

**UJI EFISIENSI CELAH (*SHUTTER*) KOLIMATOR PESAWAT  
SINAR-X DIAGNOSTIK DI INSTALASI RADIOLOGI RSUD  
ARIFIN ACHMAD PROVINSI RIAU**

**KARYA TULIS ILMIAH**

Diajukan sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar  
Ahli Madya Teknik Kesehatan



**SILVI WIDYA PANGESTI**

**NIM. 17002012**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK RADIOLOGI  
SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN AWAL BROS  
PEKANBARU  
2020**

## LEMBAR PERSETUJUAN

Karya Tulis Ilmiah telah diperiksa oleh Tim Pembimbing Karya Tulis Ilmiah Program Studi Diploma III Teknik Radiologi STIKes Bros Pekanbaru dan disetujui untuk dilakukan sidang Karya Tulis Ilmiah.

**JUDUL : UJI EFISIENSI CELAH (SHUTTER) KOLIMATOR PESAWAT SINAR-X DIAGNOSTIK DI INSTALASI RADIOLOGI RSUD ARIFIN ACHMAD PROVINSI RIAU**

**PENYUSUN : SILVI WIDYA PANGESTI**

**NIM : 17002012**

Pekanbaru, 13 Oktober 2020

Pembimbing I



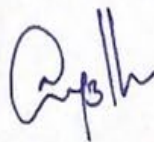
(Yoki Rahmat, M. Si)  
NIDN. 1012049203

Pembimbing II



(Marido Bisra, S. Tr. Rad)  
NIK. AB3. 032018. 009

Mengetahui  
Ketua Program Studi Diploma III Teknik Radiologi  
STIKes Awal Bros Pekanbaru



(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 STIKes Awal Bros Pekanbaru.


**JUDUL** : **UJI EFISIENSI CELAH (SHUTTER) KOLIMATOR PESAWAT SINAR-X DIAGNOSTIK DI INSTALASI RADIOLOGI RSUD ARIFIN ACHMAD PROVINSI RIAU**

**PENYUSUN** : **SILVI WIDYA PANGESTI**

**NIM** : **17002012**

Pekanbaru, 13 Oktober 2020

1. Penguji : Roikhan Ardhi, SST  
NIP. 19860311 201509 1 001

(  )

2. Pembimbing I : Yoki Rahmat, M. Si  
NIDN. 1012049203

(  )

3. Pembimbing II : Marido Bisra, S. Tr. Rad  
NIK. AB3. 032018. 009

(  )

Mengetahui  
Ketua Program Studi  
Diploma III Teknik Radiologi

Mengetahui  
Ketua STIKes Awal Bros Pekanbaru

(Shelly Angella, M. Tr. Kes)  
NIDN. 1022099201

(Dr. Dra. Wiwik Suryandartiwi, MM)  
NIDN. 1012076601

## **SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : **Silvi Widya Pangesti**

NIM : **17002012**

Judul Tugas Akhir : **Uji Efisiensi Celah (*shutter*) Kolimator Pesawat  
Sinar-x di Instalasi Radiologi RSUD Arifin Achmad  
Provinsi Riau**

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini adalah karya asli penulis, apabila dikemudian hari terbukti bahwa Tugas Akhir ini tidak asli, maka penulis bersedia mendapatkan sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Pekanbaru, 1 September 2020

Penulis,



( **Silvi Widya Pangesti** )  
**NIM. 17002012**

## PROGRAM UNTUK DIPLOMA III TEKNIK RADIOLOGI

### STIKES AWAL BROS PEKANBARU

#### Karya Tulis Ilmiah(KTI), 2020

## UJI EFISIENSI CELAH (*SHUTTER*) KOLIMATOR PESAWAT SINAR-X DI INSTALASI RADIOLOGI RSUD ARIFIN ACHMAD PROVINSI RIAU

Silvi Widya Pangesti, 17002012

iv + 48 halaman + 1 bagan + 4 tabel + 22 gambar + 6 lampiran

### ABSTRAK

Kolimator merupakan alat pembatas radiasi yang umumnya digunakan pada radiografi, yang terdiri dari dua set penutup (*shutter*) timbal atau lempengan yang saling berhadapan dan bergerak dengan arah berlawanan secara berpasangan. Uji efisiensi bertujuan untuk mengetahui hasil dan mengetahui efisiensi dari celah (*shutter*) kolimator pada pesawat sinar-x diagnostik.

Penelitian ini bersifat kuantitatif dengan desain penelitian eksperimental langsung ke lapangan. Prosedur penelitian dilakukan sesuai dengan MENKES RI No. 1250 Tahun 2009, dengan menguji langsung celah (*shutter*) kolimator pesawat sinar-x diagnostik di Instalasi RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau. Celah (*shutter*) kolimator pesawat sinar-x tersebut dinyatakan mengalami kebocoran radiasi apabila terdapat penghitaman atau peningkatan densitas pada film radiografi melebihi *density base fog* yang diukur dengan menggunakan densitometer.

Berdasarkan hasil dari penelitian menunjukkan film radiografi mengalami penghitaman di garis transversal (X) dengan nilai densitas rata-rata 1.27 OD (*Optical Density*) dan sebagian garis longitudinal (Y) dengan nilai densitas rata-rata 0.57 OD. Kemudian *density base fog* yang didapat setelah diukur 0.20 OD. Hasil uji dinyatakan mengalami kebocoran dan belum dapat dikatakan efisien dibuktikan dengan adanya penghitaman pada film radiografi.

**Kata kunci** : Celah (*Shutter*) kolimator pesawat sinar-x, RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau, *density base fog*, densitometer.

**DEPARTMENT OF RADIOLOGY TECHNIQUE**

**INSTITUTE OF HEALTH SCIENCE OF AWAL BROS PEKANBARU**

**Script Writing, 2020**

EFFICIENCY TEST OF COLLIMATOR SHUTTER AT THE X-RAY TUBE  
DIAGNOSTIC IN THE RADIOLOGY INSTALLATION OF ARIFIN  
ACHMAD HOSPITAL, RIAU PROVINCE

Silvi Widya Pangesti, 17002012

v + 48 pages + 1 chart + 4 tables + 22 pictures + 6 attachments

### **ABSTRACT**

Collimators are radiation limiting devices commonly used in radiography, which consist of two sets of *shutters* leador plates facing each other and moving in opposite directions in pairs. The efficiency test aims to determine the results and determine the efficiency of the *shutter* collimator on the diagnostic x-ray plane.

This research is quantitative with experimental research design directly into the field. The research procedure was carried out in accordance with the Indonesian Ministry of Health No. 1250 of 2009, by directly testing the *shutter* collimator for diagnostic x-ray aircraft at the Arifin Achmad Hospital Installation, Riau Province. The gap (*shutter*) for the collimator of the x-ray plane is stated to have leaked radiation if there is blackening or an increase in the density of the radiographic film exceeds the *density base fog* measured using a densitometer.

Based on the results of the study, it shows that the radiographic film has blackening in the transverse line (X) with an average density value of 1.27 OD (*Optical Density*) and a part of the longitudinal line (Y) with an average density value of 0.57 OD. Then the *density base fog* obtained after measuring 0.20 OD. The test results were stated to have leaked and could not be said to be efficient as evidenced by the blackening of the radiographic film.

**Kata kunci** : *shutter* collimator at the x-ray tube, Arifin Achmad hospital, *density base fog*, densitometer.

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

### **Data Pribadi**

Nama : Silvi Widya Pangesti  
Tempat/Tanggal Lahir : Kampar, 8 Juli 1999  
Agama : Islam  
Jenis Kelamin : Perempuan  
Anak Ke : 2 (dua)  
Status : Mahasiswi  
Nama Orang Tua  
    Ayah : Ir. Karmidi  
    Ibu : Wilmaini  
Alamat : Jl. Merak Sakti, Tampan, Pekanbaru

### **Latar Belakang pendidikan**

Tahun 2005 s/d 2011 : SDN 016 (Berijazah)  
Tahun 2011 s/d 2014 : SMPIT Al-ihsan BS (Berijazah)  
Tahun 2014 s/d 2017 : SMAIT Al-Bayyinah Pekanbaru (Berijazah)

# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

“*Sungguh kami telah memberimu nikmat yang banyak (108:1)*”

Alhamdulillah, Maha besar Allah pencipta langit dan bumi  
Kepada-Nya kupakanatkan semua doa tanpa terkecuali  
Untuk kesehatan, kemudahan dan keberkahan yang mengitari  
Serta lantunan sholawat beriring salam  
Allahumma shalli ‘ala Muhammad wa ‘ala ali muhammad.

This is dedicated to **my beloved ibu**, to the soother of my miseries, to nurse when im pain, to the teacher all the virtues, to the best friend of life. Thank you for endless prayer and love.

*“seperti detak jantung yang bertaut, nyawaku nyala karena denganmu.”*

For **Ayah**, thank you for unconditional love. Im a lucky daughter to be loved by a father like you.

For **my siblings. Emas, Ua dan Tutung**. Yall know, I hate us, sometimes.

For **my bestfriends**, i'd like to thank for being there even just accepting that much deep dark thought of mine. For **Yuri, Tsamara, Figha, Nadine, Eucalypta, Idep**. Thank yall.

For both, **the honorable Bapak Marido Bisra, S. Tr. Rad & Bapak Yoki Rahmat, M. Si**. Thank you for not only teach but also educate with hard effort in guiding me. May God rewards all of the dedication, sacrifices and attention.

For the couple I look up so much, **Bapak Roikhan Ardhi, SST also my sister another mother, Ka Ella as Laila Hayati**, thank you for the kindness, teach me to stay focus on becoming a good person, also thank you face me such your little sister.

For member nu normal, **Kartika, Ninda, wellda, Tifa, Dhella. Also Yoga & Yuti**. We might fight, being rude and silly each other, tapi makasih ya kita semua udah bertahan sampe ditahap sejauh ini. we all deserves this graduation.

Last, for everyone who helped me to finish it all. Thank you so much:)

All the love as always, **ICIP**.



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah Subhana Wa Ta'ala, dengan segala anugerah-Nya penulis dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini tepat pada waktunya yang berjudul “Uji Efisiensi Celah (*shutter*) Kolimator Pesawat Sinar-x Diagnostik di Instalasi Radiologi RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau”.

Karya Tulis Ilmiah ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Diploma III Teknik Radiologi STIKes Awal Bros Provinsi Riau. 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 materiil sehingga Karya Tulis Ilmiah ini dapat diselesaikan dengan baik.

2. Ibu Dra. Wiwik Suryandartiwi A, MM selaku Ketua STIKes Awal Bros Pekanbaru.
3. Ibu Shelly Angella, M. Tr. Kes selaku Ketua Program Studi Diploma III Radiologi STIKes Awal Bros Pekanbaru.
4. Ibu Rosmaulina Siregar, AMR selaku kepala ruangan instalasi radiologi RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau.
5. Bapak Yoki Rahmat, M. Si selaku pembimbing pertama penulis yang telah membantu dan membekali proses pembuatan karya tulis ilmiah ini.
6. Bapak Marido Bisra, S. Tr. Rad selaku pembimbing dua yang telah membantu dan membekali proses pembuatan karya tulis ilmiah ini.
7. Bapak Roikhan Ardhi, SST selaku penguji penulis yang telah membantu dan memberi pencerahan serta masukan selama proses pembuatan karya tulis ilmiah ini.

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, 29 Juli 2020



Penulis

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b> .....	vi
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	viii
<b>HALAMAN DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>HALAMAN DAFTAR BAGAN</b> .....	xi
<b>HALAMAN DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>HALAMAN DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR SINGKATAN</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	4
C. Tujuan .....	4
D. Manfaat .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Tinjauan Teoritis .....	6
1. Sinar-x .....	6
2. Kendali Mutu ( <i>Quality Control</i> ) .....	17
3. Uji Efisiensi Celah ( <i>shutter</i> ) Kolimator .....	20
4. Peralatan Uji .....	22
5. Densitometer .....	25
B. Kerangka Teori .....	27
C. Penelitian Terkait .....	27
D. Hipotesis .....	28
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
A. Jenis dan Desain Penelitian .....	29
B. Definisi Operasional .....	29
1. Variabel independen/bebas .....	30
2. Variabel dependen/terikat .....	30
C. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	31
D. Alat Pengumpulan Data .....	31
1. Instrumen penelitian .....	31
2. Prosedur Penelitian .....	34
3. Metode Pengumpulan Data .....	36
4. Pengolahan Data .....	36
5. Analisis Data .....	38
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Hasil Penelitian .....	39
B. Pembahasan .....	45
<b>BAB V PENUTUP</b>	

A. Kesimpulan .....	47
B. Saran.....	48
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR BAGAN

Diagram 2.1. Kerangka Teori .....	27
-----------------------------------	----

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Definisi Operasional .....	31
Tabel 3.2. Tahap radiografi manual .....	36
Tabel 4.1. Data Nilai Densitas Film.....	42
Tabel 4.2. Data Nilai Densitas pada Daerah J, K, L, dan M.....	43

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Pembentukan Sinar-X <i>Bremsstrahlung</i> .....	6
Gambar 2.2. Proses Pembentukan Sinar-X Karakteristik .....	8
Gambar 2.3. Proses Terjadinya Sinar-X .....	9
Gambar 2.4. <i>High-Voltage Generator</i> .....	10
Gambar 2.5. Rumah Tabung .....	11
Gambar 2.6. Komponen Tabung Sinar-X .....	12
Gambar 2.7. <i>Collimator</i> .....	16
Gambar 2.8. Cara Pengujian Celah ( <i>Shutter</i> ) Kolimator .....	21
Gambar 3.1. Pesawat Sinar-X .....	32
Gambar 3.2. Kolimator Pesawat Sinar-X.....	32
Gambar 3.3. Kaset Radiografi.....	33
Gambar 3.4. Film Radiografi .....	33
Gambar 3.5. (A). Kamar Gelap. (B). <i>Processing Film</i> .....	34
Gambar 3.6. Densitometer .....	34
Gambar 3.7. Cara Pengujian Celah ( <i>Shutter</i> ) Kolimator .....	35
Gambar 3.8. Pembagian Daerah Pengukuran .....	37
Gambar 4.1. Pengisian film radiografi.....	39
Gambar 4.2. Melakukan eksposi terhadap kaset radiografi.....	40
Gambar 4.3. Faktor Eksposi saat pengujian.....	40
Gambar 4.4. <i>processing film</i> di kamar gelap .....	41
Gambar 4.5. Gambaran Hasil Pengujian.....	41
Gambar 4.6. Data nilai densitas hasil pengujian.....	43

## DAFTAR SINGKATAN

A	: Angstrom
ADC	: <i>Analog Digital Converter</i>
BAPETEN	: Badan Pengawas Tenaga Nuklir
C	: Celcius
cm	: Centi Meter
et al	: Et Alii
K3	: Keselamatan dan Kesehatan Kerja
kV	: <i>Kilovoltage</i>
kVp	: <i>Kilovoltage Peak</i>
LCD	: <i>Liquid Crystal Display</i>
LED	: <i>Light Emitting Diode</i>
MENKES	: Menteri Kesehatan
No.	: Nomor
OD	: <i>Optical Density</i>
RI	: Republik Indonesia
mA	: <i>Mili Ampere</i>
mAs	: <i>milliampere second</i>
PKL	: Praktek Kerja Lapangan
s	: <i>Second</i>



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Surat Izin Pengambilan Data
Lampiran 2	Surat Izin Kaji Etik
Lampiran 3	Surat Izin Penelitian
Lampiran 4	Gambaran Hasil Uji Penelitian
Lampiran 5	Gambaran Hasil Uji Penelitian
Lampiran 6	Pengolahan Data
Lampiran 7	Lembar Konsul Pembimbing I
Lampiran 8	Lembar Konsul Pembimbing II

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Perkembangan rumah sakit sebagai fasilitas pelayanan kesehatan rujukan di Indonesia sangat pesat, baik dari jumlah maupun pemanfaatan teknologi kedokteran. Rumah sakit sebagai fasilitas pelayanan kesehatan tetap harus mengupayakan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) bagi seluruh pekerja rumah sakit. Upaya Kesehatan dan Keselamatan Kerja harus diselenggarakan untuk mewujudkan produktivitas kerja yang optimal di semua tempat kerja, khususnya tempat yang mempunyai risiko bahaya kesehatan, mudah terjangkit penyakit. Sejalan dengan itu, maka rumah sakit termasuk ke dalam kriteria tempat kerja dengan berbagai potensi bahaya yang dapat menimbulkan dampak kesehatan, seperti salah satunya potensi bahaya radiasi (Kemenkes, 2010).

Salah satu pelayanan medik spesialis penunjang di rumah sakit ialah radiologi yang menggunakan pesawat sinar-x. Pemanfaatan pesawat sinar-x radiologi diagnostik di Indonesia terus berkembang (Dianasari & Koesyanto, 2017). Menurut Perka BAPETEN Nomor 8 tahun 2011 radiologi ini memanfaatkan sinar-x untuk keperluan diagnosis baik radiologi diagnostik maupun radiologi intervensional.

Sinar-x adalah pancaran gelombang elektromagnetik yang sejenis dengan gelombang radio, panas, cahaya dan sinar ultraviolet, tetapi dengan

panjang gelombang yang sangat pendek. Sinar-x bersifat heterogen, panjang gelombangnya bervariasi dan tidak terlihat. Karena gelombang cahaya pendek itu, maka sinar-x dapat menembus benda-benda. Jenis pemeriksaan sinar-x terbagi dua macam, yaitu pemeriksaan foto *roentgen* (radiografi) dan pemeriksaan sinar tembus (Rasad, 2016).

Kegiatan radiologi harus memperhatikan aspek keselamatan kerja radiasi. Sinar-x merupakan jenis radiasi pengion yang dapat memberikan manfaat (diagnosa) dengan radiasi suatu penyakit atau kelainan organ tubuh dapat lebih awal dan lebih teliti dideteksi. Untuk memastikan pesawat sinar-x memenuhi persyaratan keselamatan radiasi dan memberikan informasi diagnosis maka diperlukan uji fungsi atau uji kesesuaian sebagai bentuk penerapan proteksi radiasi agar dosis yang diterima serendah mungkin. Kesesuaian ini kesesuaian terhadap peraturan perundangan keselamatan radiasi dan peraturan pelaksanaannya untuk peralatan pesawat sinar-x (Dianasari & Koesyanto, 2017).

Pesawat sinar-x merupakan sebuah alat yang dapat menghasilkan sinar-x. menurut keputusan MENKES RI No. 1250 Tahun 2009 bahwa kualitas dan keselamatan pelayanan radiodiagnostik merupakan faktor terpenting karena dapat menimbulkan bahaya terhadap petugas, pasien dan lingkungan sekitarnya apabila tidak dikelola dengan benar. Salah satu komponen kegiatan untuk menjamin kualitas pelayanan radiodiagnostik adalah dengan menyelenggarakan kendali mutu (*quality control*). Kendali mutu dalam peralatan sumber radiasi adalah suatu upaya untuk memastikan

bahwa setiap produk yang dihasilkan dari kegiatan yang menggunakan sumber radiasi memiliki mutu atau kualitas tinggi sehingga meminimalisir kesalahan seperti terjadinya pengulangan yang berdampak penerimaan radiasi berulang (Indrati, et al 2017).

Rumah tabung dan kolimator pada pesawat sinar-x tersebut memerlukan perawatan. Berdasarkan keputusan MENKES RI No. 1250 Tahun 2009 tentang pedoman kendali mutu (*quality control*) peralatan radiodiagnostik, frekuensi uji kesesuaian efisiensi celah (*shutter*) kolimator adalah 6 (enam) bulan sekali atau setelah perbaikan. Pelaksanaan uji kesesuaian ini sangat diperlukan untuk keamanan radiasi pada saat membuang muatan kapasitor atau pada saat pemanasan pesawat sinar-x dengan eksposi.

Berdasarkan observasi peneliti tentang pesawat sinar-x diagnostik di Instalasi Radiologi RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau dengan merk *Shimadzu-Radspeed MC* sudah memiliki surat izin alat pada tahun 2013. Dilihat dari pemakaiannya, alat tersebut digunakan untuk melakukan pemeriksaan terhadap pasien rata-rata 20 orang perharinya dan dalam setahun dapat mencapai 7.300 pasien, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian lebih lanjut dengan mengangkat judul “Uji Efisiensi Celah (*Shutter*) Pesawat Sinar-X Diagnostik di Instalasi Radiologi RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau.”

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalahnya seperti berikut:

1. Bagaimana hasil pengukuran uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator pada pesawat diagnostik di Instalasi Radiologi RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau?
2. Bagaimana efisiensi celah (*shutter*) kolimator pada pesawat diagnostik di Instalasi Radiologi RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau?

## **C. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui hasil pengukuran uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator pada pesawat diagnostik di Instalasi Radiologi RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau.
2. Untuk mengetahui efisiensi celah (*shutter*) kolimator pada pesawat diagnostik di Instalasi Radiologi RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau.

## **D. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian dalam proposal ini, sebagai berikut :

1. Bagi Responden

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi serta masukan bagi pengembangan kajian ilmu pengetahuan radiologi

khususnya dalam bidang uji celah (*shutter*) kolimasi di Instalasi Radiologi RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau.

## 2. Bagi Peneliti

Untuk menambah wawasan dan memperdalam pengetahuan peneliti mengenai kendali mutu dan jaminan mutu radiologi, Khususnya pada uji celah (*shutter*) kolimator pada pesawat sinar-x dan hal-hal yang berkenaan dengan kesehatan dan keselamatan kerja di rumah sakit khususnya radiologi.

## 3. Bagi Tempat Peneliti

Sebagai bahan masukan dan pertimbangan dalam melakukan kendali mutu dan jaminan mutu radiologi.

## 4. Bagi Institusi Pendidikan

Hasil penelitian dapat dipergunakan sebagai langkah awal kontribusi kepada institusi pendidikan dan calon radiografer dalam menambah ilmu pengetahuan mengenai uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator.

## 5. Bagi Masyarakat

Menambah wawasan dan pengetahuan terhadap pemecahan suatu permasalahan dan dapat digunakan sebagai rekomendasi untuk program atau kebijakan mengenai uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### A. Tinjauan Teoritis

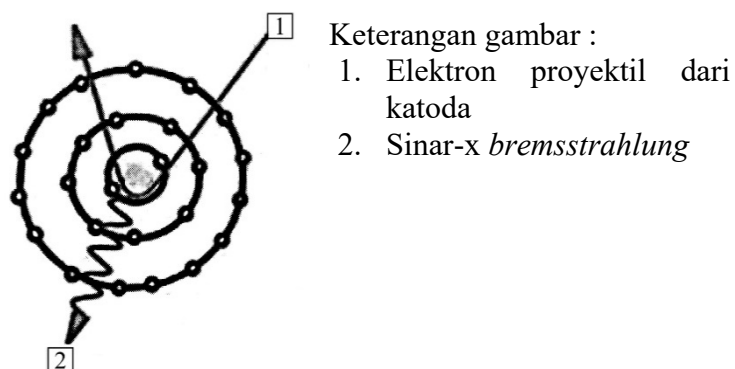
#### 1. Sinar-x

##### a. Pengertian Sinar-x

Sinar-x adalah pancaran gelombang elektromagnetik yang sejenis dengan gelombang radio, panas, cahaya, dan sinar ultraviolet. Sinar-x memiliki panjang gelombang yang sangat pendek, perbedaan sinar-x dengan sinar elektromagnetik lainnya terletak pada panjang gelombang, dimana panjang gelombang sinar-x lebih pendek yaitu  $1\text{A}=0.00000008\text{ cm}(10^{-8}\text{ cm})$  (Rasad, 2016). Sinar-x dibedakan menjadi dua macam, yaitu :

##### 1) Sinar-x *Bremsstrahlung*

Proses pembentukan sinar-x *bremsstrahlung* ditunjukkan pada gambar 2.1. dibawah ini.



Gambar 2.1. Pembentukan sinar-x *bremsstrahlung* (Lestari, 2019).

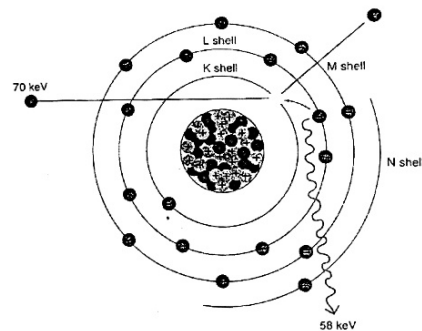
Sinar-x *bremsstrahlung* terjadi karena adanya peristiwa pengereman (*breaking*) elektron proyektil ketika mencapai anoda. Teori elektromagnetik mengatakan bahwa muatan listrik yang mengalami percepatan akan menghasilkan gelombang elektromagnet. Dalam hal ini elektron yang mula-mula bergerak dengan kecepatan tinggi tiba-tiba dihentikan, sehingga elektron mengalami perlambatan.

Ketika berkas elektron melewati atom target maka berkas tersebut akan diperlambat sehingga akan mengalami kehilangan energi kinetis. Energi kinetis yang hilang tersebut dikonversi menjadi sinar-x yang disebut sebagai sinar-x *bremsstrahlung*. Energi yang dihasilkan dalam proses *bremsstrahlung* berbeda-beda, tergantung pada seberapa dekat berkas tersebut terhadap inti atom anoda. Berkas elektron yang lewat sangat dekat dengan inti atom anoda akan menghasilkan sinar-x dengan energi yang lebih tinggi dari pada sinar-x yang dihasilkan oleh berkas elektron yang melintas jauh dari inti (Lestari, 2019).

## 2) Sinar-x Karakteristik

Proses pembentukan sinar-x karakteristik ditunjukkan pada gambar 2.2. di bawah ini.



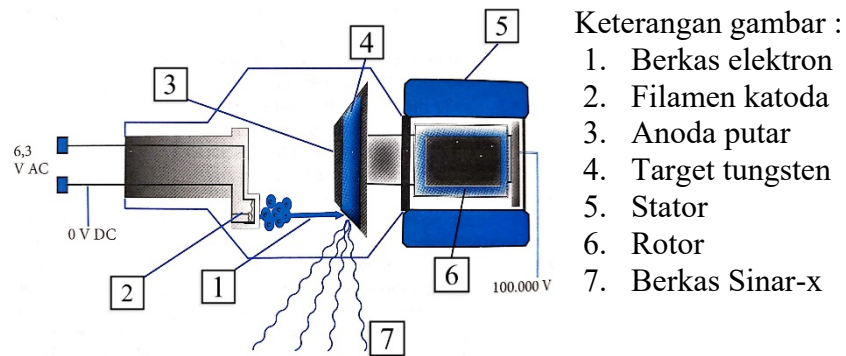


Gambar 2.2. Proses pembentukan sinar-x karakteristik (Lestari, 2019).

Sinar-x karakteristik memiliki spektrum energi yang diskrit. Proses tumbukan antara elektron proyektil dengan elektron orbital anoda mengakibatkan elektron orbital pada atom anoda terpelantair keluar dari orbitnya. Hal ini mengakibatkan adanya kekosongan pada kulit orbital yang ditinggalkan oleh elektron tersebut. Suatu elektron akan cenderung untuk berada pada aras (tingkat) tenaga yang stabil. Semakin keluar, kulit orbital memiliki aras tenaga yang semakin tidak stabil. Oleh karena itu, kekosongan kulit orbital tadi akan diisi oleh elektron dari kulit orbital di sebelah luarnya. Transisi elektron menuju kulit yang lebih dalam akan disertai dengan pelepasan energi. Energi yang dipancarkan tersebut adalah sinar-x karakteristik. (Lestari, 2019).

#### b. Proses Terjadinya Sinar-x

Proses terjadinya sinar-x menurut Indrati, et al (2017) adalah sebagai berikut:



Gambar 2.3. Proses terjadinya sinar-x (Indrati, et al 2017).

- 1) Kutub negatif merupakan filamen. Filamen tersebut akan terjadi panas jika ada arus listrik yang mengalirinya. Panas menyebabkan emisi (keluarnya elektron) pada filamen tersebut. Peristiwa emisi kerena proses pemanasan disebut dengan *termionik*. Filamen adalah katoda (elemen negatif).
- 2) Kutub positif (anoda) merupakan target, dimana elektron cepat akan menumbuknya, terbuat dari tungsten maupun *molybdenum*, tergantung kualitas Sinar-x yang ingin dihasilkan.
- 3) Apabila terjadi beda tegangan yang tinggi antara kutub positif (anoda) dan kutub negatif (katoda) maka elektron pada katoda akan menuju ke anoda dengan sangat cepat.
- 4) Akibat tumbukan yang sangat kuat dari elektron katoda maka elektron orbit yang ada pada atom target (anoda) akan terpental keluar.
- 5) Terjadi kekosongan elektron pada orbital atom target yang terpental tersebut, maka elektron orbital yang lebih tinggi berpindah ke

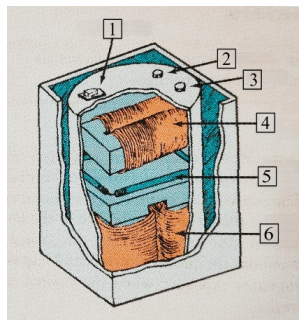
elektron selalu saling mengisi tempat yang kosong jika ada elektron lain yang keluar dalam rangka terjaga kestabilan atom.

- 6) Akibat perpindahan elektron dari orbit yang lebih luar (energi besar) ke yang lebih dalam (energi lebih rendah), maka terjadi sisa energi.
- 7) Sisa energi tersebut akan dikeluarkan dalam pancaran foton dalam bentuk sinar-x karakteristik.
- 8) Jika elektron yang bergerak mendekati inti atom (nukleus) dan dibelokkan atau terjadi pengereman maka terjadi sinar-x *bremsstrahlung*.

#### c. Pesawat Sinar-x

Pesawat sinar-x adalah suatu alat yang digunakan untuk melakukan diagnosa medis dengan menggunakan sinar-x. Sinar yang dipancarkan dari tabung diarahkan pada bagian tubuh yang akan didiagnosa. Berkas sinar-x tersebut akan menembus bagian tubuh dan akan ditangkap oleh film, sehingga akan terbentuk gambar dari bagian tubuh yang disinari (Sianturi, et al 2017). Beberapa komponen pesawat sinar-x adalah sebagai berikut:

##### 1) Generator Tegangan Tinggi



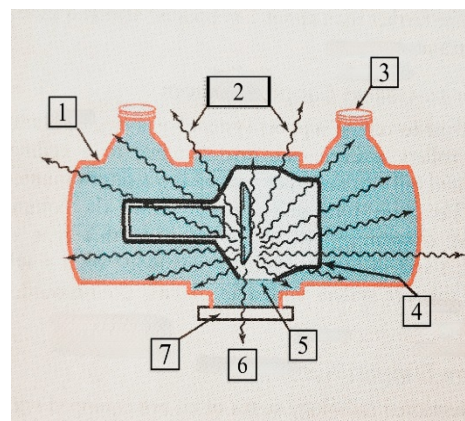
Keterangan gambar :

1. *Cap for oil fill*
2. *Cathode*
3. *Anoda*
4. *Filamen transformer*
5. *Diode rectifier*
6. *High-voltage transformer*

Gambar 2.4. *High-voltage generator* (Bushong , 2013).

Generator tegangan tinggi dari sistem pencitraan sinar-x bertanggung jawab untuk meningkatkan tegangan output dari *auto transformer* ke kVp yang diperlukan untuk produksi sinar-x (Bushong , 2013).

## 2) Rumah Tabung Sinar-x (*Protective Housing*)



Keterangan gambar :

1. *Lead*
2. *Leakage radiation*
3. *High-voltage connector*
4. *Glass or metal enclosure*
5. *Window*
6. *Useful beam*
7. *Fitting for filter, collimator*

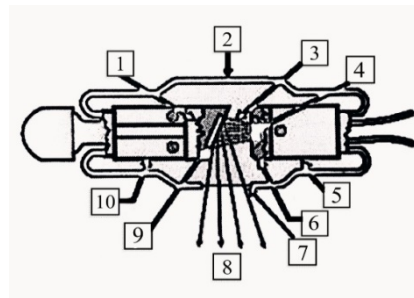
Gambar 2.5. Rumah tabung (Bushong, 2013).

*Protective housing* dilengkapi wadah tegangan tinggi yang dirancang khusus untuk melindungi dari sengatan listrik yang tidak disengaja. Kematian karena tersengat listrik adalah bahaya yang sangat nyata bagi teknologi radiologi pemula. *Protective housing* juga menyediakan dukungan mekanis untuk tabung sinar-x dan melindungi tabung dari kerusakan yang disebabkan oleh penanganan yang kasar.

Saat sinar-x diproduksi, sinar-sinar itu dipancarkan secara isotropis, yaitu dengan intensitas ke segala arah. Kita hanya

menggunakan sinar-x yang dipancarkan melalui bagian khusus tabung sinar-x yang disebut jendela (Bushong, 2013).

### 3) Tabung sinar-x



Gambar 2.6. Komponen tabung sinar-x. (Lestari, 2019).

Keterangan Gambar:

1. Batang tembaga
2. Selubung kaca (*Glass or metal enclosure*)
3. Berkas elektron
4. Filamen
5. Katoda
6. *Focusing cup*
7. *Window*
8. Sinar-x yang digunakan
9. Target *tungsten*
10. Anoda

Menurut Bushong (2013) tabung sinar-x adalah komponen dari sistem pencitraan sinar-x yang jarang terlihat oleh para ahli radiologi. Tabung sinar-x terkandung didalam *Protective housing*, oleh karena itu tidak bisa diakses. Tabung sinar-x memiliki struktur internal yaitu katoda dan anoda. Penjelasan mengenai struktur internal tabung sinar-x sebagai berikut:

#### a) Katoda

Katoda adalah elektroda negatif dari tabung sinar-x.

Katoda terdiri dari filamen dan *foccurring cup*. Filamen terdapat

didalam *focusing cup*. Muatan negatif pada permukaan *focusing cup* memaksa berkas elektron untuk fokus menuju anoda. area pada anoda di mana berkas elektron menumbuknya disebut sebagai *focal spot*.

Tujuan digunakan filamen adalah untuk menyediakan berkas elektron untuk dipercepat menuju anoda. Filamen berupa koil kawat campuran tungsten, dipanaskan untuk melepaskan elektron dari atom katoda. Emisi elektron dengan memanaskan filamen disebut sebagai emisi termionik. Perubahan pada arus filamen akan mengakibatkan perubahan pada temperatur filamen. Kenaikan atau penurunan banyaknya elektron yang menumbuk *focal spot* akan mengakibatkan perubahan banyaknya sinar-x yang dihasilkan (Lestari, 2019).

#### b) Anoda

Anoda merupakan kutub positif pada tabung sinar-x. Anoda terdiri dari luasan di mana berkas elektron berhenti. Lebih dari 99% energi elektron disimpan di anoda sebagai energi panas, hanya sekitar 1% dari energi berkas elektron yang diubah menjadi sinar-x. Pada umumnya digunakan anoda tungsten pada pesawat sinar-x yang memiliki titik didih 3400°C.

Anoda berbentuk cakram berdiameter 6-15 cm. Pada perangkat sinar-x modern, umumnya anodanya berputar (*rotating anode*). Anoda berputar ini bertujuan untuk memungkinkan

penyebaran panas lebih baik. Ketika anoda berotasi, maka elektron akan menumbuk luasan yang lebih besar dari pada satu titik (*single spot*). Anoda dibuat dari campuran tungsten, karena tungsten memiliki nomor atom dan titik leleh yang tinggi. Tungsten memiliki nomor atom 74, disimbolkan dengan W. Titik leleh tungsten adalah 3422°C. (Lestari, 2019).

#### 4) Kontrol panel

Menurut Bushong (2013) kontrol panel berfungsi sebagai tempat pengendalian pengoperasian pesawat sinar-x seperti untuk mengatur faktor eksposi. Faktor eksposi terdiri atas :

##### a) Besaran *kilovoltage* (kV)

Besaran kV pada umumnya dikaitkan dengan daya tembus sinar, semakin tinggi besaran kV yang digunakan semakin besar pula daya tembus sinar, demikian pula sebaliknya. Umumnya jumlah kV menunjukkan kualitas radiasi. Bila kV dinaikkan maka densitas foto meninggi, kontras rendah dan sinar hambur meningkat. Pada radiagnostik penggunaan kV antara 50-80 kV, setiap kenaikan atau penurunan 10 kV, *milliampere second* (mAs) dapat diturunkan atau dinaikkan sekitar 50% (Rasad, 2016).

b) *Milliampere second* (mAs)

*Milliampere second* (mAs) adalah perkalian antara besaran nilai ampere dengan waktu eksposi. *Milliampere second* (mAs) ini menunjukkan kuantitas radiasi (Rasad, 2016).

5) Kolimator

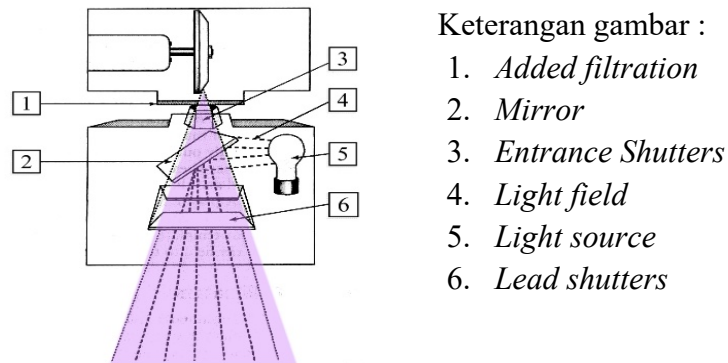
Kolimator merupakan alat pembatas radiasi yang umumnya digunakan pada radiografi, yang terdiri dari dua set penutup (*shutter*) timbal atau lempengan yang saling berhadapan dan bergerak dengan arah berlawanan secara berpasangan. Lempengan ini terletak 3 sampai 7 inchi di bawah tabung sinar-x. Pembatas yang dilakukan dengan penggunaan kolimator disebut sebagai *collimation* atau kolimasi (Sari, Sriyatun & Gitaputri, 2017).

Sebuah kolimator memiliki dua atau tiga set *shutter*. Terletak tepat dibawah jendela tabung, *shutter* membatasi sinar-x seperti *aperture diaphragm*. Satu atau lebih set *shutter* yang dapat diatur terletak 3 sampai 7 inci (8 hingga 18 cm) di bawah tabung. *Shutter* ini terdiri dari *shutter longitudinal* dan *shutter lateral*, masing-masing dengan kontrolnya sendiri. Desain ini membuat kolimator dapat disesuaikan dalam hal kemampuannya untuk menghasilkan bidang yang diproyeksikan dengan berbagai ukuran. Bentuk bidang yang dihasilkan oleh kolimator selalu



persegi panjang atau persegi, kecuali *aperture diaphragm*, *cones* atau *cylinders* yang meluncur di bawah kolimator (Fauber, 2013).

Adapun gambar kolimator dapat dilihat pada gambar 2.7. pada kolimator dibawah ini.



Gambar 2.7. *Collimator* (Fauber, 2013)

Kolimator dilengkapi dengan sumber cahaya putih dan cermin untuk untuk memproyeksikan medan cahaya ke pasien. Lampu ini dimaksudkan untuk menunjukkan secara akurat di mana sinar-x primer akan diproyeksikan selama paparan. Dalam hal kegagalan cahaya ini, penunjuk ukuran sinar-x ada dibagian depan kolimator (Fauber, 2013).

Dua penutup jendela (*shutter*) kolimator yaitu S1 dan S2 terbuat dari Pb dan dapat digerakkan atau diatur secara bersamaan, dengan *shutter* itu luas daerah penyinaran sinar-x yang keluar dapat diatur sesuai dengan objek dan kriteria yang diinginkan (Dabukke, 2018).

## 2. Kendali Mutu (*Quality Control*)

Menurut Bushong (2013), kendali mutu adalah suatu program yang didesain untuk meyakinkan bahwa seorang dokter spesialis radiologi hanya akan dihadapkan pada pembacaan (interpretasi) yang optimal. Kendali mutu (*quality control*) merupakan kegiatan untuk mencapai mutu pelayanan kesehatan. Kegiatan kendali mutu dilakukan agar tercapai Jaminan mutu (*quality assurance*). Kegiatan kendali mutu berlaku bagi semua peralatan yang berhubungan dengan penggunaan pesawat sinar-x yang dilakukan untuk tujuan diagnostik pada manusia (I Agung, 2014).

### a. Ruang Lingkup Kendali Mutu

Menurut keputusan MENKES RI No. 1250 Tahun 2009 tentang pedoman kendali mutu (*quality control*) peralatan radiodiagnostik, program kendali mutu berlaku bagi semua peralatan yang berhubungan dengan penggunaan sinar-x untuk tujuan diagnostik pada manusia dan sarana pendukungnya yaitu pesawat sinar-x diagnostik terpasang tetap (*stationary*) dan pesawat *mobile* tanpa dilengkapi dengan fluoroskopi. Sedangkan sarana pendukung tersebut adalah kamar gelap, prosesing film, peralatan proteksi radiasi, kaset, tabir penguat, film radiografi, dan kotak pengamatan (*viewing box*).

### b. Kegiatan Kendali Mutu

Menurut keputusan MENKES RI No. 1250 Tahun 2009 tentang pedoman kendali mutu (*quality control*) peralatan radiodiagnostik, kegiatan kendali mutu di bagi dalam tiga kegiatan besar, yaitu:

- 1) Kegiatan kendali mutu untuk pesawat sinar-x yang terdiri dari:
  - a) Pengujian terhadap tabung kolimasi  
pengujian terhadap tabung kolimasi terdiri dari: iluminasi lampu kolimator, pengujian berkas cahaya kolimator dan kesamaan berkas cahaya kolimasi.
  - b) Pengujian terhadap tabung pesawat sinar-x  
Pengujian terhadap tabung pesawat sinar-x antara lain adalah: pengujian kebocoran rumah tabung, pengujian tegangan tabung, pengujian waktu eksposi.
  - c) Pengujian terhadap generator pesawat sinar-x  
Pengujian terhadap generator pesawat sinar-x antara lain adalah: output radiasi, reproduktibilitas, dan *half value layer*.
  - d) Pengujian terhadap *automatic exposure control*  
Pengujian terhadap *automatic exposure control* antara lain adalah: kendali paparan/densitas standar, penjajakan ketebalan pasien, *kilovoltage* dan waktu tanggap minimum.
- 2) Kendali mutu untuk perlengkapan radiografi yang terdiri dari:
  - a) Pengujian terhadap film.  
Pengujian terhadap film antara lain adalah: optimasi film radiografi dan sensitifitas film radiografi.

- b) Pengujian terhadap kaset dan tabir penguat  
Pengujian terhadap kaset dan tabir penguat antara lain adalah: kebocoran kaset radiografi, kebersihan tabir penguat/*intensifying screen* dan kontak tabir penguat dengan film radiografi.
  - c) Pengujian alat pelindung diri berupa inspeksi kebocoran.
  - d) Pengujian tingkat pencahayaan film iluminator/*viewing box*.
- 3) Kendali mutu untuk ruang pemroses film radiografi yang terdiri dari:
- a) Pengujian terhadap rancangan ruangan  
Pengujian terhadap rancangan ruangan antara lain adalah pengujian kebocoran kamar gelap dan pengujian *safelight* kamar gelap.
  - b) Pengujian alat pemroses film radiografi secara otomatis.
  - c) Pengujian alat pemroses film radiografi secara manual.  
Pengujian alat pemroses film radiografi secara manual antara lain adalah pengadukan larutan, penggantian larutan, dan penyimpanan bahan kimia.
  - d) Pengujian alat pemroses film termal  
Pengujian alat pemroses film termal antara lain adalah: penetapan nilai densitas rujukan dan verifikasi penerimaan resolusi spatial dan tingkat artefak.

### 3. Uji Efisiensi Celah (*shutter*) Kolimator

Uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator merupakan salah satu penyelenggaraan kegiatan kendali mutu (*quality control*) untuk pesawat sinar-x diagnostik yang telah ditetapkan oleh Keputusan Menteri Kesehatan RI. Sesuai dengan Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 1250 tahun 2009 tentang uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator. Tujuan dari uji efisiensi celah (*shutter*) antara lain *shutter* yang tertutup penuh harus mampu mencegah radiasi yang mengenai film. Tujuan uji ini adalah untuk keamanan radiasi pada saat membuang muatan kapasitor pada *mobile unit* atau pada saat pemanasan pesawat dengan eksposi (Kemenkes, 2009).

#### a. Alat dan Bahan

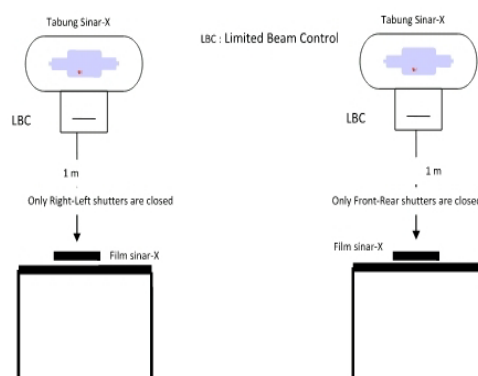
Kaset sinar-x ukuran 24 x 30 cm yang terisi film

#### b. Prosedur Pengujian

Menurut Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 1250 tahun 2009 prosedur pengujian celah (*shutter*) kolimator adalah sebagai berikut:

- 1) Pastikan bahwa sebelum pengujian dilakukan, telah dilakukan prosedur pemanasan tabung (*warm up*) pesawat sinar-x.
- 2) Tempatkan kaset di atas meja pemeriksaan pada jarak 1 meter dari fokus tabung sinar-x.
- 3) Atur eksposi pada 80 kVp dan 40 mAs, dan lakukan eksposi pertama dengan pengaturan satu sisi *shutter* kolimator dalam keadaan

- tertutup rapat dan pengaturan sisi *shutter* kolimator lainnya keadaan terbuka penuh.
- 4) Lakukan prosedur yang serupa sebagaimana butir di atas tetapi pengaturan sisi *shutter* kolimator yang tadinya tertutup sebaliknya dibuka penuh dan seterusnya, kemudian film yang telah menerima dua kali eksposi tersebut diproses.
  - 5) Film diproses di kamar gelap. Kemudian densitas film diukur menggunakan densitometer.



Gambar 2.8. Cara Pengujian Celah (*shutter*) Kolimator (Kemenkes, 2009).

### c. Base Fog

*Base density* merupakan densitas bawaan film. *Densitas base* berasal dari penyerapan cahaya yang ditransmisikan melalui *polyester base film*. *Fog* atau kabut merupakan densitas yang dihasilkan sebelum mendapat perak metalik. Yang bukan berasal dari intensitas eksposi, dapat disebabkan karena panas, bahan kimia, cahaya, dan sinar-x selama penyimpanan film (Soesilo, Johannes & Agung, 2013).

Kepadatan film minimum biasanya dalam kisaran 0,1 hingga 0,2 satuan kerapatan, dimana dinyatakan *base* dan *fog density* merupakan dasar film dan setiap *fog* yang tidak terkena paparan (Jayasinghe, Weerakon & Perera, 2015). Nilai *base density* dan *fog* yang dinyatakan sebagai *gross fog* yang standarnya dinyatakan berbeda-beda menurut berbagai sumber. Menurut Vignesswary, Kooteswan, Pryanka S menyatakan *base fog* atau *gross fog* ini pada umumnya berkisar pada 0,2-0,3 OD (*optical density*).

#### 4. Peralatan Uji

Adapun alat yang digunakan dalam uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator di antaranya adalah sebagai berikut:

##### a. Pesawat sinar-x

Pesawat sinar-x atau pesawat rontgen adalah suatu alat yang digunakan untuk melakukan diagnosa medis dengan menggunakan sinar-x. Sinar-x yang dipancarkan dari tabung diarahkan pada bagian tubuh yang akan didiagnosa. Berkas sinar-x tersebut akan menembus bagian tubuh dan akan ditangkap oleh film, sehingga akan terbentuk gambar dari bagian tubuh yang disinari. Sebelum pengoperasian pesawat sinar-x perlu dilakukan seting parameter untuk mendapatkan sinar-x yang dikehendaki. Parameter-parameter tersebut adalah tegangan (kV), arus tabung (mA), dan waktu paparan (s) yang terletak di *control panel* (I Agung, 2014).

b. Kaset

Kaset berfungsi sebagai tempat serta menjaga *screen* dan film dari kerusakan karena cahaya, debu dan benda keras. Selain itu kaset juga berfungsi untuk menjaga kontak antara *screen* dan film, sehingga tidak ada celah antara keduanya yang dapat menyebabkan ketidaktajaman gambaran.

Bagian depan kaset terbuat dari plastik dan bagian belakang terbuat dari lembaran tipis (*foil*) timbal yang terbungkus plastik untuk menyerap sinar-x melewati bagian depan dari kaset. Ukuran kaset bervariasi yaitu 18x24 cm, 24x30 cm, 30x40 cm, 35x35 cm. Kemudian penggunaan ukuran kaset tergantung dari objek yang diperiksa (Utami, Saputo & Felayani, 2018).

c. Film

Film radiografi merupakan media perekam gambar setelah sinar-x melewati objek. Komponen utama dalam film *screen* adalah emulsi film yang mengandung unsur AgBr atau *silver bromida*. Sedangkan bagian-bagian lainnya adalah *base film*, *supercoat*, dan lapisan *adhesive*. *Adhesive* terletak di antara emulsi film dan *base film* (Utami, Saputro & Felayani, 2018).

d. Kamar gelap

Kamar gelap (*dark room*) yang biasanya juga disebut dengan *processing area* adalah sebuah ruangan yang gelap, artinya tidak boleh ada cahaya tampak yang masuk ke ruangan tersebut, hanya sebuah



lampu pengaman (*safelight*) yang boleh ada di dalam kamar gelap. Di dalam kamar gelap ini dilakukan pengolahan film, hingga film bisa dilihat pada keadaan normal.

Untuk mencapai hasil yang optimal dalam melakukan pekerjaan di kamar gelap, harus didukung oleh sarana penunjang yang memadai. Oleh sebab itu sebuah kamar gelap memerlukan fasilitas-fasilitas diantaranya penerangan umum dan penerangan khusus, dimana penerangan umum menggunakan cahaya putih sebagai penerangannya dan penerangan khusus menggunakan lampu pengaman yang umumnya berwarna merah. Warna merah digunakan karena mempunyai gelombang yang paling panjang yang berarti memiliki daya tembus paling kecil, sehingga warna merah aman digunakan saat *processing* film (Rahman, 2009).

e. Film *processing*

Teknik pengolahan film dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu otomatis dan manual. Pengolahan film manual adalah proses pencucian atau pemrosesan film yang dilakukan langsung oleh operator (petugas), tidak menggunakan mesin. Semua tahap pada proses pengolahan film dikerjakan secara manual oleh manusia. Pengolahan terdiri dari beberapa tahap yaitu pembangkitan (*developer*), pembilasan (*rinsing*), penetapan (*fixing*), pencucian (*washing*), pengeringan (*drying*).

Terbentuknya gambar pada film radiografi diawali dengan tahap pembangkitan (*developer*), yaitu perubahan butiran-butiran perak

*halida* pada lapisan emulsi film setelah di radiasi dengan sinar-x menjadi logam perak. Perubahan butiran-butiran perak *halida* tersebut tampak sebagai warna hitam pada film, atau dikatakan terjadi perubahan gambar/bayangan laten menjadi bayangan tampak. Tingkat kehitaman film sesuai dengan intensitas sinar-x yang diterimanya, sedangkan yang tidak memperoleh penyinaran tetap bening.

Selanjutnya tahap pembilasan (*rinsing*) di mana cairan pembilas membersihkan film dari larutan pembangkit supaya tidak terbawa ke proses selanjutnya. Tahap penetapan (*fixing*) diperlukan untuk menetapkan dan membuat bayangan menjadi permanen dengan menghilangkan perak *halida* yang tidak terkena sinar-x. Tujuannya adalah untuk menghentikan aksi lanjutan yang dilakukan oleh cairan pembangkit yang terserap oleh emulsi film. Setelah proses penetapan akan terbentuk perak kompleks dan garam. Bahan-bahan tersebut dihilangkan dengan cara mencuci menggunakan air mengalir. Tahap terakhir adalah pengeringan film (Icky, dalam Zoucella & Rupiasih, 2017).

## 5. Densitometer

Densitometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur tingkat kehitaman suatu titik pada sebuah film radiografi. Densitometer sangat diperlukan untuk menghasilkan citra film radiografi yang berkualitas baik. Prinsip kerja alat ini adalah dengan menggunakan sensor cahaya yang

melakukan pengukuran tingkat kehitaman film dengan cara mengukur tingkat lumen dari suatu cahaya yang berhasil lolos dari film tersebut.

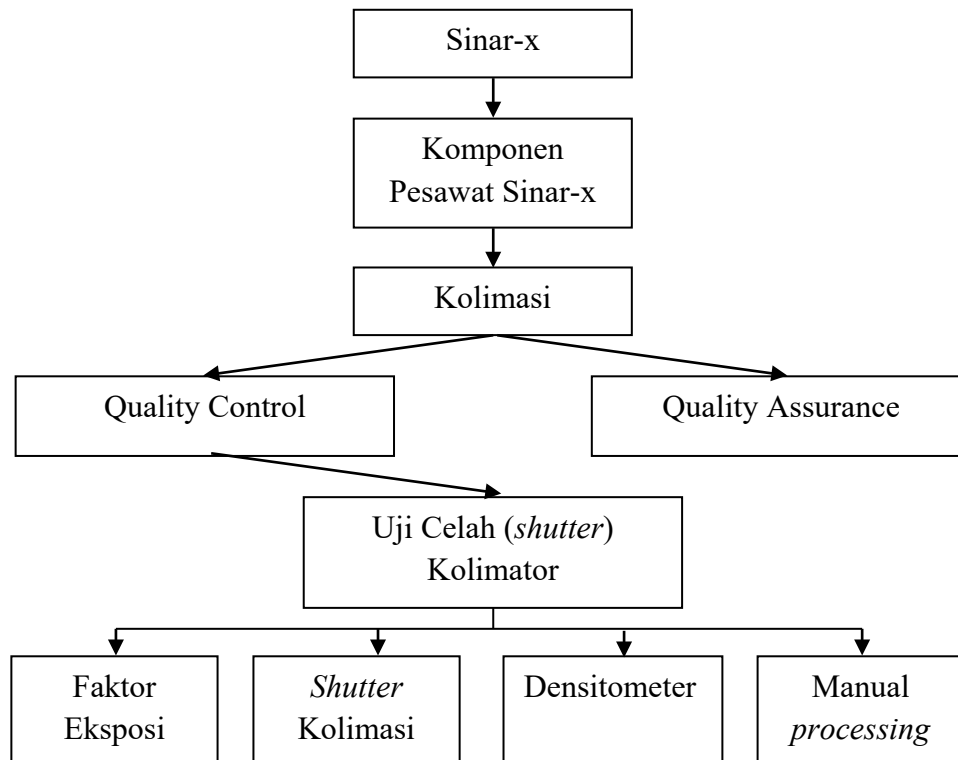
Semakin hitam suatu film maka akan semakin sedikit cahaya yang dapat lolos. Cahaya yang berhasil lolos akan ditangkap oleh sensor cahaya dan diubah kedalam bentuk tegangan. Nilai tegangan akan bervariasi sesuai dengan tingkat cahaya yang ditangkap. Selanjutnya Informasi dalam bentuk tegangan akan diproses menggunakan rangkaian tertentu dan mikro controller sehingga didapat densitas atau tingkat kehitaman dari film tersebut (Akhmad, 2018).

Adapun skematik alat yang terdapat pada densitometer menurut Balza Achmad, Viktorianus Hardianto & Agus Arif (2008) diantaranya :

- a. LED digunakan untuk menghasilkan intensitas cahaya yang dibutuhkan untuk mengukur densitas optis dari film radiografi.
- b. Fototransistor digunakan untuk mengukur intensitas cahaya setelah menembus film radiografi.
- c. Keluaran dari fototransistor yang berupa tegangan analog diubah oleh ADC (*Analog to Digital Converter*) menjadi besaran digital.
- d. Setelah diubah menjadi besaran digital, maka data tersebut diolah oleh mikrocontroller. Mikrocontroller juga digunakan sebagai pusat pengendalian alat.
- e. LCD digunakan sebagai *display*.
- f. Tombol input digunakan sebagai *interface* bagi operator untuk menjalankan dan mengendalikan alat.

## B. Kerangka Teori

Adapun kerangka teori penelitian ini dapat dilihat pada bagan di bawah ini:



Bagan 2.1. Kerangka Teori

## C. Penelitian Terkait

Terdapat dua penelitian terkait mengenai penelitian ini. Diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan oleh Gando Sari, Sriyatun & Gitaputri (2017) dengan judul "Uji efisiensi celah (*shutter*) kolimasi tabung sinar-x di laboratorium jur tro Poltekkes Jakarta II dan dua instalasi radiologi lahan PKL di Jakarta". Kesamaan terhadap penelitian ini yaitu sama-sama meneliti tentang uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator pesawat sinar-x. Sedangkan perbedaan terletak pada metode penelitian, pada penelitian di jurnal ini,

metode yang digunakan yaitu teknik *purposive* dengan menguji delapan unit peralatan dan pengolahan data yang disajikan deskriptif. Sedangkan penelitian ini dilakukan dengan metode kuantitatif desain eksperimen dengan menguji satu unit pesawat sinar-x diagnostik yang hasilnya disajikan dalam bentuk tabel.

2. Penelitian ini juga pernah dilakukan oleh Anggun Sukma Wijaya (2019) dengan mengangkat judul “Uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator pesawat sinar-x konvensional di instalasi radiologi RSUD Rokan Hulu”. Kesamaan terhadap penelitian ini yaitu meneliti tentang uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator pesawat sinar-x dan sama-sama menggunakan metode kuantitatif pada jenis pengujiannya. Namun, perbedaan dari kedua penelitian ini yaitu tujuan dari penelitian sebelumnya ini membahas kepada bocor atau tidaknya celah (*shutter*) kolimator pesawat konvensional di tempat pengambilan penelitian. Sedangkan penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana hasil pengukuran uji dan efisiensi dari celah (*shutter*) kolimator pada pesawat diagnostik tersebut.

#### **D. Hipotesis**

$H_0$ : Tidak terjadi kebocoran celah (*shutter*) kolimasi pesawat sinar-x.

$H_a$ : Terjadi kebocoran celah (*shutter*) kolimasi pesawat sinar-x.

## **BAB III METODE PENELITIAN**

### **A. Jenis dan Desain Penelitian**

Jenis Penelitian yang digunakan dalam penyusunan karya tulis ilmiah ini adalah penelitian kuantitatif dengan metode desain eksperimental langsung kelapangan. Penelitian kuantitatif adalah pendekatan penelitian yang menghubungkan atau membandingkan satu variabel dengan variabel lain, data yang dihasilkan bersifat numerik atau angka, memiliki hipotesis sebagai dugaan awal penelitian, instrumen pengumpulan data melalui tes dan non tes, analisis data menggunakan statistika, dan hasil penelitian atau kesimpulan dapat mewakili populasi (Ismail, 2018).

Salah satu jenis penelitian kuantitatif adalah penelitian percobaan yang sering kali disebut sebagai penelitian eksperimen. Pernyataan ini dinyatakan oleh Gay dalam Emzir (2012) yakni penelitian eksperimental merupakan metode yang dapat menguji secara benar hipotesis yang menyangkut hubungan kausal (sebab akibat). Creswell (2012) menjelaskan lebih lanjut tentang penelitian eksperimental yakni penelitian untuk membangun dan menjelaskan sebab akibat dari variabel dependen dan independen (Ismail, 2018).

### **B. Definisi Operasional**

Definisi operasional adalah definisi yang didasarkan atas sifat-sifat hal yang didefinisikan yang dapat diamati. Secara tidak langsung definisi

operasional tersebut akan merujuk pada alat pengambil data yang cocok digunakan atau mengacu pada bagaimana mengukur variabel. (Winarno, 2013).

Menurut Ibnu (dalam Winarno, 2013) variabel yang diidentifikasi perlu didefinisikan secara operasional, sebab setiap istilah (variabel) dapat diartikan secara berbeda-beda oleh orang yang berkaitan. Dalam penelitian ini terdapat dua variabel yaitu:

1. Variabel independen/bebas

Variabel independen adalah atribut atau karakteristik yang dapat memberikan pengaruh atau dampak dari variabel dependen. Di dalam penelitian, variabel ini disebut pula variabel X, bebas, faktor, *treatment*, prediktor, determinan, atau variabel anteseden (Ismail, 2018). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah celah (*shutter*) kolimator.

2. Variabel dependen/terikat

Variabel dependen adalah atribut atau karakteristik yang dipengaruhi oleh variabel independen. Variabel ini menjadi objek utama dalam penelitian. Variabel dependen disebut pula sebagai variabel Y, terikat, *outcome*, efek, kriteria, dan variabel konsekuensi (Ismail, 2018). Variabel terikat dalam penelitian ini adalah hasil gambaran radiograf.

Definisi operasional pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3.1. Definisi Operasional.

Variabel	Definisi Operasional	Hasil Ukur/Kategori
Celah ( <i>shutter</i> ) kolimator (X)	Celah ( <i>shutter</i> ) bertujuan untuk keamanan radiasi saat membuang muatan kapasitor atau saat pemanasan dengan eksposi.	1. Baik : densitas tidak melebihi <i>basic fog</i>
	Celah ( <i>shutter</i> ) dikatakan efisien apabila pada film tidak ada efek kehitaman	2. Tidak Baik : densitas melebihi <i>basic fog</i>
	(Kemenkes,2009).	

### C. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Umum Daerah Arifin Achmad Provinsi Riau, pada bulan Juli 2020.

### D. Alat Pengumpulan Data

#### 1. Instrumen penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan peneliti dalam pengambilan data adalah sebagai berikut:



a. Pesawat sinar-x



Gambar 3.1. pesawat sinar-x

Pesawat sinar-x dengan spesifikasi sebagai berikut:

- 1) Merk : *Shimadzu / Ra Speed MC*
- 2) Serial number : 1443
- 3) *Max voltage* : 150 kV
- 4) *Made in* : *Japan*



Gambar 3.2. kolimator pesawat sinar-x

b. Kaset

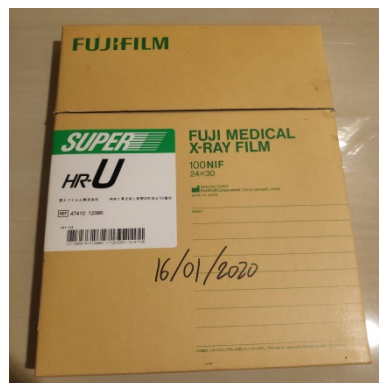


Gambar 3.3. Kaset radiografi

Kaset yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Merk : *Centuria*
- 2) Ukuran : 24 cm x 30 cm

c. Film

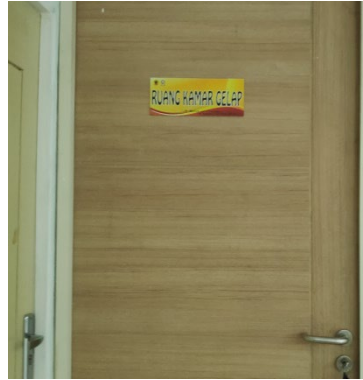


Gambar 3.4. Film radiografi

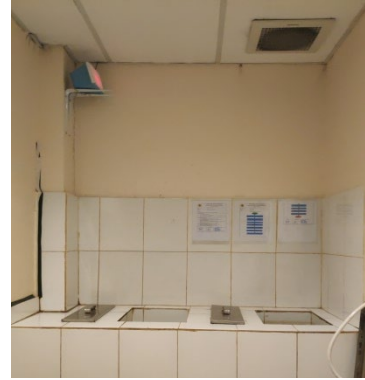
Film yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Merk : *Fuji film*
- 2) Ukuran : 24 cm x 30 cm

d. Kamar Gelap/*Processing* Film



(a)



(b)

Gambar 3.5. (a). kamar gelap (b). *processing* film

e. Densitometer



Gambar 3.6. Densitometer

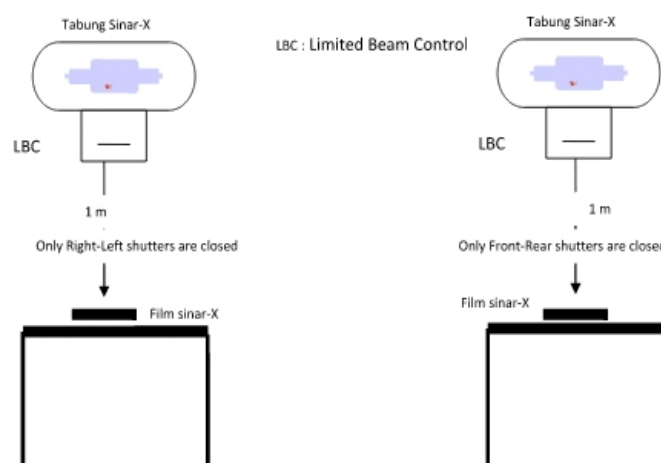
## 2. Prosedur Penelitian

Adapun prosedur penelitian ini sesuai dengan MENKES RI No. 1250

Tahun 2009 adalah sebagai berikut:

- a. Meletakkan kaset ukuran 24 x 30 cm diatas meja pemeriksaan pada jarak 1 meter dari fokus tabung sinar-x.

- b. Mengatur posisi kaset memanjang sejajar meja pemeriksaan dan posisikan tabung sinar-x tegak lurus di atasnya, sehingga *central ray* tegak lurus ke kaset. Hidupkan lampu kolimator.
- c. Melakukan eksposi pertama dengan luas lapangan penyinaran sisi *shutter* X kolimator dalam keadaan tertutup rapat dan pengaturan sisi *shutter* Y kolimator keadaan terbuka penuh.
- d. Menggunakan prosedur yang sama sebagaimana penjelasan diatas, lakukan eksposi kedua tetapi pengaturan sisi *shutter* X kolimator yang sebelumnya tertutup sebaliknya dibuka lebar, sisi *shutter* Y kolimator yang sebelumnya terbuka penuh akan ditutup rapat.
- e. Menggunakan faktor eksposi 80 kVp dan 40 mAs.
- f. Memproses film di kamar gelap dan lakukan pengukuran densitas film menggunakan densitometer. Apabila celah (*shutter*) berfungsi dengan efisien maka tidak ada penambahan densitas film.



Gambar 3.7. Cara pengujian celah (*Shutter*) kolimator (sumber: MENKES RI No. 1250 Tahun 2009)

Sedangkan prosedur untuk mendapatkan nilai *density base fog* adalah sebagai berikut :

- a. Film radiografi yang belum terpapar oleh intensitas sinar-x diproses di kamar gelap.
- b. Film radiografi diproses dengan tahap pembuatan radiografi manual.
- c. Film radiografi diukur menggunakan alat densitometer.

### 3. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara melakukan pengujian langsung di Instalasi Radiologi RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau. Setelah pengujian, dilakukan *processing* secara manual dan hasil uji diukur menggunakan densitometer.

### 4. Pengolahan Data

Alur pengolahan data uji celah (*shutter*) kolimator diantaranya adalah sebagai berikut:

- a. Sebelum melakukan uji celah (*shutter*) kolimator, dilakukan uji *density base fog* terhadap film yang akan digunakan untuk mengetahui densitas bawaan pada film.
- b. Uji celah (*shutter*) kolimator yang dihasilkan atas dua kali eksposi, kemudian film diproses di kamar gelap. Berikut tahap proses pembuatan radiografi manual.

Tabel 3.2. Tahap radiografi manual (Meredith dan Massey, 1997)

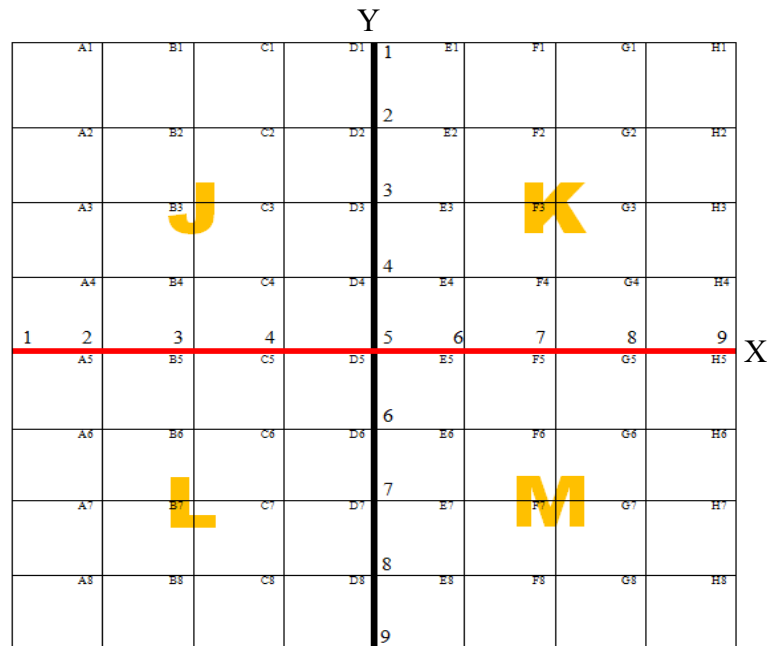
No.	Proses	Durasi	Proses yang terjadi
1.	<i>Developing</i>	3-10 menit	Pengubahan citra laten menjadi perak.

---

2.	<i>Rinsing</i>	1 menit	Menghentikan pembangkitan dan menghilangkan kelebihan pembangkit.
3.	<i>Fixing</i>	10-30 menit	Melarutkan sisa AgBr dan pengerasan gelatin.
4.	<i>Washing</i>	30 menit	Menghilangkan hasil pembangkit dan penetapan.
5.	<i>Drying</i>	30 menit	Pengeringan Menghilangkan air.

---

- c. Dilakukan pengukuran densitas film menggunakan densitometer.
- d. Pengukuran data dibagi kedalam empat bagian yaitu J, K, L, dan M.
- e. Pengukuran dilakukan sepanjang garis vertikal (Y) dan sepanjang garis transversal (X) tepatnya pada bagian tengah garis yang ditandai dengan angka satu sampai dengan sembilan di film bertujuan untuk menentukan berapa besar radiasi yang lolos sampai ke film pada saat *shutter X* dan *shutter Y* ditutup rapat.
- f. Dilakukan pengukuran film di seluruh daerah pembagian masing-masing dengan cara mengurangi hasil densitas dengan *basic fog* dari film.



Gambar 3.8. Pembagian daerah pengukuran

Keterangan Gambar:

- (Angka) : Titik ukur                      (K) : Daerah K  
 ─── : Garis vertical                      (L) : Daerah L  
 ─── : Garis Transversal                (M) : Daerah M  
 (J) : Daerah J

## 5. Analisis Data

Celah (*shutter*) kolimator dikatakan berfungsi secara efisien apabila film hasil dari pengujian tidak menunjukkan kehitaman setelah diukur menggunakan densitometer. Namun densitas pada film diukur setelah mengetahui *density base fog* yang terdapat pada bawaan jenis film yang digunakan saat uji. Dengan demikian, pesawat sinar-x tersebut dapat dikatakan layak atau sesuai dengan standar dari MENKES No. 1250 Tahun 2009.

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini adalah uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator pada pesawat sinar-x diagnostik di instalasi radiologi RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengujian secara langsung berdasarkan keputusan MENKES RI No. 1250 Tahun 2009 tentang pedoman kendali mutu (*quality control*) peralatan radiodiagnostik. Prosedur penelitian yang telah dilakukan dan hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut:

#### 1. Melakukan pengisian film

Ukuran film dan kaset yang digunakan pada penelitian ini yaitu 24 cm x 30 cm dengan merk kaset *centuria* dan merk film yaitu *fuji film*. Pengisian film dilakukan di kamar gelap.



Gambar 4.1. Pengisian film radiografi



## 2. Pengeksposan film

Kaset diletakkan diatas meja pemeriksaan dengan jarak 1 meter dengan tabung sinar-x. Melakukan dua kali pengeksposan dengan satu film yang sama. Eksposi pertama dengan luas lapangan penyinaran sisi *shutter* X kolimator dalam keadaan tertutup rapat dan pengaturan sisi *shutter* Y kolimator keadaan terbuka penuh, dan eksposi kedua dilakukan bergantian, dengan sisi *shutter* X terbuka penuh dan sisi *shutter* Y tertutup rapat. Kedua eksposi menggunakan faktor eksposi yang sama yaitu 80 kVp dan 40 mAs.



Gambar 4.2. Melakukan eksposi terhadap kaset



Gambar 4.3. Faktor eksposi saat pengujian

### 3. Melakukan *processing* film

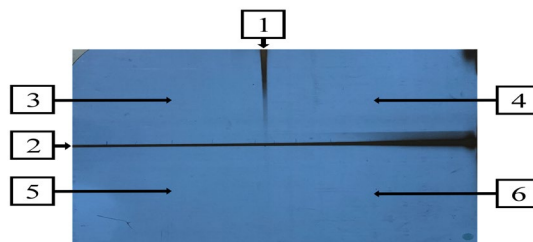
Film diproses langsung di kamar gelap setelah *exposure* dengan menggunakan manual *processing*. Melakukan *processing* film sesuai dengan tahap manual processing, yaitu mulai dari *developing*, *rinsing*, *fixing* hingga *drying*. Baik film uji maupun film *unexposure* untuk *density base fog* keduanya menggunakan tahap yang sama.



Gambar 4.4. *processing* film di kamar gelap

### 4. Pengukuran dan hasil

Celah (*shutter*) kolimator pesawat sinar-x mengalami kebocoran radiasi dibuktikan dengan terdapatnya penghitaman atau meningkatnya densitas pada film radiograf yang melewati batas *density base fog* pada film yang diukur dengan menggunakan *densitometer*.



Gambar 4.5. Gambaran hasil pengujian

Keterangan Gambar:

- |   |                         |   |            |
|---|-------------------------|---|------------|
| 1 | : Sisi longitudinal (Y) | 4 | : Daerah K |
| 2 | : Sisi transversal (X)  | 5 | : Daerah L |
| 3 | : Daerah J              | 6 | : Daerah M |

Berikut adalah tabel hasil pengukuran nilai densitas sepanjang garis transversal (X) dan sepanjang garis longitudinal (Y):

Tabel 4.1 Data Nilai Densitas Film Pada Garis Transversal Dan Garis Longitudinal

No	Garis Transversal (X)	Garis Longitudinal (Y)
1	1.19	2.41
2	1.00	1.28
3	1.14	0.45
4	1.24	0.27
5	1.27	0.16
6	1.68	0.16
7	2.04	0.14
8	2.57	0.13
9	2.67	0.12
<b>Rata-rata</b>	<b>1.27</b>	<b>0.51</b>

Berdasarkan tabel 4.1 densitas film pada titik di sepanjang garis transversal (X) dan sepanjang garis longitudinal (Y) yaitu, didapatkan rata-rata nilai densitasnya adalah 1.27 OD (*optical density*) pada garis transversal (X) dan 0.51 OD pada garis longitudinal (Y). Sedangkan didapatkan *density base fog* pada film bawaan yang digunakan saat uji yaitu 0.20 OD.

Kemudian daerah pengukuran pada daerah J, K, L, dan M dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.2 Data Nilai Densitas pada Daerah J, K, L, dan M

No.	A	B	C	D	E	F	G	H
1	0.20	0.12	0.14	0.13	0.13	0.12	0.12	0.10
2	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.14	0.12
3	0.15	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.11	0.11
4	0.14	0.14	0.14	0.12	0.11	0.10	0.12	0.14
5	0.15	0.13	0.13	0.12	0.15	0.11	0.11	0.12
6	0.16	0.14	0.18	0.15	0.12	0.15	0.11	0.13
7	0.17	0.15	0.16	0.15	0.13	0.13	0.13	0.13
8	0.19	0.16	0.11	0.18	0.11	0.12	0.11	0.13

A1	B1	C1	D1	E1	F1	G1	H1
0,20	0,12	0,14	0,13	0,13	0,12	0,12	0,13
A2	B2	C2	D2	E2	F2	G2	H2
0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,14	0,12
A3	B3	C3	D3	E3	F3	G3	H3
0,15	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11
A4	B4	C4	D4	E4	F4	G4	H4
0,14	0,14	0,14	0,12	0,11	0,10	0,12	0,14
A5	B5	C5	D5	E5	F5	G5	H5
0,15	0,13	0,13	0,12	0,15	0,11	0,11	0,12
A6	B6	C6	D6	E6	F6	G6	H6
0,16	0,14	0,18	0,15	0,12	0,15	0,11	0,13
A7	B7	C7	D7	E7	F7	G7	H7
0,17	0,15	0,16	0,15	0,13	0,13	0,13	0,13
A8	B8	C8	D8	E8	F8	G8	H8
0,19	0,16	0,11	0,18	0,11	0,12	0,11	0,13

Gambar 4.6. Data nilai densitas hasil pengujian

Berdasarkan tabel 4.2 di atas pada setiap daerah memiliki densitas dengan rata-rata yaitu antara 0.11 OD hingga 0.20 OD. Kemudian pada bagian titik ukur A1 di daerah J didapatkan densitas yang paling tinggi yaitu 0.20 OD, sedangkan bagian titik ukur paling rendah terletak pada bagian titik ukur H1 daerah K dengan nilai 0.10 OD. Berdasarkan tabel

4.2 untuk pembagian daerah J, K, L dan M tidak ada penghitaman atau peningkatan densitas yang melebihi dari *density base fog* film.

Celah (*shutter*) kolimator pesawat sinar-x tersebut dikatakan mengalami kebocoran radiasi apabila terdapat penghitaman atau meningkatnya densitas pada film radiograf yang diukur dengan menggunakan densitometer. Densitas pada film diukur setelah mengetahui *density base fog* yang terdapat pada bawaan jenis film yang digunakan saat uji. Apabila hasil penelitian menunjukkan kehitaman yang melewati batas dari *density base fog* film, maka celah (*shutter*) dinyatakan mengalami kebocoran dan dinilai tidak berfungsi secara efisien.

Kemudian untuk uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator pada pesawat sinar-x diagnostik di instalasi radiologi RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau yang telah dilakukan oleh peneliti, didapatkan film menunjukkan kehitaman yang setelah diukur oleh densitometer, densitas film pada titik di sepanjang garis transversal (X) dan garis longitudinal (Y) yang diperlihatkan pada tabel 4.1 melebihi batas dari nilai *density base fog* film yang digunakan. Maka dapat disimpulkan bahwa celah (*shutter*) kolimator mengalami kebocoran tidak merata pada kedua sisi tersebut.

## **B. Pembahasan**

Kolimator merupakan alat pembatas radiasi yang umumnya digunakan pada radiografi, yang terdiri dari dari dua set penutup (*shutter*) timbal atau lempengan yang saling berhadapan dan bergerak dengan arah berlawanan

secara berpasangan. Dua penutup jendela (*shutter*) kolimator yaitu S1 dan S2 terbuat dari Pb dan dapat digerakkan atau diatur secara bersama-sama, dengan *shutter* itu luas daerah penyinaran sinar-x yang keluar dapat diatur sesuai dengan objek dan kriteria yang diinginkan (Dabukke, 2018).

Uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator merupakan salah satu penyelenggaraan kegiatan kendali mutu (*quality control*) untuk pesawat sinar-x diagnostik yang telah ditetapkan oleh Keputusan Menteri Kesehatan RI. Sesuai dengan Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 1250 tahun 2009 tentang uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator, tujuan dari uji efisiensi celah (*shutter*) antara lain *shutter* yang tertutup penuh harus mampu mencegah radiasi yang mengenai film.

Pengujian ini dilakukan menggunakan film dengan merk *fuji film* dan hasilnya diukur menggunakan alat densitometer. Peneliti membagi hasil ukur pengujian dengan dua sisi yaitu sisi transversal (X) dan sisi longitudinal (Y) tepatnya pada bagian tengah garis yang ditandai dengan angka satu sampai dengan sembilan di film bertujuan untuk menentukan berapa besar radiasi yang lolos sampai ke film pada saat *shutter* X dan *shutter* Y ditutup rapat. Sedangkan untuk mengukur *density base fog*, diuji menggunakan film *unexpose* dengan merk sama yang telah di *processing* secara manual sebelumnya.

Peneliti juga membagi daerah pada film hasil pengujian menjadi empat daerah yaitu J, K, L, dan M. Selanjutnya peneliti membagi kembali menjadi beberapa titik di dalam ke empat daerah tersebut, baik pada bidang

transversal maupun longitudinal. Bertujuan untuk memudahkan saat pengukuran jika ditemukan penghitaman yang tidak merata namun tidak berada di sepanjang sisi transversal (X) dan sisi longitudinal (Y).

Pada hasil radiograf uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator pesawat sinar-x diagnostik, film mengalami penghitaman di sepanjang garis transversal (X) dengan nilai rata-rata densitas 1.27 OD dan sebagian garis longitudinal (Y) dengan nilai rata-rata densitas 0.57 OD. Sedangkan *density base fog* dari film bawaan diketahui 0.20 OD. Maka dapat disimpulkan bahwa celah (*shutter*) kolimator mengalami kebocoran tidak merata pada kedua sisi tersebut sehingga *shutter* dapat dinyatakan tidak efisien.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut maka peneliti menerima dugaan dari  $H_a$  bahwa terdapat kebocoran celah (*shutter*) kolimator pesawat sinar-x diagnostik yang dibuktikan dengan adanya penghitaman pada film radiografi. Sesuai ketentuan MENKES RI No. 1250 Tahun 2009 bahwasannya penilaian celah (*shutter*) dinyatakan berfungsi dengan efisien apabila tidak ada efek kebocoran radiasi atau penghitaman.

Tidak efisiennya celah (*shutter*) kolimator pesawat sinar-x dapat mempengaruhi hasil gambaran radiograf untuk penegakan diagnosa. Selain itu, menyebabkan kerugian baik itu paparan radiasi yang lebih besar sehingga meningkatkan dosis terhadap pasien maupun radiasi hambur yang diterima oleh petugas.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator pada pesawat sinar-x diagnostik di instalasi radiologi RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil penelitian uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator pada pesawat sinar-x diagnostik di Instalasi Radiologi RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau yaitu film mengalami penghitaman di sepanjang garis transversal (X) dan sebagian garis longitudinal (Y) dengan nilai melebihi dari *density base fog* dari film bawaan. Sehingga celah (*shutter*) dapat dinyatakan mengalami kebocoran.
2. Dari hasil uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator pada pesawat sinar-x diagnostik di Instalasi Radiologi RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau belum bisa dikatakan efisien dikarenakan terdapat kebocoran pada celah (*shutter*) yang dibuktikan dengan adanya penghitaman pada film radiografi. Sesuai ketentuan MENKES RI No. 1250 Tahun 2009 bahwasannya penilaian celah (*shutter*) dinyatakan berfungsi dengan efisien apabila tidak ada efek kebocoran radiasi atau penghitaman.



## **B. Saran**

1. Dari penelitian uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator pada pesawat sinar-x diagnostik di Instalasi Radiologi RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau, berdasarkan hasil penelitian yang menunjukkan adanya kebocoran pada celah (*shutter*) kolimator pesawat sinar-x, maka untuk meningkatkan pelayanan, menegakkan hasil diagnosa yang tegas, mengurangi dosis radiasi yang diterima pasien dan radiasi hambur yang diterima petugas, sebaiknya dilakukan pengecekan kembali terhadap celah (*shutter*) kolimator pesawat sinar-x diagnostik di instalasi tersebut.
2. Dari hasil observasi yang dilakukan peneliti mengenai adanya kebocoran pada celah (*shutter*) kolimator pesawat sinar-x, maka sebaiknya dilakukan uji efisiensi lebih lanjut oleh lembaga atau badan yang berwenang untuk lebih meningkatkan jaminan mutu atau kendali mutu sesuai dengan yang telah ditetapkan MENKES RI No. 1250 Tahun 2009.
3. Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut terkait kendali mutu radiologi dalam permasalahan lain untuk memastikan kendali mutu tetap dalam keadaan baik.
4. Disarankan untuk meninjau kembali atau melakukan pengujian terhadap kaset film radiografi dikarenakan terlihat peningkatan densitas pada bagian pinggir film radiografi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, Balza, Viktorinus Hardiyanto & Agus Arif. (2008). *Densitometer film radiografi portabel berbasis mikrokontroller, vol. dua, nomor dua*. Yogyakarta: Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada. Media elektrik
- Andre Afani, Zoucella & Ni Nyoman Rupiasih. (2017). *Pengolahan film radiografi secara otomatis menggunakan automatic x-ray film processor model jp-33*. Bali: Universitas Udayana. Buletin Fisika Volume 18
- Bushong, Steward C. (2013). *Radiologic Science for Technologist, Tenth Edition*. Missouri: Mosby, Inc
- Dabukke, H. (2018). "Pengujian Iluminasi, Kolimasi, Ketegaklurusan dan Kualitas Berkas Pesawat Sinar-x Radiografi Umum dengan Radiografi Mobile". Tesis: Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara
- Dianasari, Tri, dan Herry Koesyanto. (2017). *Penerapan Manajemen Keselamatan Radiasi di Instalasi Radiologi Rumah Sakit*. Semarang: Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Semarang, Indonesia. Unnes Journal of Public Health
- Fauber, Terri L. 2013. *Radiographic Imaging & Exposure*. Elsevier Health Sciences
- Gusti Agung Putra, I. (2014). *Uji kesesuaian lampu kolimasi dengan berkas radiasi menggunakan alat quality control*. Bali: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana.
- Indrati, Rini, et al 2017. *Proteksi Radiasi Bidang Radiodiagnostik dan Intervensional*. Magelang: Inti Medika Pustaka
- Ismail, Fajri. 2018. *Statistika untuk penelitian pendidikan dan ilmu-ilmu sosial*. Jakarta: Prenadamedia Group
- Jayasinghe, Weerakon B & Perera R. (2015). *Evaluation of development time effect on x ray film density*. Sri Lanka: University of Paradeniya, International Journal of Modern And Alternative Medicine Research.
- Jamaluddin, Akhmad. (2018). *Rancang bangun densitometer dan viewer untuk pengujian film radiografi*. Yogyakarta: Sekolah Tinggi BATAN.

- Meredith, W.J & J.B. Massey. 1997. *Fundamental Physics of Radiology* (3rd ed.). Manchester: The StoneBridge.
- Keputusan MENKES RI No. 1250 Tahun 2009. *Pedoman Kendali Mutu (Quality Control) Peralatan Radiodiagnostik*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 12. Jakarta
- Keputusan MENKES RI No. 1087 Tahun 2010. *Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Rumah Sakit*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2010. Jakarta
- Lestari, Sri. 2019. *Teknik Radiografi Medis*. Magelang: Inti Medika Pustaka
- Perka BAPETEN Nomor 8 Tahun 2011. *keselamatan radiasi dalam penggunaan pesawat sinar-x radiologi diagnostik dan intervensional*. Jakarta. Jdih Bapeten.go.id
- Sari, Gando, Sriyatun & Gitaputri. (2017). *Uji Efisiensi Celah (Shutter) Kolimasi TABUNG Sinar-X di Laboratorium Jur Tro Poltekkes Jakarta II dan Dua Instalasi Radiologi Lahan PKL di Jakarta*. Jurnal: *teknologi dan seni kesehatan*. Vol. 6, No 1 pp 16-20, 2017. Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Politeknik Kemenkes Jakarta II
- Sianturi, Herty Afriana. (2017). "Pengukuran dan Analisis Dosis Radiasi Keluaran pada Pesawat Sinar-x yang Berusia Lebih dari 10 Tahun pada Rumah Sakit di Kota Medan". Jurnal: *J. Aceh Phy. Soc.* Vol. 7, No 1 pp. 1-5, 2018. Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatra Utara
- Rahman, Nova. (2009). *Radiofotografi*. Padang: Universitas Baiturrahmah.
- Rasad, S. (2016). *Radiologi Diagnostik*. Jakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
- Utami, Asih Puji, Sudibyo Dwi Saputro & Fadli Felayani. 2018. *Radiologi Dasar I*. Magelang: Inti Medika Pustaka
- Vignesswary, Koteswaran & Priyanka. (2016). *Effect of chemical developer depletion on insight and ektaspeed plus films a sensitometri comparison*. India: International journal of current research.
- Wahdayuni. (2017). *Analisis Kualitas Gambar Radiografi dengan Merek Film yang Berbeda*. Makassar: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (uin) Alauddin.

Winarno, M.E. 2013. *Metodologi Penelitian dalam Pendidikan Jasmani*. Malang:  
UM Press



PEMERINTAH PROVINSI RIAU  
**RSUD ARIFIN ACHMAD**

Jl. Diponegoro No. 2 Telp. (0761) - 23418, 21618, 21657, Fax (0761) - 20253  
Pekanbaru



Nomor : 072 / DIKLIT – RSUD / 082  
Sifat : Biasa  
Lampiran : -  
Hal : Izin Pengambilan Data

Pekanbaru, 30 April 2020  
Kepada  
Yth. Kepala Instalasi Radiologi  
di-

Pekanbaru

Menindaklanjuti surat dari Ketua Prodi DIII Teknik Radiologi Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Awal Bros Pekanbaru, Nomor: 069/C.1a/STIKES-ABP/D3/04.2020 tanggal 22 April 2020, perihal izin Pengambilan Data untuk keperluan penyusunan skripsi yaitu :

Nama : Silvi Widya Pangesti  
NIM : 17002012  
Program Studi : DIII. Teknik Radiologi  
Judul : *Uji Efisiensi Celah (Shutter) Kolimator Pesawat Sinar-X Diagnostik di Instalasi Radiologi RSUD Arifin Achmad Pekanbaru.*

Dengan ini pihak RSUD Arifin Achmad dapat memberi izin pengambilan data dimaksud dengan ketentuan sbb :

1. Kepada yang bersangkutan tidak melakukan kegiatan yang menyimpang dari ketentuan yang telah ditetapkan.
2. Pengambilan data tidak melakukan tindakan teknis/medis secara langsung kepada responden (pasien).
3. Pengambilan data berlaku selama 1 (satu) bulan terhitung dari tanggal penerbitan surat ini.
4. Pengambilan data ini tidak dibenarkan untuk memfoto, fotocopy dan menscanner.
5. Pengambilan data hanya berlaku untuk data sekunder pasien

Dapat disampaikan bahwa untuk efektif dan efisien kegiatan tersebut, diharapkan kepada Saudara dapat membantu memberikan data / informasi yang diperlukan.

Demikian disampaikan untuk dilaksanakan sebagaimana mestinya.

DIREKTUR RSUD ARIFIN ACHMAD  
PEMERINTAH PROVINSI RIAU,  
RSUD ARIFIN ACHMAD  
PEKANBARU  
dr. H. NUZELLY HUSNEDI, MARS  
Pemimpin Utama Muda



**UNIT ETIK PENELITIAN KEDOKTERAN DAN KESEHATAN  
ETICAL REVIEW BOARD FOR MEDICINE & HEALTH RESEARCH  
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS RIAU**

Jl. Diponegoro No. 1 Pekanbaru, Riau, Indonesia Kode Pos 28133

Telpon : +62(0761) 839264, Email: [kajietik@gmail.com](mailto:kajietik@gmail.com)

NOMOR KEPK : 1471032P

**KETERANGAN LOLOS KAJI ETIK**  
***ETHICAL CLEARANCE***

No : B / 060 /UN19.5.1.1.8/UEPKK/2020

Protokol penelitian yang diusulkan oleh :

*The research protocol proposed by*

Peneliti utama : Silvi Widya Pangesti  
*Principal Investigator*

Pembimbing : 1. Yoki Rahmat, M.Si  
*Advisor* 2. Marido Bisra, S.Tr.Rad

Nama Institusi : Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan (STIKES) Awal Bros Pekanbaru  
*Name of the Institution*

Dengan Judul : UJI EFISIENSI CELAH (SHUTTER) KOLIMATOR PESAWAT  
*Title* SINAR-X DIAGNOSTIK DI INSTALASI RADIOLOGI RSUD  
ARIFIN ACHMAD PROVINSI RIAU

Dinyatakan layak etik sesuai 7 (tujuh) Standar WHO 2011, yaitu 1) Nilai Sosial, 2) Nilai Ilmiah, 3) Pemerataan Beban dan Manfaat, 4) Risiko, 5) Bujukan/Eksploitasi, 6) Kerahasiaan dan Privacy, dan 7) Persetujuan Setelah Penjelasan, yang merujuk pada Pedoman CIOMS 2016. Hal ini seperti yang ditunjukkan oleh terpenuhinya indikator setiap standar.

*Declared to be ethically appropriate in accordance to 7 (seven) WHO 2011 Standards, 1) Social Values, 2) Scientific Values, 3) Equitable Assessment and Benefits, 4) Risks, 5) Persuasion/Exploitation, 6) Confidentiality and Privacy, and 7) Informed Consent, referring to the 2016 CIOMS Guideline. This is as indicated by the fulfillment of the indicators of each standard.*

Keterangan Lolos Kaji Etik ini berlaku selama kurun waktu tanggal 3 Juli 2020 sampai dengan tanggal 3 Juli 2021 dan dapat diperbaharui dengan pemberitahuan maksimal 30 hari sebelum masa berlaku habis.

*This Ethical Clearance is Applicable from July 3, 2020 until July 3, 2021 and renewal must be submitted at least 30 days prior to expired date.*





PEMERINTAH PROVINSI RIAU  
**RSUD ARIFIN ACHMAD**

Jl. Diponegoro No. 2 Telp. (0761) - 23418, 21618, 21657, Fax (0761) - 20253  
Pekanbaru



Nomor : 071 / DIKLIT – RSUD / 120  
Sifat : Biasa  
Lampiran : -  
Hal : Izin Penelitian

Pekanbaru, 12 Oktober 2020  
Kepada  
Yth. Kepala Instalasi Radiologi  
di -  
Pekanbaru

Menindaklanjuti surat dari Ketua Program Studi DIII Teknik Radiologi Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Awal Bros Pekanbaru, Nomor : 111/C.1a/STIKes-ABP/D3/06.2020, tanggal 12 Juni 2020 perihal izin penelitian untuk keperluan penyusunan Karya Tulis Ilmiah yaitu:

Nama : Silvi Widya Pangesti  
NIM : 17002012  
Program Studi : DIII. Teknik Radiologi  
Judul : *Uji Efisiensi Celah (Shutteer) Kalimator pesawat Sinar-X Diagnostik di Instalasi Radiologi RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau.*

Dengan ini pihak RSUD Arifin Achmad dapat memberi Izin Penelitian dimaksud dengan ketentuan sbb:

1. Kepada yang bersangkutan tidak melakukan kegiatan yang menyimpang dari ketentuan yang telah ditetapkan.
2. Penelitian tidak melakukan tindakan teknis/medis secara langsung kepada responden (pasien).
3. Penelitian berlaku selama 3 (tiga) bulan terhitung dari tanggal penerbitan surat ini.

Dapat disampaikan bahwa untuk efektif dan efisien kegiatan tersebut, diharap kepada Saudara dapat membantu memberikan data / informasi yang diperlukan.

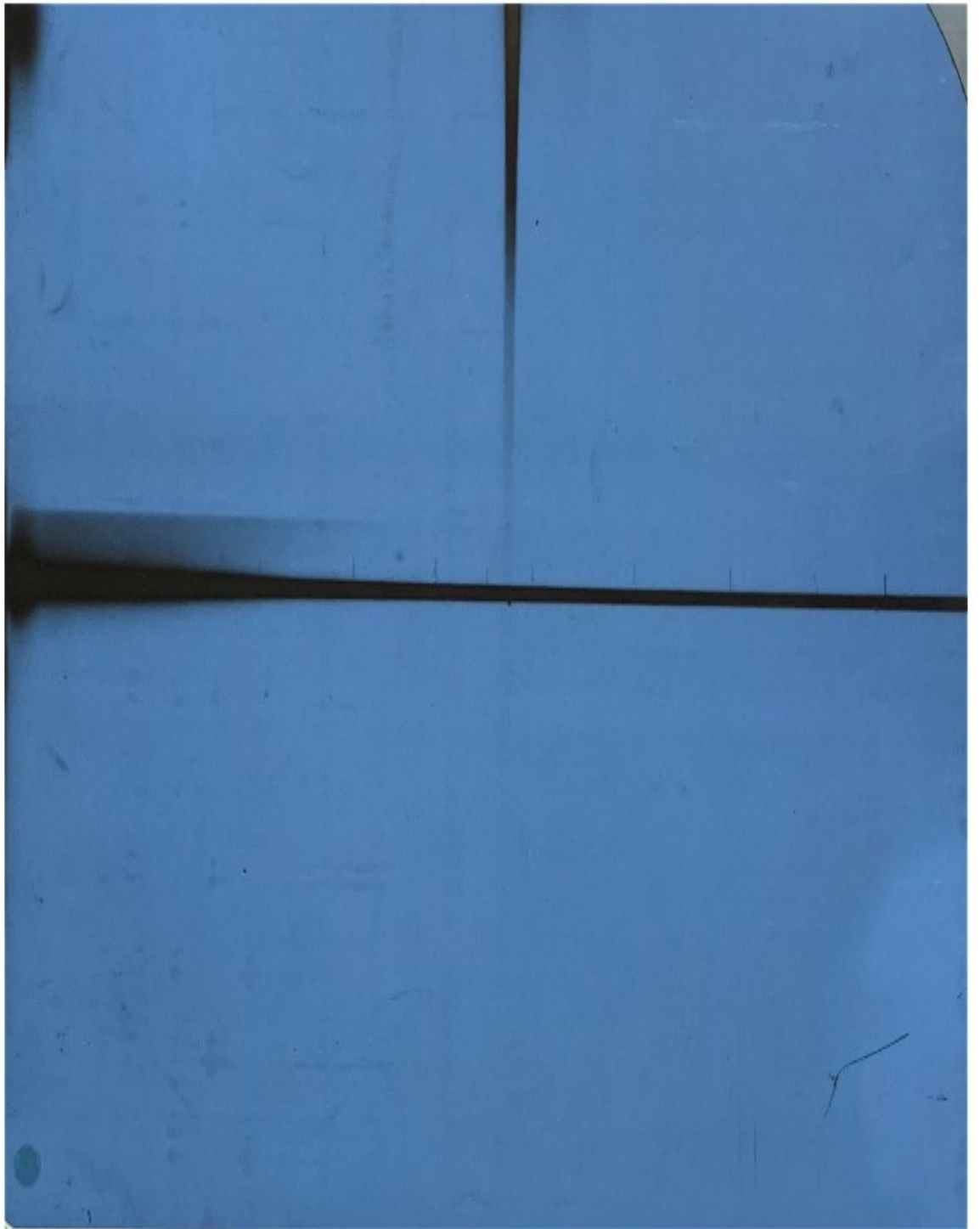
Demikian disampaikan untuk dilaksanakan sebagaimana mestinya.

**DIREKTUR RSUD ARIFIN ACHMAD  
PROVINSI RIAU,**

*dr. H. NUZELLY HUSNEDI, MARS*  
Pembina Utama Muda  
NIP: 19640202 198912 1 002

**Tembusan Kepada Yth :**

1. Wakil Direktur Keuangan
2. Wakil Direktur Medik dan Keperawatan
3. Arsip







Y

A1	B1	C1	D1	1	E1	F1	G1	H1
				2				
A2	B2	C2	D2		E2	F2	G2	H2
				3				
A3	B3	C3	D3	3	E3	F3	G3	H3
				4				
A4	B4	C4	D4		E4	F4	G4	H4
1	2	3	4	5	6	7	8	9
A5	B5	C5	D5		E5	F5	G5	H5
				6				
A6	B6	C6	D6		E6	F6	G6	H6
				7				
A7	B7	C7	D7	7	E7	F7	G7	H7
				8				
A8	B8	C8	D8		E8	F8	G8	H8
				9				

J

K

L

M

X

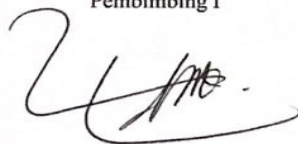
### LEMBAR KONSUL PEMBIMBING I

Nama : Silvi Widya Pangesti  
NIM : 17002012  
Judul KTI : Uji Efisiensi celah (shutter) kolimator Perawat sinar-X  
diagnostik di Instalasi Radiologi RSUD Anik Achmad prov. Riau  
Nama Pembimbing I : Yeki Rahmat, M. Si

NO.	HARI/ TANGGAL	KETERANGAN	TTD
1	Selasa, 03 Maret 2020	Konultasi Judul, Prosedur Penelitian, Penulisan	f
2	Sabtu, 07 Maret 2020	Bimbingan bab 1 membahas metode Penelitian	f
3	Kamis, 12 Maret 2020	Dasar teori Penelitian Penulisan	f
4	Senin, 06 April 2020	Bimbingan Bab 1, II, III	f
5	Pabu, 08 April 2020	Bimbingan Bab 1, II, III	f
6	Jumat, 17 April 2020	Bimbingan Bab 1, II, III	f
7	Senin, 20 April 2020	Bimbingan Bab 1, II, III	f
8	Selasa, 21 April 2020	PROPOSAL ACC	f
9	Sabtu, 9 Mei 2020	PASCA SEMPRO - Konsul mengenai revisi -	f










10	Kamis 14 Mei 2020	Pasca Sempu ACC Proposal	f
11	Senin 27 Juli 2020	Bimbingan Bab IV-V - Tata bahasa - konsultasi - Penulisan msth Penelitian	f
12	Selasa 28 Juli 2020	Bimbingan Bab IV-V - Penambahan gambar - Penulisan - Saran	f
13	Rabu 29 Juli 2020	Bimbingan Bab IV-V - alur penelitian - edit gambar	f
14	Kamis 30 Juli 2020	Bimbingan Bab IV-V - Pembahasan - saran	f
15	Kamis 30 Juli 2020	ACC	f
16			f

Pembimbing I

  
Yoki Rahmat, M.Pd.

### LEMBAR KONSUL PEMBIMBING II

Nama : SILVI WIDYA PANGESTI  
 NIM : 17002012  
 Judul KTI : WU EFISIENSI CELAH (SHUTTER) KOLIMATOR PESAWAT  
 JIWAR-X DIAGNOSTIK DI INSTALASI RADIOLOGI RSUD ARIFIN  
 ACHMAD PROV. RIAU  
 Nama Pembimbing II : MARIYO BISRA, S.Tr.Rad

NO.	HARI/ TANGGAL	KETERANGAN	TTD
1	Selasa 03 Maret 2020	Bimbingan Bab I - Membahas Judul - Penjelasan isi - Pengaturan Waktu	
2	Kamis 05 Maret 2020	Bimbingan Bab I - Ubah latar blkg - Ubah rumusan - Manfaat paltan	
3	Senin 09 Maret 2020	ACC Bab I	
4	Rabu 11 Maret 2020	Bimbingan Bab II - Susunan sub-BAB - Penulisan - Gambar - Sumber	
5	Sabtu 21 Maret 2020	ACC Bab II	
6	Minggu 29 Maret 2020	Bimbingan Bab III - definisi operasional - alur penelitian - Metode paltan	
7	Sabtu 04 April 2020	Bimbingan Bab III - Penulisan - Susunan sub bab	
8	Senin 06 April 2020	Bimbingan Bab I-III - Penulisan - Penelitian terkait - sub-bab III	
9	Sabtu 11 April 2020	ACC PROPOSAL	

10	Sabtu 9 Mei 2020	PASCA SEMINAR PROPOSAL - Konsultasi revisi - Isi : Base fog density	
11	Kamis 14 Mei 2020	PASCA SEMINAR PROPOSAL ACC PROPOSAL	
12	SENIN 20 Juli 2020	Bimbingan Bab IV - V - Penambahan Kesimpulan - Gambar - Pembahasan - Penulisan - Tambahan penjelasan hasil	
13	SELASA 21 Juli 2020	Bimbingan Bab IV - V - edit gambar - Penjelasan Pembahasan - editing Tabel, gambar, dll.	
14	FRABU 22 Juli 2020	Bimbingan bab I - V - hipotesis pada Pembahasan - tabel ubah - lampiran - lampiran - kata pengantar - lembar pengisian - penulisan	
15	Kamis 23 Juli 2020	Bimbingan Bab I - V - Nambah daftar & gambar - lampiran - lampiran - Penulisan	
16	Senin 27 Juli 2020	ACC	

Pembimbing II

( MAKIDO BISRA, S.Tr.Pad )