radiological Protection (ICRP). 2007. *The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (ICRP Publication 103)*. Annals of the ICRP.
- Ireland, T., Perdomo, A., Lee, K. L., Jones, A., Barnes, P., Greig, T., & Reynolds, S. E. 2024a. ACPSEM position paper: recommendations for a digital general X-

- ray quality assurance program. *Physical and Engineering Sciences in Medicine*, **47(3)**, 789–812.
- Ireland, T., Perdomo, A., Lee, K. L., Jones, A., Barnes, P., Greig, T., & Reynolds, S. E. 2024b. ACPSEM position paper: recommendations for a digital general X-ray quality assurance program. *Physical and Engineering Sciences in Medicine*, **47(3)**, 789–812.
- Iskandar Joni, I. 2024. *Pengukuran Laju Paparan Radiasi Pada Ruang Pemeriksaan Pesawat Sinar-X Konvensional Di Radiologi Rs Indriati Solo Baru Tugas Akhir*.
- KEMENKES. 2015. *Permenkes Nomor 54 Tahun 2015*.
- KEMENKES RI. 2020. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia*. Kisnanto, T., Tur Rahardjo Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi, dan, & Jl Lebak Bulus Raya No, B. 2018. *Pengaruh Radiasi Pengion terhadap Kerusakan DNA pada Sel Limfosit Pekerja Medis dengan Menggunakan Uji Komet The Effect of Ionizing Radiation to DNA Damage in Medical Worker Lymphocytes Using Comet Assay*.
- Konst, B., Nøtthellen, J., Bilet, E., & Båth, M. 2021. Radiographic and fluoroscopic X-ray systems: Quality control of the X-ray tube and automatic exposure control using theoretical spectra to determine air kerma and dose to a homogenous phantom. *Journal of Applied Clinical Medical Physics*, **22(8)**, 204–218.
- Lalrinmawia, J., Pau, K. S., & Tiwari, R. C. 2019. Investigation of conventional diagnostic X-ray tube housing leakage radiation using ion chamber survey meter in Mizoram, India. *Science Vision*, **19(3)**, 79–90.
- Lasiyah, N., Pertiwi, Y., Mulyadi, R., & Studi Teknologi Rekayasa Elektromedik Stikes Al Insyirah Pekanbaru nani, P. (n.d.). *STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi) Analisis Uji Kesesuaian Pesawat Sinar X Radiografi Mobile Merk Allengers Type Mars-6 Sbm*.
- Lin, P. J. P., Goode, A. R., Corwin, F. D., Fisher, R. F., Balter, S. Wunderle, K. A., Schueler, B. A., Kim, D. S., Zhang, J., Zhou, Y., Jenkins, P. A., Mahmood, U., Lin, T., Zhao, H., Park, M. A., Trianni, A., Lendle, M., Kuhls-Gilcrist, A., Jans, J. C.,... Gonzalez, S. 2022. AAPM Task Group Report 272: Comprehensive acceptance testing and evaluationsystems. e49. Masrochah, S., Darmini, D., Nui, M., Soewondo, A., Agusyahbana, F., Prakoso, D., & Jannah, M. 2023. Pengembangan Monitor Personal Dosimetri Dengan Menggunakan Plate Detector Guna Menunjang Keselamatan Radiodiagnostik. *Link*, **19(1)**, 56–63.

- Masyitoh, D., Dewi Mustika, R., Alfaza, A., Hidayatullah, A., (2019). *Amin Abdullah dan Paradigma Integrasi-Interkoneksi. Jurnal Sains Sosial dan Humaniora (JSSH)*, Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
- Melinda, A. 2020. *Mobile Rontgen Sebagai Teknologi Penerapan Teori Hamburan Fisika Kuantum*.
- Mikra. (2020). Apakah Spektrum Sinar-X Bergantung Pada Jenis Logam? 300:SMA.
- Muriati, E., Masrichah Siti, & Kurniawati Ary. 2019. Pengembangan Metode Kuadran untuk Penentuan Kedalaman Benda Asing dengan Menggunakan Modalitas Komputer Radiografi. *Jurnal Imaging Diagnostik*, 5, 60–65.
- Ne, S. 2020. Fluoroscopy: An essential diagnostic modality in the age of high- resolution cross-sectional imaging 213. In *World Journal of Radiology Contents Monthly (Vol. 12, Issue 10)*.
- Nisa, C., Heri Saputro, U., Prima Putra, N., Annazifa, S., Studi DIII Radiologi Fakultas Vokasi Universitas Baiturrahmah, P., BMC Padang, R., & Unand, R. (2023). *Uji Kesamaan Berkas Cahaya Kolimator Pesawat Sinar-X*.
- Nugraheni, F., Anisah, F., & Susetyo, G. A. 2022. *Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya) 2022 Analisis Efek Radiasi Sinar-X pada Tubuh Manusia*.
- Nur Isnaeni, Suci Khusnul Amelia, M. Ichzan, Jumardin, J., Sitti Nurrahmi, Jasdar Agus, Dwi Febri Isradianti, & Khaerul Bariah. (2024). Uji Kesesuaian Kinerja dan Analisis Reprodusibilitas Akurasi Tegangan Tabung Pesawat Sinar-X di Balai Pengamanan Alat Fasilitas Kesehatan Makassar. *JFT: Jurnal Fisika Dan Terapannya*, **11(1)**, 31–42.
- Putra, I. P. G. A. D., & Sudarsana, I. W. B. 2025. Uji Illuminensi Lampu Kolimator Terhadap Pengaruh Variasi Focus Film Distance pada Pesawat Sinar-X Merek MIS di Laboratorium ATRO Bali. *Jurnal Surya Medika*, **11(2)**, 125–129.
- Rasiman, Y., Ketty, Y., & Ike, R. 2024. Gelombang Elektromagnetik (Gem) Telepon Seluler Dan Dampaknya Terhadap Kesehatan. *Jurnal TNI Angkatan Udara*, **2(1)**.
- Rasyanto. 2011. *Teknologi Rumah Sakit*.
- Roes. 2012. *Kolimator Pesawat Sinar-X dan Permasalahannya*.
- Ryangga, D., Sandyartha, A., & Astina, Y. 2025. Uji Tegangan Tabung Sinar-X pada Pesawat Sinar-X Merek Toshiba dengan Insert Model BLR-1000A di Rumah Sakit Balimed Karangsem Bali. *Jurnal Surya Medika*, **11(2)**, 135–139.
- Salsabila, P. (S). 2024. *Pengukuran Laju Paparan Radiasi Pada Ruang Rontgen Di*

Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pekanbaru Medical Center.

- Santika Hyperastuty, A., Mukhammad, Y., & Mulya Husada Jaya, P. 2021. Analisis Uji Kesesuaian Pesawat Sinar X Radiografi *Mobile* Merek Drgem Topaz-40d Menggunakan X-Ray Multimeter PIRANHA. In *Journal Of Health Science (Jurnal Ilmu Kesehatan: Vol. VI No.I*.
- Saputra, Y., Bisra, M., Awal, S., & Pekanbaru, B. (2021). Conformity Test Of The Collimator Beam To X-Ray On Diagnostic X-Ray Machine At The Radiology Installation Of Arifin Achmad Hospital, Riau Uji Kesesuaian Collimator Beam Dengan Berkas Sinar-X Pada Pesawat Sinar-X Diagnostik Di Instalasi Radiologi Rsud Arifin Achmad Provinsi Riau. In *Medical Imaging and Radiation Protection Research Journal 2021, Vol. 1 (1)*.
- Silalahi, J. J., Sutapa, G. N., Pranditayana, I. N., Sandi, I. N., Kasmawan, I. G. A., & Nurmalasari, N. P. Y. 2024. Uji Kesesuaian Generator Tabung Sinar-X dan Automatic Exposure Control (AEC) pada Mamografi Digital di RSD Mangusada Badung. *Kappa Journal*, **8(2)**, 194–200.
- Susanti, R., Milvita, D., & Sandy, K. Y. P. (2017). Uji Kesesuaian Pesawat Fluoroskopi Intervensional merek Philips Allura FC menggunakan Detektor Unfors RaySafe X2 di Rumah Sakit Universitas Andalas. *Jurnal Fisika Unand*, **3**, 6.
- Somano, T. T. 2022. Takele Teshome Somano. The Electromagnetic Wave Application of X-Ray in Medical Treatment. *American Journal of Physics and Applications*, **10(4)**, 62–68.
- Steiner, J. R., Morrison, C. K., Vaya, M., Bevins, N., Christophel, J., & Vanderhoek, M. 2024. A new method to evaluate fluoroscopic system collimator performance. *Journal of Applied Clinical Medical Physics*, **25(12)**.
- Suciningsari Tri. 2017. *Identifikasi Laju Dosis Tipical Dan Maksimum Di Udara Pada Pesawat Sinar-X Fluoroskopi Dual Fungsi Dan Mobile C-Arm Di Rumah Sakit Pendidikan Universitas Hasanuddin*.
- Tandionugroho, S., & Aisyatul, Anjelina, Fadilah. 2022. *Gambaran Proteksi Radiasi Pada Ruangan General X-Ray Merek Toshiba Di Rumah Sakit Khusus Paru Medan Tahun 2022 (Vol. 01, Issue 03)*.
- Tohiri, N., & Muttaqin, A. 2022. Uji Kesesuaian Kinerja Generator dan Tabung Pesawat Sinar-X Merek Siemens di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Universitas Andalas. *Jurnal Fisika Unand*, **11(1)**, 37–43.
- Vinanda, P. T., Milvita, D., & Sofyan, H. (2021). Perbandingan Tangkapan Dosis Radiasi OSLD NanoDots, TLD-100, dan TLD-100H pada Pemeriksaan Foto Thorax Pasien Anak. *Jurnal Fisika Unand*, **10(2)**, 137–141.

- Wibowo Nurcahyo, P., Indah Aryani, A., Teknik Radiodiagnostik Dan Radioterapi, J., & Kemenkes Semarang, P. 2023. *Pelaksanaan Quality Control Pesawat Sinar X di Pelayanan Radiodiagnostik*.
- Wiharja, U., Al Bahar, A. K., Kunci, K., Kesesuaian, U., Sinar-X, P., Radiasi, K., & Toleransi, B. 2019a. *Analisa Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X Radiografi (Vol. 16)*.
- Wiharja, U., Al Bahar, A. K., Kunci, K., Kesesuaian, U., Sinar-X, P., Radiasi, K., & Toleransi, B. 2019b . *Analisa Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X Radiografi (Vol. 16)*.

