

**UJI EFISIENSI CELAH (*SHUTTER*) KOLIMATOR
PESAWAT SINAR-X DI INSTALASI RADIOLOGI
RUMAH SAKIT AWAL BROS PANAM**

KARYA TULIS ILMIAH



Oleh :

KEVIN ARYA PRATAMA
19002022

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK RADIOLOGI
FAKULTAS ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS AWAL BROS
2022**

**UJI EFISIENSI CELAH (*SHUTTER*) KOLIMATOR
PESAWAT SINAR-X DI INSTALASI RADIOLOGI
RUMAH SAKIT AWAL BROS PANAM**

KARYA TULIS ILMIAH

**Disusun sebagai salah satu syarat memperoleh
Gelar Ahli Madya Teknik Radiologi**



Oleh :

**KEVIN ARYA PRATAMA
19002022**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK RADIOLOGI
FAKULTAS ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS AWAL BROS
2022**

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 EFISIENSI CELAH (*SHUTTER*) KOLIMATOR PESAWAT SINAR-X DI INSTALASI RADIOLOGI RUMAH SAKIT AWAL BROS PANAM

PENYUSUN : KEVIN ARYA PRATAMA

NIM : 19002022

Pekanbaru, 26 Agustus 2022

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

(Yoki Rahmat, M.Si)
NIDN: 1012049203

(Annisa, S.Tr.Rad)
NUPN: 9910690485

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 EFISIENSI CELAH (*SHUTTER*)
KOLIMATOR PESAWAT SINAR-X DI
INSTALASI RADIOLOGI RUMAH SAKIT
AWAL BROS PANAM**

PENYUSUN : **KEVIN ARYA PRATAMA**

NIM : **19002022**

Pekanbaru, 13 September 2022

1. Penguji I : Bobi Handoko, SKM, M.Kes ()
NIDN : 1008039101
2. Penguji II : Yoki Rahmat, M.Si ()
NIDN : 1012049203
3. Penguji III : Annisa, S.Tr.Rad ()
NUPN : 9910690485

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 : Kevin Arya Pratama

Judul : Uji Efisiensi Celah (shutter) Kolimator Pesawat Sinar-x di Instalasi
Radiologi RS Awal Bros Panam.

NIM : 19002022

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam KTI ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya Kesehatan di Universitas Awal Bros dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya/pendapat yang pernah ditulis/diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini disebutkan dalam daftar pustaka.

Pekanbaru, 26 Agustus 2022

Penulis

(Kevin Arya Pratama)
NIM.19002022

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas karuniaNya, saya dapat sampai ketitik ini dengan begitu banyak yang sudah saya lewati dan akan saya lewati, selalu memberikan saya kesehatan, kekuatan, serta dikelilingi orang-orang baik yang senantiasa mendukung langkah saya sampai saat ini. Shalawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada nabi Muhammad Shallallahu 'Alaihi Wasallam.

Keberhasilan yang saya capai hingga saat ini tidak luput dari doa dan dukungan orang-orang yang sangat saya sayangi, oleh karena itu Karya Tulis Ilmiah ini saya persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua saya, Ayah saya Ferry Gustianto dan Ibu saya Kasriwati
“Suksesnya seorang anak tidak lepas dari doa orang tuanya” Terimakasih yang sebesar-besarnya untuk ayah dan ibu selalu memberi semangat untuk terus belajar, mendoakan setiap langkah indah. Semoga ibu dan ayah sehat selalu dalam lindungan Allah SWT.
2. Selanjutnya saya persembahkan Karya Tulis Ilmiah ini kepada dosen penguji saya Bapak Bobi Handoko, SKM, M.Kes terimakasih masukan dan saran yang membantu dalam penelitian saya.
3. Teruntuk dosen pembimbing saya bapak Yoki Rahmat, M.Si dan mam Annisa, S.Tr.Rad terimakasih atas bimbingan, ilmu yang diberikan, terimakasih atas kesabaran dalam membimbing saya menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini.
4. Teman-teman seperjuangan saya, Rizky, Tama, Nasri, Iqbal, Adit, Jay dan teman-teman yang lain. Saya persembahkan Karya Tulis Ilmiah ini untuk

kalian, terimakasih selalu membantu berbagai macam hal, memberi semangat yang luar biasa, kalian orang hebat semoga ini menjadi awal kita semua untuk sukses dan membanggakan orang-orang yang kita sayang.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Data Pribadi

Nama : Kevin Arya Pratama
Tempat / Tanggal Lahir : Pekanbaru, 26 Agustus 1998
Agama : Islam
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Anak Ke : 1 (pertama)
Status : Mahasiswa
Nama Orang Tua
Ayah : Ferry Gustianto
Ibu : Kasriwati
Alamat : Jl. Bukit Barisan/Perum Cendana Tahap III, Kota
Pekanbaru, Provinsi Riau

Latar Belakang Pendidikan

Tahun 2004 s/d 2010 : SDN 012 Bukit Raya (Berijazah)
Tahun 2010 s/d 2013 : SMPN 2 Kuantan Mudik (Berijazah)
Tahun 2013 s/d 2016 : SMKN 1 Kuantan Mudik (Berijazah)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat terselesaikannya Karya Tulis Ilmiah dengan judul **“Uji Efisiensi Celah (*Shutter*) Kolimator Pesawat Sinar-X di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Awal Bros Panam”**.

Karya Tulis Ilmiah ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Diploma III Teknik Radiologi Universitas 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. Maka pada kesempatan ini, perkenankan penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Teristimewa kepada kedua orang tua tercinta yang menjadi motivator dan penyemangat dalam penulisan karya tulis ilmiah ini yang telah banyak memberikan dukungan do'a, materi dan segenap kasih sayang yang begitu sempurna. Terimakasih telah menjadi panutan bagi penulis dan orang tua terhebat.
2. Ibu Dra. Wiwik Suryandartiwi A, MM selaku Rektor Universitas Awal Bros.
3. Ibu Shelly Angella M.Tr. Kes selaku Ketua Prodi Teknik Radiologi Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Awal Bros.
4. Bapak Muhammad Irfan, Amd. Rad selaku Kepala Ruangan Instalasi Radiologi Awal Bros Panam.
5. Bapak Yoki Rahmat, Msi selaku Dosen Pembimbing I yang bersedia meluangkan waktu untuk membimbing, memberikan kritik dan saran dalam penulisan karya tulis ilmiah ini.
6. Ibu Annisa, S.Tr. Rad selaku Dosen Pembimbing II yang bersedia meluangkan

waktu untuk membimbing, memberikan kritik dan saran dalam penulisan karya tulis ilmiah ini.

7. Bapak Bobi Handoko, SKM,M.Kes Selaku Penguji penulis yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, memberikan kritik dan saran dalam penulisan karya tulis ilmiah ini.
8. Seluruh Radiografer beserta staf di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Awal Bros Panam.
9. Segenap Dosen Program Studi Diploma III Teknik Radiologi Universitas Awal Bros.
10. Semua rekan-rekan dan teman seperjuangan khususnya program studi Diploma III Teknik Radiologi Universitas Awal Bros.

Akhir kata penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak semoga Allah SWT memberi Rahmat-Nya kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini. Semoga Karya Tulis Ilmiah ini sangat bermanfaat bagi kita semua.

Pekanbaru, 15 Maret 2022

Kevin Arya Pratama

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|---------|
| LEMBAR PERSETUJUAN | i |
| PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN | ii |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | iii |
| DAFTAR RIWAYAT HIDUP | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR TABEL | x |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR LAMPIRAN | xii |
| DAFTAR SINGKATAN | xiii |
| ABSTRAK | xiv |
| ABSTRAC | xv |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 4 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 4 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 4 |
| 141 Bagi Peneliti..... | 4 |
| 142 Tempat Penelitian..... | 5 |
| 143 Bagi Institusi Pendidikan | 5 |
| 144 Bagi Responden | 5 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 6 |
| 2.1 Tinjauan Teoritis..... | 6 |
| 2.1.1 Sinar-X | 6 |
| 2.1.2 Kendali Mutu (Quality Control)..... | 17 |
| 2.1.3 Uji Efisiensi Celah (Shutter) Kolimator..... | 18 |
| 2.1.4 Peralatan Uji..... | 21 |
| 2.2 Kerangka Teori..... | 23 |
| 2.3 Penelitian Terkait..... | 24 |
| 2.4 Hipotesis Penelitian..... | 25 |
| BAB III METODE PENELITIAN | 26 |
| 3.1 Jenis dan Desain Penelitian..... | 26 |
| 3.2 Populasi dan Sampel | 26 |
| 3.3 Kerangka Konsep | 27 |

| | | |
|---|----------------------------------|-----------|
| 3.4 | Definisi Operasional..... | 27 |
| 3.5 | Lokasi dan Waktu Penelitian..... | 29 |
| 3.6 | Instrumen Penelitian..... | 29 |
| 3.7 | Prosedur Penelitian..... | 30 |
| 3.8 | Metode Pengumpulan Data..... | 32 |
| 3.9 | Analisis Data..... | 32 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... | | 33 |
| 4.1. | Hasil Penelitian..... | 33 |
| 4.2. | Pembahasan..... | 45 |
| BAB V PENUTUP..... | | 48 |
| 5.1. | Kesimpulan..... | 48 |
| 5.2. | Saran..... | 48 |
| DAFTAR PUSTAKA | | |
| LAMPIRAN | | |

DAFTAR BAGAN

| | Halaman |
|--------------------------------|---------|
| Bagan 2.1 Kerangka Teori..... | 22 |
| Bagan 3.1 Kerangka Konsep..... | 26 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|---|---------|
| Tabel 3.1 Definisi Operasional | 30 |
| Tabel 3.2 Jadwal Penelitian..... | 31 |
| Tabel 4.1 Hasil rata-rata pengukuran menggunakan <i>image J</i> | 37 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--|---------|
| Gambar 2.1 Sinar Bremstrahlung..... | 7 |
| Gambar 2.2 Sinar-X Karakteristik | 7 |
| Gambar 2.3 Proses Terjadinya Sinar-X | 8 |
| Gambar 2.4 Tabung Sinar-X..... | 10 |
| Gambar 2.5 Collimator..... | 12 |
| Gambar 2.6 Cara Pengujian Celah Shutter Kolimator | 20 |
| Gambar 3.1 Pesawat Sinar-X | 30 |
| Gambar 4.1 Tahap Persiapan Alat | 33 |
| Gambar 4.2 Pada gambar (A) Sisi shutter X kolimator tertutup dan sisi shutter Y kolimator terbuka, pada gambar (B) Sisi shutter X kolimator terbuka dan sisi shutter Y kolimator tertutup..... | 34 |
| Gambar 4.3 Tahap Processing..... | 35 |
| Gambar 4.4 Hasil Pengujian Pertama | 36 |
| Gambar 4.5 Hasil Pengujian Kedua | 36 |
| Gambar 4.6 Hasil Pengujian Ketiga..... | 36 |

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Surat Ethical Clearance Universitas Awal Bros
- Lampiran 2 Surat Balasan Ethical Clearance Universitas Awal Bros
- Lampiran 3 Surat Permohonan Izin Penelitian
- Lampiran 4 Surat Balasan Izin Penelitian
- Lampiran 5 Dokumentasi di Instalasi Radiologi RS Awal Bros Panam
- Lampiran 6 Lembar Konsul Pembimbing 1
- Lampiran 7 Lembar Konsul Pembimbing 2

DAFTAR SINGKATAN

| | |
|-----------|--|
| Å | : Angstrom |
| ADC | : Analog Digital Converter |
| BAPETEN | : Badan Pengawas Tenaga Nuklir |
| C° | : Celcius |
| cm | : centi meter |
| CR | : Computed Radiography |
| CD | : Compact Disc |
| DICOM | : Digital Imaging and Communication in Medicine |
| IP | : Imaging Plate |
| IS | : Instisifying Screen |
| KEMENKES | : Keputusan Menteri Kesehatan |
| kV | : Kilovoltage |
| kVp | : Kilovoltage Peak |
| LCD | : Liquid Crystal Display |
| LED | : Light Emitting Diode |
| m | : Meter |
| mAs | : Milliampere second |
| No. | : Nomor |
| OD | : Optical Density |
| PC | : Personal Computer |
| PKL | : Praktek Kerja Lapangan |
| PERKA | : Peraturan Kepala |
| PERMENKES | : Peraturan Menteri Kesehatan |
| RI | : Republik Indonesia |
| s | : second |
| QA | : Quality Assurance |
| QC | : Quality Control |

UJI EFISIENSI CELAH (*SHUTTER*) KOLIMATOR PESAWAT SINAR-X DI INSTALASI RADIOLOGI RUMAH SAKIT AWAL BROS PANAM

Kevin Arya Pratama
Universitas Awal Bros

E-mail : kevinpratama2608@gmail.com

ABSTRAK

Pesawat sinar-X adalah sebuah alat yang dapat menghasilkan sinar-X. Rumah tabung dan kolimator pada pesawat sinar-x tersebut memerlukan perawatan, Yaitu dengan melakukan Pelaksanaan uji kesesuaian efisiensi celah (*shutter*) ini sangat diperlukan untuk keamanan radiasi pada saat membuang muatan kapasitor atau pada saat pemanasan pesawat sinar-x dengan eksposi (KEMENKES No. 1250, 2009).

Penelitian kuantitatif adalah metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme. Dalam pengumpulan data penelitian diperoleh dengan hasil menggunakan aplikasi *image J*. Variabel bebas adalah celah (*shutter*) kolimator sedangkan variabel terikat adalah hasil pengujian. Untuk mengetahui adanya kebocoran pada celah (*shutter*) kolimator. Penelitian ini dilakukan di Instalasi Radiologi RS Awal Bros Panam.

Hasil penelitian menemukan bahwa uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator pada pesawat sinar-x di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Awal Bros Panam dilakukan 3 kali pengujian, hasil uji tidak mengalami penghitaman di sepanjang garis transversal (X) dan sebagian garis longitudinal (Y). Nilai pixel value dengan radiasi tidak melebihi batas tanpa radiasi dan Dilakukan perhitungan hasil uji celah *shutter* kolimator dengan menggunakan *image J* Sehingga celah (*shutter*) dapat dinyatakan tidak mengalami kebocoran dan masih dalam batas toleransi sesuai ketentuan peraturan KEMENKES RI No. 1250 Tahun 2009 bahwasannya penilaian celah (*shutter*) dinyatakan berfungsi dengan efisien apabila tidak ada efek kebocoran radiasi atau penghitaman.

KATA KUNCI : Pesawat Sinar-X, Celah (*Shutter*) Kolimator, *Image J*
KEPUSTAKAAN : 21(2003-2020)

SHUTTER EFFICIENCY TEST OF X-RAY AIRCRAFT COLLIMATOR IN RADIOLOGY INSTALLATION AWAL BROS PANAM HOSPITAL

Kevin Arya Pratama
Universitas Awal Bros

E-mail : kevinpratama2608@gmail.com

ABSTRACT

X-ray machine is a device that can produce X-rays. The tube housing and collimator on the x-ray machine require maintenance, namely by carrying out a suitability test for the efficiency of the gap (shutter) which is very necessary for radiation safety when discharging the capacitor or when heating the x-ray machine with exposure. (Kemenkes No. 1250, 2009).

Quantitative research is a research method based on the philosophy of positivism. In collecting research data, the results obtained using the image J application. The independent variable is the collimator shutter, while the dependent variable is the test result. To find out the leak in the gap (shutter) collimator. This research was conducted at the Radiology Installation of Awal Bros Panam Hospital.

The results of the study found that the collimator shutter efficiency test on an x-ray machine at the Radiology Installation of Awal Bros Panam Hospital was carried out 3 times, the test results did not experience blackening along the transverse line (X) and part of the longitudinal line (Y). The pixel value with radiation does not exceed the limit without radiation and the results of the collimator shutter gap test results are calculated using image J. 1250 of 2009 that the shutter is declared to function efficiently if there is no radiation leakage or blackening effect..

Keyword : X-ray Plane, Slit (Shutter) Collimator, Image J
Literature : 21(2003-2020)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sinar-X adalah pancaran gelombang elektromagnetik yang sejenis dengan gelombang radio, gelombang panas, gelombang cahaya, dan gelombang ultraviolet, tetapi dengan panjang gelombang yang sangat pendek. Sinar-X dapat menghasilkan gambaran struktur tubuh untuk memeriksa penyakit atau masalah lain. Sinar-X dapat digambarkan sebagai gelombang karena bergerak dalam gelombang yang memiliki panjang gelombang frekuensi. Sinar-X yang digunakan dalam radiografi berkisar dalam panjang gelombang dari sekitar 0,1 hingga 1,0 Å. Sinar-X di produksi oleh alat yang sudah berkembang dengan pesat pada saat ini, alat tersebut dinamakan Pesawat sinar-X (Fauber, 2017).

Pesawat sinar-X adalah sebuah alat yang dapat menghasilkan sinar-X. Pesawat sinar-X pada dasarnya terdiri dari komponen, yaitu tabung sinar-X generator, *control console*. Tabung sinar-X adalah tabung hampa tempat sinar-X di produksi. Generator pesawat sinar-X adalah perangkat yang memasok daya listrik ke tabung sinar-X. Tabung sinar-X membutuhkan energi listrik untuk memanaskan elektron dari filamen untuk mempercepat elektron dari katoda ke anoda. Pada bagian luar tabung sinar-X terdapat kolimator (Bushberg, 2012).

Kolimator adalah bagian dari pesawat sinar-X yang berfungsi untuk pengaturan luas lapangan radiasi (PERKA BAPETEN Nomor 15 Tahun (2014). Kolimator terdiri dari dua set penutup (*shutter*) timbal atau

atau lempengan yang saling berhadapan dan bergerak dengan arah berlawanan secara berpasangan. Lempengan ini terletak 3 sampai 7 inchi di bawah tabung sinar-x (Sari dkk, 2017).

Pada peralatan sinar-x perlu adanya pengawasan dan kalibrasi secara rutin dan berkala untuk mengetahui apakah peralatan tersebut memang benar-benar aman untuk digunakan atau tidak, *quality control* atau kendali mutu merupakan salah satu bagian program dari *quality assurance* atau jaminan mutu yang bertujuan untuk melakukan monitoring dan perawatan yang bersifat teknis agar tidak mengurangi kualitas dari gambaran yang dihasilkan. Program kendali mutu merupakan bagian dari program *quality assurance* atau jaminan mutu yang berhubungan dengan instrumentasi atau pemakaian pesawat dan peralatan. (Sari dkk, 2017).

Kendali mutu dalam peralatan sumber radiasi adalah upaya untuk memastikan setiap produk yang dihasilkan dari kegiatan menggunakan sumber radiasi memiliki mutu atau kualitas yang tinggi sehingga tidak perlu dilakukan pengulangan yang berdampak pada penerimaan radiasi berulang. Untuk itu program kendali mutu berlaku bagi semua peralatan yang berhubungan dengan penggunaan sinar-X (Indriati, 2017).

Pengujian program kendali mutu pada pesawat sinar-X terdiri dari pengujian terhadap tabung kolimasi, tabung sinar-X, generator pesawat sinar-X dan *automatic exposure control*. Pada pengujian terhadap tabung kolimator terdiri dari pengujian iluminasi lampu kolimator, berkas cahaya kolimator, Kesamaan berkas cahaya kolimator dan Uji kesesuaian efisiensi celah (*shutter*) kolimator (KEMENKES No.1250, 2009).

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

Berdasarkan observasi peneliti tentang pesawat sinar-X di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Awal Bros Panam dengan merk GE memiliki surat izin alat pada tahun 2013. Frekuensi uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator ini dilakukan pada tahun 2021. Pesawat sinar - X dengan merk GE digunakan untuk pelayanan radiologi dengan jumlah pasien yang dikerjakan setiap harinya sekitar 50 orang. Berdasarkan hal tersebut maka peneliti tertarik melakukan penelitian dengan judul **“Uji Efisiensi (*shutter*) kolimator pesawat sinar-X di Instalasi Rumah Sakit Awal Bros Panam”**.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana efisiensi celah (*shutter*) kolimator pada pesawat sinar-X di Instalasi Radiologi RS Awal Bros Panam?
2. Apakah uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator pada pesawat sinar-X di Instalasi Radiologi RS Awal Bros Panam masih dalam batas toleransi

yang diatur pada dapat KEMENKES RI No.1250/KES/SK/XII/2009?

1.3 Tujuan Penelitian

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

1. Untuk mengetahui efisiensi celah (*shutter*) kolimator pada pesawat sinar-X di Instalasi Radiologi RS Awal Bros Panam.
2. Untuk mengetahui hasil pengukuran uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator pada pesawat sinar-X di Instalasi Radiologi RS Awal Bros Panam masih dalam batas toleransi yang diatur pada KEMENKES RI No.1250/KES/SK/XII/2009.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini, sebagai berikut :

1.4.1 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.

1.4.2 Tempat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi rumah sakit sebagai masukan dan pertimbangan dalam melakukan kendali mutu dan jaminan mutu radiologi.

1.4.3 Bagi Institusi Pendidikan

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pembelajaran dan referensi bagi institusi pendidikan dan calon

radiografer dalam menambah ilmu pengetahuan mengenai uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator.

1.4.4 Bagi Responden

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi serta masukan bagi pengembangan kajian ilmu pengetahuan radiologi khususnya dalam bidang uji celah (*shutter*) kolimator di Instalasi Radiologi RS Awal Bros Panam.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Teoritis

2.1.1 Sinar-X

a. Pengertian Sinar-X

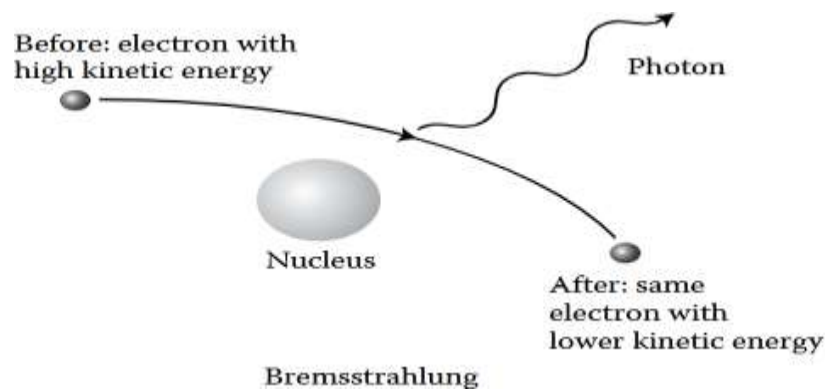
Sinar-X adalah pancaran gelombang elektromagnetik yang sejenis dengan gelombang radio, gelombang panas, gelombang cahaya dan gelombang ultraviolet, tetapi dengan panjang gelombang yang sangat pendek. Sinar-X dapat digambarkan sebagai gelombang karena bergerak dalam gelombang yang memiliki panjang gelombang dan frekuensi. Sinar-X yang digunakan dalam radiografi berkisar dalam panjang gelombang dari sekitar 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 merupakan sarana utama pembuatan gambar radiograf yang dibangkitkan dengan suatu sumber daya listrik yang tinggi, sehingga sinar-X merupakan radiasi buatan (Indrati, et al 2017).

Sinar-X dibedakan menjadi dua macam, yaitu :

1) Sinar-x *Bremstrahlung*

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

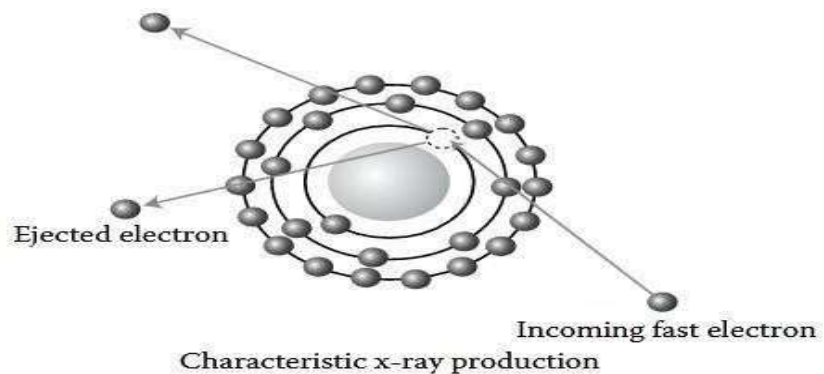
tersebut akan berkurang energinya, sehingga terjadinya pancaran sinar-X *breamstrahlung* (Khan, 2014).



Gambar 2.1 Sinar-X *Bremstrahlung* (Kane, 2020).

2) Sinar-X Karakteristik

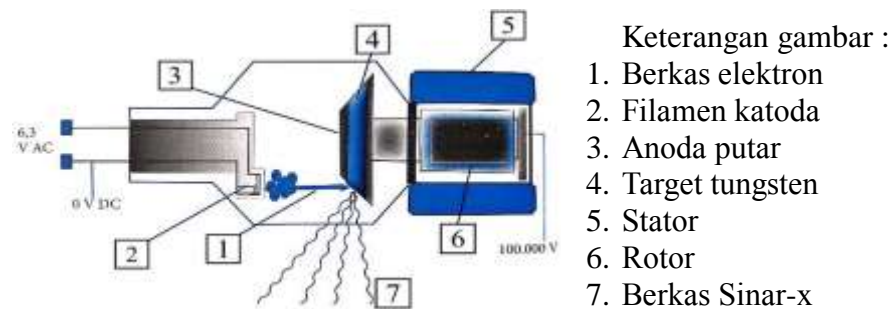
Sinar-X karakteristik dipancarkan oleh atom yang tereksitasi sesaat setelah electron tereksitasi dari suatu orbit ke orbit yang lebih luar, dalam waktu singkat akan kembali ke orbit semula. Pada saat kembali ini energi yang berlebih akan dipancarkan dalam bentuk sinar-X karakteristik. Elektron yang mengenai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



Gambar 2.2 Sinar-X Karakteristik (Kane, 2020).

b. Proses Terjadinya Sinar-x

Jika Tabung sinar-X adalah tabung yang terbuat dari gelas atau dari pyrex hampa udara. Didalam tabung sinar-X terdapat dua buah elektroda yaitu katoda dan anoda. Katoda berfungsi sebagai elektroda negatif dan anoda sebagai elektroda positif. Ketika filament melekat pada katoda dipanaskan, maka filament akan mengeluarkan elektron. Semakin lama dipanaskan, maka jumlah elektron yang terbentuk akan semakin banyak yang disebut awan elektron. Kemudian diantara katoda dan anoda diberikan tegangan antara 40 kV sampai dengan 125 kV sehingga elektron akan bergerak cepat menuju target, yang akan menghasilkan tumbukan. Tumbukan ini akan menghasilkan sinar-X adalah 1% dan panas 99%. Elektron yang bergerak ini disebut elektron proyektil, karena perbedaan tegangan antara anoda dan katoda menyebabkan elektron ini bergerak cepat dari katoda ke anoda (Sari, 2010).



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

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

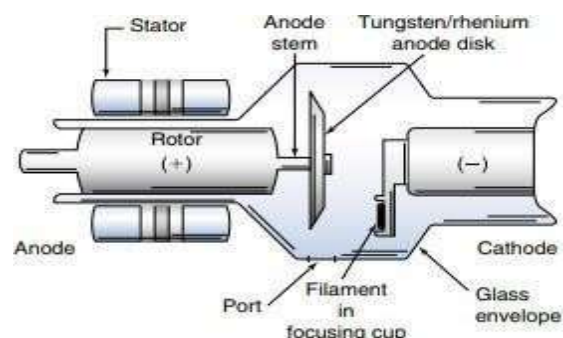
akan didiagnosa. Berkas sinar-X tersebut akan menembus bagian tubuh dan akan ditangkap oleh film, sehingga akan terbentuk gambar dari bagian tubuh yang disinari (Sianturi, et al 2017).

a) Komponen Pesawat Sinar-X

Komponen utama pada pesawat sinar-X terdiri dari rumah tabung dan gelas hampa udara. Kemudian ada pula komponen tambahan yang terdapat pada tabung sinar-X antara lain filter dan kolimator.

b) Tabung Sinar-X (*Protective Housing*)

Tabung sinar-X adalah komponen dari sistem pencitraan sinar-X yang jarang terlihat oleh para ahli radiologi. Tabung sinar-X terkandung di dalam tube housing, oleh karena itu tidak bisa diakses. Di dalam tabung sinar-X terdapat bagian anoda dan katoda. di dalam katoda terdapat filament. Dari sinilah asal elektron yang nantinya akan menghasilkan sinar-X (Lestari, 2019). Rumah tabung diperlukan untuk memungkinkan kebocoran radiasi tidak lebih dari 100 mR / jam untuk keluar ketika diukur pada jarak 1 m dari sumber sementara tabung beroperasi pada keluaran maksimum (Fauber, 2017).



Gambar 2.4 Tabung Sinar-X (Fauber, 2017)

Tabung sinar-X memiliki dua bagian utama yaitu katoda dan anoda (Bushong, 2013).

c) Katoda

Katoda merupakan kutub negatif pada tabung sinar-X. Pada katoda terdapat filamen dan *focusing cup*. Filamen berbentuk seperti kumparan, yang tersusun atas kawat, sebagian besar pada tabung sinar-X memiliki filamen ganda yang dikenal dengan *Dual focus*. *Focusing cup* melekat pada filamen, yang terbuat dari bahan nikel, *focusing cup* berfungsi mengarahkan awan elektron sehingga arah pergerakan elektron lebih terarah menuju target. 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).

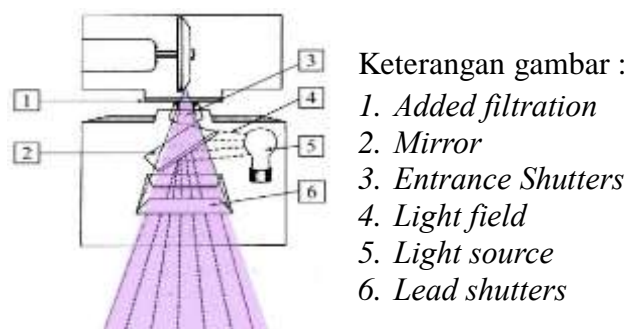
d) Anoda

Anoda merupakan kutub positif pada tabung sinar-X. Anoda adalah tempat terjadinya tumbukan elektron setelah diberikan tegangan tabung. 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. Anoda berbentuk cakram berdiameter 6-15 cm. Pada perangkat sinar-X modern, umumnya anodanya berputar (*rotating anode*). Kemiringan target berkisar antara 7 derajat sampai 15 derajat (Lestari, 2019).

e) Kolimator

Kolimator adalah bagian dari pesawat sinar-X yang berfungsi 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 balok dicapai dengan penggunaan kolimator disebut sebagai 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 dengan kontrolnya sendiri. Desain ini membuat kolimator dapat disesuaikan dalam hal kemampuannya untuk menghasilkan bidang yang diproyeksikan dengan berbagai ukuran (Fauber, 2017).



Gambar 2.5. *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). Gangguan yang ada pada kolimator seperti:

a) Gangguan pada *Shutter* Kolimator

Masalah pada *shutter* kolimator dapat diketahui bila adanya ketidaktepatan dalam ukuran indikator lapangan pada kolimator dengan lapangan penyinaran yang sebenarnya. Hal ini disebabkan oleh kemacetan pada *shutter* kolimator yang kadang terjadi pada *shutter* kolimator yang sudah tua. Jika salah satu kolimator ada yang terselip atau macet, maka salah satu tepi lapangan penyinaran akan tidak sesuai dengan yang dikehendaki. Sehingga luas lapangan sinar-X tidak akan sama dengan luas lapangan yang ditunjukkan oleh indikator luas lapangan (Rochmayanti dkk, 2017).

Penyudutan arah sinar masalah lain yang ditemukan yaitu penyudutan tabung kolimator. Arah sinar seharusnya tegak lurus terhadap alat perekam gambar dan tidak boleh ada penyudutan ke salah satu arah. Jika penyudutan terjadi maka gambaran akan mengalami distorsi. Lapangan sinar-X terkadang terlihat tidak sejajar dengan meja sinar-X. hal ini

dapat terjadi bukan karena ketidaksejajaran tetapi penyudutan arah sinar. Arah tabung sinar-X mungkin telah tegak lurus terhadap meja pemeriksaan, namun arah sinar belum tentu tegak lurus terhadap meja pemeriksaan. Penyudutan dianggap normal apabila penyudutan ≤ 30 terhadap sumbu (Rochmayanti dkk, 2017).

b) Padamnya Lampu Kolimator

Padamnya lampu kolimator dapat menyebabkan kesulitan dalam menentukan titik pertengahan penyinaran objek. Hal ini dapat terjadi karena lampu tidak memiliki daya yang cukup kuat atau adanya kabel penghubung yang putus (Rochmayanti dkk, 2017). Menurut Papp (2019), pencahayaan atau iluminansi lampu kolimator yang kurang dapat mengakibatkan kesalahan *positioning* dan pengulangan foto (*repeat images*). Masalah ini biasanya dapat diperbaiki dengan mengganti atau membersihkan cermin di dalam kolimator.

c) Ketidak Sejajaran antara Lapangan Sinar Tampak dengan Lapangan Sinar-X

Ketidaksejajaran antara lapangan sinar tampak dengan lapangan sinar-X disebabkan karena cermin yang memantulkan cahaya tampak tidak menyudut 45^o, sehingga lapangan sinar tampak tidak bergeser ke salah satu arah (Rochmayanti dkk, 2017).

d) Ketidaktepatan Berkas Kolimasi dengan Berkas Sinar-X

dapat menyebabkan *problem imaging* dan *hell effect* dari anoda yang berlebihan dan menyebabkan *cut-off*. Kesesuaian berkas radiasi dengan berkas cahaya kolimator adalah suatu keadaan dari kolimator dapat mengatur ukuran lapangan penyinaran sehingga adanya penyesuaian luas berkas cahaya lampu kolimator dengan berkas radiasi yang keluar dari celah kolimator yang sama (Papp, 2019).

f) *Computed Radiography* (CR)

Computed radiography adalah suatu sistem atau proses untuk mengubah sistem analog pada konvensional radiografi menjadi digital radiografi. *Computed Radiography* adalah proses digitalisasi gambar yang menggunakan imaging plate untuk akuisisi data gambar X-Ray. Penggunaan CR dalam radiografi masih memakai kaset seperti pada radiografi konvensional. Hanya saja di dalam kaset CR terdapat IP (*Image Plate*) sebagai media penerima gambar tanpa ada film radiografi dan IS (*Intensifying Screen*) pada radiografi konvensional. Sehingga ketika rumah sakit melakukan konversi untuk menggunakan alat CR tidak perlu mengganti peralatan x-ray yang sudah ada, hanya mengganti kaset radiografi konvensional dengan kaset CR (Ballinger, 2018). Beberapa komponen-komponen *Computed Radiography* (CR) sebagai berikut:

a) Kaset

Kaset pada *Computed radiography* terbuat dari carbon fiber dan bagian belakang terbuat dari aluminium. Kaset ini berfungsi sebagai pelindung dan tempat menyimpan *imaging plate* (Ballinger, 2018).

b) *Imaging Plate*

Imaging plate adalah lembaran yang dapat menangkap dan menyimpan sinar-X yang terdiri dari lapisan fosfor dan lapisan pendukung. IP digunakan dengan cara recording dibaca oleh sinar laser dan dihapus untuk dipakai kembali (Ballinger, 2018).

c) *Imaging Reader*

Image reader adalah untuk mengolah gambaran laten pada *Imaging plate*. *Image reader* berfungsi sebagai pembaca dan mengolah gambar yang diperoleh dari *image plate*. Semakin besar kapasitas memorinya maka semakin cepat waktu yang diperlukan untuk proses pembacaan *Imaging plate* (Ballinger, 2018).

d) *Image Console*

Image Console pada CR adalah perangkat keras dan lunak seperti halnya perangkat komputer di rumah atau yang biasa kita sebut sebagai *Personal Computer* (PC) yang terdiri dari Monitor, CPU, *Cassette ID Scanner* Barcode reader, dan DICOM server (Ballinger, 2018).

g) *Image Recorder*

Image recorder mempunyai fungsi sebagai proses akhir dari suatu pemeriksaan yaitu media pencetakan hasil gambaran yang sudah diproses dari awal penangkapan sinar-X oleh *image plate* kemudian di baca oleh *image reader* dan diolah oleh *image console* terus dikirim ke *image recorder* untuk dilakukan proses output dapat berupa media *compact disc* sebagai media penyimpanan atau dengan primer laser yang berupa laser *imaging film* (Ballinger, 2018).

2.1.2 Kendali Mutu (*Quality Control*)

Kendali mutu adalah suatu program yang didesain untuk meyakinkan bahwa seorang dokter spesialis radiologi hanya akan dihadapkan pada pembacaan (interpretasi) yang optimal. Menurut KEMENKES RI No. 1250 Tahun 2009 tentang pedoman kendali mutu (*quality control*) peralatan radiodiagnostik. Kendali mutu (*quality control*) merupakan kegiatan untuk mencapai mutu pelayanan kesehatan. Kegiatan kendali mutu dilakukan agar tercapai Jaminan mutu (*quality assurance*) (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 CR, peralatan proteksi radiasi, kaset, film dan *Image J*.

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.

b) Pengujian terhadap Tabung Pesawat Sinar-X

Pengujian terhadap tabung pesawat sinar- 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.

d) Pengujian terhadap *Automatic Exposure Control*

Pengujian terhadap *automatic exposure control* antara lain adalah: kendali paparan/densitas standar, penjajakan ketebalan pasien, *kilovoltage*.

2.1.3 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

- 1) Kaset sinar-X ukuran 24 x 30 cm

b. Prosedur Pengujian

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

- 1) Pemanasan tabung (warm up) pesawat sinar-X terlebih dahulu sebelum pengujian dilakukan.
- 2) Tempatkan kaset ukuran 24 x 30 cm di atas meja pemeriksaan pada jarak 1 meter dari fokus tabung sinar-x.
- 3) Atur eksposi pada 80 kVp dan 40 mAs.
- 4) Lakukan eksposi pertama dengan pengaturan satu sisi *shutter*

kolimator dalam keadaan tertutup rapat dan pengaturan sisi *shutter* kolimator dalam keadaan tertutup rapat dan pengaturan sisi *shutter* lainnya dalam keadaan terbuka penuh.

5) Lakukan prosedur yang serupa sebagaimana butir 3 di atas tetapi pengaturan sisi *shutter* kolimator yang tadinya tertutup sebaliknya dibuka penuh dan seterusnya.

6) kemudian film yang telah menerima dua kali ekspos tersebut diproses.



a. *Only Right-Left shutters are closed* b. *Only Front-Rear shutters are closed*

Gambar 2.6 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, 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*) (Soesilo, Johanes & Agung, 2013).

2.1.4 Peralatan Uji

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

a. Pesawat Sinar-X

Pesawat sinar-X 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) 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. *Computed Radiography (CR)*

Penggunaan CR dalam radiografi masih memakai kaset seperti pada radiografi konvensional. Di dalam kaset CR terdapat IP (*Image Plate*) sebagai media penerima gambar tanpa ada film radiografi dan IS (*Intensifying Screen*) pada radiografi konvensional. Sehingga rumah sakit melakukan konversi untuk menggunakan alat CR tidak perlu mengganti peralatan X-ray yang sudah ada, hanya mengganti kaset radiografi konvensional dengan kaset CR (Utami, Saputro & Felayani, 2018).

d. *Image J*

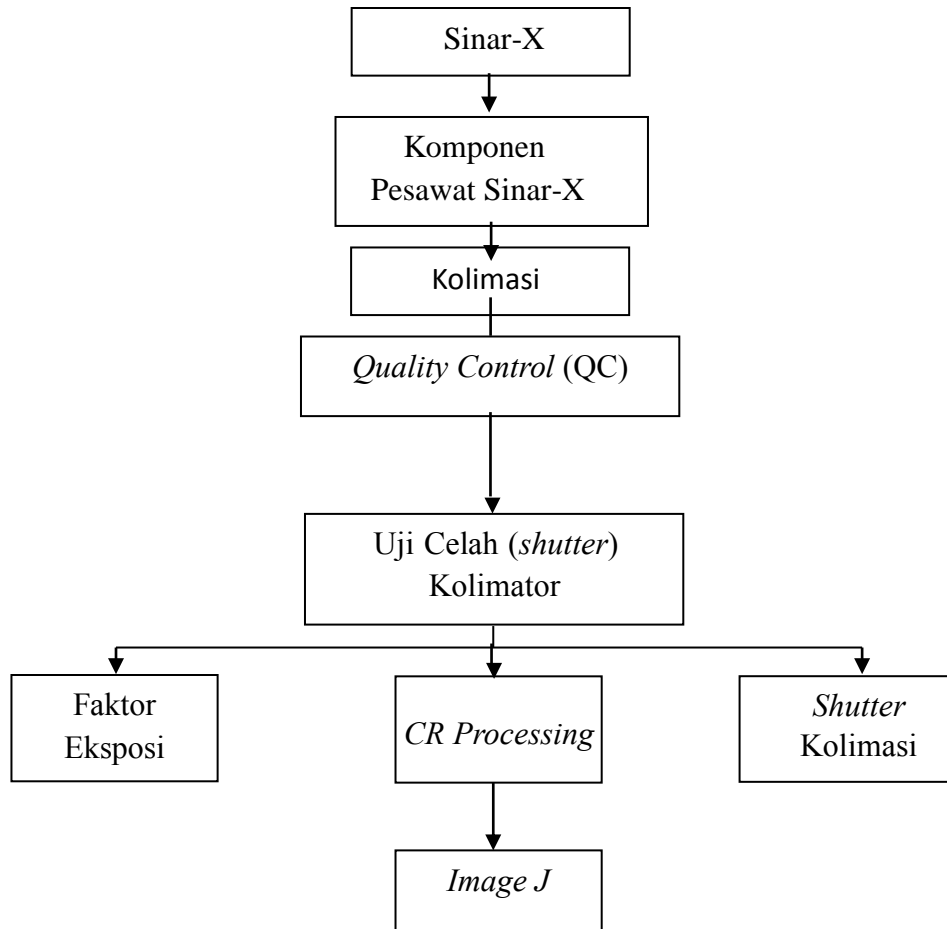
ImageJ adalah domain publik, berbasis Java program pengolah gambar yang dikembangkan di National Institutes of Health. ImageJ juga memiliki plugin Java dan macro recordable. akuisisi Kustom, analisis dan pengolahan plugin dapat dikembangkan dengan menggunakan ImageJ built-in editor dan compiler Java. plugin user-ditulis memungkinkan untuk

memecahkan banyak masalah pengolahan gambar dan analisis, dari pencitraan sel secara dimensi tiga untuk pengolahan gambar radiologi, perbandingan sistem multi pencitraan. Data untuk sistem hematologi otomatis. arsitektur plugin ImageJ dan built-in lingkungan pengembangan telah membuatnya menjadi platform populer untuk mengajar pengolahan gambar.

ImageJ dapat dijalankan sebagai applet online, aplikasi yang dapat diunduh, atau di komputer manapun dengan Java 5 atau lambat mesin virtual. distribusi download yang tersedia untuk Microsoft Windows, Mac OS, OS X, Linux, dan Sharp Zaurus PDA. Kode sumber untuk ImageJ tersedia secara bebas. (Schneider CA dkk, 2012)

2.2 Kerangka Teori

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



Bagan 2.1. Kerangka teori

2.3 Penelitian Terkait

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

1. Penelitian ini dilakukan oleh Dr. I Made Wijaya, Ni Nyoman Indah Prima Dewi, Nyoman Supriani (2018) dengan judul “uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator pada pesawat sinar-x mobile merk siemens di instalasi radiologi RSUD Badung Mangusada”. Persamaan terhadap penelitian ini yaitu sama-sama meneliti tentang uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator pesawat sinar-x dan sama-sama menggunakan metode kuantitatif pada jenis pengujiannya. Perbedaan terhadap penelitian ini yaitu memakai pesawat sinar-x mobile merk siemens dan tempat penelitian di instalasi radiologi RSUD badung Mangusada.
2. 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”. Persamaan penelitian ini yaitu sama-sama meneliti tentang uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator pesawat sinar-x. 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.

3. Penelitian ini dilakukan oleh Silvi Widya Pangesti (2020) dengan judul “Uji Efisiensi Celah (*Shutter*) Kolimator Pesawat Sinar-X di Instalasi Radiologi RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau”. Persamaan terhadap penelitian ini yaitu sama-sama meneliti tentang uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator pesawat sinar-X. Perbedaan terhadap penelitian ini alat yang digunakan untuk pengujian menggunakan aplikasi *image J* dan tempat penelitian di instalasi radiologi RSUD Arifin Ahmad Provinsi Riau.

2.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis adalah suatu pernyataan mengenai dugaan peneliti yang akan diuji kebenarannya berdasarkan data. Hipotesis ini penting dilakukan dalam inferensia statistika sebagai kesimpulan sementara dari permasalahan penelitian (Abdullah & Susanto, 2015).

H_0 : Tidak terjadi kebocoran celah (*shutter*) kolimator pesawat sinar-X di Instalasi RS Awal Bros Panam.

H_a : Terjadi kebocoran celah (*shutter*) kolimator pesawat sinar-X di Instalasi RS Awal Bros Panam.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan Desain Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian karya tulis ilmiah ini yaitu penelitian kuantitatif adalah metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif / statistik, dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan (Sugiyono, 2018).

Metode yang digunakan pada penelitian karya tulis ilmiah ini yaitu metode *eksperimen*, *eksperimen* adalah metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan (Sugiyono 2011).

Penelitian eksperimen merupakan metode yang dapat menguji secara benar hipotesis yang menyangkut hubungan kausal (sebab akibat) (Emzir, 2012).

3.2 Populasi dan Sampel

3.2.1 Populasi

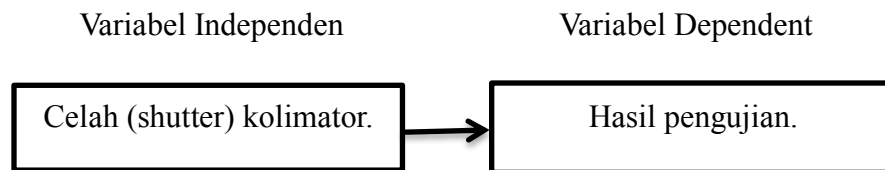
Populasi adalah wilayah generalisasi, terdiri atas objek/subjek untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2019). Populasi dalam penelitian ini adalah pesawat sinar-x.

3.2.2 Sampel

Sampel adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi tersebut (Sugiyono, 2019). Sampel dalam penelitian ini

adalah celah (*shutter*) kolimator.

3.3 Kerangka Konsep



Bagan 3.1 Kerangka Konsep

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

1. Variabel independen/bebas Variabel independen adalah karakteristik yang dapat memberikan pengaruh atau dampak dari variabel dependen. Di dalam penelitian, variabel ini disebut variabel bebas, (Ismail, 2018). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah celah (*shutter*) kolimator.
2. Variabel dependen adalah atribut atau karakteristik yang dipengaruhi oleh variabel independen. Variabel ini menjadi objek utama dalam penelitian. Variabel dependen disebut variabel Y, terikat, *outcome*, efek, kriteria, dan variabel konsekuensi (Ismail, 2018). Variabel terikat dalam penelitian ini adalah hasil pengujian. Definisi operasional pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3.1. Definisi Operasional

| NO | VARIABEL | DEFINISI OPERASIONAL | SKALA UKUR | HASIL UKUR |
|----|---|---|---------------|--|
| 1 | Variabel Independen : Celah (<i>shutter</i>) kolimator | Uji efisiensi celah (<i>shutter</i>) kolimator adalah salah satu penyelenggaraan kegiatan kendali mutu (<i>quality control</i>) untuk pesawat sinar-x diagnostik yang telah ditetapkan oleh Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 1250 tahun 2009 tentang uji efisiensi celah (<i>shutter</i>) kolimator | Nominal | 1. Baik : densitas tidak melebihi basic fog 2. Tidak Baik : densitas melebihi basic fog |
| 2 | Variabel Dependent : Hasil pengujian | Hasil pengujian berbentuk bayangan yang diperoleh sebagai akibat dari sinar-X yang dioperasikan | Nominal | 1. Tidak menunjukkan kehitaman pada hasil uji (<i>shutter</i>) kolimator |

3.5 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Awal Bros Panam, pada bulan April 2022.

Tabel 3.2. Jadwal Penelitian

| No | Kegiatan Penelitian | Bulan | | | | | | |
|----|------------------------|----------|---------|----------|-------|-------|-----|------|
| | | Desember | Januari | Februari | Maret | April | Mei | Juni |
| 1 | Pengajuan Judul | ■ | | | | | | |
| 2 | Penyusunan Proposal | ■ | ■ | ■ | | | | |
| 3 | Seminar Proposal | | | ■ | | | | |
| 4 | Pelaksanaan Penelitian | | | | ■ | ■ | ■ | |
| 5 | Sidang Tugas Akhir | | | | | | | ■ |

3.6 Instrumen Penelitian

Untuk mengumpulkan data dari sampel penelitian dibutuhkan alat ukur yang disebut instrument. Instrumen penelitian adalah suatu alat yang digunakan untuk mengukur fenomena alam maupun social (Sugiyono, 2018). Instrumen penelitian yang digunakan peneliti dalam pengambilan data adalah sebagai berikut:

1. Pesawat Sinar-X

- a. Merk : GE
- b. Tipe : XR 6000
- c. No. Seri Tube : 13C336
- d. Input Rating : 24V DC 6A
- e. No. Seri Alat : 101655HL9
- f. kV max : 150 kV

g. *Manufactured* : Agustus 2013



Gambar 3.1 Pesawat Sinar-X

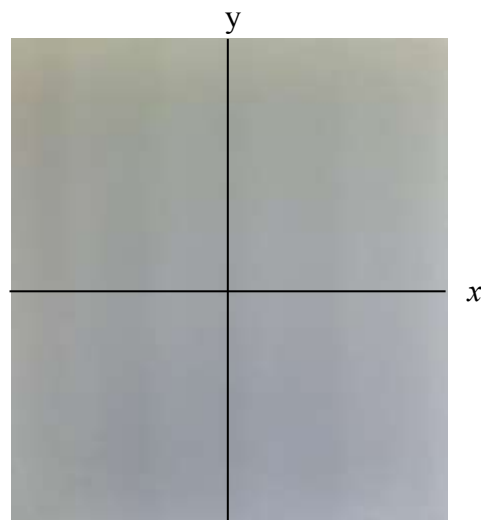
2. Kaset
3. Kamera
4. Alat Tulis
5. *Computed Radiography* (CR)
6. Image J
7. CD

3.7 Prosedur Penelitian

Adapun prosedur penelitian ini sesuai dengan PERMENKES RI No. 1250/MENKES/SK/XII/2009 sebagai berikut:

- a. Pemanasan tabung (warm up) pesawat sinar-X terlebih dahulu sebelum pengujian dilakukan.
- b. Tempatkan kaset ukuran 24 x 30 cm diatas meja pemeriksaan pada 1 m dari fokus tabung sinar-X.
- c. Atur eksposi pada 80 kVp dan 40 mAs.
- d. Lakukan eksposi pertama dengan pengaturan satu sisi shutter kolimator dalam keadaan tertutup rapat dan pengaturan sisi shutter lainnya dalam keadaan terbuka penuh.
- e. Lakukan prosedur yang sama dengan pengaturan sisi shutter kolimator yang tadinya tertutup sebaliknya dibuka penuh dan seterusnya.

- f. Dilakukan expose sebanyak 2 kali dalam 1 kaset dan 3 kali pengujian.
- g. Dilakukan pembacaan kaset tanpa radiasi dijadikan background.
- h. Hasil expose tersebut diproses menggunakan *Computed Radiography* (CR).
- i. Hasil dipindahkan ke CD untuk dibaca menggunakan aplikasi *image J*.
- j. Hasil uji *shutter* diukur menggunakan *Image J*.
- k. Klik aplikasi *image J* dan pilih file yang ingin di ukur, klik *straight* untuk mengukur hasil uji shutter X dan Shutter Y.
- l. Klik analyze pilih plot *profile* setelah itu pilih list dan keluar hasil uji shutter kolimator tersebut.
- m. pengukuran sepanjang garis transversal (X) dan sepanjang garis longitudinal (Y) untuk mendapatkan hasil uji *shutter* kolimator.



3.8 Metode Pengumpulan Data

1. Observasi

Observasi diartikan pengamatan dan pencacatan secara sistematis terhadap gejala yang tampak pada objek penelitian. Observasi merupakan metode yang cukup mudah dilakukan untuk pengumpulan

data. Observasi ke lokasi yang bersangkutan akan dapat diputuskan alat ukur mana yang tepat untuk digunakan (Sugiyono, 2017).

2. Pengujian

Peneliti melakukan pengujian efisiensi celah (*shutter*) kolimator pesawat sinar-x di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Awal Bros Panam.

3. Dokumentasi

Dokumentasi adalah teknik pengumpulan data yang tidak langsung ditujukan kepada subjek penelitian dalam rangka memperoleh informasi terkait objek penelitian (Sugiyono, 2017).

3.9 Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini yaitu Celah (*shutter*) kolimator dikatakan berfungsi secara efisien apabila hasil dari pengujian tidak menunjukkan kehitaman (MENKES No. 1250 Tahun 2009). Jika hasil pengujian menunjukkan kehitaman maka dilakukan pengukurannya dengan software *Image J*.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Penelitian pengujian efisiensi celah (*shutter*) kolimator pesawat sinar-X merk GE dilakukan di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Awal Bros Panam. Pesawat sinar-X dengan merk GE beroperasi sejak Agustus 2013. Frekuensi uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator ini dilakukan pada tahun 2021. Pesawat sinar-X dengan merk GE digunakan untuk pelayanan radiologi dengan jumlah pasien yang dikerjakan setiap harinya sekitar 50 pasien.

Tahap pengujian celah (*shutter*) kolimator pesawat sinar-X adalah sebagai berikut.

4.1.1 Tahap Persiapan Alat

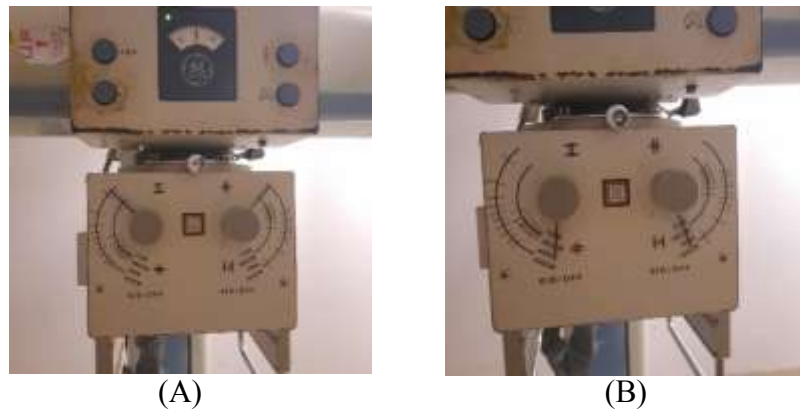
Peralatan yang digunakan pada pengujian ini yaitu pesawat sinar-X , kaset CR ukuran 24 x 30 cm, kamera, alat tulis dan *Computer Radiography (CR)*.



Gambar 4.1 Tahap Persiapan Alat

4.1.2 Tahap Pengujian

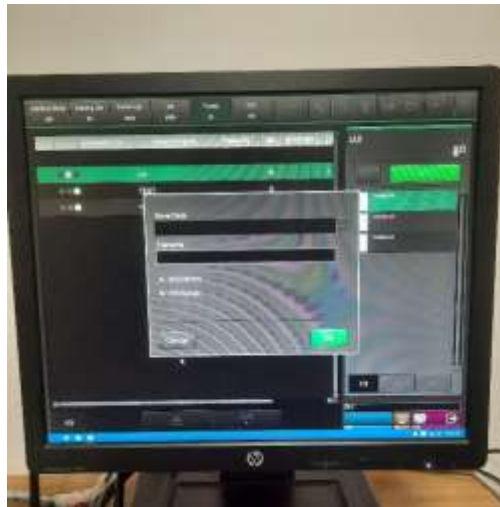
Letakkan kaset CR ukuran 24 x 30 cm diatas meja pemeriksaan dan atur pada jarak FFD 1 m dari fokus tabung sinar-X. Atur sisi *shutter* X kolimator dalam keadaan tertutup dan atur sisi *shutter* Y kolimator dalam keadaan terbuka penuh lakukan 3 kali pengeksposan, dan atur sisi *shutter* X kolimator dalam keadaan terbuka penuh dan atur sisi *shutter* Y kolimator dalam keadaan tertutup lakukan 3 kali pengeksposan. Faktor eksposi yang digunakan yaitu 80 kVp dan 40 mAs.



Gambar 4.2 pada gambar (A) Sisi *shutter* X kolimator tertutup dan sisi *shutter* Y kolimator terbuka, pada gambar (B) Sisi *shutter* X kolimator terbuka dan sisi *shutter* Y kolimator tertutup

4.1.3 Tahap *Processing*

Hasil uji celah *shutter* yang telah diexpose diproses di *computer radiography*. Hasil tersebut diberi kode setiap hasil pengujian tersebut. Hasil pengujian ini diubah menjadi file dalam bentuk DICOM Viewer dan file pengujian ini dipindahkan ke CD untuk dibaca dengan menggunakan aplikasi *Image J*.



Gambar 4.3 Tahap Processing

4.1.4 Hasil Pengujian Celah (*Shutter*) Kolimator

Uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator adalah salah satu penyelenggaraan kegiatan kendali mutu (*quality control*) untuk pesawat sinar-x diagnostik. Berikut hasil pengujian celah (*shutter*) kolimator sebagai berikut:

a. Pengujian Pertama, Kedua dan Ketiga

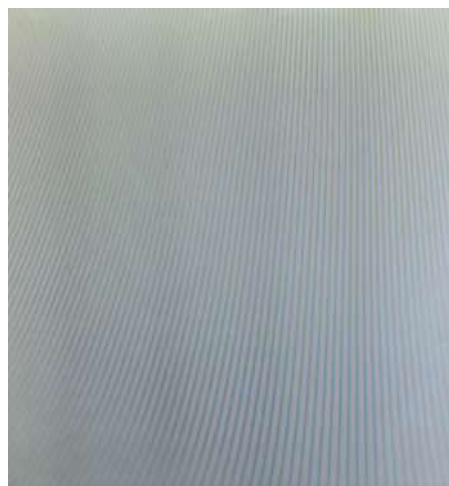
Pada pengujian pertama celah *shutter* menggunakan faktor eksposi dengan 80 KV 40 mAs. Hasil gambaran yang diperoleh pada pengujian pertama dengan *shutter* X kolimator dalam keadaan tertutup dan *shutter* Y kolimator dalam keadaan terbuka penuh dan *shutter* X kolimator dalam keadaan terbuka penuh dan *shutter* Y kolimator dalam keadaan tertutup. Hasil pengujian pertama, kedua dan ketiga dapat dilihat pada gambar 4.4, 4.5, 4.6 di bawah ini



Gambar 4.4 Pengujian pertama



Gambar 4.5 Pengujian kedua



Gambar 4.6 Pengujian ketiga

Berdasarkan gambar 4.4, 4.5, 4.6 hasil pengujian pertama, kedua dan ketiga sisi celah *shutter* X kolimator dan sisi celah *shutter* Y tidak terdapat kehitaman pada hasil uji.

b. Kaset tanpa Radiasi

Pada kaset yang tanpa radiasi dilakukan scan untuk

dijadikan background perbandingan dengan pengujian pertama, kedua dan ketiga pada celah (*shutter*) kolimator tersebut. Dapat dilihat pada gambar 4.7 di bawah ini



Gambar 4.7 Kaset tanpa Radiasi

4.1.5 Tahap Perhitungan Hasil Uji *Shutter* menggunakan Aplikasi *Image J*

Hasil uji *shutter* diukur menggunakan *tools straight* pada aplikasi *image J*, pengukuran sepanjang garis transversal (X) dan sepanjang garis longitudinal (Y) untuk mendapatkan hasil uji *shutter* kolimator. Berikut tabel hasil rata-rata pengukuran menggunakan aplikasi *image J* sebagai berikut

Tabel 4.1 Hasil rata-rata pengukuran menggunakan aplikasi *image J*

| NO | Uraian | Garis transversal X | Garis longitudinal Y |
|----|---------------------|------------------------|-------------------------|
| 1. | Pengujian pertama | 333.400 | 333.352 |
| 2. | Pengujian kedua | 333.519 | 333.293 |
| 3. | Pengujian ketiga | 333.680 | 333.377 |
| 4. | Kaset tanpa radiasi | 334.489 | 334.319 |

Berdasarkan tabel 4.1 Pengujian pertama dengan sisi *shutter* X

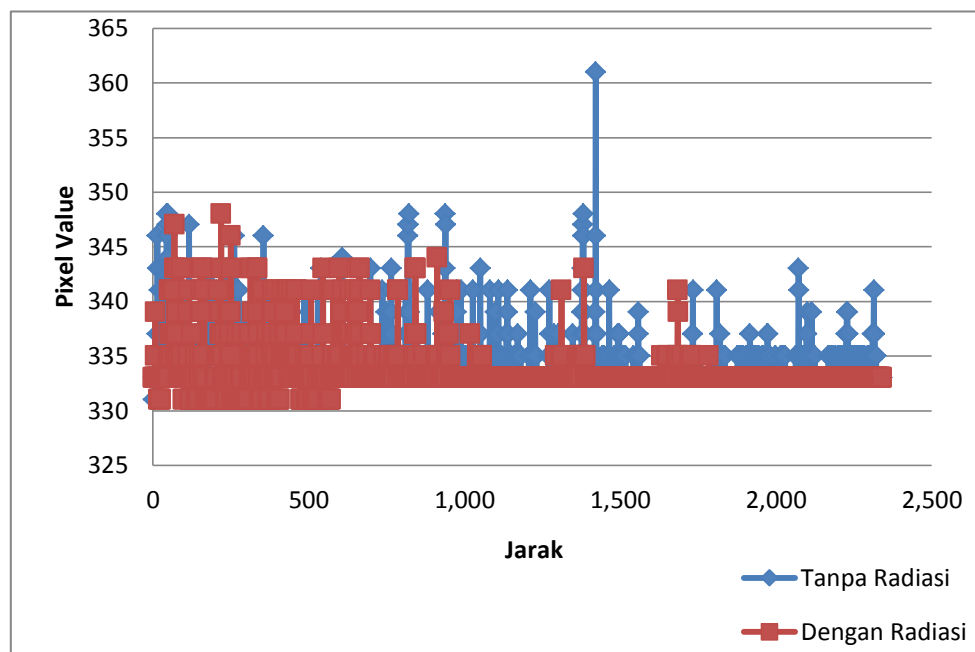
tanpa radiasi dan dengan radiasi expose pertama dengan sisi *shutter* X di dapatkan hasil rata-rata adalah 333.400. Pengujian kedua dengan sisi *shutter* X tanpa radiasi dan dengan radiasi expose kedua dengan sisi *shutter* X di dapatkan hasil rata-rata adalah 333.5194. Pengujian ketiga dengan sisi *shutter* X tanpa radiasi dan dengan radiasi expose ketiga dengan sisi *shutter* X di dapatkan hasil rata-rata adalah 333.680. Kaset tanpa radiasi X untuk dijadikan background di dapatkan hasil rata-rata adalah 334.489.

Pengujian pertama dengan sisi *shutter* Y tanpa radiasi dan dengan radiasi expose pertama dengan sisi *shutter* Y di dapatkan hasil rata-rata adalah 333.352, Pengujian kedua dengan sisi *shutter* Y tanpa radiasi dan dengan radiasi expose kedua dengan sisi *shutter* Y di dapatkan hasil rata-rata adalah 333.293, Pengujian ketiga dengan sisi *shutter* Y tanpa radiasi dan dengan radiasi expose ketiga dengan sisi *shutter* Y di dapatkan hasil rata-rata adalah 333.377. Kaset tanpa radiasi Y untuk dijadikan background di dapatkan hasil rata-rata adalah 334.319.

4.1.6 Tahap Hasil Grafik Uji *Shutter*

Hasil grafik uji *shutter* untuk membandingkan hasil tanpa radiasi dan dengan radiasi hasil uji *shutter* kolimator tersebut. Berikut adalah hasil grafik uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator pesawat sinar-x dengan menggunakan grafik *pixel value*, *pixel value* adalah unsur gambar representasi sebuah titik terkecil dalam sebuah gambar grafis yang dihitung per inci.

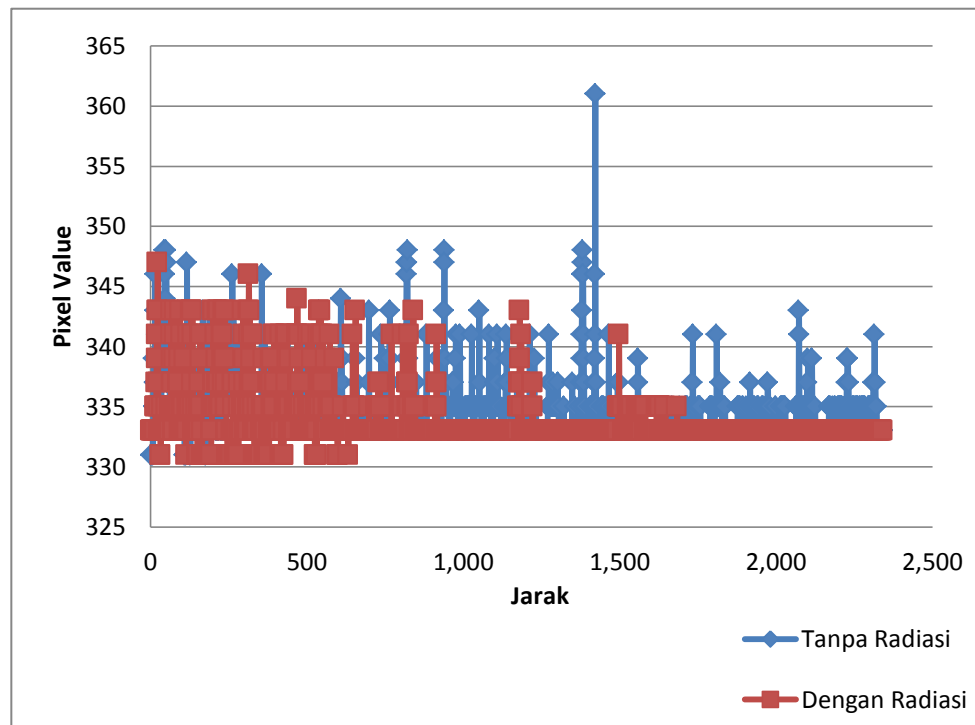
Grafik *pixel value* sebagai berikut:



Grafik 4.1 Tanpa Radiasi dan dengan Radiasi expose pertama X

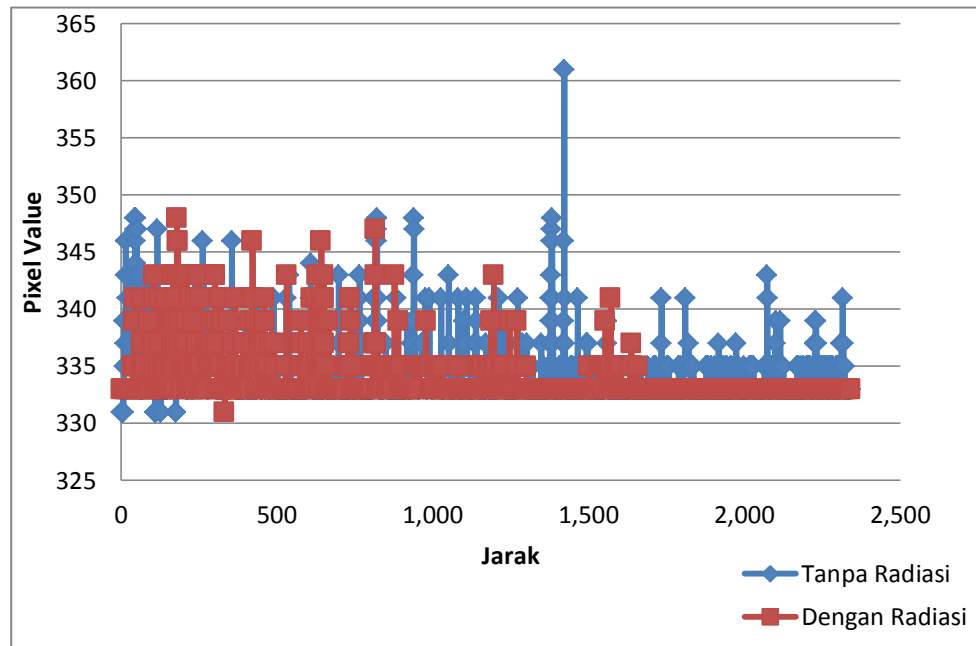
Berdasarkan grafik di atas uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator tanpa radiasi dan dengan radiasi expose pertama X, nilai *pixel value* dengan radiasi tidak melebihi nilai batas kaset tanpa radiasi dan hasil rata-rata uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator pesawat sinar-x expose pertama X adalah 333.400 dan hasil rata-rata

kaset tanpa radiasi X adalah 334.489 jadi tanpa radiasi dan dengan radiasi expose pertama X tidak terjadi kebocoran.



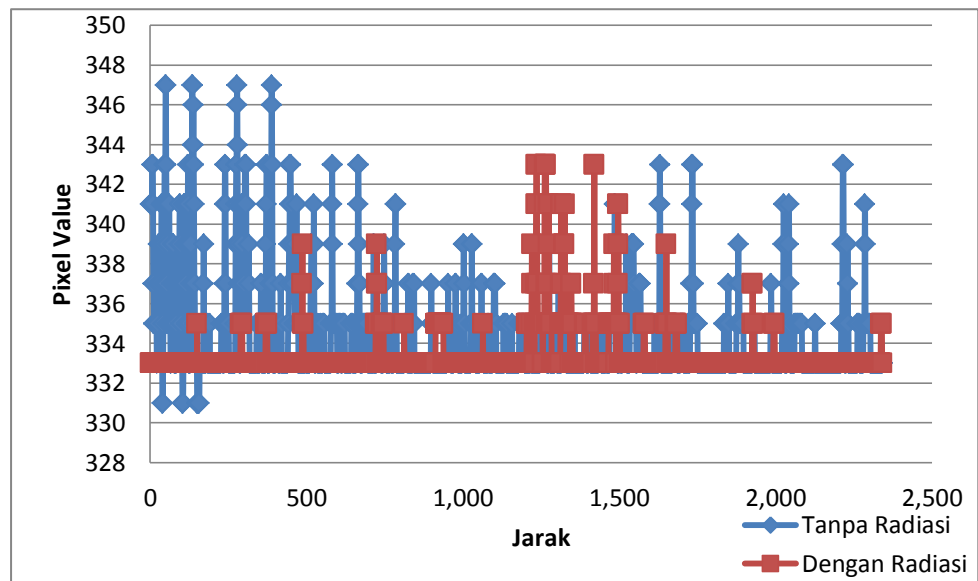
Grafik 4.2 Tanpa Radiasi dan dengan Radiasi expose kedua X

Berdasarkan grafik di atas uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator tanpa radiasi dan dengan radiasi expose kedua X, nilai *pixel value* dengan radiasi tidak melebihi nilai batas kaset tanpa radiasi dan hasil rata-rata uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator pesawat sinar-x expose kedua X adalah 333.352 dan hasil rata-rata kaset tanpa radiasi X adalah 334.489 jadi tanpa radiasi dan dengan radiasi expose kedua X tidak terjadi kebocoran.



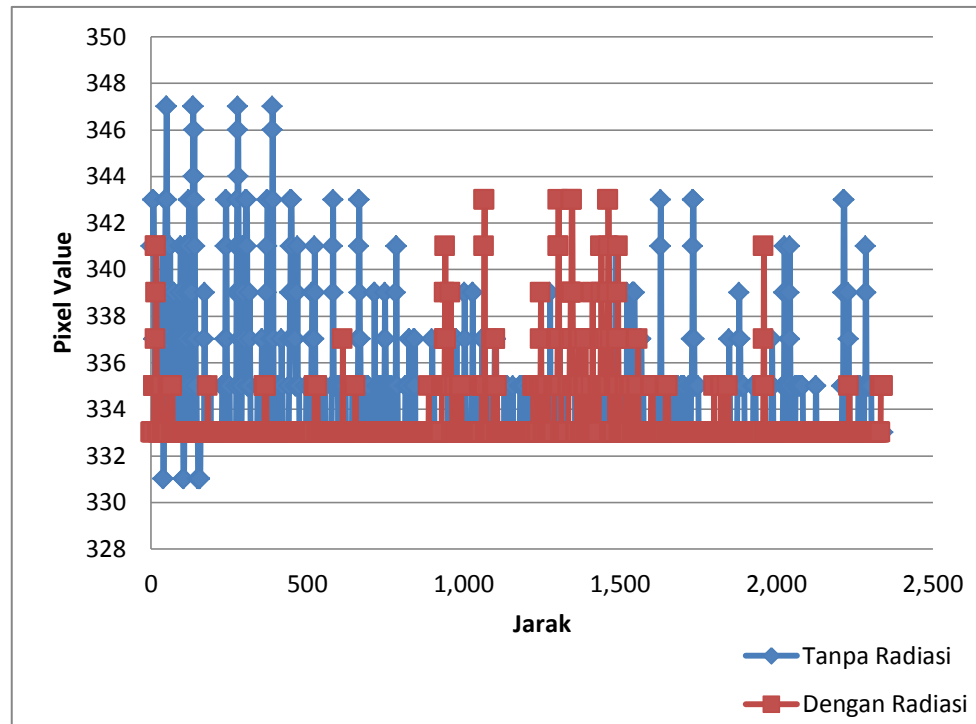
Grafik 4.3 Tanpa Radiasi dan dengan Radiasi expose ketiga X

Berdasarkan grafik di atas uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator tanpa radiasi dan dengan radiasi expose ketiga X, nilai *pixel value* dengan radiasi tidak melebihi nilai batas kaset tanpa radiasi dan hasil rata-rata uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator pesawat sinar-x expose ketiga X adalah 333.519 dan hasil rata-rata kaset tanpa radiasi X adalah 334.489 jadi tanpa radiasi dan dengan radiasi expose ketiga X tidak terjadi kebocoran.



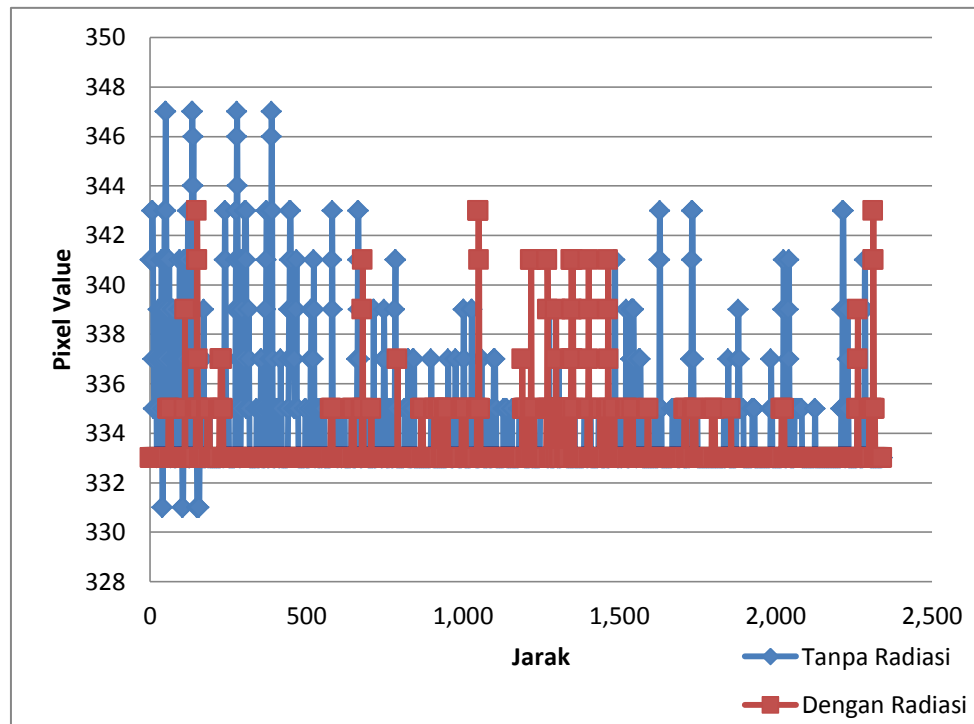
Grafik 4.4 Tanpa Radiasi dan dengan Radiasi expose pertama Y

Berdasarkan grafik di atas uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator tanpa radiasi dan dengan radiasi expose pertama Y, nilai *pixel value* dengan radiasi tidak melebihi nilai batas kaset tanpa radiasi dan hasil rata-rata uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator pesawat sinar-x expose pertama Y adalah 333.293 dan hasil rata-rata kaset tanpa radiasi Y adalah 334.319 jadi tanpa radiasi dan dengan radiasi expose pertama Y tidak terjadi kebocoran.



Grafik 4.5 Tanpa Radiasi dan dengan Radiasi expose kedua Y

Berdasarkan grafik di atas uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator tanpa radiasi dan dengan radiasi expose kedua Y, nilai *pixel value* dengan radiasi tidak melebihi nilai batas kaset tanpa radiasi dan hasil rata-rata uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator pesawat sinar-x expose kedua Y adalah 333.680 dan hasil rata-rata kaset tanpa radiasi Y adalah 334.319 jadi tanpa radiasi dan dengan radiasi expose kedua Y tidak terjadi kebocoran.



Grafik 4.6 Tanpa Radiasi dan dengan Radiasi expose ketiga Y

Berdasarkan grafik di atas uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator tanpa radiasi dan dengan radiasi expose ketiga Y, nilai *pixel value* dengan radiasi tidak melebihi nilai batas kaset tanpa radiasi dan hasil rata-rata uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator pesawat sinar-x expose ketiga Y adalah 333.377 dan hasil rata-rata kaset tanpa radiasi Y adalah 334.319 jadi tanpa radiasi dan dengan radiasi expose ketiga Y tidak terjadi kebocoran.

4.2 Pembahasan

Penelitian pengujian efisiensi celah (*shutter*) kolimator pesawat sinar-x merk GE dilakukan di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Awal Bros Panam. Kolimator adalah bagian dari pesawat sinar-X yang berfungsi untuk pengaturan luas lapangan radiasi (PERKA BAPETEN Nomor 15 Tahun (2014). Kolimator terdiri dari dua set penutup (*shutter*) timbal atau lempengan yang saling berhadapan dan bergerak dengan arah berlawanan secara berpasangan.

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.

Hasil diukur menggunakan aplikasi *image J*. Peneliti melakukan expose sebanyak 2 kali dalam 1 kaset dan 3 kali pengujian dan peneliti membagi hasil ukur pengujian dengan dua sisi yaitu sisi transversal (X) dan sisi longitudinal (Y). Pada hasil rata-rata pengukuran menggunakan aplikasi *image J* dan hasilnya dibuat grafik untuk mengetahui perbedaan hasil pengujian pertama, kedua, ketiga dan kaset tanpa radiasi. Pengujian pertama dengan sisi *shutter* X tanpa radiasi dan dengan radiasi expose

pertama dengan sisi *shutter* X di dapatkan hasil rata-rata adalah 333.400. Pengujian kedua dengan sisi *shutter* X tanpa radiasi dan dengan radiasi expose kedua dengan sisi *shutter* X didapatkan hasil rata-rata adalah 333.519. Pengujian ketiga dengan sisi *shutter* X tanpa radiasi dan dengan radiasi expose ketiga dengan sisi *shutter* X di dapatkan hasil rata-rata adalah 333.680. Kaset tanpa radiasi X untuk dijadikan background di dapatkan hasil rata-rata adalah 334.489. Pengujian pertama dengan sisi *shutter* Y tanpa radiasi dan dengan radiasi expose pertama dengan sisi *shutter* Y di dapatkan hasil rata-rata adalah 333.352, Pengujian kedua dengan sisi *shutter* Y tanpa radiasi dan dengan radiasi expose kedua dengan sisi *shutter* Y di dapatkan hasil rata-rata adalah 333.293, Pengujian ketiga dengan sisi *shutter* Y tanpa radiasi dan dengan radiasi expose ketiga dengan sisi *shutter* Y di dapatkan hasil rata-rata adalah 333.377. Kaset tanpa radiasi Y untuk dijadikan background di dapatkan hasil rata-rata adalah 334.319. Nilai *pixel value* dengan radiasi tidak melebihi batas tanpa radiasi, maka tidak terjadi kebocoran pada uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator tersebut.

Pengujian ini menggunakan kaset dengan ukuran 24 cm x 30 cm dan faktor eksposi 80 kv 40 mAs. Hasil pengujian efisiensi celah (*shutter*) kolimator pesawat sinar-X tidak terjadi penghitaman, terlihat dari nilai *pixel value* dengan radiasi tidak melebihi batas tanpa radiasi sehingga sesuai dengan peraturan KEMENKES RI No. 1250 Tahun 2009 bahwasannya penilaian celah (*shutter*) dinyatakan berfungsi dengan efisien apabila tidak terjadi kebocoran radiasi atau penghitaman.

Hasil Penelitian yang dilakukan (I Made Wijaya,2018) dengan

menggunakan pesawat sinar-x mobile merk *siemens* di instalasi radiologi RSUD Bandung mengusada sudah tidak berfungsi secara efisien.

Berdasarkan hasil penelitian yang peneliti lakukan menunjukkan tidak 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 frekuensi uji kesesuaian efisiensi celah (*shutter*) kolimator adalah 6 (enam) bulan sekali atau setelah perbaikan. Pelaksanaan uji kesesuaian efisiensi celah (*shutter*) ini sangat diperlukan untuk keamanan radiasi pada saat membuang muatan kapasitor atau pada saat pemanasan pesawat sinar-x dengan eksposi (KEMENKES No. 1250, 2009).

Celah (*shutter*) kolimator pesawat sinar-X di Rumah Sakit Awal Bros Panam tidak terjadi kebocoran dan efisien sehingga dapat digunakan untuk melakukan melayani radiologi.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dari uji efisiensi celah *shutter* kolimator pesawat sinar-X dengan menggunakan aplikasi Image J maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 5.1.1 Penelitian uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator pada pesawat sinar-x di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Awal Bros Panam dilakukan 3 kali pengujian, hasil uji tidak mengalami penghitaman di sepanjang garis transversal (X) dan sebagian garis longitudinal (Y). Nilai pixel value dengan radiasi tidak melebihi batas tanpa radiasi dan Dilakukan perhitungan hasil uji celah *shutter* kolimator dengan menggunakan *image J* Sehingga celah (*shutter*) dapat dinyatakan tidak mengalami kebocoran.
- 5.1.2 Uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator pada pesawat sinar-x di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Awal Bros panam masih dalam batas toleransi sesuai ketentuan peraturan KEMENKES RI No. 1250 Tahun 2009 bahwasannya penilaian celah (*shutter*) dinyatakan berfungsi dengan efisien apabila tidak ada efek kebocoran radiasi atau penghitaman.

5.2 Saran

- 5.2.1 Sebaiknya frekuensi uji kesesuaian efisiensi celah (*shutter*) kolimator dilakukan 6 (enam) bulan sekali atau setelah perbaikan.
- 5.2.2 Penelitian uji efisiensi celah (*shutter*) kolimator menggunakan aplikasi *image J* dan bisa juga menggunakan aplikasi lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhmad, Balza Achmad, Viktorinus Hardianto dan Agus Arif. *Densitometer film radiografi portable berbasis mikrokontroler*. Media elektrik, Volume 2 Nomor 2, Juni 2008.
- Abdullah, Sarini dan Taufik Edi Susanto *Statistika Tanpa Stres*. Jakarta: Transmedia Pustaka.
- Ballinger, Philip W. dan Eugene D. Frank.2003. *Merril's Atlas of Radiographic Positions and Radiologic Procedures*, Tenth Editions, Volume Three. Saint Louis : Mosby.
- Bushong, Stewart C.2013. *Radiologic Science for Tecnologist*, Tenth Edition Missouri: Mousby, Inc.
- Dr. I Made Wijaya, Ni Nyoman Indah Prima Dewi, & Nyoman Supriani. 2018. *Uji Efisiensi Celah (Shutter) Kolimator Pada Pesawat Sinar-X Mobile Merk Siemens di Instalasi Radiologi RSUD Mangusada Kabupaten Badung*. Akademi Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali.
- Fauber, Terri L. 2012. *Radiographic Imaging and Exposure*. Fifth Edition.St Louis: Missouri.
- Gusti Agung P, I. 2014. *Uji Kesesuaian Lampu Kolimasi Berkas radiasi dengan menggunakan dengan Quality Control*, Bali: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana.
- Indriati, Rini, Murniati, M, Susanto, E, Abimanyu, B, Wibowo, A.S, Kartikasari, Y, Masrochah, S & Darmini. 2017. *Proteksi Radiasi Bidang Radiodiagnostik dan Intervensional*. Magelang: Inti Medika Pustaka.
- Kane & Suzanne A. 2020. *Introduction to Physics in Modern Medicene*. Third Edition. Suite Boca Raton: Taylor & Francis Group.
- Khan & Faiz M. 2014. *The Physics of Radiation Theraphy*. Fifth Edition.

- USA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Lestari, Sri. 2019. *Teknik Radiografi Medis*. Magelang: Inti Medika Pustaka.
- Nugroho Tri S, Dwi Lestari, Surakhman. 2016. *Tekno Fisika Nuklir*. STTN-BATAN, Yogyakarta.
- Papp, J. 2019. *Quality management in the Imaging Science*. Sixth Edition. St Louis: Missouri.
- 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*. Jakarta: BAPETEN.
- PERMENKES RI No. 1250 Tahun 2009 *Tentang Pedoman Kendali Mutu (Quality Control) Peralatan Radiodiagnostik*. Jakarta. Kemenkes.
- Rahman, N. 2009. *Radiofotografi*. Padang: Universitas Baiturrahmah.
- Rochmayanti, D. 2013. *Analisis Pengujian Kolimasi Pesawat Mobile Unit Sinar-X Merk Toshiba*. *Radiografi & Imaging*. Jepara.
- Sari, O.P. 2010. *Fisika Radiasi*. Padang: Universitas Baiturrahmah.
- 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. Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Politeknik Kemenkes Jakarta II*.
- Schneider CA, Rasband WS, Eliceiri KW (2012); “*NIH Image J: 25 years of image analysis*” *Nat Methods* 9 (7): 671-675.
- Sugiyono. 2016. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Utami, Asih Puji, Sudiby Dwi Saputro, & Fadli Felayani. 2018. *Radiologi Dasar I*. Magelang: Inti Medika Pustaka.

Surat Ethical Clearance Universitas Awal Bros



UNIVERSITAS AWAL BROS

A Spirit of Caring

A Vision of Excellence

Pekabunan, Jl. Karya Bakti, No 8 Simp. BPG 28141
Telp. (0761) 8409500/082276268786
Batang, Jl. Abdiyocana, 29464
Telp. (0778) 4805007/085760045061
Website: www.awalbros.ac.id | Email: info@awalbros.ac.id

Nomor : 642/UA/B1.20/TH/KPS/07.22
Lampiran : -
Hal : Permohonan Persetujuan Etik

Yth. Ketua Komisi Etik Penelitian
Universitas Awal Bros

Selubungan dengan rencana penelitian yang akan dilaksanakan oleh :

Nama : Kevin Arya Pratama
Program Studi : Diploma III Teknik Radiologi
Dengan Judul : Uji Efisiensi Celah (*Slit*) Kolimator Pesawat Sinar-X di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Awal Bros Puncak
Pembimbing I : Yoki Rahmat, M.Si
Pembimbing II : Annisa, S.Tr.Rad

Maka bersama ini kami mengajukan permohonan persetujuan etik sebagai salah satu syarat penelitian tersebut bisa dilakukan.

Demikian kami sampaikan, atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Pekabunan, 7 Juli 2022
Ketua Program Studi


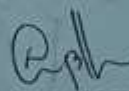
Angella Angella, M.Tr.Kes
NIDN. 1022099201

Tembusan :
1. Arsip

Surat Balasan Ethical Clearance Universitas Awal Bros

| | | | |
|---|---|--|-------------------------------------|
|  | <p>UNIVERSITAS AWAL BROS FAKULTAS ILMU KESEHATAN KOMISI ETIK PENELITIAN KESEHATAN Pekanbaru, Jl Karya Bukit, No 8 Simp. BPG 28141 Batam, Jl Abulyatama, Batam Kota 29464 CP: 085272001583 Email : kep@kikesabbb@gmail.com</p> | | |
| <p><u>REKOMENDASI PERSETUJUAN ETIK</u> Nomor : 0096/UAB1.20/SR/KEPK/ 07.22</p> | | | |
| <p>Dengan Ini Menyatakan Bahwa Protokol Dan Dokumen Yang Berhubungan Dengan Protokol Berikut Telah Mendapatkan Persetujuan Etik :</p> | | | |
| No Protokol | UAB220094 | | |
| Peneliti Utama | Kevin Arya Pratama | | |
| Judul Penelitian | Uji Efisiensi Celah (Shutter) Kolimator Pesawat Sinar-X di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Awal Bros Panam | | |
| Tempat Penelitian | Rumah Sakit Awal Bros Panam | | |
| Tanggal Masa Berlaku (1 Tahun) | 22 Juli 2022 – 22 Juli 2023 | | |
| Ketua Komisi Etik Penelitian Kesehatan Universitas Awal Bros | Nama : Eka Fitri Amir S.ST_MKeb | Tanda Tangan:  | Tanggal: 22 Juli 2022 |
| <p>Kewajiban Peneliti Utama :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menyerahkan Laporan Akhir Setelah Penelitian Berakhir 2. Melaporkan Penyimpangan Dari Protokol Yang Disetujui 3. Mematuhi Semua Peraturan Yang Telah Ditetapkan | | | |

Surat Permohonan Izin Penelitian

| | | |
|--|---|--|
|  | UNIVERSITAS AWAL BROS <i>A Spirit of Caring</i> <i>A Vision of Excellence</i> | Pekabaru, Jl. Karya Bakel, No. 8 Simp. BPG 28141 Telp. (0761) 8409768/ 082276268786 Batang, Jl. Abulyntama, 29464 Telp. (0778) 4805007/ 085760085061 Website: univawalbros.ac.id Email: univawalbros@gmail.com |
| No | : 644/UAB1.03.03/U/KPS/07.22 | |
| Lampiran | : - | |
| Perihal | : <u>Permohonan Izin Penelitian</u> | |
| Kepada Yth : Bapak/Ibu Direktur RS Awal Bros Panam di- Tempat | | |
| <i>Semoga Bapak/Ibu selalu dalam lindungan Tuhan Yang Maha Esa dan sukses dalam menjalankan aktivitas sehari-hari.</i> | | |
| Teriring puji syukur kehadiran Tuhan yang Maha Esa, berdasarkan kalender Akademik Prodi Diploma III Teknik Radiologi Universitas Awal Bros Tahun Ajaran 2021/2022, 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 | : Kevin Arya Pratama | |
| Nim | : 19002022 | |
| Dengan Judul | : Uji Efisiensi Celah (<i>Shutter</i>) Kolimator Pesawat Sinar-X di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Awal Bros Panam | |
| Demikian surat permohonan izin ini kami sampaikan, atas perhatian dan kerjasama Bapak/Ibu kami ucapkan terimakasih. | | |
| | | Pekabaru, 7 Juli 2022 Ka. Prodi Diploma III Teknik Radiologi Universitas Awal Bros  <u>Shelly Angella, M.Tr.Kes</u> NIDN: 1022099201 |
| <i>Tembusan :</i> | | |
| 1. Arsip | | |

Surat Balasan Izin Penelitian



Pekanbaru, 17 Juni 2022

No : 976/RSAB-PNM/DIR/06.22

Hal : Balasan Permohonan Izin Penelitian

Kepada Yth :

**Ketua Prodi D III Radiologi
Universitas Awal Bros Pekanbaru**

di-

Tempat

Dengan hormat,

Terimakasih untuk kepercayaan yang telah diberikan kepada Rumah Sakit Awal Bros Panam Pekanbaru dan semoga Bapak/Ibu selalu dalam lindungan Allah SWT.

Sehubungan dengan adanya permohonan izin studi penelitian di RS Awal Bros Panam, sesuai dengan surat yang kami terima terkait permohonan izin penelitian, maka dengan ini kami beritahukan bahwa kami memberikan izin untuk memperoleh data dan informasi dari RS Awal Bros Panam kepada mahasiswa/i atas nama berikut:

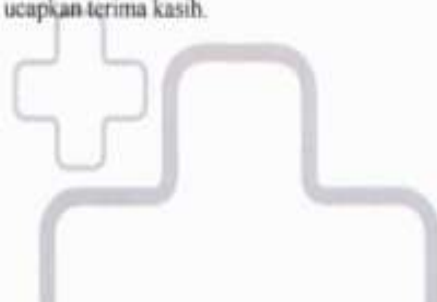
| No | Nama | Nim |
|----|---------------------------|----------|
| 1. | Calyani Dinda Pertiwi | 19002009 |
| 2. | Muhammad Pratama Yulistio | 19002030 |
| 3. | Pratiwi Mutiara Zamisman | 19002040 |
| 4. | Diwi Nur Putri | 19002014 |
| 5. | Fadhil Hilal Mufid | 19002015 |
| 6. | Dina Sri Wahyuni | 19002013 |
| 7. | Annisa Mahfiyana | 19002006 |
| 8. | Kevin Arya Pratama | 19002022 |
| 9. | Hema Susanti | 19002020 |

Dengan ketentuan mahasiswa/i tersebut mengikuti aturan atau kebijakan yang ada di RS Awal Bros Panam.

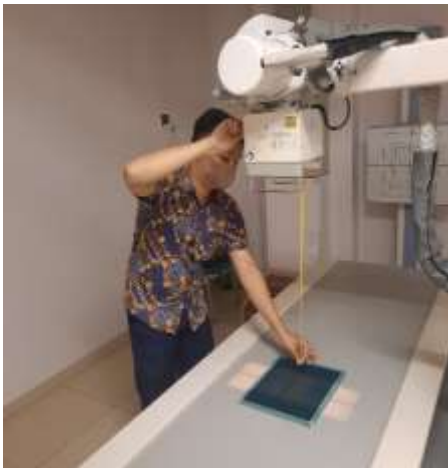
Demikian hal ini disampaikan, atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Hormat Kami,

RS AWAL BROS
 Panam
 dr. Mutiara Arcan, MARS
 Direktur



Dokumentasi di Instalasi Radiologi RS Awal Bros Panam



Lembar Konsul Pembimbing I

LEMBAR KONSUL PEMBIMBING I

NAMA : Kevin Arya Pratama
 NIM : 19002022
 JUDUL KTI : UJI EFISIENSI CELAH (SHUTTER) KOLIMATOR
 PESAWAT SINAR-X DI INSTALASI RADIOLOGI RS
 AWAL BROS PANAM
 NAMA PEMBIMBING I : Yoki Rahmat, M.Si

| NO | HARI/TANGGAL | MATERI BIMBINGAN | PARAF |
|----|--------------------------|------------------------|-------|
| 1 | Kamis / 16 Januari 2022 | Bab I | f |
| 2 | Senin / 21 Februari 2022 | Bab I, Bab II, Bab III | f |
| 3 | Senin / 07 Maret 2022 | Bab I, Bab II, Bab III | f |
| 4 | Jumat / 11 Maret 2022 | Bab III | f |
| 5 | Bulan / 16 Maret 2022 | Bab III | f |
| 6 | Kamis / 17 Maret 2022 | Acc Proposal | f |
| 7 | Jumat / 15 April 2022 | Bab IV | f |
| 8 | Sabtu / 14 Mei 2022 | Bab IV dan Bab V | f |
| 9 | Kamis / 18 Agustus 2022 | Bab IV dan Bab V | f |
| 10 | Jumat / 26 Agustus 2022 | Acc KTI | f |

Pekanbaru, 27/08/2022

Pembimbing I



(Yoki Rahmat, M.Si)

NIDN : 1012049203

Lembar Konsul Pembimbing II

LEMBAR KONSUL PEMBIMBING II

NAMA : Kevin Arya Pratama
 NIM : 19002022
 JUDUL KTI : UJI EFISIENSI CELAH (*SHUTTER*) KOLIMATOR
 PESAWAT SINAR-X DI INSTALASI RADIOLOGI RS
 AWAL BROS PANAM
 NAMA PEMBIMBING II : Annisa, S.Tr.Rad

| NO | HARI/TANGGAL | MATERI BIMBINGAN | PARAF |
|----|--------------------------|------------------------|---|
| 1 | Kamis / 13 Januari 2022 | Bab 1 |  |
| 2 | Senin / 21 Februari 2022 | Bab 1, Bab II, Bab III |  |
| 3 | Senin / 1 Maret 2022 | Bab 1, Bab II, Bab III |  |
| 4 | Senin / 7 Maret 2022 | Bab III |  |
| 5 | Senin / 15 Maret 2022 | Bab III |  |
| 6 | Senin / 28 Maret 2022 | Acc Proposal |  |
| 7 | Rabu / 20 April 2022 | Bab IV |  |
| 8 | Senin / 16 Mei 2022 | Bab IV dan Bab V |  |
| 9 | Kamis / 18 Agustus 2022 | Bab IV dan Bab V |  |
| 10 | Senin / 29 Agustus 2022 | Acc KTI |  |

Pekanbaru, 29/08/ 2022

Pembimbing II



(Annisa, S.Tr.Rad)

NUPN : 9910690485