

**UJI KESESUAIAN BERKAS CAHAYA KOLIMATOR PADA
PESAWAT *X-RAY MOBILE* DI INSTALASI RADIOLOGI
RSAU dr. SUKIRMAN**

KARYA TULIS ILMIAH



Oleh :

**SALWA INNASYA SUGESTY
21002042**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK RADIOLOGI
FAKULTAS ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS AWAL BROS
2024**

**UJI KESESUAIAN BERKAS CAHAYA KOLIMATOR PADA
PESAWAT *X-RAY MOBILE* DI INSTALASI RADIOLOGI
RSAU dr. SUKIRMAN**

KARYA TULIS ILMIAH

**Disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Ahli
Madya Kesehatan**



Oleh :

**SALWA INNASYA SUGESTY
21002042**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK RADIOLOGI
FAKULTAS ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS AWAL BROS
2024**

LEMBAR PERSETUJUAN

Karya Tulis Ilmiah telah diperiksa, disetujui dan siap untuk dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Diploma III Teknik Radiologi Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Awal Bros.

JUDUL : UJI KESESUAIAN BERKAS CAHAYA KOLIMATOR
PADA PESAWAT *X-RAY MOBILE* DI INSTALASI
RADIOLOGI RSAU dr. SUKIRMAN
PENYUSUN : SALWA INNASYA SUGESTY
NIM : 21002042

Pekanbaru, 06 Juni 2024

Menyetujui,

Pembimbing I

Aulia Annisa, M.Tr.ID
NIDN. 1014059304

Pembimbing II

Devi Purnamasari, S.Psi., MKM
NIDN. 1003098301

Mengetahui
Ketua Program Studi Diploma III Teknik Radiologi
Fakultas Ilmu Kesehatan
Universitas Awal Bros

Shelly Angella, M.Tr.Kes
NIDN. 1022099201




LEMBAR PENGESAHAN

Karya Tulis Ilmiah :


Telah disidangkan dan disahkan oleh Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Diploma III Teknik Radiologi Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Awal Bros.

JUDUL : UJI KESESUAIAN BERKAS CAHAYA KOLIMATOR
PADA PESAWAT *X-RAY MOBILE* DI INSTALASI
RADIOLOGI RSAU dr. SUKIRMAN
PENYUSUN : SALWA INNASYA SUGESTY
NIM : 21002042

Pekanbaru, 13 Juni 2024

1. Penguji I : T. Mohd Yoshandi, M.Sc ()
NIDN. 1020089302
2. Penguji II : Aulia Annisa, M.Tr.ID ()
NIDN. 1014059304
3. Penguji III : Devi Purnamasari, S.Psi., MKM ()
NIDN. 1003098301

Mengetahui
Ketua Program Studi Diploma III Teknik Radiologi
Fakultas Ilmu Kesehatan
Universitas Awal Bros


Shelly Angella, M.Tr.Kes
NIDN. 1022099201

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Salwa Innasya Sugesty
NIM : 21002042
Judul Tugas Akhir : Uji Kesesuaian Berkas Cahaya Kolimator Pada Pesawat
X-Ray Mobile Di Instalasi Radiologi RSAU dr.
Sukirman

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Karya Tulis Ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya/pendapat yang pernah ditulis/diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Pekanbaru, 4 Juni 2024

Penulis,



(Salwa Innasya Sugesty)
21002042

UJI KESESUAIAN BERKAS CAHAYA KOLIMATOR PADA PESAWAT X-RAY MOBILE DI INSTALASI RADIOLOGI RSAU dr. SUKIRMAN

Salwa Innasya Sugesty¹⁾

¹⁾Universitas Awal Bros

Email : salwa.innasya08@gmail.com

ABSTRAK

Uji Kesesuaian adalah pengujian untuk memastikan bahwa pesawat Sinar-X memenuhi persyaratan keselamatan radiasi dan memberikan informasi diagnosis yang akurat. Salah satu uji yang dilakukan yaitu uji kesesuaian luas berkas cahaya kolimator dengan berkas sinar-X dan uji titik fokus. Di Instalasi Radiologi RSAU dr. Sukirman, alat X-Ray *Mobile* sering dipindahkan melalui jalan yang tidak datar yang memungkinkan terjadi pergeseran plat timbal atau cerminnya. Tujuannya untuk mengetahui hasil uji kesesuaian berkas cahaya kolimator dan titik fokus mengalami pergeseran akibat perpindahan melalui jalan yang tidak datar.

Jenis penelitian yang digunakan yaitu metode kuantitatif deskriptif dengan pendekatan observasional. Pengambilan data menggunakan *collimator test tool* dan *beam alignment*. Uji kesesuaian ini menggunakan *focal spot* kecil dengan faktor eksposi 60 kV dan 8 mAs dan *focal spot* besar 60 Kv dan 16 mAs dengan menguji dua kali pada setiap focal spot.

Berdasarkan hasil uji, diperoleh nilai rata-rata sumbu X yaitu 0,477 cm dan sumbu Y 1,141 cm untuk *focal spot* kecil, untuk *focal spot* besar diperoleh nilai rata-rata sumbu X 0,644 cm dan sumbu Y 1,372 cm. Untuk uji ketepatan titik fokus pada empat kali percobaan tidak ada penyimpangan titik pusat yang melebihi batas toleransi. Kesimpulannya yaitu kolimator pada pesawat X-Ray *Mobile* di Instalasi Radiologi RSAU dr Sukirman masih layak digunakan karena masih dalam batas toleransi yang telah ditetapkan yaitu $\leq 2\%$ dari FFD.

Kata Kunci : Uji Kesesuaian, Collimator Test Tool, Beam Alignment

TEST FOR THE SUITABILITY OF THE COLLIMATOR LIGHT BEAMS ON THE MOBILE X-RAY AIRCRAFT AT THE RADIOLOGY INSTALLATION RSAU dr. SUKIRMAN

Salwa Innasya Sugesty¹⁾

¹⁾Universitas Awal Bros

Email : salwa.innasya08@gmail.com

ABSTRACT

Compliance Testing is testing to ensure that the X-Ray aircraft meets radiation safety requirements and provides accurate diagnostic information. One of the tests carried out is the compatibility test of the area of the collimator light beam with the X-ray beam. At the RSAU Radiology Installation, Dr. Sukirman, Mobile X-Ray equipment is often moved along uneven roads which can cause the lead plate or mirror to shift. The aim is to find out the results of the suitability test of the collimator light beam and the focal point experiencing shifts due to movement over uneven roads. The type of research used is a descriptive quantitative method with an observational approach. Data collection uses a collimator test tool and beam alignment. This suitability test uses a small focal spot with an exposure factor of 60 kV and 8 mAs and a large focal spot of 60 Kv and 16 mAs by testing twice on each focal spot.

Based on the test results, the average value for the X axis was 0.477 cm and the Y axis was 1.141 cm for the small focal spot, for the large focal spot the average value for the X axis was 0.644 cm and the Y axis was 1.372 cm. For the focus point accuracy test, in four trials there was no center point deviation that exceeded the tolerance limit.

The conclusion is that the collimator on the Mobile X-Ray aircraft at the RSAU Dr Sukirman Radiology Installation is still suitable for use because it is still within the predetermined tolerance limit, namely $\leq 2\%$ of FFD.

Keywords: Conformity Test, Collimator Test Tool, Beam Alignment

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Data Pribadi

Nama : Salwa Innasya Sugesty
Tempat / Tanggal Lahir : Pekanbaru, 08 November 2003
Agama : Islam
Jenis Kelamin : Perempuan
Anak Ke : 1 (Satu)
Status : Mahasiswa
Nama Orang Tua
Ayah : Toto Sugestiyo
Ibu : Siti Roso Sari
Alamat : Komp. Camar No 57 Lanud Roesmin Nurjadin

Latar Belakang Pendidikan

Tahun 2009 s/d 2015 : SD Angkasa (Berijazah)
Tahun 2015 s/d 2018 : SMPN 8 Pekanbaru (Berijazah)
Tahun 2018 s/d 2021 : SMAN 4 Pekanbaru (Berijazah)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Pertama-tama puji Syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas terselesainya Karya Tulis Ilmiah ini dengan baik dan lancar. Sholawat beriringkan salam kepada junjungan dan suri tauladan kita Nabi Muhammad SAW, keluarga serta sahabatnya. Karya Tulis Ilmiah ini saya persembahkan kepada orang yang sangat kukasihi dan kusayangi.

Banyak rasa terimakasih yang ingin saya ucapkan, maka persembahkan Karya Tulis Ilmiah ini untuk :

1. Cinta pertama dan panutanku, Ayahanda Toto Sugestiyo dan pintu surgaku Ibunda Siti Roso Sari. Terimakasih atas segala pengorbanan dan tulus kasih yang diberikan. Beliau memang tidak sempat merasakan pendidikan bangku perkuliahan, namun mereka mampu memberikan yang terbaik, tak kenal lelah mendoakan serta memberikan perhatian dan dukungan hingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai meraih gelar. Panjang umur, sehat selalu dan tetap disamping penulis untuk mendapatkan gelar-gelar berikutnya. Bahagia selalu Bunga Matahariku.
2. Adik laki-lakiku, Muhammad Damar Yudhantara dan Zafa Ayodhya Yonattama. Terimakasih atas segala dukungan dan motivasi yang diberikan kepada penulis. Meskipun banyak beradu argumen penulis berharap kalian bisa menggapai cita-cita yang diimpikan dan menjadi kebanggaan orang tua serta kebanggan penulis.
3. Kepada pembimbing 1 yakni maam Aulia Annisa, M.Tr.ID dan pembimbing 2 maam Devi Purnamasari, S.Psi., MKM yang telah memberikan bimbingan, kritik, serta saran yang sangat membantu penulis hingga akhirnya Karya Tulis Ilmiah ini dapat selesai tepat waktu.
4. Kepada sahabat penulis Syahrani Rahmah Matondang. Terimakasih telah memberikan motivasi serta mendengarkan keluh kesah penulis dalam melewati masa perkuliahan. Penulis berharap beliau bahagia selalu dan dapat menyelesaikan perkuliahannya di Universitas Sumatra Utara dengan tepat waktu.
5. Kepada sahabat seperjuangan, Syalsa Billa Putri, Hadits Chairunnisa, M.Zico, dan Rohit Gaspura Candra terimakasih atas segala dukungan, pengalaman, waktu dan ilmu yang kita jalani bersama pada masa perkuliahan. Penulis berharap kita bisa menggapai kesuksesan yang kita impikan di jalan masing-masing. Penulis berharap silaturahmi tidak terputus setelah kita hidup di jalan masing-masing.

6. Terakhir kepada diri saya sendiri Salwa Innasya Sugesty, terimakasih karena sudah bertahan sampai sejauh ini. Terimakasih karena tidak menyerah sesulit apapun proses penyusunan tugas akhir ini dan telah menyelesaikan sebaik dan semaksimal mungkin. Teruslah berbahagia selalu dimanapun berada dan tetap semangat untuk meraih gelar-gelar selanjutnya. Apapun kelebihan dan kekuranganmu mari merayakan diri sendiri. Bertahanlah dan raih kesuksesan yang kamu inginkan selama ini.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran ALLAH SWT, yang dengan segala anugerahnya-NYA penulis dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini tepat pada waktunya yang berjudul “UJI KESESUAIAN BERKAS CAHAYA KOLIMATOR PADA PESAWAT X-RAY *MOBILE* DI INSTALASI RADIOLOGI RSAU dr. SUKIRMAN”

Karya Tulis Ilmiah ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Diploma III Teknik Radiologi Universitas Awal Bros. Meskipun penulis telah berusaha semaksimal mungkin agar karya tulis Ilmiah ini sesuai dengan yang diharapkan, akan tetapi karena keterbatasan kemampuan, pengetahuan dan pengalaman penulis, penulis menyadari sepenuhnya dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini banyak kekurangan dan kesalahan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun.

Dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan, bantuan dan saran serta dorongan semangat dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua yang banyak memberikan dorongan dan dukungan berupa moril maupun materil, saudara-saudaraku yang telah memberikan dukungan sehingga Karya Tulis Ilmiah ini dapat diselesaikan dengan baik.
2. Ibu Dr. Ennimay, S. Kp., M. Kes selaku Rektor Universitas Awal Bros
3. Ibu Shelly Angella, M. Tr. Kes selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Radiologi Universitas Awal Bros

4. Ibu Aulia Annisa, M.Tr.ID selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing, memberikan saran dan arahan dalam penyusunan karya tulis ilmiah ini.
5. Ibu Devi Purnamasari, S. Psi., M.K.M selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing, memberikan saran dan arahan dalam penyusunan karya tulis ilmiah ini.
6. Bapak Tengku Muhammad Yoshandi, M.Sc selaku Dosen Penguji
7. Letda Satrio Puji Saputro, S.Tr.Kes selaku Kepala Ruangan di Instalasi Radiologi RSAU dr. Sukirman yang telah memberikan ilmu dan saran kepada penulis.
8. Segenap dosen Program Studi Diploma III Teknik Radiologi Universitas Awal Bros, yang telah memberikan dan membekali penulis dengan ilmu pengetahuan
9. Semua rekan-rekan dan teman seperjuangan khususnya Program Studi Diploma III Teknik Radiologi Universitas Awal Bros Angkatan II
10. Serta semua pihak yang telah memberikan bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung selama penulisan Karya Tulis Ilmiah ini yang tidak dapat peneliti sampaikan satu persatu, terimakasih banyak atas semuanya.

Akhir kata penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini dan penulis berharap kiranya Karya Tulis Ilmiah ini bermanfaat bagi kita semua.

Pekanbaru, 08 Maret 2024

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
RIWAYAT HIDUP	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR DIAGRAM	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.4.1 Bagi Peneliti	5
1.4.2 Bagi Tempat Penelitian	5
1.4.3 Bagi Institusi Pendidikan.....	5
1.4.4 Bagi Responden.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tinjauan Teoritis	6
2.1.1 Sinar-X	6
2.1.2 Komponen Pesawat Sinar-X	8
2.1.3 <i>Digital Radiography (DR)</i>	15
2.1.4 Kendali Mutu (<i>Quality Control</i>).....	17
2.1.5 Uji Kesesuaian Kolimasi Pesawat Sinar-X	18
2.2 Kerangka Teori.....	21
2.3 Penelitian Terkait	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Jenis dan Desain Penelitian	23
3.2 Subjek Penelitian.....	24
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian	24
3.4 Instrumen Penelitian.....	24
3.5 Metode Pengambilan Data	26
3.6 Prosedur Penelitian.....	26
3.7 Alur Penelitian.....	29

3.8 Analisis Data	31
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	
4.1 Hasil Penelitian	33
4.2 Pembahasan	46
BAB V METODOLOGI PENELITIAN	
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Pengujian Pertama dari Focal Spot Kecil	34
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Pengujian Pertama dari Focal Spot Kecil.....	35
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Pengujian Kedua dari Focal Spot Kecil.....	36
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Pengujian Kedua dari Focal Spot Kecil.....	37
Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Pengujian Pertama dari Focal Spot Besar.....	38
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Pengujian Pertama dari Focal Spot Besar	39
Tabel 4.7 Hasil Pengukuran Pengujian Kedua dari Focal Spot Besar	40
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Pengujian Kedua dari Focal Spot Besar	41
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan dan Perhitungan	42

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1	Proses Terjadinya Sinar-X <i>Bremsstrahlung</i> 7
Gambar 2.2	Proses Terjadinya Sinar-X Karakteristik 8
Gambar 2.3	Tabung Sinar-X 9
Gambar 2.4	Katoda Sumber 10
Gambar 2.5	Anoda 11
Gambar 2.6	Komponen Kolimator 14
Gambar 2.7	Kerangka Teori 21
Gambar 3.1	Pesawat Sinar-X 24
Gambar 3.2	Detector 25
Gambar 3.3	Collimator Test Tool 25
Gambar 3.4	Beam Alignment 26
Gambar 4.1	Hasil pengukuran Pengujian Pertama Dari <i>Focal Spot</i> Kecil 34
Gambar 4.2	Hasil Gambaran Radiograf Pengujian Kedua Dari <i>Focal Spot</i> Kecil 36
Gambar 4.3	Hasil Gambaran Radiograf Pengujian Pertama dari <i>Focal</i> <i>Spot Besar</i> 38
Gambar 4.4	Hasil Gambaran Radiograf Pengujian Kedua dari <i>Focal Spot</i> <i>Besar</i> 40
Gambar 4.5	Hasil Gambaran Radiograf Pengujian Pertama dari <i>Focal Spot</i> <i>Kecil</i> 43
Gambar 4.6	Hasil Gambaran Radiograf Pengujian Kedua dari <i>Focal Spot</i> <i>Kecil</i> 44
Gambar 4.7	Hasil Gambaran Radiograf Pengujian Pertama dari <i>Focal Spot</i> <i>Besar</i> 45
Gambar 4.8	Hasil Gambaran Radiograf Pengujian Kedua dari <i>Focal Spot</i> <i>Besar</i> 46

DAFTAR DIAGRAM

	Halaman
Bagan 3.1 Diagram Alur Penelitian	29

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran I : Surat Izin Survey Awal
- Lampiran II : Surat Balasan Izin Survey Awal
- Lampiran III : Surat Izin Penelitian
- Lampiran IV : Surat Balasan Izin Penelitian
- Lampiran V : Pengolahan Data
- Lampiran VI : Dokumentasi Penelitian
- Lampiran VII : Lembar Konsultasi

DAFTAR SINGKATAN

ADC	: <i>Analog to Digital Converter</i>
Al	: Aluminium
DR	: Digital Radiography
FFD	: Focus Film Distance
Kv	: Kilovoltage
mAs	: Mili Ampere Second
NERO	: <i>Non-infansif Evaluation output</i>
nm	: nanometer
NCRP	: <i>National Council of Radiation Protection and Measurement</i>
QA	: <i>Quality Assurance</i>
QC	: <i>Quality Control</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Rumah sakit adalah sarana pelayanan kesehatan, tempat berkumpulnya orang sakit dan orang sehat, dan juga dapat menjadi tempat penyebaran penyakit sehingga menimbulkan pencemaran lingkungan dan gangguan kesehatan. Saat ini masyarakat memang memerlukan pelayanan kesehatan yang maksimal dan efektif berupa jasa pelayanan rumah sakit (PERMENKES RI, 2019). Rumah sakit memiliki banyak layanan penunjang salah satunya radiologi. Menurut PERKA BAPETEN Nomor 4 Tahun 2020 Radiologi adalah cabang ilmu kedokteran yang berkaitan dengan penggunaan seluruh modalitas yang menggunakan radiasi untuk diagnosis dan prosedur terapi dengan menggunakan panduan radiologi, termasuk teknik pencitraan dan penggunaan radiasi dengan sinar-X (PERKA BAPETEN, 2020)

Sinar-X merupakan pancaran gelombang elektromagnetik serupa dengan gelombang radio, gelombang panas, gelombang cahaya dan sinar ultraviolet, tetapi dengan panjang gelombang yang sangat pendek. Sinar-X dapat digambarkan sebagai gelombang karena bergerak dalam gelombang yang memiliki panjang gelombang dan frekuensi. Sinar-X yang digunakan dalam radiografi memiliki panjang gelombang berkisar antara 0,1 hingga 1,0 Å. Sinar-X dihasilkan oleh alat yang mengalami perkembangan pesat pada saat ini, alat tersebut disebut dengan Pesawat sinar-X (Faubert, 2017).

Pesawat sinar-X merupakan suatu alat yang digunakan untuk melakukan diagnosa medis dengan menggunakan sinar-X. Salah satu jenis pesawat sinar-X

adalah pesawat sinar-X *Mobile*. Pesawat sinar X *mobile* adalah pesawat sinar X yang dilengkapi dengan atau tanpa baterai charger dan roda sehingga mudah digerakkan yang dapat dibawa ke beberapa ruangan untuk pemeriksaan umum secara rutin (PERKA BAPETEN, 2011). Adapun komponen utama pada pesawat sinar x, antara lain tabung sinar-X, collimator, dan panel kontrol (Souisa et al., 2014).

Collimator merupakan bagian dari pesawat sinar-X yang berfungsi untuk pengaturan pembatas luas lapangan radiasi (PERKA BAPETEN, 2014). Kolimator merupakan alat pembatas radiasi yang umumnya digunakan pada Digital Radiografi yang fungsinya sebagai Pengatur berkas yang gunanya untuk mengatur berkas radiasi yang keluar dari tabung pesawat sinar-X. Pengaturan berkas disesuaikan dengan lapangan penyinaran yang diinginkan (Sari dan Hartina, 2017). kolimator berguna juga untuk mengurangi jumlah radiasi hambur yang mencapai image receptor. Kualitas radiograf akan menurun dengan bertambahnya radiasi hambur, sehingga radiasi hambur perlu dikontrol. Pembatasan luas bidang kolimasi berkas juga berguna untuk mengurangi dosis radiasi yang diterima pasien, yaitu semakin kecil luas area yang diradiasi maka dosis radiasi yang diterima pasien juga semakin berkurang (Bushong, 2017).

Progam kendali mutu merupakan salah satu progam jaminan mutu yang bertujuan untuk melakukan pengawasan dan pemeliharaan teknis agar tidak mengurangi kualitas gambaran yang dihasilkan. Selain itu, program kendali mutu merupakan bagian dari progam jaminan mutu yang berkaitan dengan instrumentasi atau penggunaan pesawat dan peralatan (Papp, 2023). Salah satu pengujian dalam kendali mutu radiologi adalah uji kesesuaian berkas cahaya kolimator. Uji

Kesesuaian (*Compliance Testing*) adalah pengujian untuk memastikan bahwa pesawat Sinar-X memenuhi persyaratan keselamatan radiasi dan memberikan informasi diagnosis atau pelaksanaan radiologi yang tepat dan akurat (Hariyati et al., 2019). Sedangkan uji kesesuaian kolimator adalah menguji kesesuaian berkas cahaya kolimator dengan berkas sinar-X.

Penyimpangan lapangan kolimasi dapat disebabkan oleh kolimator yang pernah dibongkar karena perbaikan atau penggantian lampu kolimator, kolimator sering diputar-putar, dan adanya guncangan sehingga terjadi pergeseran plat timbal atau cerminnya, jika terjadi penyimpangan lapangan kolimasi biasanya diiringi dengan penyimpangan ketegaklurusan berkas, penyimpangan ini dapat disebabkan oleh posisi kolimator yang berubah atau rotasi tabung sinar-X yang memiliki tingkat kedataran rendah (Wiyono,2010). Ketidaktepatan luas lapangan kolimasi dengan berkas radiasi dapat mempengaruhi hasil gambaran radiograf karena objek yang kita inginkan tidak tervisualisasi dengan tepat dan juga bisa menyebabkan *double exposure* sehingga memberikan dosis radiasi yang berlebih. Berdasarkan KEMENKES (2009) tentang pedoman kendali mutu yaitu batas toleransi pergeseran kolimator adalah $\leq 2\%$ dari FFD (*focus film distance*), FFD adalah jarak antara focus dengan film dan untuk standar toleransi penyimpangan titik pusat collimator beam (berkas cahaya kolimator) dengan berkas sinar-X sesuai dengan standar NCRP (*National Council of Radiation Protection and Measurement*) yaitu $\leq 3^\circ$.

Berdasarkan hasil observasi peneliti tentang pesawat sinar-X *mobile* di Instalasi Radiologi RSAU dr. Sukirman dilakukan perpindahan dari gedung rumah sakit lama ke gedung rumah sakit baru sebanyak tiga kali dalam sehari dengan jarak

300 meter yang melewati permukaan yang tidak datar. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk melakukan pengujian dengan mengangkat judul "Uji Kesesuaian Berkas Cahaya Kolimator Pada Pesawat *Mobile* di Instalasi Radiologi RSAU dr. Sukirman"

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, penulis merumuskan masalah yang akan dibahas sebagai berikut :

- 1.2.1 Apakah hasil uji kesesuaian berkas cahaya kolimator dan titik fokus pada pesawat *X-Ray Mobile* di Instalasi Radiologi RSAU dr. Sukirman mengalami pergeseran setelah berpindah kurang lebih 1 kilometer dalam sehari dengan permukaan yang tidak datar?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan dari penelitian ini yaitu :

- 1.3.1 Untuk mengetahui apakah hasil uji kesesuaian berkas cahaya kolimator dan titik fokus pada pesawat *X-Ray Mobile* di Instalasi Radiologi RSAU dr Sukirman mengalami pergeseran setelah berpindah kurang lebih 1 kilometer dalam sehari dengan permukaan yang tidak datar.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini sebagai berikut :

1.4.1 Bagi Peneliti

Penelitian ini dapat menambah pengetahuan peneliti tentang bagaimana cara melakukan uji kesesuaian berkas cahaya kolimator pesawat *X-Ray mobile*.

1.4.2 Bagi Tempat Penelitian

Penelitian ini berguna untuk menilai jaminan mutu (*Quality Assurance*) dan kendali mutu (*Quality Control*) unit radiologi terutama pesawat *X-Ray mobile*

1.4.3 Bagi Institusi Pendidikan

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat menjadi bahan referensi yang bisa dimanfaatkan oleh dosen dan mahasiswa di perpustakaan Universitas Awal Bros

1.4.4 Bagi Responden

Penelitian ini dapat menjadi referensi serta masukan bagi pengembangan ilmu pengetahuan radiologi khususnya dalam uji kesesuaian berkas cahaya kolimator pesawat *X-Ray Mobile*

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 TINJAUAN TEORITIS

2.1.1 Sinar-X

2.1.1.1 Definisi

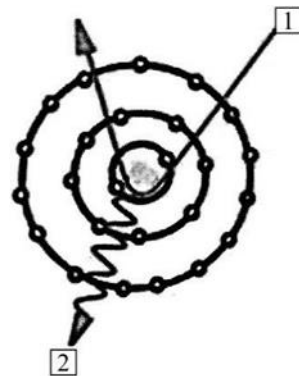
Sinar-X merupakan pancaran gelombang elektromagnetik yang serupa dengan gelombang radio, gelombang panas, gelombang cahaya dan sinar ultraviolet, tetapi dengan panjang gelombang yang sangat pendek. Sinar-X bisa digambarkan sebagai gelombang karena bergerak dalam gelombang yang memiliki panjang gelombang dan frekuensi. Sinar-X yang digunakan dalam radiografi memiliki panjang gelombang berkisar antara 0,1 hingga 1,0 Å. Satuan lain untuk panjang gelombang adalah nanometer (nm); 1 Å sama dengan 0,1 nm. Sinar-X bergerak dengan kecepatan konstan 3×10^8 m / s atau 186.000 mil / s dalam ruang hampa (Fauber, 2017).

Sinar-X dibagi menjadi dua macam, yaitu sinar-X bremsstrahlung dan sinar-X karakteristik (Lestari, 2019).

2.1.1.1.1 Sinar-X *Bremsstrahlung*

Proses bremsstrahlung (pengereman radiasi) adalah hasil “tumbukan” radiasi (interaksi) antara elektron berkecepatan tinggi dan inti atom. Sinar-X bremsstrahlung akan terjadi bila radiasi elektron yang datang dibelokkan oleh inti atom. Elektron yang dibelokkan tersebut akan berkurang

energinya, sehingga menyebabkan terjadinya pancaran sinar-X bremsstrahlung (Khan, 2014).



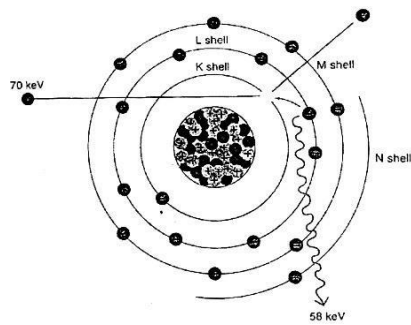
Keterangan Gambar :

1. Electron proyektil dari katoda
2. Sinar-X

Gambar 2.1 Proses Terjadinya Sinar-X *Bremsstrahlung* (Iestari, 2019)

2.1.1.1.2 Sinar X Karakteristik

Sinar-X karakteristik dipancarkan oleh atom yang tereksitasi sesaat setelah electron tereksitasi dari suatu orbit ke orbit yang lebih luar, dalam waktu singkat akan kembali ke orbit semula. Pada saat kembali ini energi yang berlebih akan dipancarkan dalam bentuk sinar-X karakteristik. Elektron yang mengenai target juga menghasilkan sinar-X yang khas. Oleh karena itu, energi tersebut di radiasikan dalam bentuk radiasi elektromagnetik. Ini disebut radiasi karakteristik. Jadi, sinar-X karakteristik dihasilkan oleh transisi electron dari kulit terluar ke kulit dalam (Khan, 2014).



Gambar 2.2 Proses Terjadinya Sinar-X Karakteristik (Lestari, 2019).

2.1.1.2 Proses Terjadinya Sinar-X

Sinar X dihasilkan dalam tabung yang hampa udara, didalamnya terdapat filamen sebagai katoda dan permukaan target sebagai anoda. Filamen dipanaskan untuk membentuk awan-awan electron, karena perbedaan potensial yang tinggi antara anoda dan katoda, electron bergerak dengan kecepatan tinggi hingga menumbuk permukaan target. Hasil dari yang disalurkan dan 99% akan membentuk panas pada katoda (Bushong 2013).

2.1.2 Komponen Pesawat Sinar-X

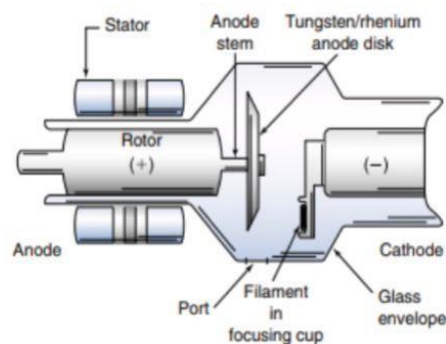
2.1.2.1 Komponen Utama

Komponen Utama Pesawat sinar-X terdiri dari Rumah Tabung dan tabung gelas hampa udara

1. Rumah Tabung (*Tube Housing*)

Terbuat dari besi baja yang berfungsi untuk menahan radiasi bocor dari tabung sinar-X, menahan tegangan tinggi, pendingin tabung sinar-X dan juga berfungsi melindungi

tabung sinar-X yang terbuat dari Pyrex. Didalam rumah tabung dan di luar tabung sinar-X (insert tube) terdapat oli yang berfungsi sebagai pendingin. (Sari, 2010:28). Rumah tabung diperlukan untuk memungkinkan kebocoran radiasi tidak lebih dari 100 mR/ jam untuk keluar bila diukur pada jarak 1 m dari sumber ketika tabung beroperasi pada daya maksimum (Fauber, 2017).



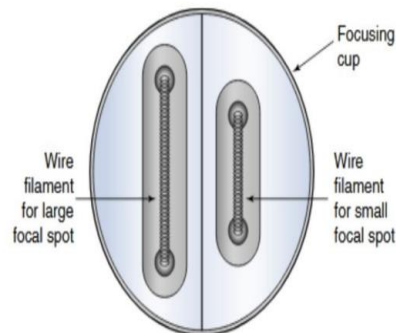
Gambar 2.3 Tabung Sinar-X (Fauber,2017)

2. Tabung Gelas Hampa Udara (*Glass Envelope*)

Merupakan sebuah tabung yang terbuat dari gelas atau pyrex yang tahan panas dan hampa udara. Di dalam tabung gelas hampa udara ini terdapat ini terdapat dua elektroda yaitu katoda dan anoda.

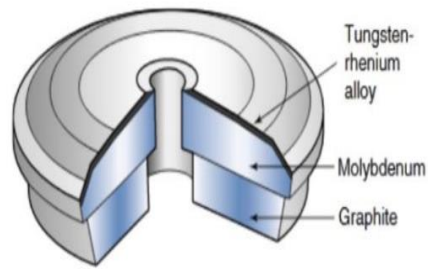
- a. Katoda berfungsi sebagai kutub negatif, pada katoda terdapat filamen dan focusing cup. Filamen berbentuk seperti kumparan, yang terbuat dari kawat, kebanyakan tabung sinar-X dilengkapi dengan filamen ganda yang dikenal dengan Dual focus. Focusing cup dipasang pada filamen, yang terbuat dari bahan nikel, fungsi dari

focusing cup adalah mengarahkan awan elektron agar arah pergerakan elektron lebih terarah menuju target (Sari, 2010).



Gambar 2.4 Katoda Sumber (Fauber, 2017)

- b. Anoda merupakan elektroda bermuatan positif yang terdiri dari molibdenum, cop-per, tungsten, dan grafit. Bahan-bahan ini digunakan karena konduktif termal dan listriknya (Fauber, 2017). Anoda merupakan tempat terjadinya tumbukan elektron setelah tegangan tabung diterapkan. Ada dua jenis anoda pada pesawat sinar-X yaitu anoda tetap dan anoda berputar. Anoda tetap biasanya terbuat dari bahan tungsten atau campuran antara tungsten dan tembaga. Anoda tetap telah lama ditinggalkan karena jenis anoda putar lebih cepat rusak karena benturan hanya terjadi pada satu titik, sehingga anoda akan cepat bopeng. Pada anoda putar, bagian depannya terdapat target yang berfungsi sebagai tempat tumbukan elektron dari filament. Kemiringan target berkisar sekitar 7 derajat sampai 15 derajat (Sari, 2010).



Gambar 2.5 Anoda (Faubert, 2017)

2.1.2.2 Komponen Tambahan

Beberapa perangkat tambahan yang terdapat pada tabung sinar X antara lain:

1. Filter

Filter adalah penyaring sinar-X ketika sinar melewati suatu lapisan material. Sinar X dilemahkan oleh filter yang dipasang pada tabung atau filter tambahan. Filtrasi melekat mencakup ketebalan (1 hingga 2 mm) sisipan kaca atau logam pada port tabung sinar-X. Sederhananya fungsi filter adalah menyerap berkas sinar-X berintensitas rendah dan mentransmisikan berkas sinar-X berintensitas tinggi. Ada 2 jenis filter pada pesawat sinar-X yaitu : Filter bawaan (Filter inheren) dan filter tambahan (Bushberg, 2012).

a. Filter Bawaan

Filter bawaan merupakan filter yang secara rekonstruksi sudah menjadi satu dengan rumah tabung atau fitur standar pembuatan pabrik. Syarat filter bawaan ini

adalah intensitas berkas sinar-X yang ditransmisikan melalui filter harus sebanding dengan intensitas berkas sinar-X yang telah menembus 5 sampai 10 mm Aluminium. Filtrasi bawaan mencakup ketebalan (1 hingga 2 mm) sisipan kaca atau logam pada sambungan tabung sinar-X. Kaca (SiO_2) dan aluminium memiliki sifat atenuasi yang serupa (masing-masing, $Z = 14$ dan $Z = 13$) dan secara efektif melemahkan semua sinar-X dalam spektrum di bawah sekitar 15 keV (Bushberg, 2012).

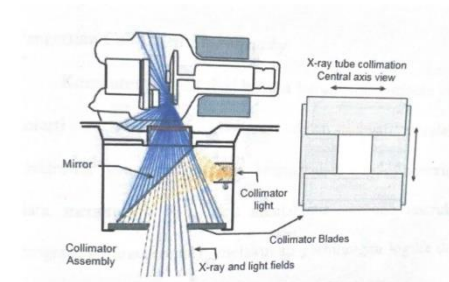
b. Filter Tambahan

Filtrasi tambahan mengacu pada lembaran logam yang sengaja ditempatkan di dalam kolimator untuk mengubah energi efektif kolimator. Dalam radiologi diagnostik umum, filter tambahan melemahkan sinar-X berenergi rendah dalam spektrum yang hampir tidak mempunyai peluang untuk melewati pasien dan mencapai detektor sinar-X. Sinar-X berenergi rendah diserap oleh filter dibandingkan oleh, sehingga mengurangi dosis radiasi. Aluminium (Al) merupakan bahan filter tambahan yang paling umum digunakan. Bahan filter umum lainnya termasuk tembaga dan plastik (seperti akrilik) (Bushberg, 2012).

c. Kolimator

Kolimator merupakan bagian dari pesawat sinar-X yang digunakan untuk mengatur luas lapangan radiasi (Perka BAPETEN No. 15, 2014). Jenis perangkat pembatas sinar yang paling canggih, berguna, dan diterima untuk radiografi adalah kolimator. Pembatasan berkas yang dicapai melalui penggunaan kolimator disebut kolimasi. Kolimator menggunakan dua penutup berkas sinar-X atau disebut dengan shutter dari timbal. Satu atau lebih shutter yang dapat disetel terletak 3–7 inci (8–18 cm) di bawah tabung. Shutter ini terdiri dari shutter transversal dan longitudinal, masing-masing memiliki kontrol tersendiri. Desain ini membuat kolimator dapat disesuaikan sehingga dapat menghasilkan bidang yang diproyeksikan dengan berbagai ukuran (Fauber, 2017).

Bentuk bidang yang dihasilkan oleh kolimator selalu persegi panjang atau persegi, kecuali jika diafragma, kerucut, atau silinder tekanan bergerak di bawah kolimator. Kolimator dilengkapi dengan sumber cahaya putih dan cermin untuk memproyeksikan bidang cahaya ke pasien. Cahaya ini dimaksudkan untuk menunjukkan dengan tepat di mana berkas sinar-X utama akan diproyeksikan selama pemaparan (Fauber, 2017).



Gambar 2.6 Komponen Kolimator (Bushbreg, 2012)

Keterangan:

1. *Collimatoor assembly*: Rakitan kolimator biasanya dipasang ke rumah tabung di port tabung dengan sambungan putar.
2. *Collimator Blades*: Dua pasang jendela timah yang berlawanan secara vertical dan longitudinal yang dapat diatur membentuk persegi panjang.
3. *Mirror*: Di rumah kolimator, seberkas cahaya yang dipantulkan oleh cermin redaman sinar-X rendah meniru sinar x-ray. Jadi, kolimasi bidang sinar-X diidentifikasi oleh bayangan kolimator.
4. *Collimator Light*: lampu kolimator berfungsi untuk melihat dan menentukan luas lapangan dan sentrasi.

2.1.3 *Digital Radiography (DR)*

2.1.3.1 *Komponen Digital Radiography (DR)*

Merupakan salah satu bentuk pencitraan sinar-x yang tidak memerlukan proses kimia seperti film, sehingga memiliki biaya operasional yang rendah dan ramah lingkungan. Selain itu gambar yang diperoleh dapat langsung diamati, mudah disimpan dan digunakan, karena terhubung langsung dengan sistem komputer. Komponen radiografi digital terdiri dari beberapa bagian :

1. *Sumber Sinar-X*

Sumber yang digunakan untuk menghasilkan sinar-x pada radiografi digital sama dengan sumber sinar-x pada Conventional Radiography. Oleh karena itu, untuk merubah radiografi konvensional menjadi radiografi digital tidak perlu mengganti pesawat sinar-x.

2. *Image Receptor* Detektor

Berfungsi sebagai Image Receptor yang menggantikan keberadaan kaset dan film. Ada dua jenis alat penangkap gambar digital, yaitu Flat Panel Detector (FPD) dan High Density Line Scan Solid State Detector.

3. *Analog to Digital Converter (ADC)*

Komponen ini digunakan untuk merubah data analog yang dikeluarkan detektor menjadi data digital yang dapat diinterpretasikan oleh komputer.

4. Komputer

Komponen ini digunakan untuk mengolah data, memanipulasi gambar, menyimpan data-data (gambar), dan menghubungkannya dengan output device atau work station.

5. Output Device

Sebuah sistem radiografi digital yang dilengkapi monitor untuk menampilkan gambar. Dengan monitor ini, radiografer dapat menentukan layak atau tidaknya gambar untuk diteruskan kepada work station radiolog. Selain monitor, output device bisa berupa laser printer apabila ingin diperoleh data dalam bentuk fisik (radiograf). Media yang digunakan untuk mencetak gambar berupa film khusus (dry view) yang tidak memerlukan proses kimiawi untuk menghasilkan gambar. Gambar yang dihasilkan bisa langsung dikirimkan dalam bentuk digital kepada radiolog di ruang baca melalui jaringan work station. Dengan cara ini, foto dapat dibaca melalui teleradiology. (Suryaningsih et al., n.d.)

2.1.1.1 Prinsip Kerja *Digital Radiography* (DR)

Pada dasarnya menangkap sinar-X tanpa menggunakan film. Sebagai pengganti film sinar-X, digunakan sebuah pengambilan gambar digital untuk merekam gambar sinar-X dan menggantinya menjadi file digital yang dapat ditampilkan atau dicetak untuk dibaca dan disimpan sebagai bagian rekam medis pasien. (Suryaningsih et al., n.d.)

2.1.4 Kendali Mutu (*Quality Control*)

Kendali mutu merupakan bagian dari program jaminan mutu yang kegiatan programnya berfokus pada teknik-teknik yang diperlukan untuk memantau, perawatan dan menjaga unsur-unsur teknis dari suatu sistem peralatan radiografi dan pencitraan yang berpengaruh pada mutu gambar. Oleh karena itu kendali mutu merupakan bagian dari program jaminan mutu yang berkaitan dengan instrumentasi dan peralatan (Papp, 2023).

Menurut (Papp, 2023), program Quality Control meliputi tiga tipe pengujian berikut :

1) Non-Infansif dan sederhana

Semua ahli radiologi dapat melakukan penilaian non-infasif dan sederhana, seperti dengan melakukan tes kontak screen menggunakan wiremesh dan test spinning top untuk menguji akurasi waktu.

2) Non-Infansif dan lengkap

Evaluasi non-insfansif dan lengkap harus dilakukan oleh seorang ahli radiologi yang terlatih untuk melakukan prosedur QC. Hal ini disebabkan oleh penggunaan peralatan tes khusus, meteran, dan *Non-infansif Evaluation output (NERO)* yang telah terkomputerisasi untuk berbagai unit fungsional yang digunakan.

3) Infansif dan lengkap

Evaluasi infasif dan lengkap biasanya dilakukan oleh seorang teknisi atau fisikawan. Pengujian *Quality Control* dibedakan menjadi tiga jenis berdasarkan tingkatannya yaitu :

- a. *Acceptance testing*, dilakukan pada peralatan baru atau peralatan yang mengalami perbaikan besar untuk menentukan bahwa pesawat sinar-X memenuhi spesifikasi dan standar pabrikan.
- b. *Routine performance evolution* adalah pengujian khusus terhadap peralatan yang telah digunakan dalam jangka waktu tertentu.
- c. *Error correction test* adalah evaluasi alat yang dilakukan pada pesawat yang tidak memenuhi uji kelayakan dan sering digunakan untuk menguji penyebab kesalahan tersebut.

2.1.5 Uji Kesesuaian Kolimasi Pesawat Sinar-X

Uji kesesuaian pesawat sinar-X merupakan pengujian yang memastikan bahwa pesawat sinar-X dalam kondisi andal, baik digunakan untuk kegiatan radiologi diagnostik maupun intervensional serta memenuhi peraturan perundang-undangan (PERKA BAPETEN, 2011).

1) Nilai Standar toleransi kesesuaian kolimasi pesawat sinar-X

Sesuai dengan keputusan menteri kesehatan republik indonesia nomor 1250 tahun 2009 tentang pedoman kendali mutu (*Quality Control*) peralatan radiodiagnostik, nilai batas standar toleransi kesesuaian luas lapangan collimator beam dengan berkas sinar-X sesuai dengan standar NRC (National Council of Radiation Protection and Measurement) yaitu $X1+X2 \leq 2\%$ dari FFD dan $Y1+Y2 \leq 2\%$ dari FFD (*Focus Film Distance*) dan batas standar toleransi penyimpangan titik pusat collimator beam dengan berkas sinar-X sesuai dengan standar

NRCP (*National Council of Radiation Protection and Measurement*) yaitu $\leq 3\%$ FFD.

2) Frekuensi Uji Kesesuaian Berkas Cahaya Kolimator

Sesuai dengan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1250 Tahun 2009 tentang pedoman kendali mutu (*Quality Control*) peralatan radiodiagnostik, uji kesesuaian berkas cahaya kolimator dengan berkas sinar-X pada pesawat sinar-X diagnostik dilakukan dengan frekuensi satu bulan sekali atau setelah perbaikan, perawatan rumah tabung dan kolimasi.

3) Alat Uji Kesesuaian Berkas Cahaya Kolimator

Menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.1250/MENKES/XII/2009 tentang pedoman Kendali Mutu (*Quality Control*) Peralatan Radiodiagnostik, alat uji yang digunakan untuk mengevaluasi luas lapangan penyinaran adalah *Beam Alignment Test Tool* dan *Collimator Test Tool*.

4) Prosedur Uji Kesesuaian Berkas Cahaya Kolimator

Berdasarkan KEMENKES RI No. 1250 Tahun 2009 cara pengujian berkas cahaya kolimator sebagai berikut:

- a. Letakan kaset ukuran 24 x 30 cm pada permukaan yang datar.
- b. Yakinkan bahwa anoda dan katoda adalah parallel ke kaset.
- c. Sentrasi tabung sinar-X dipusatkan di tengah kaset dan atur jarak antara focus dengan film (FFD) setinggi 100 cm.
- d. Letakkan *collimator test tool* pada pertengahan kaset.

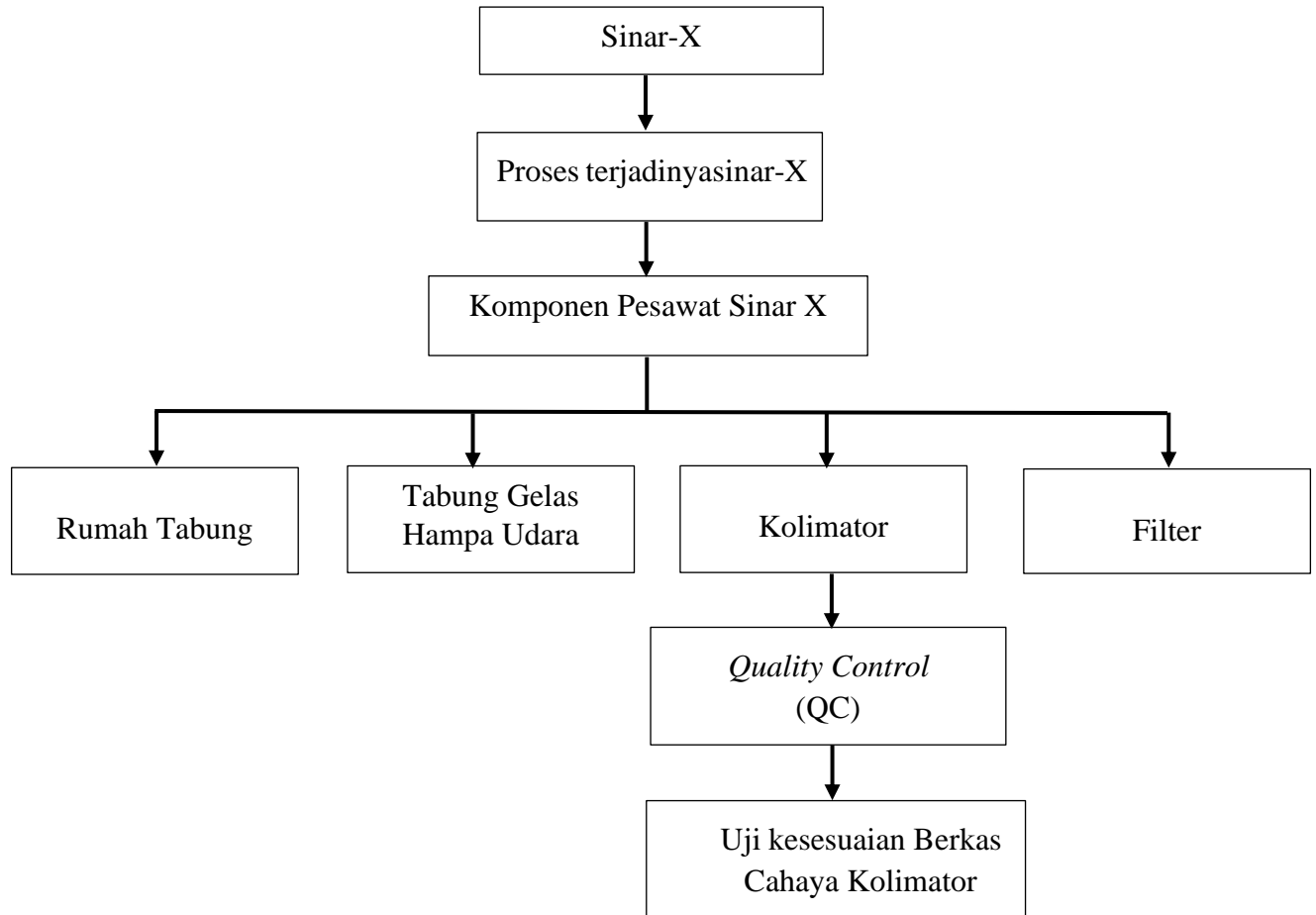
- e. Cahaya kolimator diatur tepat dalam area persegi panjang plat *test tool*.
- f. Letakkan *beam alignment test tool* pada pusat area pencahayaan.
- g. Hidupkan lampu kolimator, atur luas lapangan cahaya sesuai dengan garis persegi panjang yang ada pada permukaan plat *test tool*.
- h. Lakukan eksposi radiografi agar diperoleh densitas optis pada film yang dapat diobservasi oleh *evaluator*.
- i. Proses film di kamar gelap dan cek kesesuaian berkas cahaya/berkas sinar-X dan x-ray *beam alignment*.
- j. Ulangi untuk ukuran focal spot yang lain.
- k. KOLIMATOR: Catat perubahan skala lapangan radiasi dan X2 dan Y2 dan skala lapangan sinar kolimator X1 dan Y1 dalam lembar kerja (*worksheet*).
- l. Bandingan hasil pengukuran dengan standard NCRP ($\leq 2\%$ of FFD) Dengan Rumus :

$$X1 + X2 \leq 2\% \text{ FFD}$$

$$Y1 + Y2 \leq 2\% \text{ FFD}$$

- m. BEAM: Perhatikan pergeseran gambar kedua bola baja dalam film, dan bandingkan dengan standar NCRP ($\leq 3^\circ$).

2.2 KERANGKA TEORI



Gambar 2.7 Kerangka Teori

2.3 PENELITIAN TERKAIT

2.3.1 Evaluasi Kesesuaian Lapangan Kolimasi pada Alat Mobile X-Ray

Penelitian ini dilakukan oleh Jhon Wesly Manik (2022) dengan judul penelitian "Evaluasi Kesesuaian Lapangan Kolimasi pada Alat Mobile X-Ray". Terdapat kesamaan dengan penelitian yang dilakukan saat ini, yakni menggunakan FFD yang sama yakni 100 cm, akan tetapi juga terdapat perbedaan dengan penelitian yang dilakukan saat ini, penelitian tersebut menggunakan metode koin. Hasil penelitian ini menunjukkan terdapat pergeseran yang masih dalam batas toleransi $\leq 2\%$.

2.3.2 Uji Kolimator Antara Lapangan Penyinaran Dengan Berkas Radiasi Yang Dihasilkan Pada Pesawat Sinar-X Konvensional di Instalasi Radiologi

Penelitian ini dilakukan oleh Kartika sari, dkk (2023) dengan judul penelitian " Uji Kolimator Antara Lapangan Penyinaran Dengan Berkas Radiasi Yang Dihasilkan Pada Pesawat Sinar-X Konvensional di Instalasi Radiologi". Terdapat kesamaan dengan penelitian yang dilakukan saat ini, yaitu menggunakan FFD yang sama yakni 100 cm, akan tetapi juga memiliki perbedaan dengan penelitian yang dilakukan saat ini, penelitian tersebut menggunakan metode uang logam. Hasil pengujian ini menyatakan bahwa terdapat pergeseran yang melebihi batas toleransi pada sumbu vertical.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis dan Desain Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penyusunan ini adalah penelitian kuantitatif deskriptif dengan pendekatan observasional. Metode kuantitatif deskriptif ini digunakan untuk menganalisa data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum atau generalisasi (Sugiyono,2018).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah kolimasi pada pesawat X-Ray di Instalasi Radiologi RSAU dr Sukirman keadaannya menyimpang atau tidak dengan cara peneliti melakukan pengamatan langsung ke lapangan dan melakukan pengujian kolimasi untuk memperoleh data. Data yang didapatkan dari pengujian kolimasi dan diukur berapa penyimpangannya kemudian dilakukannya analisis data atau pengolahan data dengan menggunakan rumus yang telah ditetapkan dan hasilnya berupa angka. Hasil dari pengolahan data tersebut digambarkan atau dideskripsikan secara faktual yang digali melalui pengamatan yang terjadi dilapangan dan data tersebut dapat dibandingkan berdasarkan ketetapan KEMENKES RI No.1250 Tahun 2009.

3.2 Subjek Penelitian

Subjek penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah Pesawat X-Ray *Mobile* di Instalasi Radiologi RSAU dr. Sukirman.

3.3 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di Instalasi Radiologi RSAU dr Sukirman yang akan dilakukan pada bulan Mei 2024

3.4 Instrumen Penelitian

Adapun instrumen yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1. Pesawat X-Ray *Mobile*

Merk : GE Healthcare

No Seri : OG1490

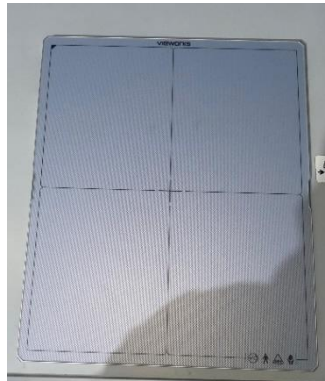


Gambar 3.1 Pesawat Sinar-X *Mobile* (RSAU dr. Sukirman,2024)

2. Detektor

Ukuran : 35 x 43 cm

Merk : Vieworks



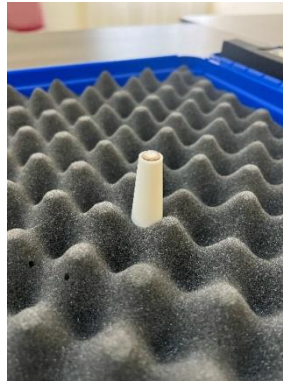
Gambar 3.2 Detector (RSAU dr. Sukirman, 2024)

3. *Collimator Test Tool*, untuk mengukur Tingkat kesejajaran luas kolimasi dengan berkas sinar-X.



Gambar 3.3 Collimator Test Tool (Universitas Awal Bros, 2024)

4. *Beam Alignment Test Tool*, sebagai alat untuk uji akurasi berkas Cahaya kolimasi dengan berkas sinar x dan uji ketegaklurusan berkas sinar x.



Gambar 3.4 *Beam Alignment* (Universitas Awal Bros, 2024)

2. *Waterpass* berfungsi untuk mengukur kedataran tabung sinar-X dan meja pemeriksaan.

3.5 Metode Pengambilan Data

Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan dengan cara pengukuran secara langsung pada saat dilakukan pengujian terhadap kesesuaian berkas cahaya kolimator dengan luas berkas sinar-X menggunakan *collimator test tool* dan *beam alignment* dengan menggunakan 2 ukuran focal spot yang berbeda, yaitu focal spot kecil dengan Kv 60 dan mAs 8 , kemudian focal spot besar dengan Kv 60 dan mAs 16.

3.6 Prosedur Penelitian

Peneliti melakukan pengukuran langsung di RSAU dr Sukirman. Sesuai dengan Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 1250/MENKES/SK/XII/2009 tentang Pedoman Kendali Mutu (*Quality Control*) Peralatan Radiodiagnostik,

langkah-langkah kerja untuk melakukan pengujian ketegaklurusan berkas radiasi adalah sebagai berikut:

1. Letakan detektor ukuran 35 x 43 cm pada permukaan yang datar.
2. Yakinkan bahwa anoda dan katoda adalah parallel ke kaset.
3. Sentrasi tabung sinar-X dipusatkan di tengah kaset dan atur jarak antara focus dengan film (FFD) setinggi 100 cm.
4. Letakkan *collimator test tool* pada pertengahan kaset.
5. Cahaya kolimator diatur tepat dalam area persegi panjang plat *test tool*.
6. Letakkan *beam alignment test tool* pada pusat area pencahayaan.
7. Hidupkan lampu kolimator, atur luas lapangan cahaya sesuai dengan garis persegi panjang yang ada pada permukaan plat *test tool* yaitu 24 x 30 cm.
8. Lakukan eksposi radiografi agar diperoleh densitas optis pada film yang dapat diobservasi oleh *evaluator*.
9. Proses film di kamar gelap dan cek kesesuaian berkas cahaya/ berkas sinar-X dan x-ray *beam alignment*.
10. Ulangi untuk ukuran focal spot yang lain.
11. Untuk melakukan pengukuran kolimasi yaitu catat perubahan skala lapangan radiasi dan X2 dan Y2 dan skala lapangan sinar kolimator X1 dan Y1 dalam lembar kerja (*worksheet*).
12. Bandingkan hasil pengukuran dengan standard NCRP ($\leq 2\%$ of FFD) Dengan Rumus :

$$X1 + X2 \leq 2\% \text{ FFD}$$

$$Y1 + Y2 \leq 2\% \text{ FFD}$$

Keterangan :

X1 dan X2 : Selisih skala lapangan antara *Collimator beam* dan berkas sinar-X sisi kiri dan sisi kanan

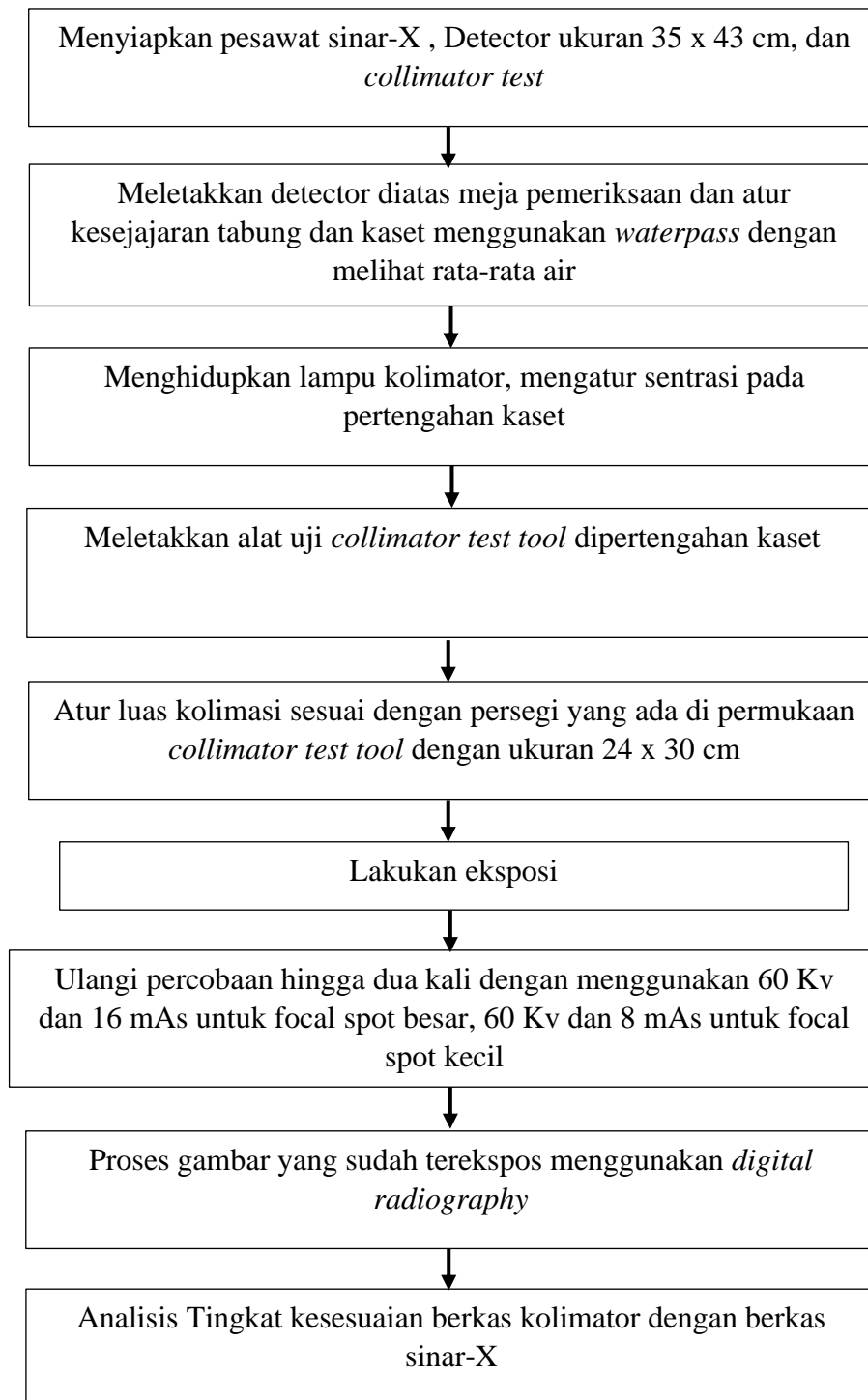
Y1 dan Y2 : Selisih skala lapangan antara *Collimator beam* dan berkas sinar-X sisi atas dan bawah

FFD : Jarak ketinggian antara tabung sinar-X dengan film/kaset

13. Untuk melakukan pengukuran titik fokus dilakukan dengan cara memperhatikan pergeseran gambar kedua bola baja dalam film, dan bandingkan dengan standar NCRP ($\leq 3^\circ$).

3.7 Alur Penelitian

Diagram alur penelitian dapat dilihat pada bagian dibawah ini.



Bagan 3.1 Diagram Alur Penelitian

1. Pertama yang dilakukan pada penelitian ini adalah mempersiapkan alat dan bahan. Langkah selanjutnya yang dilakukan setelah mempersiapkan alat dan bahan adalah memastikan pesawat sinar-X dalam keadaan "ON". Letakkan detector ukuran 35 x 43 cm di atas meja permukaan yang datar dan gunakan waterpass untuk mengetahui permukaan meja itu datar atau tidak. Atur tabung tegak lurus dan atur jarak fokus dengan film (FFD) 100 cm.
2. Setelah mengatur pesawat X-Ray, tempatkan *collimator test tool* pada pertengahan kaset. Atur cahaya kolimasi sesuai dengan garis persegi panjang yang ada pada permukaan plat *collimator test tool* dan tempatkan *beam alignment test tool* pada pusat pencahayaan. Atur faktor eksposi berdasarkan focal spot yang diinginkan kemudian lakukan eksposi radiograf. Penelitian ini, peneliti menggunakan focal spot kecil dan focal spot besar. Faktor eksposi pada focal spot kecil yaitu 60 kV dan 8 mAs sedangkan untuk focal spot besar yaitu 60 kV 16 mAs.
3. Setelah melakukan pengeksposan lakukan pengulangan hingga dua kali percobaan untuk setiap focal spot yang berbeda. Ukur dan catat perubahan skala lapangan radiasi dan catat perubahan skala titik pusat (*beam alignment*) berdasarkan KEMENKES No 1250 tahun 2009 yang dimana sesuai dengan standar NCRP. Bandingkan hasil pengukuran skala lapangan radiasi dan skala titik pusat (*beam alignment*) dengan nilai batas toleransi berdasarkan KEMENKES No. 1250 tahun 2009 yang dimana sesuai dengan standar NCRP. Nilai batas toleransi untuk skala lapangan radiasi yaitu (2% of FFD). Sedangkan untuk titik pusat (*beam alignment*) yaitu ($\leq 3^\circ$).

3.8 Analisis Data

Pada penelitian ini dilakukan pengujian uji kesesuaian kolimator pesawat sinar-X Mobile di Instalasi Radiologi RSAU dr. Sukirman untuk melihat adanya ketidaksesuaian. Prosedur pada uji kolimator di deskripsikan, dinarasikan sesuai standar Keputusan Menteri Kesehatan RI NO.1250 Tahun 2009. Prosentase deviasi berkas sinar-X dihitung dengan menggunakan rumus :

$$X1 + X2 \leq 2\% \text{ FFD}$$

$$Y1 + Y2 \leq 2\% \text{ FFD}$$

Keterangan :

X1 dan X2 : Selisih skala lapangan antara Collimator beam dan berkas sinar-X sisi kiri dan sisi kanan

Y1 dan Y2: Selisih skala lapangan antara collimator beam dan berkas sinar-X sisi atas dan bawah

FFD : Jarak ketinggian antara tabung sinar-X dengan film/kaset

Kolimasi dikatakan baik apabila hasil dari pengujian uji kolimator $\leq 2\%$ dari jarak fokus ke bidang film (FFD) atau tidak melebihi nilai batas toleransi kesesuaian pesawat sinar-X yang diatur didalam ketetapan KEMENKES RI NO. 1250 Tahun 2009 atau dikatakan baik apabila penyimpangan titik pusat tidak melebihi 3° . Untuk hasil uji ketetapan titik fokus berkas, yaitu mengobservasi keberadaan posisi bola baja melewati atau tidak terhadap lingkaran pertama yang dihasilkan pada gambaran. Hal ini mengacu pada metode uji standart Komisi Elektronik Internasional (IEC). Jika posisi bola baja melewati lingkaran pertama pada gambaran dapat dinyatakan penyimpangan titik fokus berkas melebihi $1,5^\circ$ sebagai batas toleransi yang telah ditetapkan oleh IEC (Komisi Elektronik Internasional).

Apabila hasil uji kesesuaian kolimasi pada pesawat sinar-X ini melebihi nilai batas yang ditentukan, maka pesawat sinar-X harus dilakukan perbaikan atau dikalibrasi agar layak digunakan saat dilakukannya pemeriksaan kepada pasien.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Penelitian uji kesesuaian berkas cahaya kolimator dan uji kesesuaian titik pusat di RSAU dr. Sukirman dilakukan menggunakan *focal spot* kecil dan juga *focal spot* besar dengan dua kali pengujian untuk setiap *focal spot* dan dibantu dengan alat *collimator test tool* dan *beam alignment*. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan *focal spot* kecil dengan mengatur faktor eksposi yaitu tegangan tabung 60 kV dan 8 mAs. Untuk *focal spot* besar peneliti mengatur faktor eksposi dengan tegangan tabung 60 kV dan 16 mAs. Hasil yang didapatkan dengan menggunakan dua *focal spot* tersebut sebagai berikut.

4.1.1 Uji Kesesuaian *Collimator Beam* dengan Berkas Sinar-X

Uji kesesuaian collimator beam dengan berkas sinar-X dilakukan dengan menggunakan dua *focal spot* yakni *focal spot* kecil dan *focal spot* besar.

a. *Focal Spot* Kecil

Pada pengujian ini dilakukan dengan dua kali pengujian. Setiap pengujian didapatkan hasil sebagai berikut :

1) Pengujian Pertama

Berikut gambar dari hasil pengujian pertama pada *focal spot* kecil.



Gambar 4.1 Hasil gambaran radiograf pengujian pertama dari focal spot kecil

Dari gambar 4.1 menunjukkan bahwa berkas sinar-X mengarah kedalam, lebih kecil dari ukuran *collimator beam* yang digunakan pada setiap sisi yaitu sumbu X dan sumbu Y.

Hasil pengukuran dan perhitungan pada pengujian pertama dari *focal spot* kecil dapat dilihat pada table berikut :

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Pengujian pertama dari *focal spot* kecil

Pengukuran <i>Collimator Beam</i> (C)	Pengukuran Sinar-X (S)	Hasil Pengukuran (Selisih C dan S)
$X_C1 = 9,00$ cm	$X_S1 = 8,79$ cm	X1 = 0,21 cm
$X_C2 = 9,00$ cm	$X_S2 = 8,566$ cm	X2 = 0,434 cm
$Y_C1 = 12,00$ cm	$Y_S1 = 11,496$ cm	Y1 = 0,504 cm
$Y_C2 = 12,00$ cm	$Y_S2 = 11,489$ cm	Y2 = 0,511 cm

Berdasarkan data yang ada di tabel 4.1 nilai X1 dan X2 didapatkan dari selisih antara pengukuran *collimator beam* dan pengukuran sinar-X dengan nilai yang didapatkan 0,21 cm dan 0,393 cm. Sedangkan nilai Y1 dan Y2 didapatkan juga dari selisih antara pengukuran *collimator beam* dan pengukuran sinar-X dengan nilai yang didapatkan 0,462 cm dan 0,364 cm.

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Pengujian pertama dari focal spot kecil

Perhitungan Sumbu X	Perhitungan Sumbu Y
$X1 + X2 \leq 2\% \text{ FFD}$	$Y1 + Y2 \leq 2\% \text{ FFD}$
$X1 + X2 \leq \frac{2}{100} \times 100 \text{ cm}$	$Y1 + Y2 \leq \frac{2}{100} \times 100 \text{ cm}$
$X1 + X2 \leq 2 \text{ cm}$	$Y1 + Y2 \leq 2 \text{ cm}$
$0,21 + 0,434 \leq 2 \text{ cm}$	$0,504 + 0,511 \leq 2 \text{ cm}$
$0,644 \leq 2 \text{ cm}$	$1,015 \leq 2 \text{ cm}$

Berdasarkan data yang ada pada tabel 4.2 nilai yang didapat dari sumbu X sebesar 0,603 cm dan nilai yang didapat pada sumbu Y sebesar 0,826 cm.

2) Pengujian Kedua

Berikut gambar dari hasil pengujian kedua pada *focal spot* kecil.



Gambar 4.2 Hasil gambaran radiograf pengujian kedua dari focal spot kecil

Dari gambar 4.2 menunjukkan bahwa berkas sinar-X mengarah kedalam, lebih kecil dari ukuran *collimator beam* yang digunakan pada setiap sisi yaitu sumbu X dan sumbu Y.

Hasil pengukuran dan perhitungan pada pengujian kedua dari *focal spot* kecil dapat dilihat pada table berikut :

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Pengujian kedua dari focal spot kecil

Pengukuran <i>Collimator Beam</i> (C)	Pengukuran Sinar-X (S)	Hasil Pengukuran (Selisih C dan S)
$X_c1 = 9,00$ cm	$X_s1 = 8,79$ cm	X1 = 0,21 cm
$X_c2 = 9,00$ cm	$X_s2 = 8,607$ cm	X2 = 0,393 cm
$Y_c1 = 12,00$ cm	$Y_s1 = 11,538$ cm	Y1 = 0,462 cm
$Y_c2 = 12,00$ cm	$Y_s2 = 11,636$ cm	Y2 = 0,364 cm

Berdasarkan data yang ada di tabel 4.3 nilai X1 dan X2 didapatkan dari selisih antara pengukuran collimator beam dan pengukuran sinar-X dengan nilai yang didapatkan 0,155 cm dan 0,196 cm. Sedangkan nilai Y1 dan Y2 didapatkan juga dari selisih antara pengukuran collimator beam dan pengukuran sinar-X dengan nilai yang didapatkan 0,70 cm dan 0,756 cm.

Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Pengujian kedua dari *focal spot* kecil

Perhitungan Sumbu X	Perhitungan Sumbu Y
$X1 + X2 \leq 2\% \text{ FFD}$	$Y1 + Y2 \leq 2\% \text{ FFD}$
$X1 + X2 \leq \frac{2}{100} \times 100 \text{ cm}$	$Y1 + Y2 \leq \frac{2}{100} \times 100 \text{ cm}$
$X1 + X2 \leq 2 \text{ cm}$	$Y1 + Y2 \leq 2 \text{ cm}$
$0,21 + 0,393 \leq 2 \text{ cm}$	$0,462 + 0,364 \leq 2 \text{ cm}$
$0,603 \leq 2 \text{ cm}$	$0,826 \leq 2 \text{ cm}$

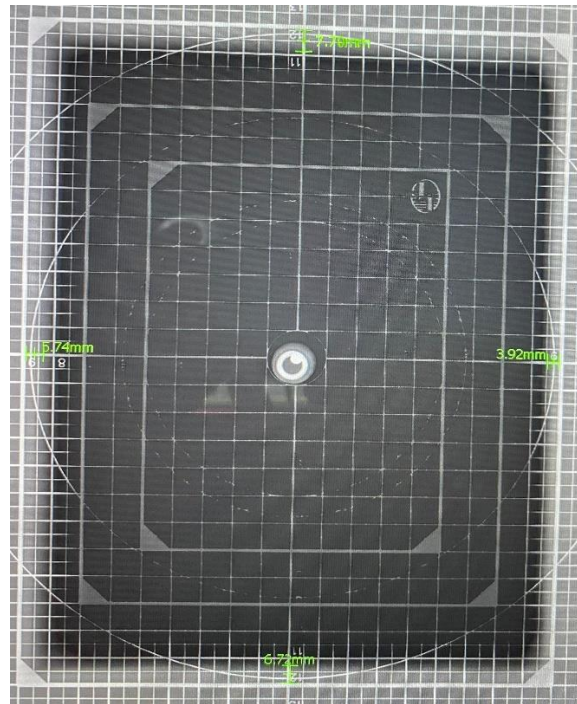
Berdasarkan data yang ada pada tabel 4.4 nilai yang didapat dari sumbu X sebesar 0,351 cm dan nilai yang didapat pada sumbu Y sebesar 1,465 cm.

b. *Focal Spot* Besar

Pada pengujian ini dilakukan dengan dua kali pengujian. Setiap pengujian didapatkan hasil sebagai berikut :

1) Pengujian Pertama

Berikut gambar dari hasil pengujian pertama dari *focal spot* besar



Gambar 4.3 Hasil gambaran radiograf pengujian pertama dari *focal spot* besar

Dari gambar 4.3 menunjukkan bahwa berkas sinar-X mengarah kedalam, lebih kecil dari ukuran *collimator beam* yang digunakan pada setiap sisi yaitu sumbu X dan sumbu Y.

Hasil pengukuran dan perhitungan pada pengujian pertama dari *focal spot* besar dapat dilihat pada table berikut.

Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Pengujian pertama dari *focal spot* besar

Pengukuran <i>Collimator Beam</i> (C)	Pengukuran Sinar-X (S)	Hasil Pengukuran (Selisih C dan S)
$X_c1 = 9,00$ cm	$X_s1 = 8,426$ cm	$X1 = 0,574$ cm
$X_c2 = 9,00$ cm	$X_s2 = 8,608$ cm	$X2 = 0,392$ cm
$Y_c1 = 12,00$ cm	$Y_s1 = 11,23$ cm	$Y1 = 0,770$ cm
$Y_c2 = 12,00$ cm	$Y_s2 = 11,328$ cm	$Y2 = 0,672$ cm

Berdasarkan data yang ada di tabel 4.5 nilai X1 dan X2 didapatkan dari selisih antara pengukuran collimator beam dan pengukuran sinar-X dengan nilai yang didapatkan 0,574 cm dan 0,392 cm. Sedangkan nilai Y1 dan Y2 didapatkan juga dari selisih antara pengukuran collimator beam dan pengukuran sinar-X dengan nilai yang didapatkan 0,770 cm dan 0,672 cm.

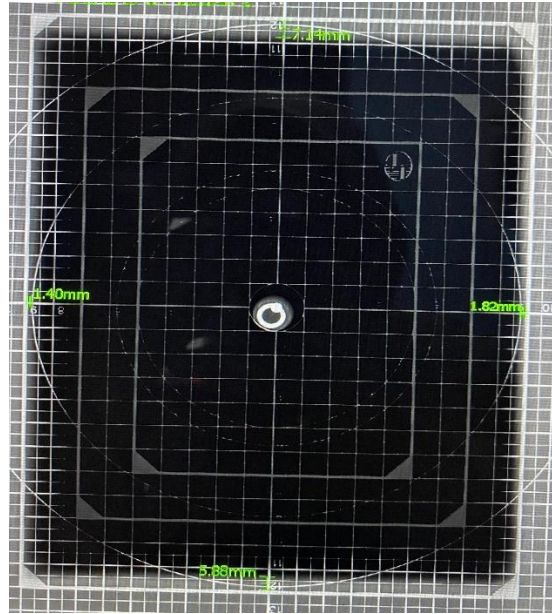
Tabel 4.6 Hasil perhitungan pengujian pertama dari *focal spot* besar

Perhitungan Sumbu X	Perhitungan Sumbu Y
$X1 + X2 \leq 2\% \text{ FFD}$	$Y1 + Y2 \leq 2\% \text{ FFD}$
$X1 + X2 \leq \frac{2}{100} \times 100 \text{ cm}$	$Y1 + Y2 \leq \frac{2}{100} \times 100 \text{ cm}$
$+ X2 \leq 2 \text{ cm}$	$Y1 + Y2 \leq 2 \text{ cm}$
$0,574 + 0,392 \leq 2 \text{ cm}$	$0,770 + 0,672 \leq 2 \text{ cm}$
$0,966 \leq 2 \text{ cm}$	$1,442 \leq 2 \text{ cm}$

Berdasarkan data yang ada pada tabel 4.6 nilai yang didapat dari sumbu X sebesar 0,966 cm dan nilai yang didapat pada sumbu Y sebesar 1,442 cm.

2) Pengujian Kedua

Berikut gambar dari hasil pengujian kedua dari *focal spot besar*



Gambar 4.4 Hasil gambaran radiograf pengujian kedua dari focal spot besar

Dari gambar 4.4 menunjukkan bahwa berkas sinar-X mengarah kedalam, lebih kecil dari ukuran *collimator beam* yang digunakan pada setiap sisi yaitu sumbu X dan sumbu Y.

Hasil pengukuran dan perhitungan penyimpangan pada pengujian kedua dari *focal spot* besar dapat dilihat pada table berikut.

Tabel 4.7 Hasil pengukuran pengujian kedua dari focal spot besar

Pengukuran <i>Collimator Beam</i> (C)	Pengukuran Sinar-X (S)	Hasil Pengukuran (Selisih C dan S)
$X_C1 = 9,00$ cm	$X_S1 = 8,86$ cm	X1 = 0,14 cm
$X_C2 = 9,00$ cm	$X_S2 = 8,818$ cm	X2 = 0,182 cm
$Y_C1 = 12,00$ cm	$Y_S1 = 11,286$ cm	Y1 = 0,714 cm
$Y_C2 = 12,00$ cm	$Y_S2 = 11,412$ cm	Y2 = 0,588 cm

Berdasarkan data yang ada di tabel 4.7 nilai X1 dan X2 didapatkan dari selisih antara pengukuran collimator beam dan pengukuran sinar-X dengan nilai yang didapatkan 0,14 cm dan 0,182 cm. Sedangkan nilai Y1 dan Y2 didapatkan juga dari selisih antara pengukuran collimator beam dan pengukuran sinar-X dengan nilai yang didapatkan 0,714 cm dan 0,588 cm.

Tabel 4.8 Hasil perhitungan pengujian kedua dari focal spot besar

Perhitungan Sumbu X	Perhitungan Sumbu Y
$X1 + X2 \leq 2\% \text{ FFD}$ $X1 + X2 \leq \frac{2}{100} \times 100 \text{ cm}$ $+ X2 \leq 2 \text{ cm}$ $0,14 + 0,182 \leq 2 \text{ cm}$ $0,322 \leq 2 \text{ cm}$	$Y1 + Y2 \leq 2\% \text{ FFD}$ $Y1 + Y2 \leq \frac{2}{100} \times 100 \text{ cm}$ $Y1 + Y2 \leq 2 \text{ cm}$ $0,714 + 0,588 \leq 2 \text{ cm}$ $1,302 \leq 2 \text{ cm}$

Berdasarkan data yang ada pada tabel 4.6 nilai yang didapat dari sumbu X sebesar 0,322 cm dan nilai yang didapat pada sumbu Y sebesar 1,302 cm.

4.1.2 Hasil Rata-Rata dari Pengukuran dan Perhitungan Collimator Beam dan Berkas Sinar-X

Dengan hasil pengukuran dan perhitungan uji kesesuaian collimator beam dengan berkas sinar-X di atas, maka hasil pengukuran dan perhitungan disimpulkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.9 Hasil perhitungan dan perhitungan

Ukuran Focal Spot	Uji	Hasil Pengukuran				Hasil Perhitungan	
		X1	X2	Y1	Y2	X1+X2	Y1+Y2
Kecil	1	0,21	0,434	0,504	0,511	0,644	1,015
	2	0,21	0,393	0,462	0,364	0,603	0,826
Rata-rata		0,21	0,4135	0,483	0,4375	0,6235	0,9205
Besar	1	0,574	0,392	0,770	0,672	0,966	1,442
	2	0,14	0,182	0,714	0,588	0,322	1,302
Rata-rata		0,357	0,287	0,742	0,63	0,644	1,372

Hasil perhitungan pada *focal spot* kecil untuk X1+X2 diperoleh hasil 0,603 cm dan 0,351 cm dengan nilai rata-rata 0,427 cm. pada hasil perhitungan Y1+Y2 untuk *focal spot* kecil diperoleh hasil 0,826 cm dan 1,456 cm dengan nilai rata-rata 1,141 cm. Untuk hasil perhitungan pada *focal spot* besar untuk X1+X2 diperoleh hasil 0,966 cm dan 0,322 cm dengan nilai rata-rata 0,644 cm. pada hasil perhitungan Y1+Y2 untuk *focal spot* besar diperoleh hasil 1,442 cm dan 1,302 cm dengan nilai rata-rata 1,372 cm.

4.1.3 Uji Ketepatan Titik Fokus

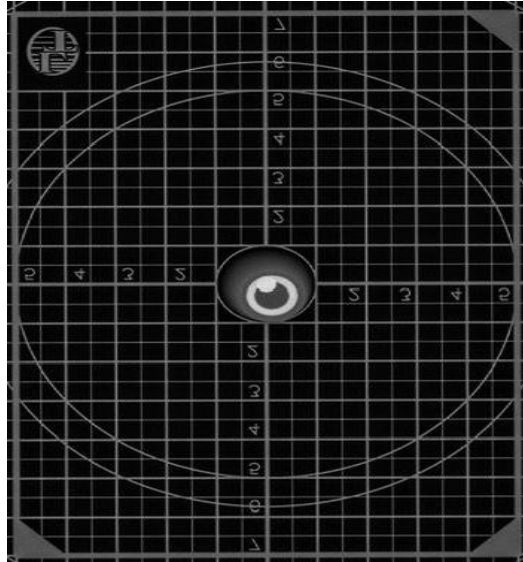
Uji kesesuaian titik pusat antara *collimator beam* dengan berkas sinar-X dilakukan bersamaan dengan uji kesesuaian *collimator beam*, maka penelitian ini juga menggunakan *focal spot* kecil dan *focal spot* besar dengan dua kali pengujian pada setiap *focal spot*.

a. Focal Spot Kecil

Pada pengujian titik fokus ini menggunakan dilakukan dengan dua kali pengujian. Setiap pengujian didapatkan hasil sebagai berikut :

1) Pengujian Pertama

Hasil gambaran yang diperoleh pada pengujian pertama dari *focal spot* kecil dapat dilihat pada gambar 4.5 di bawah ini.

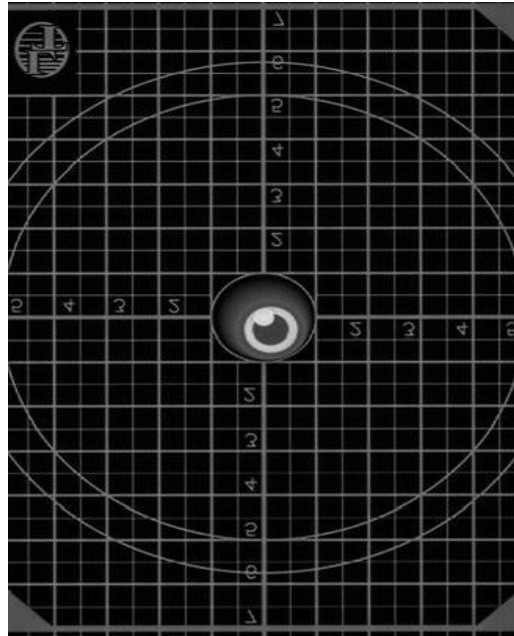


Gambar 4.5 Hasil gambaran radiograf pengujian pertama dari *focal spot* kecil.

Berdasarkan dari gambar 4.5 terlihat tidak terjadinya penyimpangan karena bola tidak melewati lingkaran kecil. Berdasarkan KEMENKES RI No. 1250 tahun 2009 nilai batas toleransi kesesuaian titik pusat $\leq 3^\circ$.

2) Pengujian Kedua

Hasil gambaran yang diperoleh pada pengujian kedua dari *focal spot* kecil dapat dilihat pada gambar 4.6 di bawah ini.



Gambar 4.6 Hasil gambaran radiograf Pengujian kedua dari *focal spot* kecil.

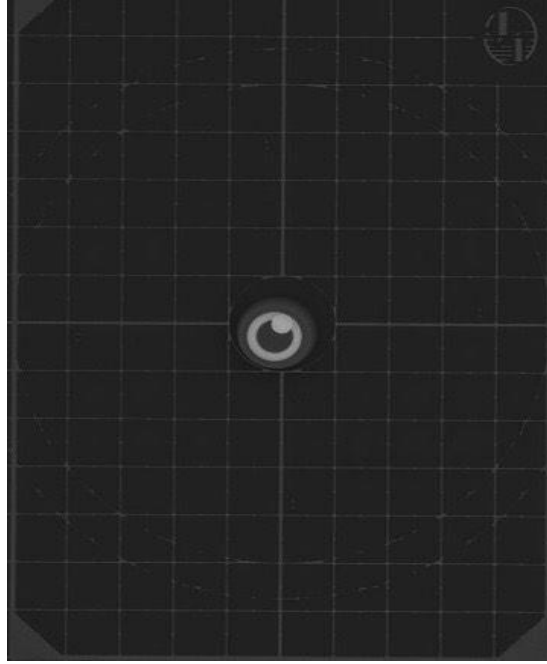
Berdasarkan dari gambar 4.6 terlihat tidak terjadinya penyimpangan karena bola tidak melewati lingkaran kecil. Berdasarkan KEMENKES RI No. 1250 tahun 2009 nilai batas toleransi kesesuaian titik pusat $\leq 3^\circ$.

b. *Focal Spot* Besar

Pada pengujian titik fokus ini menggunakan dilakukan dengan dua kali pengujian. Setiap pengujian didapatkan hasil sebagai berikut :

1) Pengujian Pertama

Hasil gambaran yang diperoleh pada pengujian pertama dari *focal spot* besar dapat dilihat pada gambar 4.7 di bawah ini.

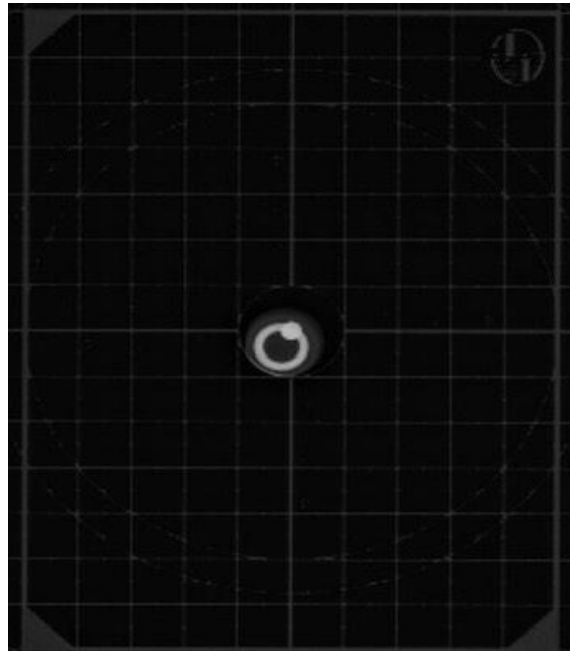


Gambar 4.7 Hasil gambaran radiograf pengujian pertama dari *focal spot* besar

Berdasarkan dari gambar 4.7 terlihat tidak terjadinya penyimpangan karena bola tidak melewati lingkaran kecil. Berdasarkan KEMENKES RI No. 1250 tahun 2009 nilai batas toleransi kesesuaian titik pusat $\leq 3^\circ$.

2) Pengujian Kedua

Hasil gambaran yang diperoleh pada pengujian kedua dari *focal spot* besar dapat dilihat pada gambar 4.8 di bawah ini.



Gambar 4.8 Hasil gambaran radiograf pengujian kedua dari *focal spot* besar.

Berdasarkan dari gambar 4.8 terlihat bola sedikit melewati lingkaran kecil sehingga bisa dilihat terjadinya penyimpangan.

4.2 Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian kesesuaian berkas cahaya kolimator pada pesawat *X-Ray Mobile* di Instalasi Radiologi RSAU dr. Sukirman mengalami penyimpangan yang tidak melebihi batas toleransi. Pada hasil pengujian diperoleh nilai rata-rata untuk sumbu X 0,6235 cm untuk *focal spot* kecil dan 0,644 cm untuk *focal spot* besar. Untuk sumbu Y diperoleh nilai rata-rata 0,9205 cm untuk *focal spot* kecil dan 1,372 cm untuk *focal spot* besar. Batas toleransi yang telah ditentukan oleh KEMENKES RI No. 1250 Tahun 2009 tentang kesesuaian

collimator beam dengan berkas sinar-X yaitu $\leq 2\%$ FFD. Peneliti menggunakan Kv mA dan FFD 100 cm, maka nilai batas toleransi penyimpangan adalah ≤ 2 cm. Selain itu, batas toleransi untuk titik fokus Berdasarkan KEMENKES RI No. 1250 Tahun 2009 yaitu $\leq 3^\circ$.

Salah satu penyebab terjadinya penyimpangan kolimator di Instalasi Radiologi RSAU dr. Sukirman yaitu seringnya dilakukan perpindahan dengan jarak kurang lebih 1 kilometer dalam sehari pada permukaan yang tidak datar dalam jangka waktu kurang lebih 4 bulan. Berdasarkan data yang diperoleh untuk pengujian pada focal spot besar dan focal spot kecil semuanya masih dalam nilai batas toleransi yang telah ditentukan, sehingga alat tersebut masih layak digunakan. Akan tetapi, apabila alat *X-Ray Mobile* ini kedepannya masih sering dipindahkan pada permukaan yang tidak datar sebaiknya alat ini tidak digunakan lagi.

Faktor Penyimpangan lapangan kolimasi dapat disebabkan oleh kolimator yang pernah dibongkar karena perbaikan atau penggantian lampu kolimator, kolimator sering diputar-putar, dan adanya guncangan sehingga terjadi pergeseran plat timbal atau cerminnya, jika terjadi penyimpangan lapangan kolimasi biasanya diiringi dengan penyimpangan ketegaklurusan berkas, penyimpangan ini dapat disebabkan oleh posisi kolimator yang berubah atau rotasi tabung sinar-X yang memiliki tingkat kedataran rendah (Wiyono,2010).

Menurut Wiyono 2010 salah satu faktor penyimpangan lapangan kolimasi yaitu adanya guncangan sehingga menyebabkan pergeseran plat timbal atau cerminnya. Hal ini dapat dibuktikan pada pengujian yang peneliti lakukan, dengan sering terjadinya guncangan yang diakibatkan oleh perpindahan alat *X-Ray Mobile*

ke suatu tempat dengan melewati permukaan yang tidak datar dalam perkiraan jarak kurang lebih 1 *kilometer* dapat menyebabkan penyimpangan lapangan kolimasi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian uji kesesuaian *collimator beam* dengan berkas sinar-X dan uji kesesuaian titik pusat pada pesawat *X-Ray Mobile* di Instalasi Radiologi RSAU dr. Sukirman, perpindahan pesawat *X-Ray Mobile* dengan jarak kurang lebih 1 kilometer dalam satu hari dengan permukaan yang tidak datar mengalami pergeseran atau penyimpangan lapangan kolimasi. Penyimpangan lapangan kolimasi dan juga kesesuaian titik pusat masih dalam batas toleransi yang telah ditetapkan berdasarkan KEMENKES RI No. 1250 Tahun 2009, nilai batas toleransi kesesuaian *collimator beam* dengan berkas sinar-X yaitu $\leq 2\%$ FFD dan nilai batas toleransi kesesuaian titik pusat yaitu $\leq 3^\circ$. Sehingga pesawat X-Ray Mobile di Instalasi Radiologi RSAU dr. Sukirman masih layak digunakan.

5.2 Saran

Dari hasil pengujian penulis lakukan bisa memberikan saran sebagai berikut:

1. Sebaiknya dilakukan pengujian berkala satu bulan sekali sesuai dengan peraturan yang ada Keputusan menteri Kesehatan No. 1250 Tahun 2009 (Tentang Pedoman Kendali Mutu Peralatan Radiodiagnostik), untuk mengetahui pergeseran lebih lanjut.
2. Sebaiknya perpindahan alat X-Ray Mobile digunakan pada permukaan yang datar agar tidak menyebabkan pergeseran kolimasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Bushberg, Jerrold T. (2012) *The Essential Physics of Medical Imaging*. Third Edition. USA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Bushong, C. S. 2013. *Radiologic Science for Technologists*. In Elsevier (10th ed.). Elsevier: Missouri.
- Fauber, Terri L. 2017. *Radiographic Imaging & Exposure*. Elsevier Health Sciences
- Hariyati, I., Hani, A. D. F., Craig, L. A., Lestariningsih, I., Lubis, L. E., & Soejoko, D. S. (2019). Optimization of digital radiography system using in-house phantom: Preliminary study. *Journal of Physics: Conference Series*, 1248(1).
- Khan, Faiz M. (2014). *The Physics of Radiation Therapy* Fifth Edition. USA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Lestari, S. 2019. *Teknik Radiografi Medis*. Magelang: Inti Medika Pustaka.
- Manik, J. W. (2022). Evaluasi Kesesuaian Lapangan Kolimasi pada Alat Mobile X-Ray. In *Journal of Peat Science and Innovation* (Vol. 1).
- Nuklir, J. P., Suryaningsih, F., Kurnianto, K., Tris, A., Pusat, S., Fasilitas, R., & Prfn) -Batan, N. (. (n.d.). *PENGUJIAN HASIL REKONSTRUKSI CITRA RADIOGRAFI DIGITAL MENGGUNAKAN PROGRAM LABVIEW*.
- Papp, J. (2023). *Quality Management in the Imaging Sciences-E-Book*.
- PERKA BAPETEN. (2011). *Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 8 Tahun 2011 Tentang Keselamatan Radiasi dalam Produksi Pesawat Sinar X Radiologi Diagnostik dan Intervensional*.
- PERKA BAPETEN. (2014). *Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 15 Tahun 2014 Tentang Keselamatan Radiasi Dalam Produksi Pesawat Sinar X Radiologi Diagnostik dan Intervensional* .
- PERKA BAPETEN. (2020). *Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 4 Tahun 2020 Tentang Keselamatan Radiasi Pada Penggunaan Pesawat Sinar X Dalam Radiologi Diagnostik dan Intervensional*.
- PERMENKES RI. (2019). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 30 Tahun 2019 Tentang Klasifikasi dan Perizinan Rumah Sakit*.
- PERMENKES RI No.1250 Tahun 2009. (n.d.). *Tentang Pedoman Kendali Mutu (Quality Control) Peralatan Radiodiagnostik*.

- Sari, K., Nadia Surahmi, & Supriyanti. (2023). UJI KOLIMATOR ANTARA LAPANGAN PENYINARAN DENGAN BERKAS RADIASI YANG DIHASILKAN PADA PESAWAT SINAR-X KONVENSIONAL DI INSTALASI RADIOLOGI. *PERISAI: Jurnal Pendidikan Dan Riset Ilmu Sains*, 2(2), 280–290.
- Sari, Oktavia P. (2010). *Fisika Radiasi*. Padang: Universitas Baiturrahmah
- Souisa, F., Sudarsana, B., Fisika, J., & Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, F. (2014). PENGARUH PERUBAHAN JARAK OBYEK KE FILM TERHADAP PEMBESARAN OBYEK PADA PEMANFAATAN PESAWAT SINAR-X, TYPPE CGR. In *Agustus* (Vol. 15, Issue 2).
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif*. Bandung: Alfabeta.
- Wita Sari, A., Hartina, S., & Luar Kota Jambi, J. (n.d.). *UJI KESESUAIAN COLLIMATOR BEAM DENGAN BERKAS SINAR-X PADA PESAWAT RAICO DI INSTALASI RADIOLOGI RADEN MATTAHER JAMBI*.
- Wiyono, Alif. 2010. Pengujian Kolimator dengan Menggunakan RMI Collimator dan Beam Alignment Test Tool pada Pesawat Sinar-X Merk Siemens Polymobile Plus di Instalasi Radiologi RSUP dr. Sardjito Yogyakarta. Skripsi. Semarang: Jurusan Teknik Radiodiagnostik Politeknik Kesehatan Depkes Semarang.

SURAT IZIN SURVEY AWAL



UNIVERSITAS AWAL BROS

A Spirit of Caring

A Vision of Excellence

Pekanbaru, Jl.Karya Bakti, No 8 Simp. BPG 28141

Telp. (0761) 8409768/ 082276268786

Batam, Jl.Abulyatama, 29464

Telp. (0778) 4805007/ 085760085061

Website: univawalbros.ac.id | Email : univawalbros@gmail.com

No : 126/UAB1.01.3.3/U/KPS/02.24
Lampiran :-
Perihal : Permohonan Izin Survey Awal
Kepada Yth :
Bapak/Ibu Direktur RS RSAU dr. Sukirman Pekanbaru
di-
Tempat

Semoga Bapak/Ibu selalu dalam lindungan Tuhan Yang Maha Esa dan sukses dalam menjalankan aktivitas sehari-hari.

Teriring puji syukur kehadiran Tuhan yang Maha Esa, berdasarkan kalender Akademik Prodi Diploma III Teknik Radiologi Universitas Awal Bros Tahun Ajaran 2023/2024, bahwa Mahasiswa/i kami akan melaksanakan penyusunan Proposal Karya Tulis Ilmiah (KTI).

Sehubungan dengan hal tersebut diatas, kami mohon Bapak/Ibu dapat memberi izin Survey Awal untuk Mahasiswa/i kami dibawah ini :

Nama : Salwa Innasya Sugesty
Nim : 21002042
Dengan Judul : Uji Kesesuaian Berkas Cahaya Kolimator Pada Pesawat X-Ray Mobile Merk GE Healthcare di Instalasi Radiologi RSAU dr. Sukirman

Demikian surat permohonan izin ini kami sampaikan, atas kesediaan dan kerjasama Bapak/Ibu kami ucapkan terimakasih.

Pekanbaru, 05 Februari 2024

Ka. Prodi Diploma III Teknik Radiologi
Universitas Awal Bros



Salwa Innasya Sugesty, M.Tr.Kes
& NIDN. 1022099201

Tembusan :
1.Arsip

SURAT BALASAN IZIN SURVEY AWAL



PANGKALAN TNI AU ROESMIN NURJADIN
RSAU dr. SUKIRMAN

JL. Adisucipto No. 123 LanudRoesminNurjadin
Kel Maharatu, Kec. Marpoyan Damai, Kota Pekanbaru, Riau – 28283
Email : rumkitau_pbr@gmail.com – Telp 0761-61456 psw 9601

Pekanbaru, 26 Februari 2024

Nomor : B/21/III/2024/RSAU
Klasifikasi : Biasa
Lampiran : -
Perihal : Izin Survey Awal PKL Mahasiswa

Kepada

Yth. Ka Prodi D3 Teknik Radiologi
Univ Awal Bros Pekanbaru

di

Pekanbaru.

1. Dasar. Surat Ka Prodi D3 Teknik Radiologi Universitas Awal Bros Pekanbaru Nomor 126/UAB1.01.3.3/U/KPS/02.24 tanggal 05 Februari 2024 tentang permohonan izin survey awal 1(satu) orang Mahasiswa Universitas Awal Bros Pekanbaru.
2. Sehubungan dengan hal tersebut di atas, dengan hormat kami sampaikan bahwa pada prinsipnya RSAU dr. Sukirman Lanud Roesmin Nurjadin bersedia menerima Mahasiswi Program Studi D3 Teknik Radiologi Universitas Awal Bros Pekanbaru atas nama Salwa Innasya Sugesty, NIM 21002042, untuk melaksanakan survey awal di unit radiologi RSAU dr. Sukirman Lanud Roesmin Nurjadin dengan judul "Uji kesesuaian berkas cahaya kolimator pada pesawat X-Ray Mobile merk GE Healthcare" dengan ketentuan sebagai berikut:
 - a. Mengikuti peraturan tata tertib yang berlaku di lingkungan RSAU dr. Sukirman Lanud Roesmin Nurjadin.
 - b. Mengikuti arahan dari Pembimbing yang ditunjuk selama dalam melaksanakan kegiatan (survey) sesuai bidang yang diperlukan.
 - c. Tidak dibenarkan mengambil data/dokumen yang bersipat rahasia di RSAU dr. Sukirman maupun Lanud Roesmin Nurjadin.
3. Demikian mohon menjadi maklum. Atas bantuan dan kerjasamanya kami ucapkan terimakasih.

Kepala RSAU dr. Sukirman,



dr. Iwan Janu Sucipta, Sp.KP
Mayor Kes NRP 533134

SURAT IZIN PENELITIAN



UNIVERSITAS AWAL BROS

A Spirit of Caring

A Vision of Excellence

Pekanbaru, Jl.Karya Bakti, No 8 Simp. BPG 28141
Telp. (0761) 8409768/ 082276268786
Batam, Jl.Abulyatama, 29464
Telp. (0778) 4805007/ 085760085061
Website: univawalbros.ac.id | Email : univawalbros@gmail.com

No : 495/UAB1.01.3.3/U/KPS/05.24
Lampiran : -
Perihal : Permohonan Izin Penelitian

Kepada Yth :

Bapak/Ibu Kepala RSAU dr. Sukirman

di-

Tempat

Semoga Bapak/Ibu selalu dalam lindungan Tuhan Yang Maha Esa dan sukses dalam menjalankan aktivitas sehari-hari.

Teriring puji syukur kehadiran Tuhan yang Maha Esa, berdasarkan kalender Akademik Prodi Diploma III Teknik Radiologi Universitas Awal Bros Tahun Ajaran 2023/2024, bahwa Mahasiswa/i kami akan melaksanakan penyusunan Karya Tulis Ilmiah (KTI).

Sehubungan dengan hal tersebut diatas, kami mohon Bapak/Ibu dapat memberi izin Penelitian untuk Mahasiswa/i kami dibawah ini :

Nama : Salwa Innasya Sugesty
Nim : 21002042
Dengan Judul : Uji Kesesuaian Berkas Cahaya Kolimator Pada Pesawat X-Ray Mobile dDi Instalasi Radiologi RSAU dr. Sukirman

Demikian surat permohonan izin ini kami sampaikan, atas perhatian dan kerjasama Bapak/Ibu kami ucapkan terimakasih.

Pekanbaru, 13 Mei 2024

Ka. Prodi Diploma III Teknik Radiologi
Universitas Awal Bros

Shelly Angella, M.Tr.Kes
NIDN.1022099201

Tembusan :
1.Arsip

SURAT BALASAN IZIN PENELITIAN



**PANGKALAN TNI AU ROESMIN NURJADIN
RSAU dr. SUKIRMAN**

JL. Adisucipto No. 123 LanudRoesminNurjadin
Kel. Maharatu, Kec. Marpoyan Damai, Kota Pekanbaru, Riau – 28283
Email : rumkitau.pbr@gmail.com – Telp.0761-61456 psw 9601

Pekanbaru, 29 Mei 2024

Nomor : BI 58/VI/2024/RSAU
Klasifikasi : Biasa
Lampiran : -
Perihal : Izin Penelitian Mahasiswa

Kepada

Yth. Ka Prodi D3 Teknik Radiologi
Univ. Awal Bros Pekanbaru

di

Pekanbaru.

1. Dasar. Surat Ka Prodi D3 Teknik Radiologi Universitas Awal Bros Pekanbaru Nomor 495/UAB1.01.3.3/U/KPS/05.24 tanggal 13 Mei 2024 tentang permohonan izin penelitian 1(satu) orang Mahasiswai Universitas Awal Bros Pekanbaru.
2. Sehubungan dengan hal tersebut di atas, dengan hormat kami sampaikan bahwa satu orang Mahasiswi Program Studi D3 Teknik Radiologi Universitas Awal Bros Pekanbaru atas nama Salwa Innasya Sugesty, NIM 21002042, telah selesai melaksanakan penelitian di unit radiologi RSAU dr. Sukirman Lanud Roesmin Nurjadin dengan judul "Uji kesesuaian berkas cahaya kolimator pada pesawat X-Ray Mobile" pada tanggal 16 s.d 18 Mei 2024 sebagai berikut:
 - a. Selama kegiatan dapat mengikuti peraturan tata tertib yang berlaku di lingkungan RSAU dr. Sukirman Lanud Roesmin Nurjadin.
 - b. Dapat mengikuti arahan dari Pembimbing yang ditunjuk selama dalam melaksanakan kegiatan (penelitian) sesuai bidang yang diperlukan.
 - c. Tidak mengambil data/dokumen yang bersipat rahasia di RSAU dr. Sukirman maupun Lanud Roesmin Nurjadin.
3. Demikian mohon menjadi maklum. Atas bantuan dan kerjasamanya kami ucapkan terimakasih.

Kepala RSAU dr. Sukirman,



dr. Irwan Janu Sucipta, Sp.KP.
Mayor Kes NRP 533134

PENGOLAHAN DATA

UJI KESESUAIAN BERKAS CAHAYA KOLIMATOR PADA PESAWAT X-RAY *MOBILE* DI INSTALASI RADIOLOGI RSAU dr. SUKIRMAN

Nama : Salwa Innasya Sugesty

Nim : 21002042

1. Pengujian Pertama (Focal Spot Kecil)

Pengukuran <i>Collimator Beam</i> (C)	Pengukuran Sinar-X (S)	Hasil Pengukuran (Selisih C dan S)
$X_c1 = 9,00 \text{ cm}$	$X_s1 = 8,79 \text{ cm}$	$X1 = 0,21 \text{ cm}$
$X_c2 = 9,00 \text{ cm}$	$X_s2 = 8,607 \text{ cm}$	$X2 = 0,393 \text{ cm}$
$Y_c1 = 12,00 \text{ cm}$	$Y_s1 = 11,538 \text{ cm}$	$Y1 = 0,462 \text{ cm}$
$Y_c2 = 12,00 \text{ cm}$	$Y_s2 = 11,636 \text{ cm}$	$Y2 = 0,364 \text{ cm}$

Perhitungan Sumbu X	Perhitungan Sumbu Y
$X1 + X2 \leq 2\% \text{ FFD}$	$Y1 + Y2 \leq 2\% \text{ FFD}$
$X1 + X2 \leq \frac{2}{100} \times 100 \text{ cm}$	$Y1 + Y2 \leq \frac{2}{100} \times 100 \text{ cm}$
$X1 + X2 \leq 2 \text{ cm}$	$Y1 + Y2 \leq 2 \text{ cm}$
$0,21 + 0,393 \leq 2 \text{ cm}$	$0,462 + 0,364 \leq 2 \text{ cm}$
$0,603 \leq 2 \text{ cm}$	$0,826 \leq 2 \text{ cm}$

2. Pengujian Kedua (Focal Spot Kecil)

Pengukuran <i>Collimator Beam</i> (C)	Pengukuran Sinar-X (S)	Hasil Pengukuran (Selisih C dan S)
$X_c1 = 9,00 \text{ cm}$	$X_s1 = 8,845 \text{ cm}$	$X1 = 0,155 \text{ cm}$
$X_c2 = 9,00 \text{ cm}$	$X_s2 = 8,804 \text{ cm}$	$X2 = 0,196 \text{ cm}$
$Y_c1 = 12,00 \text{ cm}$	$Y_s1 = 11,30 \text{ cm}$	$Y1 = 0,70 \text{ cm}$
$Y_c2 = 12,00 \text{ cm}$	$Y_s2 = 11,244 \text{ cm}$	$Y2 = 0,756 \text{ cm}$

Perhitungan Sumbu X	Perhitungan Sumbu Y
$X1 + X2 \leq 2\% \text{ FFD}$	$Y1 + Y2 \leq 2\% \text{ FFD}$
$X1 + X2 \leq \frac{2}{100} \times 100$ cm	$Y1 + Y2 \leq \frac{2}{100} \times 100$ cm
$X1 + X2 \leq 2 \text{ cm}$	$Y1 + Y2 \leq 2 \text{ cm}$
$0,155 + 0,196 \leq 2 \text{ cm}$ $0,351 \leq 2 \text{ cm}$	$0,70 + 0,756 \leq 2 \text{ cm}$ $1,456 \leq 2 \text{ cm}$

3. Pengujian Pertama (Focal Spot Besar)

Pengukuran <i>Collimator Beam</i> (C)	Pengukuran Sinar-X (S)	Hasil Pengukuran (Selisih C dan S)
$X_c1 = 9,00 \text{ cm}$	$X_s1 = 8,426 \text{ cm}$	$X1 = 0,574 \text{ cm}$
$X_c2 = 9,00 \text{ cm}$	$X_s2 = 8,608 \text{ cm}$	$X2 = 0,392 \text{ cm}$
$Y_c1 = 12,00 \text{ cm}$	$Y_s1 = 11,23 \text{ cm}$	$Y1 = 0,770 \text{ cm}$
$Y_c2 = 12,00 \text{ cm}$	$Y_s2 = 11,328 \text{ cm}$	$Y2 = 0,672 \text{ cm}$

Perhitungan Sumbu X	Perhitungan Sumbu Y
$X1 + X2 \leq 2\% \text{ FFD}$ $X1 + X2 \leq \frac{2}{100} \times 100 \text{ cm}$ $+ X2 \leq 2 \text{ cm}$ $0,574 + 0,392 \leq 2 \text{ cm}$ $0,966 \leq 2 \text{ cm}$	$Y1 + Y2 \leq 2\% \text{ FFD}$ $Y1 + Y2 \leq \frac{2}{100} \times 100 \text{ cm}$ $Y1 + Y2 \leq 2 \text{ cm}$ $0,770 + 0,672 \leq 2 \text{ cm}$ $1,442 \leq 2 \text{ cm}$

4. Pengujian Kedua (Focal Spot Besar)

Pengukuran <i>Collimator Beam</i> (C)	Pengukuran Sinar-X (S)	Hasil Pengukuran (Selisih C dan S)
$X_C1 = 9,00 \text{ cm}$	$X_S1 = 8,86 \text{ cm}$	$X1 = 0,14 \text{ cm}$
$X_C2 = 9,00 \text{ cm}$	$X_S2 = 8,818 \text{ cm}$	$X2 = 0,182 \text{ cm}$
$Y_C1 = 12,00 \text{ cm}$	$Y_S1 = 11,286 \text{ cm}$	$Y1 = 0,714 \text{ cm}$
$Y_C2 = 12,00 \text{ cm}$	$Y_S2 = 11,412 \text{ cm}$	$Y2 = 0,588 \text{ cm}$

Perhitungan Sumbu X	Perhitungan Sumbu Y
$X1 + X2 \leq 2\% \text{ FFD}$ $X1 + X2 \leq \frac{2}{100} \times 100 \text{ cm}$ $+ X2 \leq 2 \text{ cm}$ $0,14 + 0,182 \leq 2 \text{ cm}$ $0,322 \leq 2 \text{ cm}$	$Y1 + Y2 \leq 2\% \text{ FFD}$ $Y1 + Y2 \leq \frac{2}{100} \times 100 \text{ cm}$ $Y1 + Y2 \leq 2 \text{ cm}$ $0,714 + 0,588 \leq 2 \text{ cm}$ $1,302 \leq 2 \text{ cm}$

DOKUMENTASI PENELITIAN



LEMBAR KONSULTASI

LEMBAR KONSUL PEMBIMBING I

Nama : Salwa Innasya Sugesty
 NIM : 21002042
 Judul KTI : UJI KESESUAIAN BERKAS CAHAYA
 KOLIMATOR PADA PESAWAT X-RAY
 MOBILE DI INSTALASI RADIOLOGI RSAU
 dr. SUKIRMAN
 Nama Pembimbing I : Aulia Annisa, M.Tr.ID

NO.	HARI/TANGGAL	Materi bimbingan	TTD
1	Senin, 24 Januari 2024	Bimbingan Judul	<i>[Signature]</i>
2	Selasa, 29 Januari 2024	Pengajuan BAB I	<i>[Signature]</i>
3	Kamis, 1 Februari 2024	Revisi BAB I	<i>[Signature]</i>
4	Senin, 5 Februari 2024	ACC BAB I	<i>[Signature]</i>
5	Kamis, 22 Februari 2024	Pengajuan BAB II dan BAB III	<i>[Signature]</i>
6	Senin, 29 Februari 2024	Revisi BAB III	<i>[Signature]</i>
7	Kamis, 7 Maret 2024	Revisi BAB III	<i>[Signature]</i>
8	Jumat, 8 Maret 2024	ACC seminar proposal	<i>[Signature]</i>
9	Sabtu, 18 Mei 2024	Pengajuan BAB IV	<i>[Signature]</i>
10	Selasa, 21 Mei 2024	Revisi BAB IV	<i>[Signature]</i>
11	Rabu, 22 Mei 2024	ACC BAB IV dan Pengajuan BAB V	<i>[Signature]</i>
12	Jumat, 24 Mei 2024	ACC Seminar Hasil	<i>[Signature]</i>

Pekanbaru, 24 Mei 2024







[Signature]

(Aulia Annisa, M.Tr.ID)

NIDN. 1014059304

LEMBAR KONSUL PEMBIMBING II

Nama : Salwa Innasya Sugesty
NIM : 21002042
Judul KTI : UJI KESESUAIAN BERKAS CAHAYA KOLIMATOR
PADA PESAWAT X-RAY *MOBILE* DI INSTALASI
RADIOLOGI RSAU dr. SUKIRMAN
Nama Pembimbing II : Devi Purnamasari, S. Psi., MKM

NO.	HARI/TANGGAL	Materi bimbingan	TTD
1	5 Februari 2024	Konsultasi judul dan bimbingan BAB 1	
2	28 Februari 2024	Bimbingan BAB 1-3	
3	14 Maret 2024	Revisi BAB 3	
4	15 Maret 2024	ACC seminar proposal	
5	28 Mei 2024	Bimbingan BAB IV dan V	
6	29 Mei 2024	Bimbingan BAB IV dan V serta ACC Seminar Hasil	
7			
8			
9			
10			

Pekanbaru, 29 Mei 2024



(Devi Purnamasari, S. Psi., MKM)

NIDN. 1003098301