

**UJI KETETAPAN TITIK FOKUS BERKAS SINAR-X PADA
PESAWAT KONVENSIONAL MEREK SIEMENS DI
INSTALASI RADIOLOGI RUMAH SAKIT
PEKANBARU MEDICAL CENTER**

KARYA TULIS ILMIAH



OLEH:

DIKY TRIWAHYUNI

18002009

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK RADIOLOGI
SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN
AWAL BROS PEKANBARU
2021**

**UJI KETETAPAN TITIK FOKUS BERKAS SINAR-X PADA
PESAWAT KONVENSIONAL MEREK SIEMENS DI
INSTALASI RADIOLOGI RUMAH SAKIT
MEDICAL CENTER PEKANBARU**

**Karya Tulis Ilmiah Disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Ahli
Madya Kesehatan**



Oleh :

DIKY TRIWAHYUNI

NIM : 18002009

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK RADIOLOGI
SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATANAWAL BROS
PEKANBARU
2021**

LEMBAR PERSETUJUAN

Karya Tulis Ilmiah telah diperiksa, disetujui dan disiapkan untuk dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Diploma III Teknik Radiologi Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan (STIKes) Awal Bros Pekanbaru.

JUDUL : UJI KETETAPAN TITIK FOKUS BERKAS SINAR-X PADA PESAWAT KONVENSIONAL MEREK SIEMENS DI INSTALASI RADIOLOGI RUMAH SAKIT PEKANBARU MEDICAL CENTER.

PENYUSUN : DIKY TRIWAHYUNI

NIM 18002009

Pekanbaru, 19 Juli 2021

Menyetujui,

Pembimbing I

(Aulia Annisa, M.Tr.ID)
NUPN : 9910690486

Pembimbing II

(Abdul Zaky, M.Si)
NIDN: 1012129001

Mengetahui

Ketua Program Studi Diploma III Teknik Radiologi

STIKes Awal Bros Pekanbaru

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

LEMBAR PENGESAHAN

Karya Tulis Ilmiah :

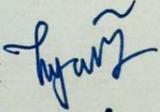
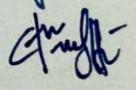
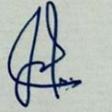
Telah disidangkan dan disahkan oleh Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Diploma III Teknik Radiologi Sekolah Tinggi Ilmi Kesehatan (STIKes) Awal Bros Pekanbaru

JUDUL : UJI KETETAPAN TITIK FOKUS BERKAS SINAR-X PADA PESAWAT KONVENSIONAL MEREK SIEMENS DI INSTALASI RADIOLOGI RUMAH SAKIT PEKANBARU MEDICAL CENTER.

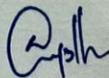
PENYUSUN : DIKY TRIWAHYUNI

NIM 18002009

Pekanbaru, 14 September 2021

- | | | |
|----------------|--|---|
| 1. Penguji I | : <u>T. Mohd Yoshandi, M.Sc</u>
NIDN : 9910690486 | () |
| 2. Penguji II | : <u>Aulia Annisa, M. Tr. ID</u>
NUPN: 9910690486 | () |
| 3. Penguji III | : <u>Abdul Zaky, M. Si</u>
NIDN: 1012129001 | () |

Mengetahui
Ketua program Studi Diploma III
Teknik Radiologi



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

Mengetahui
Ketua STIKes Awal Bros Pekanbaru

(Dr. Dra. Wiwik Suryandartiwi, MM)
NIDN : 1012076501

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Diky Triwahyuni

NIM : 18002009

Judul Tugas Akhir : UJI KETETAPAN TITIK FOKUS BERKAS SINAR-X
PADA PESAWAT KONVENSIONAL MEREK SIEMENS
DI INSTALASI RADIOLOGI RUMAH SAKIT
PEKANBARU MEDICAL CENTER

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

Pekanbaru, 14 September 2021



(Diky Triwahyuni)
18002009

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Data Pribadi

Nama : Diky Triwahyuni

Tempat/Tanggal Lahir : Air Molek, 15 Agustus 1999

Agama : Islam

Jenis Kelamin : Laki-laki

Anak Ke : 3 (Tiga)

Status : Mahasiswa

Nama Orang Tua

Ayah : Nuryusman

Ibu : Yunisma

Alamat : Air Molek

Latar Belakang Pendidikan

Tahun 2006 s/d 2012 : SDN 001 Air Molek

Tahun 2012 s/d 2015 : SMP Negeri 02 Air Molek

Tahun 2015 s/d 2018 : Madrasah Aliyah Nurul Falah Air Molek

HALAMAN PERSEMBAHAN

Pertama-tama puji syukur saya panjatkan pada Allah SWT atas terselesaikannya Karya Tulis Ilmiah ini dengan baik dan lancar. Dan Karya Tulis Ilmiah ini saya persembahkan untuk:

Papa dan mama tercinta sebagai tanda bakti, hormat, dan rasa terima kasih yang tiada terhingga kupersembahkan karya kecil ini kepada papa dan mama yang telah memberikan kasih sayang hingga sampai adek dewasa, selalu mendoakan dan mendukung dalam segala hal apapun, dan cinta kasih yang tiada terhingga yang tiada mungkin dapat kubalas hanya dengan selembar kertas yang bertuliskan kata cinta dan persembahkan. Semoga ini menjadi langkah awal untuk membuat papa dan mama bahagia karna adek sadar, selama ini belum bisa berbuat yang lebih. Untuk papa dan mama yang selalu membuat adek termotivasi dan selalu menyinari kasih sayang, selalu mendoakan adek, selalu menasehati adek menjadi lebih baik. Terimakasih papa. Terimakasih mam.

Untuk abangku sayang dan kakakku tercinta terimakasih selalu mendukung dalam segala hal, terimakasih telah ikut berpartisipasi dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah adek yang susah dibilangin ini hehe.. Maaf belum bisa menjadi yang adek yang terbaik untuk kalian.

Untuk keluarga besar aku yang selalu mendokan aku sampai saat ini, aku bisa seperti sekarang ini, terimakasih atas dukungannya

Pada dosen-dosen yang sudah susah payah memberikan ilmu, terimakasih atas bimbingannya selama 3 tahun ini, terutama pada dosen pembimbing ibuk

Aulia Annisa, M.Tr.ID dan bapak Abdul Zaky, M. Si saya maaf sudah banyak merepotkan bapak dan ibu.

Pada seluruh teman-teman aku seperjuangan angkatan 2018, yang sangat aku sayang teman sekaligus sahabat aku yaitu Penjantan Tangguh terimakasih udah saling ngebantu dalam segala hal apa pun, saling mendoakan, mendukung, makasih udah menguatakan kalau lagi putusasa, mengingatkan kalau lagi malas, dan semua dilalui terasa lebih mudah bareng-bareng kalian semua. Sekali lagi terimakasih sayang sayang aku, semoga kita lebih kompak, lebih sukses kedepanya amin yaallah. Love kalian semuanya

Untuk senior radiografer di rumah sakit PMC (Pekanbaru Medical Center) yang sudah membantu saya penelitian, mohon maaf setalah merepotkan terutama kepada kepala ruangan Abang Dedi Gustiar dan kakak-kakak abang-abang lainnya terimakasih telah membantu saya.

**UJI KETETAPAN TITIK FOKUS BERKAS SINAR X PADA PESAWAT
KONVENSIIONAL MERK SIEMENS DI INSTALASI RADIOLOGI
RUMAH SAKIT PEKANBARU MEDICAL CENTER**

DIKY TRIWAHYUNI¹⁾

Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan (STIKes) Awal Bros Pekanbaru

Email : dikytrihayuni15@gmail.com

ABSTRAK

Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 1250/MENKES/XII/2009 tentang Pedoman kendali mutu Peralatan Radiodiagnostik, frekuensi uji kesesuaian lapangan kolimasi dengan berkas radiasi adalah 1 (satu) tahun sekali atau setelah perbaikan, perawatan rumah tabung dan kolimator. Ketidaktepatan luas lapangan kolimasi dengan berkas radiasi juga dapat mempengaruhi hasil gambaran radiograf karena objek yang kita inginkan tidak tervisualisasi dengan tepat dan baik.

Jenis penelitian ini adalah kuantitatif dengan menggunakan metode eksperimental. Data didapatkan berdasarkan hasil pengujian yang dilakukana dengan cara mengobservasi posisi bola baja tidak boleh melewati lingkaran pertama Berdasarkan IEC (Komisi Elektronik Internasional).

Berdasarkan hasil uji ketetapan titik fokus berkas sinar-X, masih di dalam batas toleransi IEC (Komisi Elektronik Internasional). Hal ini ditunjukkan dari bola baja tidak melewati ring pertama.

Kata Kunci : **Kualiti Kontrol, Kendali Mutu, Balok Alliegment**
Kepustakaan : **16 (2003 – 2019)**

**X-RAY FOCAL SPOT DETERMINATION TEST ON CONVENTIONAL
SIEMENS BRAND AIRCRAFT AT THE RADIOLOGY INSTALLATION
OF THE PEKANBARU MEDICAL CENTER HOSPITAL**

Diky Triwahyuni¹⁾

Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan (STIKes) Awal Bros Pekanbaru

Email : dikytriwahyuni15@gmail.com

ABSTRACT

Based on the Decree of the Minister of Health of the Republic of Indonesia No. 1250/MENKES/XII/2009 concerning Guidelines for Quality Control of Radiodiagnostic Equipment, the frequency of conformity test of collimation field with radiation beam is once a year or after repair, maintenance of tube housing and collimator. The inaccuracy of the collimation field area with the radiation beam can also affect the results of the radiographic image because the object we want is not visualized properly and properly.

This type of research is quantitative using experimental methods. The data was obtained based on the results of tests carried out by analyzing the position of the steel ball that should not pass through the first circle based on the IEC (International Electronic Commission).

Based on the test results of the determination of the focal point of the x-ray beam, the first test is still within the tolerance limits of the IEC (International Electronic Commission). This indicates that it does not pass through the steel ball first.

Keywords : Quality Control, Quality Assurance, Alliegment Beam

Literature : 16 (2003 – 2019)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran ALLAH SWT, yang dengan segala anugerah-NYA penulis dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini tepat pada waktunya yang berjudul **“UJI KETETAPAN TITIK FOKUS BERKAS SINAR-X PADA PESAWAT KONVENSIONAL MERK SIEMENS DI INSTALASI RADIOLOGI RUMAH SAKIT PEKANBARU MEDICAL CENTER”**.

Karya Tulis Ilmiah ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Diploma III Teknik Radiologi STIKes Awal Bros Pekanbaru. 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. Dr. Dra. Wiwik Suryandartiwi, MM sebagai Ketua STIKes Awal Bros Pekanbaru.
2. Shelly Angella, M.Tr.Kes sebagai Ketua Prodi STIKes Awal Bros Pekanbaru.
3. Aulia Annisa, M.Tr. ID sebagai Pembimbing I.
4. Abdul Zaky M, Si sebagai pembimbing II.
5. T. Mohd. Yoshandi M,Si sebagai penguji.
6. Kedua orang tua yang banyak memberikan dorongan dan dukungan berupa moril maupun materi, saudara-saudaraku yang telah memberikan dukungan sehingga Karya Tulis Ilmiah ini dapat diselesaikan dengan baik.
7. Segenap Dosen Program Studi Diploma III Teknik Radiologi STIKes Awal Bros Pekanbaru, yang telah memberikan dan membekali penulis dengan ilmu

pengetahuan.

8. Semua rekan-rekan dan teman seperjuangan khususnya Program Studi Diploma III Teknik Radiologi STIKes Awal Bros Pekanbaru Angkatan II.
9. Serta semua pihak yang telah memberikan bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung selama penulisan Proposal Karya Tulis Ilmiah ini yang tidak dapat peneliti sampaikan satu persatu, terima kasih banyak atas semuanya.

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

Pekanbaru, 14 September 2021

Penulis,

(Diky Triwahyuni)
18002009

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	4
1.3 TUJUAN PENELITIAN	4
1.4 MANFAAT PENELITIAN	4
1.4.1 Bagi Peneliti	4
1.4.2 Bagi Tempat Penelitian	4
1.4.3 Bagi Mahasiswa	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 LANDASAN TEORI	6
2.1.1 Sinar-X	6
2.1.2 Komponen Pesawat Sinar-X	10
2.1.3 <i>Computed Radiography</i> (CR)	17
2.1.4 Kendali Mutu	21
2.1.5 Ketidaktepatan Berkas Kolimasi dengan Berkas Sinar-X ...	23
2.2 KERANGKA TEORI	26
2.3 HIPOTESIS	26
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 JENIS PENELITIAN	27
3.2 POPULASI DAN SAMPLE	27
3.3 LOKASI DAN WAKTU PENELITIAN	27
3.4 INSTRUMEN PENELITIAN	27
3.5 LANGKAH – LANGKAH PENELITIAN	28
3.6 ANALISIS PENELITIAN	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 HASIL	31
4.2 PEMBAHASAN.....	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 KESIMPULAN	39
5.2 SARAN.....	40
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Sinar-X Karakteristik	7
Gambar 2.2 Sinar-X Bremstahlung	8
Gambar 2.3 Tabung Sinar-X	11
Gambar 2.4 Katoda	12
Gambar 2.5 Anoda	13
Gambar 2.6 Komponen Kolimator	16
Gambar 2.7 <i>Computed Radiography</i>	18
Gambar 2.8 Lapisan IP	20
Gambar 2.9 Kaset <i>Computed Radiography</i>	21
Gambar 2.10 <i>Beam Aliegment Test Tool</i>	25
Gambar 2.11 <i>Colimator Test Tool</i>	25
Gambar 2.13 Kerangka Teori	26
Gambar 4.1 Pesawat Konvensional	32
Gambar 4.2 <i>Computed Radiography</i>	32
Gambar 4.3 Kaset	33
Gambar 4.4 <i>Collimator Test Tool</i>	33
Gambar 4.5 <i>Beam Alignment Test Tool</i>	34
Gambar 4.8 Batas Standart IEC	36
Gambar 4.9 Hasil Pengukuran Pengujian.....	37
Gambar 4.10 Pengujian.....	37
Gambar 4.11 Hasil Pengujian.....	38

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Surat Peminjaman Alat Laboratoium
- Lampiran 2 Surat Izin Penelitian
- Lampiran 3 Surat Balasan Izin Penelitian

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Radiologi adalah suatu cara pemeriksaan yang menghasilkan gambar dari bagian dalam tubuh manusia yang ada diagnostik yang dinamakan pencitraan diagnostik. Radiologi merupakan ilmu tentang penggunaan alat-alat radio yang dapat digunakan untuk melihat bagian tubuh dengan menggunakan pancaran atau radiasi gelombang elektromagnetik (Dwinanto, 2010).

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. Sinar-X di produksi oleh alat yang sudah berkembang dengan pesat pada saat ini, alat tersebut dinamakan Pesawat sinar-X (Fauber, 2012).

Pesawat sinar-X pada dasarnya terdiri dari komponen berikut, yaitu tabung sinar-X generator, *control console*. Tabung sinar-X merupakan tabung hampa tempat sinar-X diproduksi. Generator pesawat sinar-X merupakanperangkat yang memasok daya listrik ke tabung sinar-X. Tabung

sinar-X membutuhkan energi listrik untuk memanaskan elektron dari filamen dan untuk mempercepat elektron dari katoda ke anoda (Bushberg, 2012). Pesawat sinar-X yang memenuhi persyaratan keselamatan radiasi dan memberikan informasi diagnosis atau pelaksanaan radiologi yang tepat dan akurat dapat dilihat dengan dilakukannya uji kesesuaian (*compliance testing*), yang meliputi program jaminan mutu (*quality assurance*) dan kendali mutu (*quality control*) (Suyatno, 2011).

Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 1250/MENKES/XII/2009 tentang Pedoman kendali mutu Peralatan Radiodiagnostik, frekuensi uji kesesuaian lapangan kolimasi dengan berkas radiasi adalah 1 (satu) tahun sekali atau setelah perbaikan, perawatan rumah tabung dan kolimator. Ketidaktepatan luas lapangan kolimasi dengan berkas radiasi juga dapat mempengaruhi hasil gambaran radiograf karena objek yang kita inginkan tidak tervisualisasi dengan tepat dan baik.

Salah satu uji ketetapan pusat berkas sinar-X perlu dilakukan pada pesawat sinar-X konvensional, karena akan sangat fatal apabila pusat berkas sinar-X tidak sejajar maka akan memberikan kontribusi informasi yang salah misalnya, untuk menentukan pengangkat tumor pada jaringan tubuh manusia, apabila informasi letak tumor ada penyimpangan maka akan mengakibatkan kesalahan lokasi pembedahan atau kesalahan diagnostik. Penyimpangan kesesuaian titik pusat berkas sinar-X juga berpengaruh terhadap sudut penyinaran.

Uji ketetapan titik pusat berkas sinar-X pada penelitian ini menggunakan metode uji dari Komisi Elektronik Internasional (IEC) yaitu dengan cara mengobservasi posisi bola baja pada hasil gambaran, apakah melewati atau tidak lingkaran pertama pada gambaran., uji ketetapan titik fokus berkas dapat dinilai secara langsung pada gambaran dengan cara mengobservasi posisi bola baja. Begitu juga sebaliknya, tidak ada penyimpangan titik fokus berkas melebihi batas toleransi jika posisi bola baja masih dala lingkaran pertama pada gambaran. Hal ini dikarenakan alat uji *beam alignment* yang digunakan sudah diatur sedemikian rupa guna mempermudah saat melakukan proses kalibrasi.

Pemakaian pesawat sinar-X konvensional di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pekanbaru Medical Center dari tahun 2017 sampai dengan 2021 belum pernah melukan kalibrasi pesawat konvensional. Berdasarkan observasi dilapangan pada hasil radiograf sering terjadi pergeseran. Untuk mengetahui apakah kolimasi pesawat sinar-X tersebut tidak mengalami pergeseran maka peneliti ingin melakukan penelitian dengan judul“ **Uji Ketetapan Titik Fokus Berkas Sinar-X Pada Pesawat Konvensional Merek Siemens Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pekanbaru Medical Center**”.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Setelah mengemukakan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Apakah terdapat pergeseran titik fokus penyinaran pada pesawat konvensional di Rumah Sakit Pekanbaru Medical Center ?
2. Berapa nilai dari hasil pengujian ketidaktetapan titik fokus terhadap titik pusat penyinaran pada suatu objek pemotretan ?

1.2 TUJUAN PENELITIAN

Untuk mengetahui pergeseran titik fokus penyinaran pada pesawat konvensional di Rumah Sakit Pekanbaru Medical Center.

1.3 MANFAAT PENELITIAN

1.4.1 Bagi Peneliti

Penelitian ini dapat menambah pengetahuan peneliti tentang bagaimana cara melakukan pengujian ketetapan titik fokus berkas sinar-X pada dengan menggunakan *Beam Aligment Test Tool*.

1.4.2 Bagi Rumah Sakit

Penelitian ini berguna untuk menilai jaminan mutu dan kendali mutu unit radiologi terutama pesawat sinar X.

1.4.3 Bagi Mahasiswa

Sebagai bahan menambah wawasan mahasiswa DIII Teknik Radiologi dibidang jaminan mutu dan kendali mutu mengenai pelaksanaan upaya penjaminan dan kendali mutu tentang ketetapan titik fokus berkas sinar-X pada pesawat konvensional.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 TINJAUAN TEORI

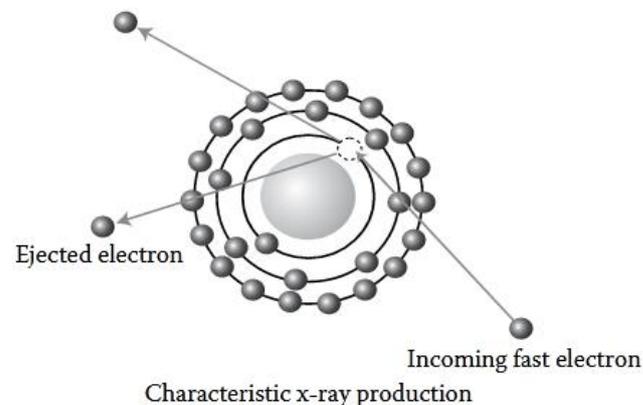
2.1.1 Sinar-X

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 dihasilkan oleh tabung sinar-X yaitu tabung gelas hampa udara yang dilengkapi dengan dua buah elektroda, yang terdiri dari katoda (bermuatan negatif) dan anoda (bermuatan positif). Kedua elektroda diberi tegangan tinggi beberapa ribu volt, yang secara cepat menarik electron ke anoda atau target yang ditumbuk dengan kecepatan tinggi. Sebagian besar kinetic energinya menjadi panas, dan kurang dari 1% adalah sinar-X (Dwinanto 2010).

2.1.1.1 Sinar-X Karakteristik

Sinar-X karakteristik dipancarkan oleh atom yang tereksitasi sesaat setelah elektron 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 diradiasikan dalam bentuk radiasi elektromagnetik. Ini disebut radiasi karakteristik. Jadi, sinar-X karakteristik dihasilkan dengan transisi electron dari kulit luar ke kulit dalam (Khan's, 2014).

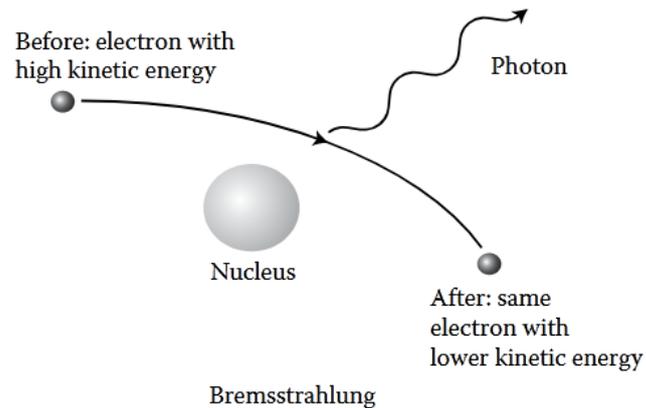


Gambar 2.1 Sinar-X Karakteristik (Kane, 2020)

2.1.1.2 Sinar-X Breamstrahlung

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

inti atom. Elektron yang dibelokkan tersebut akan berkurang energinya, sehingga menyebabkan terjadinya pancaran sinar-X bremsstrahlung (Khan's,2014).



Gambar 2.2 Sinar-X Bremsstrahlung (Kane, 2020)

2.1.1.3 Sifat-sifat Umum Sinar-X

Sinar adalah termasuk dalam gelombang elektromagnetik yang mempunyai ciri-ciri (Sari, 2010).

Adapun ciri-ciri dari sinar-X yaitu :

- a. Sinar-X tidak dapat dipengaruhi atau dibelokkan oleh medan listrik (karena tidak bermuatan).
- b. Sinar-X tidak dapat dipengaruhi atau dibelokkan oleh medan magnet (karena tidak memiliki massa).
- c. Mempunyai panjang gelombang yang sangat pendek yaitu antara 10^{-13} sampai dengan 10^{-10} m.

- d. Mempunyai energi yang sangat besar yaitu antara 10^4 s/d 10^5 eV sehingga sinar-X mempunyai daya tembus yang besar pula.
- e. Mengalami atenuasi (perlemahan) intensitas setelah mengenai bahan.
- f. Tidak terlihat, tidak terasa dan tidak berbau.
- g. Dapat memandarkan beberapa jenis bahan tertentu (biasanya bahan Phosfor).
- h. Tidak berpengaruh terhadap medan magnet maupun medan listrik.
- i. Mempunyai efek terhadap sel-sel hidup
- j. Dapat menghitamkan emulsi film, apabila mengenai suatu bahan materi akan terjadi tiga hal yaitu :
 - 1) Dipantulkan (dengan energi yang lebih lemah).
 - 2) Diserap.
 - 3) Diteruskan.

2.1.1.4 Proses Terjadinya Sinar-X

Tabung sinar-X adalah tabung yang terbuat dari gelas atau dari pyrex yang 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 yang melekat pada katoda dipanaskan, maka filament akan mengeluarkan elektron.

Semakin lama dipanaskan, maka jumlah elektron yang terbentuk akan semakin banyak yang disebut awan elektron. 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).

2.1.2 Komponen Pesawat Sinar-X

Komponen yang tersedia pada produksi sinar-X antara lain:

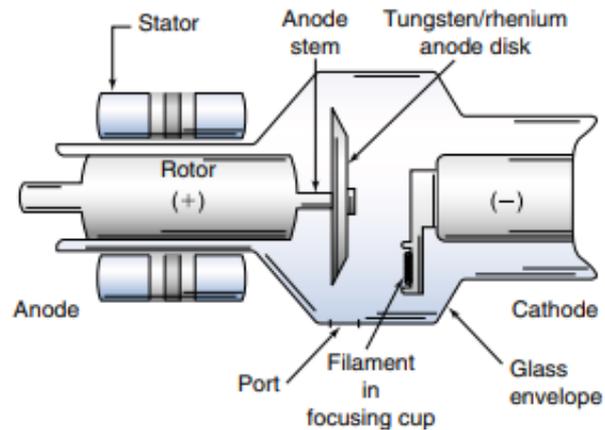
2.1.2.1 Komponen Utama

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

2.1.2.2 Rumah Tabung (*Tube Housing*)

Terbuat dari besi baja yang berfungsi untuk menahan radiasi bocor dari tabung sinar-X, menahan tegangan tinggi, pendingin tabung sinar-X dan juga berfungsi melindungi tabung sinar-X yang terbuat dari *Pyrex*. Didalam rumah tabung dan di luar tabung sinar-X (*insert tube*) terdapat oli yang berfungsi untuk pendingin. (Sari, 2010:28). 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, 2012).



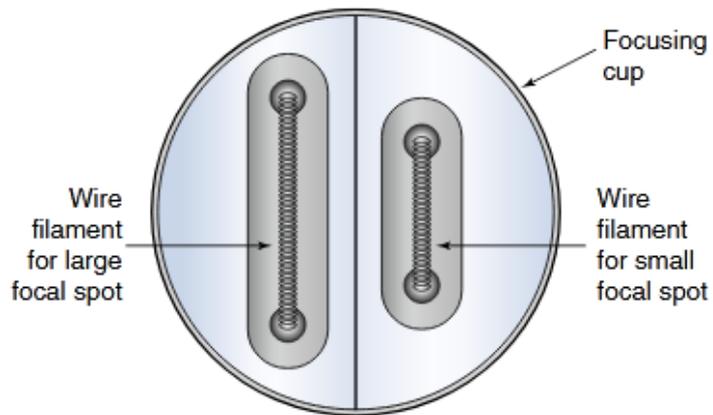
Gambar 2.3 Tabung Sinar-X (Fauber, 2012)

2.1.2.3 Tabung Gelas Hampa Udara (*Glass Envelope*)

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

- a. Katoda berfungsi sebagai kutub negatif, pada katoda terdapat filamen dan *focusing cup*. Filamen berbentuk seperti kumparan, yang 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 (Sari, 2010).

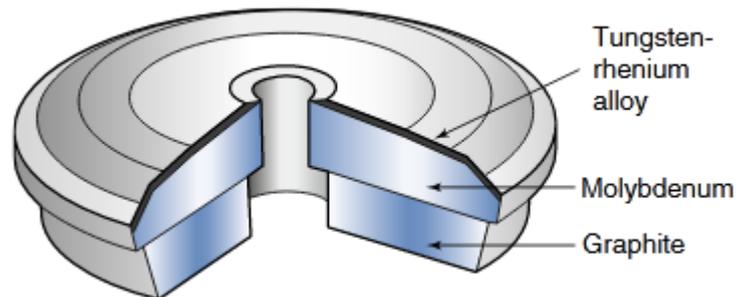


Gambar 2.4 Katoda Sumber (Fauber, 2012)

- b. Anoda adalah elektroda bermuatan positif yang terdiri dari molibdenum, cop-per, tungsten, dan grafit. Bahan-bahan ini digunakan untuk sifat konduktif termal dan listriknya (Fauber, 2012). Anoda adalah tempat terjadinya tumbukan elektron setelah diberikan tegangan tabung. Ada dua tipe anoda yang terdapat pada pesawat sinar-X yaitu anoda diam dan anoda putar. Anoda diam pada umumnya terbuat dari bahan tungsten atau campuran antara tungsten dan tembaga. Anoda diam sudah sejak lama ditinggalkan karena jenis anoda putar lebih cepat rusak karena tumbukan hanya terjadi pada satu titik, akibatnya anoda akan cepat aus / bopeng. Pada anoda putar, bagian depannya terdapat target yang berfungsi sebagai tempat tumbukan elektron dari filament. Kemiringan target

berkisar antara 7 derajat sampai 15 derajat (Sari, 2010).

Gambar anoda dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.5 Anoda (Fauber, 2012)

2.1.2.4 Komponen Tambahan

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

a. Filter

Filter adalah penyaring sinar-X saat sinar melewati lapisan material. Pelemahan sinar x-ray terjadi karena filter yang melekat pada tabung dan filter tambahan. Filtrasi melekat mencakup ketebalan (1 hingga 2 mm) sisipan kaca atau logam pada port tabung sinar-X Secara sederhana filter berfungsi menyerap berkas sinar-X dengan intensitas yang rendah dan meneruskan berkas sinar-X intensitas yang tinggi. Pada pesawat sinar-X ada dua jenis filter yaitu : Filter bawaan (*Filter inherent*) dan filter tambahan (Bushberg, 2012).

1) Filter bawaan

Filter bawaan adalah filter yang secara rekonstruksi sudah menjadi satu dengan rumah tabung atau bawaan karakteristik dari pabrik pembuat. Syarat filter bawaan ini adalah intensitas berkas sinar-X yang diteruskan setelah melalui filter harus setara dengan intensitas berkas sinar-X yang telah menembus 5 sampai 10 mm Aluminium. Filtrasi bawaan mencakup ketebalan (1 hingga 2 mm) sisipan kaca atau logam pada port tabung sinar-X. Kaca (SiO_2) dan aluminium memiliki sifat atenuasi yang serupa ($Z = 14$ dan $Z = 13$, masing-masing) dan secara efektif melemahkan semua sinar-X dalam spektrum di bawah sekitar 15 keV (Bushberg, 2012).

2) Filter Tambahan

Filtrasi tambahan mengacu pada lembaran logam yang sengaja ditempatkan di dalam kolimator untuk mengubah energi efektifnya. Dalam radiologi diagnostik umum, filter tambahan melemahkan sinar-X berenergi rendah dalam spektrum yang hampir tidak memiliki peluang untuk menembus pasien dan mencapai detektor sinar-X. Karena sinar-X berenergi rendah diserap oleh filter alih-alih oleh pasien, dosis radiasi dikurangi. Aluminium (Al) adalah bahan filter

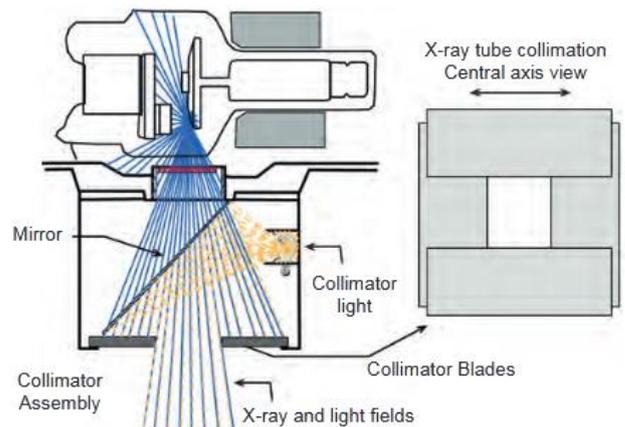
tambahan yang paling umum. Bahan filter umum lainnya termasuk tembaga dan plastik (misalnya akrilik) (Bushberg, 2012).

b. Kolimator

Kolimator adalah bagian dari pesawat sinar-X yang berfungsi untuk pengaturan 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).

Bentuk bidang yang dihasilkan oleh kolimator selalu persegi panjang atau persegi, kecuali jika diafragma, kerucut, atau silinder tekanan digerakkan di bawah kolimator. Kolimator dilengkapi dengan sumber cahaya putih dan cermin untuk memproyeksikan bidang

cahaya ke pasien. Cahaya ini dimaksudkan untuk secara akurat menunjukkan di mana berkas sinar-X utama akan diproyeksikan selama pemaparan (Fauber, 2017).



Gambar 2.6 Komponen Kolimator (Bushberg, 2012)

Keterangan:

1. *Collimator assembly*: Rakitan kolimator biasanya dipasang ke rumah tabung di port tabung dengan sambungan putar.
2. *Collimator Blades*: Dua pasang jendela timah berlawanan vertikal dan longitudinal yang dapat disetel menentukan bidang sinar-X persegi panjang .
3. *Mirror*: Di rumah kolimator, seberkas cahaya yang dipantulkan oleh cermin redaman sinar-X rendah meniru sinar x-ray. Jadi, kolimasi bidang sinar-X diidentifikasi oleh bayangan kolimator.

4. *Collimator Light*: lampu kolimator berfungsi untuk melihat dan menentukan luas lapangan dan sentrasi.

2.1.3 Computed Radiography (CR)

2.1.3.1 Pengertian *Computed Radiography*

Komputer berasal dari bahasa latin yaitu compute yang berarti menghitung. Komputer adalah sebuah peralatan elektronik yang mempunyai kemampuan untuk menerima data, menyimpan data, dan menjalankan sebuah instruksi program secara otomatis melakukan perhitungan logika dan operasi manipulasi pada data dan melaporkan hasilnya.

Pada hakiktnya, komputer adalah alat hitung dan seiring dengan berkembangnya zaman komputer menjadi sebuah barang yang dapat difungsikan untuk berbagi keperluan, computed radiography (CR) merupakan salah satu sistem untuk mengubah sistem analog pada radiografi konvensional menjadi digital radiografi.

Computed radiography merupakan suatu sistem dalam dunia radiologi yang memanfaatkan imaging plate, yaitu detector yang mempunyai data sensitifitas tinggi untuk mencatat gambar ke dalam photostimulable phosphor dan memungkinkan informasi gambar ini menjadi bentuk signal elektrik yang menggantikan kombinasi intensifying screen

dan film pada sistem konvensional radiography dalam menghasilkan bayangan laten.

Jadi, *computed radiography* (CR) adalah pencitraan sinar-X yang mengubah sistem analog pada radiografi konvensional menjadi digital radiografi yang terhubung dengan komputer elektronik digital (Ballinger, 2003).



Gambar 2.7 *Computed Radiography* (PMC)

2.1.3.2 Komponen Utama CR

a. IP (Image Plate)

Imaging Plate (IP) merupakan lembaran yang dapat menangkap dan menyimpan sinar-X, terdiri dari lapisan fosfor dan lapisan pendukung. IP digunakan dengan cara *recording* dibaca oleh sinar laser dan dihapus untuk dipakai kembali. Dalam penggunaannya IP berada di dalam kaset datar dengan berbagai ukuran. Lapisan IP terdiri dari :

1) Lapisan Pelindung

Lapisan ini berfungsi untuk melindungi IP dari benturan (Ballinger,2003),kerusakan saat proses

handling dan transfer seperti goresan, kontraksi, pecah akibat temperatur dan kelembaban.

2) Lapisan Fosfor

Lapisan yang paling aktif dalam IP. Lapisan fosfor IP adalah lapisan kristal *Europium-doped Barium Fluorohalide* (BaFX;Eu^{2+}) atau *Photostimulable Phospor*. Saat menumbuk kristal ini, BaFX;Eu^{2+} berubah menjadi bentuk semistabil. Distribusi molekul semistabil ini membentuk gambar laten (Ballinger, 2003). Standar resolusi spatial dari IP kira-kira 2,5 lp/mm yang terdiri dari 150 nm lapisan BaFX;Eu^{2+} (Ballinger, 2003).

3) Lapisan Penyokong

Lapisan penyokong adalah lapisan dasar yang melapisi lapisan lain yang terbuat dari poliester (Ballinger, 2003).

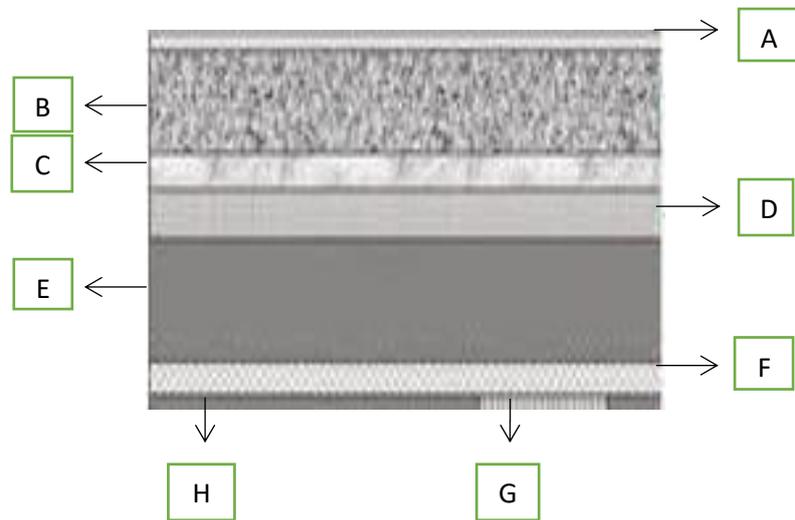
4) Lapisan Konduktor

Lapisan konduktor berfungsi mengeliminasi masalah-masalah elektrostatik dan menyerap cahaya untuk meningkatkan ketajaman (Ballinger, 2003).

5) Lapisan Pelindung Cahaya

Lapisan ini berfungsi untuk mencegah cahaya masuk saat proses penghapusan data dari IP,

kebocoran, dan menurunkan resolusi spasial (Ballinger, 2003).



Gambar 2.8 Lapisan IP (Ballinger 2003)

Keterangan :

- A. Lapisan Pelingung IP
- B. Lapisan Phospor
- C. Lapisan Pemantul Cahaya
- D. Lapisan Konduktif
- E. Lapisan Penyangga
- F. Lapisan Pelindung Cahaya
- G. Kode dan Identifikasi
- H. Lapisan Pelindung

b. Kaset

Kaset pada Computed Radiography terbuat dari carbon fiber dan bagian belakang terbuat dari alumunim, kaset ini berfungsi sebagai pelindung dari *imaging plate*.



Gambar 2.9 Kaset *Computed Radiography* (PMC).

c. Image reader (CR-Reader)

Merupakan alat untuk mengolah gambaran laten pada imaging Plate (IP) menjadi data digital.

d. Image Console (Workstation)

Berfungsi sebagai pembaca dan pengolahan gambar yang diperoleh dari IP. Dilengkapi dengan preview monitor untuk melihat gambar radiografi yang dihasilkan apakah hasil memuaskan atau belum.

e. Imager (Dry priter dan CD)

Apabila foto dikehendaki untuk dicetak, maka gambar dapat dikirim ke bagian imager untuk dicetak sesuai kebutuhan baik itu dalam bentuk CD ataupun DRY FILM. (Kristina, 2013).

2.1.4 Kendali Mutu (*Quality Control*)

Kendali mutu adalah bagian dari program jaminan mutu yang menitik beratkan aktifitas programnya pada teknik-teknik yang diperlukan bagi pengawas, perawatan dan menjaga elemen-elemen teknis dari suatu sistem peralatan radiografi dan imejing yang mempengaruhi mutu gambar. Maka dari itu kendali mutu merupakan bagian dari program QA yang berhubungan dengan instrumentasi dan peralatan (Papp, 2019).

Menurut Papp (2019), program *Quality Control* meliputi tiga tipe pengujian berikut :

2.1.4.1 Non-infansif dan sederhana

Evaluasi yang non-infansif dan sederhana dapat dilakukan oleh semua ahli radiologi, misalnya dengan melakukan tes kekontakan screen menggunakan wiremesh dan test spinning top untuk menguji akurasi waktu.

2.1.4.2 Non-infansif dan lengkap

Evaluasi non-insfansif dan lengkap sebaiknya dilakukan oleh seorang ahli radiologi yang telah dilatih untuk melakukan prosedur QC. Hal ini disebabkan oleh peralatan tes khusus, meteran, dan *Non-infansif Evaluation output*

(*NERO*) yang telah terkomputerisasi untuk berbagai unit fungsi digunakan.

2.1.4.3 Infasif dan lengkap

Evaluasi infasif dan lengkap biasanya dilakukan oleh seorang teknisi atau ahli fisika. Ada tiga tipe uji *Quality Control* sesuai dengan tingkatannya yaitu :

- a. *Acceptance testing*, dilakukan pada peralatan baru atau peralatan yang mengalami perbaikan besar untuk menentukan bahwa pesawat sinar-X sesuai dengan spesifikasi dan criteria pabrik.
- b. *Routine performance evolution* adalah pengujian tertentu yang dilakukan pada alat yang sudah digunakan beberapa waktu lamanya.
- c. *Error correction test* adalah evaluasi alat yang dilakukan pada pesawat yang tidak memenuhi uji kelayakan dan biasa digunakan untuk menguji penyebab kesalahan tersebut.

2.1.5 Ketidaktepatan Berkas Kolimasi Dengan Berkas Sinar-X

Ketidaktepatan berkas cahaya 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).

2.1.5.1 Batas Toleransi Titik Fokus Berkas Sinar-X

Untuk menentukan kesesuaian titik pusat *Beam Alignment*, nilai batas toleransi yang ditetapkan sesuai dengan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia 1250 Tahun 2009 yaitu penyimpangan titik fokus berkas tidak boleh melebihi dari 3^0 . Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode uji standart Komisi Elektronik Internasional (IEC). Menurut Komisi Elektronik Internasional (IEC), pengujian ketetapan titik fokus berkas sinar-X dapat dinilai dari hasil gambaran dengan cara mengobservasi posisi bola baja pada gambaran. Adanya penyimpangan titik fokus berkas jika posisi bola baja melewati lingkaran pertama pada gambaran. Begitu juga sebaliknya, tidak terdapat penyimpangan titik fokus berkas jika posisi bola baja masih berada dalam lingkaran pertama pada gambaran.

2.1.5.2 Frekuensi Uji Ketetapan Berkas Radiasi

Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.1250/MENKES/XII/2009 tentang pedoman Kendali Mutu (*Quality Control*) Peralatan Radidiagnostik, frekuensi uji ketepatan dengan berkas radiasi adalah 1 (satu) tahun sekali atau setelah perbaikan, perawatan rumah tabung dan kolimator. Frekuensi pengujian dapat diperbanyak tergantung dengan besarnya beban penggunaan pesawat.

2.1.5.3 Alat Uji Ketetapan Berkas Radiasi

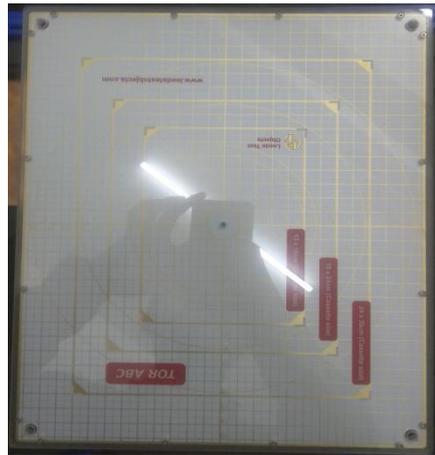
Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.1250/MENKES/XII/2009 tentang pedoman Kendali Mutu (*Quality Control*) Peralatan Radiodiagnostik, alat uji yang digunakan untuk melakukan evaluasi terhadap luas lapangan penyinaran adalah *Beam Aliegment Test Tool* dan *Collimator Test Tool*.

a. *Beam Alliegment Test Tool*



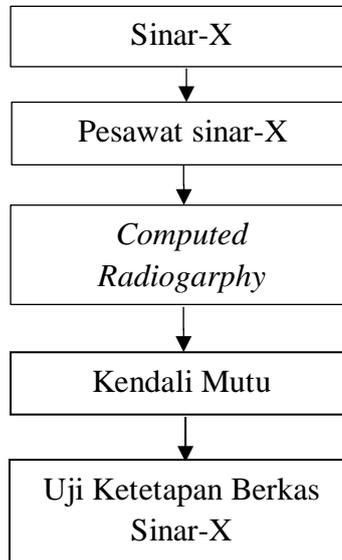
Gambar 2.10 *Baem Aliegment Test Tool*

b. *Collimator Test Tool Test Tool*



Gambar 2.11 *Colimator Test Tool*

2.2 KERANGKA TEORI



Gambar 2.13 Kerangka Teori

2.3 PENELITIAN TERKAIT

2.3.1 Pengujian Kesejajaran Kolimator Dengan Menggunakan Plastik

Mika

Penelitian dilakukan oleh Bashari Ramadhan (2011) dengan judul penelitian “Pengujian Kesejajaran Kolimator dengan Menggunakan Plastik Mika”. Terdapat kesamaan dengan penelitian yang dilakukan saat ini, yaitu menggunakan *focal spot* yang berbeda dalam pengujian, Namun juga derdapat perbedaan dengan penelitian yang dilakukan saat ini, penelititan tersebut tidak dilakukan uji titik fokus berkas sinar-X. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa penelitiannya tersebut menggunakan kertas mika.

2.3.2 Uji Kolimator pada Pesawat Sinar-X Merk Shimadzu Di Instalasi Radiologi RSUD Tidar Magelang

Penelitian dilakukan oleh Kurniasih (2015) dengan judul "Uji Kolimator Pada Pesawat Sinar-X Merk Shimadzu Di Instalasi Radiologi RSUD Tidar Magelang". Terdapat kesamaan dengan penelitian yang dilakukan saat ini menggunakan metode observasi dalam mengukur *beam alignment*. Namun juga terdapat perbedaan dengan penelitian yang dilakukan saat ini. Penelitian tersebut tidak menggunakan *focal spot* yang berbeda dalam prosedur penelitian, namun digunakan FFD yang berbeda. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa penyimpangan antara *collimator beam* dengan berkas sinar-X baik luas lapangan maupun *Beam Alignment* tidak melebihi batas toleransi yang telah ditetapkan KEMENKES RI No.1250 Tahun 2009.

2.4 HIPOTESIS

H_0 : Tidak ada penyimpangan titik fokus berkas sinar-X

H_a : Ada penyimpangan titik fokus berkas sinar-X

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 JENIS PENELITIAN

Jenis penelitian yang dilakukan adalah mengenai uji ketepatan titik fokus berkas sinar-X pada pesawat konvensional merek Siemens di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pekanbaru Medikal Center. Penelitian ini dilakukan dengan cara studi kuantitatif eksperimental melalui observasi lapangan dan studi kepustakaan.

3.2 POPULASI DAN SAMPEL

Populasi pada penelitian ini adalah luas kolimasi pada pesawat x-ray konvensional merk Siemens, dan sampel yang digunakan adalah titik fokus berkas sinar-X.

3.3 LOKASI DAN WAKTU PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Instalasi Radiologi Pekanbaru Medical Center pada bulan April sampai dengan Mei 2021.

3.4 INSTRUMEN PENELITIAN

3.4.1 Collimator Test Tool

Berikut spesifikasi instrument penelitian *collimator test tool* :

- Ukuran : 24 cm x 30 cm
- Tebal : 1 cm
- Di atasnya terdapat marker dalam satuan cm
- Buatan RMI (Radiation Measurement Inc)

3.4.2 *Beam Alignment Test Tool*

Berikut spesifikasi instrument penelitian *beam alliegment test tool* :

- Tinggi : 5 cm

3.4.3 Kaset

Berikut spesifikasi instrument penelitian kaset:

- Merek kaset : AGFA
- Ukuran : 24 cm x 30 cm

3.4.4 Data pesawat

Berikut spesifikasi instrument penelitian pesawat:

- *Merk* : SIEMENS
- *Manufactured* : Juni 2005
- Unit model : DR-X 1603B
- Nomor Seri : 9K746
- Tegangan Maksimum : 150 kV, 320 mAs
- Focal spot : 2.0 / 1.0 mm Al
- *Inherent filter* : 7 mm Al min at 70 kV

3.4.5 Kolimator

Berikut spesifikasi instrument penelitian kolimator:

- *Input* : 12 V
- *Max Input Power* : 100 VA
- *Max Tube Voltage* : 150 kV
- Nomor Seri : C9603798

3.5 LANGKAH-LANGKAH PENELITIAN

Peneliti melakukan pengukuran langsung di Rumah Sakit Pekanbaru Medikal Center. Sesuai dengan Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 1250/MENKES/SK/XII/2009 tentang Pedoman Kendali Mutu (*Quality Control*) Peralatan Radiodiagnostik, langkah-langkah kerja untuk melakukan pengujian ketegaklurusan berkas radiasi adalah sebagai berikut :

1. Letakkan kaset ukuran 24 x 30 cm pada permukaan yang datar.
2. Pastikan bahwa anoda dan katoda axis adalah paralel ke kaset.
3. Sentrasi tabung sinar-X dipusatkan di tengah kaset dan atur jarak antara focus dengan film (FFD) 100 cm.
4. Tempatkan *collimator test tool* pada pertengahan kaset.
5. Cahaya kolimator diatur tepat dalam area persegi panjang plat *test tool*.
6. Tempatkan *Beam Alignment Test Tool* pada pusat area pencahayaan.
7. Hidupkan lampu kolimator, atur luas lapangan cahaya sesuai dengan garis persegi panjang yang ada pada permukaan *plate*.
8. Lakukan eksposi radiografi agar diperoleh hasil gambaran yang dapat diobservasi.
9. Proses kaset yang sudah terekspos di *workstation* dengan *Computed Radiography*.

3.6 ANALISA DATA

Analisis data dapat dilakukan dengan menilai hasil gambaran dari uji ketetapan titik fokus berkas, yaitu mengobservasi keberadaan posisi bola baja melewati atau tidak terhadap lingkaran pertama yang dihasilkan pada

gambaran. Hal ini mengacu pada metode uji standart Komisi Elektronik Internasional (IEC). Jika posisi bola baja melewati lingkaran pertama pada gambaran dapat dinyatakan penyimpangan titik fokus berkas melebihi dari $1,5^0$ sebagai batas toleransi yang telah ditetapkan oleh IEC (Komisi Elektronik Internasional).

BAB IV

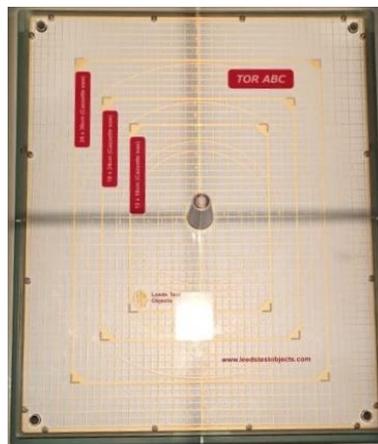
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 HASIL

Berdasarkan hasil observasi penulis mendapatkan data sebagai berikut :

4.1.1 Hasil Pengujian

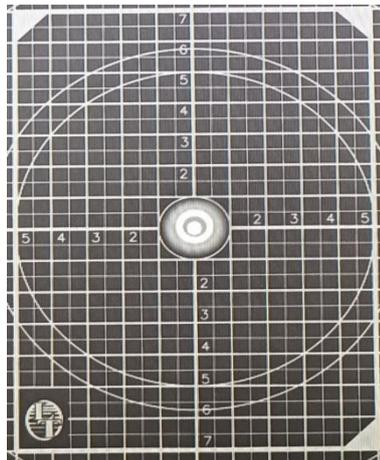
Telah dilakukan pengujian ketetapan titik fokus berkas sinar-X pada pesawat konvensional merek siemens di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pekanbaru Medical Center. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan FFD 100 cm. Pengujian dilakukan dengan alat bantu *collimator test tool* dan *beam alliegment test tool*. Adapun gambaran alat pengujian ketetapan titik fokus adalah sebagai berikut :



Gambar 4.6 Pengujian Ketetapan Titik Fokus

Pengujian pada uji titik fokus berkas sinar-X pada pesawat konvensional di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pekanbaru Medical Center dilakukan dengan menggunakan FFD 100 cm, kemudian

mengukur ketidaklurusan tube x-ray menggunakan waterpass, atur kaset di pertengahan kolimasi setelah itu lakukan pengexposan, hasil gambaran ditampilkan oleh komputer dan kemudian hasil gambaran di analisa dengan secara visual. Hasil gambaran yang dihasilkan sudah memberikan informasi yang cukup jelas dengan menggunakan faktor eksposi yang tepat sehingga memberikan kualitas dari gambaran hasil pengujian titik fokus yang baik.

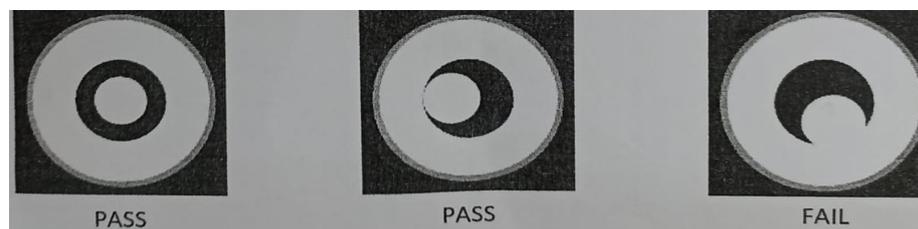


Gambar 4.7 Hasil pengukuran pengujian

Pada gambar 4.7 menunjukkan bahwa tidak terdapat penyimpangan titik fokus berkas *allignment beam* dengan berkas sinar-X yang tidak melebihi batas toleransi $1,5^0$, hal ini dibuktikan dengan menggunakan metode uji standart IEC (Komisi Elektronik Internasional) dengan melihat posisi bola baja yang masih dalam lingkaran pertama pada gambaran.

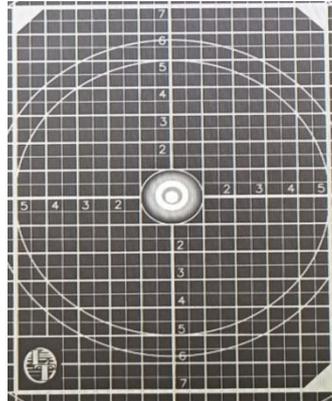
4.2 PEMBAHASAN

Pada penelitian uji ketepatan titik fokus berkas sinar-X pada pesawat sinar-X konvensional di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pekanbaru Medical Center dilakukan satu kali pengujian dengan menggunakan FFD 100 cm. Adapun peraturan dan metode uji pengukuran yang digunakan sebagai rujukan pada penelitian ini adalah ketetapan IEC (Komisi Elektronik Internasional) bahwa hasil dari penyimpangan titik fokus berkas sinar-X tidak boleh melebihi batas toleransi yang sudah ditetapkan $\leq 1,5^{\circ}$. Adapun metode uji standart IEC (Komisi Elektronik Internasional) dilakukan dengan cara mengobservasi posisi bola baja tidak melewati lingkaran pertama pada gambaran.



Gambar 4.8 Batas Standart IEC

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada pesawat sinar-X konvensional di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pekanbaru Medical Center, menunjukkan bahwa tidak terjadi penyimpangan yang melebihi batas toleransi di tandai dengan posisi bola baja yang masih di dalam lingkaran pertama yaitu $\leq 1,5^{\circ}$.



Gambar 4.9 Hasil Pengukuran Pengujian

Berdasarkan penelitian terkait yang dilakukan oleh Purwantiningsih (2021) tentang uji kolimasi dan uji ketegaklurusan berkas sinar-X, uji ketegaklurusan berkas sinar-X menggunakan perhitungan dengan persamaan

$$\Theta = \tan^{-1} \left[\frac{r (FFD - h - x)}{FFD (h + x)} \right]$$

Dimana:

Θ : Sudut penyimpangan

FFD : Jarak pusat berkas ke film

h : Tinggi beam alignment

x : Jarak objek ke film

r : Jarak beam dengan simpangan beam

Dari dua metode antara metode observasi dan metode perhitungan apabila dibandingkan maka dapat disimpulkan bahwa metode observasi lebih mudah digunakan daripada metode perhitungan.

Pada penelitian uji ketetapan titik fokus berkas sinar-X pada pesawat konvensional di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pekanbaru Medical Center

bola baja tidak melewati pada ring pertama yang artinya tidak ada pergeseran titik fokus berkas sinar-X. Adapun menurut fauber (2013), masalah yang sering terjadinya ketidaktepatan titik fokus berkas sinar-X seperti, kurangnya keakuratan medan cahaya. Cermin yang memantulkan cahaya kearah pasien atau bola lampu itu sendiri dapat sedikit keluar dari posisinya, sehingga bidang cahaya yang menunjukkan dimana sinar-X *primer* akan diproyeksikan tidak akurat.

Koliminator dilengkapi dengan cahaya putih dan cermin untuk memproyeksikan medan cahaya ke pasien. Lampu ini dimaksudkan untuk menunjukkan secara akurat di mana sinar-X *primer* akan di proyeksikan selama paparan, kontrol ukuran sinar-X ada di bagian depan koliminator.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uji ketetapan titik fokus berkas sinar-X yang telah dilakukan di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pekanbaru Medical Center, didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

Hasil uji ketetapan titik fokus berkas sinar-X di instalasi radiologi rumah sakit pekanbaru medical center tidak terdapat pergeseran titik fokus berkas sinar-X.

5.2 SARAN

Dari hasil pengujian yang penulis telah lakukan bisa memberikan saran sebagai berikut :

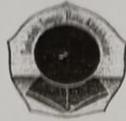
Sebaiknya pesawat yang ada di rumah sakit terutama pada pesawat konvensional harus di uji secara berkala.

DAFTAR PUSTAKA

- Ballinger, D. C. Sige. 2003. *Radiologic Science for Technologists : Physics, Biology, and Protection*. Canada: Elsevier Health Sciences
- Bushberg, Jerrold T. (2012) *The Essential Physics of Medical Imaging*. Third Edition. USA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Bushong, Steward C. 2001. *Radiologic Science for Technologists (Seventh Edition)*. Missouri: Mosby, Inc.
- Dwinanto, Bambang. 2010. *Teknik Radiografi Kepala*. Padang : Universitas Baiturrahmah.
- Fauber, Terri L. (2012). *Radiographic Imaging and Exposure*. Fifth Edition. St Louis: Missouri.
- IEC. 2006. Perangkat elektromedik - Rakitan tabung sinar-X untuk diagnosis medik - Karakteristika titik fokus.
- International electronic committee* (IEC). 2010. Standar Internasional peralatan pencitraan diagnostik.
- Keputusan MENKES RI No. 1250 Tahun 2009. *Pedoman Kendali Mutu (Quality Control) Peralatan Radiodiagnostik*.
- Khan, Faiz M. (2014). *The Physics of Radiation Therapy*. Fifth Edition. USA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Martono, Nanang. (2012). *Metode Penelitian Kuantitatif*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Papp, Jeffery. (2019). *Quality Management in the Imaging Science*. Sixth Edition.
- Rahman, Nova. 2009. *Radiofotografi*. Padang : Universitas Baiturrahmah.

- Rochmayanti, D. 2017. “*Analisis Pengujian Sistem Kolimasi Pesawat Mobile Unit Sinar-X Merk Toshiba DRX-1603B di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Umum Daerah RA Kartini Jepara*” Radiografi dan Imaging,
- Rochmayanti, D. 2013. “*Analisis Pengujian Sistem Kolimasi Pesawat Mobile Unit Sinar-X Merk Toshiba DRX-1603B di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Umum Daerah RA Kartini Jepara*” Radiografi dan Imaging, hal 08-11.
- Sari, Oktavia P. (2010). *Fisika Radiasi*. Padang: Universitas Baiturrahmah
- Suyatno, S. (2011). *Analisis Pembentukan Gambaran dan BatasToleransi Uji Kesesuaian pada Pesawat sinar-X Diagnostik*. Makalah disajikan dalam Prosiding Seminar Penelitian dan Pengelolaan Perangkat nuklir, BATAN : Yogyakarta

Lampiran 1 Surat Peminjaman Alat Laboratoium



Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan

AWAL BROS PEKANBARU

SURAT PENGAJUAN PEMINJAMAN PERALATAN LABORATORIUM RADIOLOGI

Kepada Yth,
Koor. Laboratorium Diploma III Teknik Radiologi
STIKes Awal Bros Pekanbaru

Dengan hormat,

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Diky TRIWAHYUNI

NIM : 18002009

Mengajukan permohonan peminjaman peralatan laboratorium Radiologi untuk melakukan pengujian/penelitian (karya tulis ilmiah/skripsi) di Laboratorium Diploma III Teknik Radiologi.

Waktu peminjaman : 09- JULI - 2021

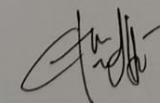
Tempat penelitian : PMC (Pekanbaru Medical Center)

Peralatan yang dipinjam : 1. Beam Alignment
2. Collimator Test Tool
3. _____

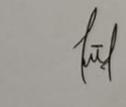
Jika terjadi kerusakan dikarenakan kelalaian selama peminjaman, saya bersedia bertanggungjawab dan menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku. Atas kesediaannya telah memberikan izin, diucapkan terima kasih.

Pekanbaru, 09- JULI - 2020

Mengetahui
Dosen Pembimbing


(..... Anila Aninda M.Ts.D))

Yang mengajukan,


(..... Diky Triwahyuni))

Lampiran 2 Surat Izin Penelitian



Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan

AWAL BROS PEKANBARU

No : 096/C.1a/STIKes-ABP/D3/07.2021 Pekanbaru, 05 Juli 2021
Lampiran : -
Perihal : **Permohonan Izin Penelitian**

Kepada Yth :
Bapak/Ibu Direktur Rumah Sakit Pekanbaru Medical Center (PMC)
di-
Tempat

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

Teriring puji syukur kehadiran Tuhan yang Maha Esa, berdasarkan kalender Akademik Prodi Diploma III Teknik Radiologi Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan (STIKes) Awal Bros Pekanbaru Tahun Ajaran 2020/2021, 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 : Diky Triwahyuni
Nim : 18002009
Dengan Judul : Uji Ketetapan Titik Fokus Berkas Sinar-X pada Pesawat Konvensional Merek Siemens di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pekanbaru Medical Center

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

Ketua Program Studi
Diploma III Teknik Radiologi
STIKes Awal Bros Pekanbaru

Shelly Angella, M.Tr. Kes
NIDN. 1022099201

Tembusan :
1. Arsip

Jl. Karya Bakti No. 8 Simp. BPG, Kel. Bambu Kuning,
Kec. Tenayan Raya, Kota Pekanbaru, Riau 28141
Telp. (0761) 8409768/0812-7552-3788
Email : stikes.awalbrospekanbaru@gmail.com

Lampiran 3 Surat Balasan Izin Penelitian

 **Rumah Sakit PMC**
PEKANBARU MEDICAL CENTER

 **TERAKREDITASI UTAMA**
KARS

Jl. Lembaga Remasyarakatan No. 25 Gobah, Pekanbaru Riau - Indonesia
Telp. (0761) 848100, 859510 Fax. (0761) 859510 E-mail: rsrnc.pku@gmail.com

Pekanbaru, 07 Juli 2021

Nomor : 392/RS.PMC/DIR/UI/2021
Perihal : Izin Survey Awal

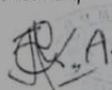
Kepada Yth,
Ka. Prodi DIII, Teknik Radiologi
Stikes Awal Bros Pekanbaru
di-
Tempat

Dengan Hormat,
Yang bertanda tangan dibawah ini atas nama Direksi RS. Pekanbaru Medical Center menerangkan bahwa :

Nama : Diky Triwahyuni
NIM : 18002009

telah disetujui untuk melaksanakan survei pendahuluan dengan judul "Uji Ketepatan Titik Fokus Berkas Sinar-x pada Pesawat Konvensional Merek Siemens di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pekanbaru Medical Center".

Demikianlah surat ini disampaikan, atas kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Hormat Kami,

dr. Fanny Annisa Abriani
Direktur

