

**PENGUJIAN KOLIMATOR MENGGUNAKAN *COLLIMATOR*
TEST TOOL PADA PESAWAT SINAR-X DI INSTALASI
RADIOLOGI RSPAU dr. S. HARDJOLUKITO
YOGYAKARTA**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Menyelesaikan Pendidikan D3 Radiologi di
Politeknik Kesehatan TNI AU Adisutjipto Yogyakarta



METTA WINDHA SETIANI

NIM.18230018

**PROGRAM STUDI D-3 RADIOLOGI
POLITEKNIK KESEHATAN TNI AU ADISUTJIPTO
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh

Nama : Metta Windha Setiani

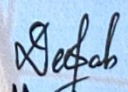
NIM : 18230018

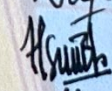
Program Studi : D3 Radiologi

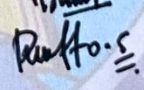
Judul : Pengujian Kolimator Menggunakan *Collimator Test Tool*
Pada Pesawat Sinar-X Di Instalasi Radiologi RSPA dr.
S Hardjolukito Yogyakarta

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi D3 Radiologi, Politeknik Kesehatan TNI AU Adisutjipto Yogyakarta.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing Delfi Iskardyani, S.Pd., M.Si. ()

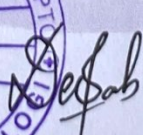
Penguji I M. Sofyan, S. ST., M.Kes. ()

Penguji II Redha Okta Silfina, M.Tr., Kes ()

Yogyakarta, 19 Juli 2021

KAPALA PROGRAM STUDI D3 RADIOLOGI



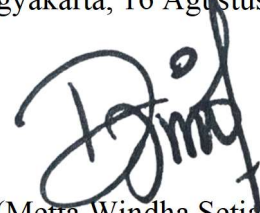

Delfi Iskardyani, S.Pd., M.Si.

NIDN. 0523099101

SURAT PERNYATAAN TIDAK MELAKUKAN PLAGIASI

Saya dengan sadar menyatakan bahwa Karya Tulis Ilmiah yang berjudul “Pengujian Kolimator Menggunakan *Collimator Test Tool* Pada Pesawat Sinar-X Di Instalasi Radiologi RSPAU dr. S. Hardjolukito Yogyakarta” ini sepenuhnya merupakan karya saya sendiri. Tidak ada bagian didalamnya yang merupakan plagiat dari penelitian sebelumnya dan saya melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian ditemukan pelanggaran etika keilmuan dalam karya saya ini, atau pihak lain mengeklaim terhadap keaslian karya saya ini.

Yogyakarta, 16 Agustus 2021



(Metta Windha Setiani)

ABSTRAK

QC merupakan kegiatan yang berhubungan dengan teknik pemantauan dan pemeliharaan unsur-unsur teknis dari sistem yang mempengaruhi kualitas gambar (Papp, 2011). Kegiatan QC pada pesawat sinar-X salah satunya pengujian pada tabung kolimator yaitu uji kesesuaian berkas cahaya kolimator dengan tujuan untuk menentukan akurasi pada kesamaan antar berkas sinar-X dan berkas cahaya pada kolimator serta mengevaluasi ketepatan berkas sinar-X dengan pusat berkas sinar cahaya (Kepmenkes RI Nomor 1250 Tahun 2009). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai pergeseran yang terjadi pada kolimator pesawat sinar-X menggunakan metode *collimator test tool*.

Jenis penelitian yang digunakan kuantitatif deskriptif dengan menggunakan pendekatan eksperimental dengan melakukan pengujian pada kolimator pesawat sinar-X dan menggunakan Alat *Collimator Test Tool*.

Dengan faktor eksposi kV 55, mAs 7.1 dan FFD 100 cm pada 3 luas bidang (7X7 cm) sumbu X sebesar 0,7 cm dan untuk sumbu Y sebesar 0,6 cm, (13X13 cm) sumbu X sebesar 0,6 cm, dan untuk sumbu Y 0,7 cm dan (18X18 cm) sumbu X sebesar 0,5 cm dan untuk sumbu Y sebesar 0,8 cm, menunjukkan adanya pergeseran atau ketidaksesuaian pada luas lapangan kolimator dengan berkas sinar-X. Meskipun terdapat nilai pergeseran, yang terjadi belum melebihi nilai batas toleransi yang diperbolehkan oleh Kepmenkes RI Nomor 1250 Tahun 2009.

Kata kunci : *Quality Control*, Kolimator, *Collimator Test Tool*

ABSTRACT

QC is an activity related to the technique of monitoring and maintaining the technical elements of the system that affect image quality (Papp, 2011). One of the QC activities on the X-ray machine is testing on the collimator tube, namely the conformity test of the collimator light beam with the aim of determining the accuracy of the similarity between the X-ray beam and the light beam on the collimator and evaluating the accuracy of the X-ray beam with the center of the light beam (Kepmenkes). RI Number 1250 Year 2009). This research was conducted to determine the value of the shift that occurs in the collimator of the X-ray plane using the collimator test tool method.

The type of research used is descriptive quantitative using an experimental approach by testing the collimator on an X-ray plane and using the Collimator Test Tool.

With an exposure factor of kV 55, mAs 7.1 and FFD 100 cm in 3 areas (7X7 cm) the X-axis is 0.7 cm and for the Y-axis is 0.6 cm, (13X13 cm) the X-axis is 0.6 cm, and for the Y-axis 0.7 cm and (18X18 cm) the X-axis is 0.5 cm and for the Y-axis is 0.8 cm, indicating a shift or discrepancy in the collimator field area with the X-ray beam. Even though there is a shift value, what has happened has not exceeded the tolerance limit value allowed by the Decree of the Minister of Health of the Republic of Indonesia Number 1250 of 2009

Keywords: Quality Control, Collimator, Collimator Test Tool

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, senantiasa kita ucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT yang hingga saat ini masih memberikan kita nikmat iman dan kesehatan, sehingga penulis diberi untuk menyelesaikan tugas akhir tentang “Pengujian Kolimator Menggunakan *Collimator Test Tool* Pada Pesawat Sinar-X Di Instalasi Radiologi RSPAU dr. S. Hardjolukito Yogyakarta”. Tugas akhir ini ditulis untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Ahli Madya Radiologi.

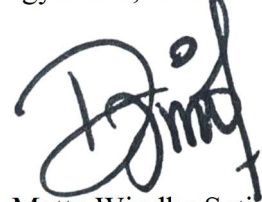
Tak lupa penulis juga mengucapkan terimakasih yang sebanyak-banyaknya kepada setiap pihak yang telah mendukung serta membantu penulis selama proses penyelesaian tugas akhir ini. Ucapan terima kasih penulis sampaikan pada :

1. Bapak Drs. Purwanto Budi T., MM., Apt, Direktur Politeknik Kesehatan TNI AU Adisutjipto Yogyakarta.
2. Bapak Hendro Budi Pamungkas selaku Kepala Instalasi Radiologi RSPAU dr S Hardjolukito.
3. Ibu Delfi Iskardiyani, S.Pd., M.Si. selaku dosen pembimbing tugas akhir.
4. Bapak M. Sofyan, S.ST., M.Kes dan Ibu Redha Okta Silfina, M.Tr.,Kes selaku dewan penguji.
5. Suami tercinta Gigih E Saputro, S.Kom dan anakku tersayang Arsaka Abdul Ghani S yang tidak henti-hentinya memberi semangat, motivasi, doa dan dukungan.

6. Seluruh radiografer RSPAU dr S Hardjolukito.
7. Kedua orang tua penulis atas segala dukungan yang diberikan.
8. Teman dan sahabat atas semangat yang telah diberikan

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan karya tulis ini masih jauh dari sempurna serta kesalahan yang penulis yakini diluar batas kemampuan penulis. Maka dari itu penulis dengan senang hati menerima kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Penulis berharap karya tulis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Yogyakarta, 19 Juni 2021



Metta Windha Setiani

DAFTAR ISI

COVER

HALAMAN PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian.....	5
D. Batasan Masalah.....	5
E. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Pesawat Sinar-X dan Komponen–Komponen Tabung Sinar-X....	7
B. <i>Quality Assurance (QA)</i> dan <i>Quality Control (QC)</i> pada Peralatan Radiologi	16
C. Prosedur Pengujian Kolimator	20

D. Kerangka Teori.....	22
BAB III METODE PENELITIAN.....	23
A. Jenis Penelitian.....	23
B. Waktu dan Tempat Penelitian	23
C. Populasi dan Sampel Penelitian	23
D. Variabel Penelitian	23
E. Instrumen Penelitian.....	24
F. Alur Penelitian.....	24
G. Definisi Operasional.....	26
H. Pengumpulan Data	27
I. Pengolahan Data dan Analisis Data	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
A. Hasil Penelitian	29
B. Pembahasan.....	33
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	38
A. Kesimpulan.....	38
B. Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Anoda diam (Bushong, 2013).....	9
Gambar 2.2	Anoda Putar (Bushong, 2013)	9
Gambar 2.3	Konus dan Silinder (Bushong, 2013).....	12
Gambar 2.4	Kolimator Tabung Sinar-X (Bushong, 2013)	14
Gambar 2.5	Tabung Sinar-X (Sari, 2010)	16
Gambar 2.6	Pengujian dengan Menggunakan <i>Collimator Aligment Test Tool</i> (Lloyd, 2001)	21
Gambar 4.1	Pesawat Sinar-X Konvensional <i>Stationary</i> di Instalasi Radiologi RSPAU dr. S. Hardjolukito Yogyakarta	29
Gambar 4.2	Hasil pengujian Berkas Cahaya Kolimator menggunakan <i>Collimator Test Tool</i> berbahan lempeng tembaga pada Luas Bidang A (7x7 cm)	30
Gambar 4.3	Hasil pengujian Berkas Cahaya Kolimator menggunakan <i>Collimator Test Tool</i> berbahan lempeng tembaga pada Luas Bidang A (13x13 cm)	31
Gambar 4.4	Hasil pengujian Berkas Cahaya Kolimator menggunakan <i>Collimator Test Tool</i> berbahan lempeng tembaga pada Luas Bidang A (18x18 cm)	31

DAFTAR TABEL

Tabel2.1	Indikator dan Standar Pelayanan Radiologi (Menteri Kesehatan RI Nomor 129 Tahun 2008)	11
Tabel2.2	Uraian SPM Kejadian Kegagalan Pelayanan Rontgen (Menteri Kesehatan RI Nomor 129 Tahun 2008).....	11
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Berkas Cahaya Kolimator Pesawat Konvensional Stationary menggunakan <i>Collimator Test Tool</i>	32

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat iji penelitian dari rumah sakit.....	41
Lampiran 2. Pedoman observasi	42
Lampiran 3. Gambar hasil penelitian.....	43
Lampiran 4. Hasil Pengujian Berkas Cahaya Kolimator Menggunakan Collimator Test Tool di Instalasi Radiologi RSPAU dr.S. Hardjolukito Yogyakarta pada FFD 100cm.....	44

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pelayanan kesehatan pada saat ini telah berkembang dengan pesat, namun masih banyak hal yang perlu dibenahi terutama dalam menghadapi persaingan dalam dunia kesehatan. Salah satu upaya yang merupakan prioritas utama dalam meningkatkan mutu pelayanan kesehatan adalah dengan melakukan peningkatan mutu pelayanan kesehatan yang berkesinambungan dan meningkatkan efisiensi pelayanan kesehatan, yang pada akhirnya akan berdampak pada peningkatan kualitas hidup individu dan derajat kesehatan masyarakat (Kepmenkes RI Nomor 1250 Tahun 2009).

Kebijakan jaminan mutu atau *quality assurance* pada pelayanan kesehatan akan menjadi pedoman bagi semua pihak dalam penyelenggaraan pelayanan kesehatan yang bermutu. Pelayanan kesehatan yang dimaksudkan adalah pelayanan kesehatan pada umumnya dan pelayanan penunjang kesehatan khususnya terutama pelayanan radiologi. Walaupun pelayanan radiologi telah diselenggarakan oleh berbagai sarana pelayanan kesehatan pada berbagai tingkat pelayanan baik pemerintah maupun swasta, namun kemampuan dan mutu pelayanannya masih sangat bervariasi dan belum sepenuhnya dapat memenuhi tuntutan kepuasan para pengguna jasa (Kepmenkes RI Nomor 1250 Tahun 2009).

Salah satu kegiatan jaminan mutu adalah kegiatan kendali mutu atau *quality control*. Kendali mutu atau *quality control* merupakan suatu kegiatan

yang berhubungan dengan teknik yang digunakan dalam pemantauan dan pemeliharaan unsur-unsur teknis dari sistem yang mempengaruhi kualitas gambar. Oleh karena itu kendali mutu berhubungan langsung dengan instrumentasi dan peralatan (Papp, 2011). Kegiatan kendali mutu yang dilakukan oleh unit kerja radiologi di Instalasi Radiologi dibagi kedalam tiga kegiatan besar yaitu : kegiatan kendali mutu untuk pesawat sinar-X, kegiatan kendali mutu untuk perlengkapan radiografi, dan kegiatan kendali mutu untuk ruang pemroses film radiografi (Kepmenkes RI Nomor 1250 Tahun 2009).

Kegiatan kendali mutu pada pesawat sinar-X terdiri dari pengujian terhadap tabung kolimator, tabung sinar-X, generator pesawat sinar-X dan *automatic exposure control*. Salah satu pengujian pada tabung kolimator adalah uji kesesuaian berkas cahaya kolimator. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk menentukan akurasi pada kesamaan antara berkas sinar-X dan berkas cahaya pada kolimator serta mengevaluasi ketepatan berkas sinar-X dengan pusat berkas sinar cahaya (Kepmenkes RI Nomor 1250 Tahun 2009).

Uji kesesuaian berkas cahaya kolimator digunakan untuk mengetahui pergeseran pada berkas cahaya kolimator, maka harus dilakukan pengujian yang sifatnya berkala yaitu setiap 1 bulan sekali, setelah layanan atau pemeliharaan terhadap pesawat sinar-X dan setelah dilakukan perbaikan pada pesawat sinar-X. Adapun batas pergeseran cahaya kolimator tidak boleh melebihi 2% dari *Focus Film Distance (FFD)* yang telah ditetapkan yaitu 100 cm (Kepmenkes RI Nomor 1250 Tahun 2009).

Sebuah penelitian yang dilakukan oleh Rian (2015), didasari dengan banyaknya terpotong pada pemeriksaan foto thoraks sehingga dilakukan

pengujian kolimator dengan metode *Collimator Test Tool* di Instalasi Radiologi RSUD Panembahan Senopati Bantul, berdasarkan observasi yang dilakukan, adanya ketidaksesuaian luas lapangan cahaya kolimator pada pesawat sinar-X merek Siemens, hal itu terjadi pada saat dilakukan pemeriksaan pada foto thoraks yang menggunakan luas cahaya kolimator seluas obyek pemeriksaan, hasil dari radiograf thoraks tersebut mengalami pengulangan foto akibat terpotong di kedua *sinus prenicus costalis*, sehingga dilakukanlah pengujian kembali pada Tahun 2015 setelah sebelumnya pengujian terakhir kali dilakukan pada tahun 2009. Pengujian tersebut bertujuan untuk mengetahui kesesuaian luas lapangan cahaya kolimator dengan luas lapangan berkas sinar-X.

Di Instalasi Radiologi RSPAU dr. S. Hardjolukito Yogyakarta, memiliki 2 unit pesawat sinar-X yang terdiri dari satu pesawat sinar-X *stationary* dan satu pesawat sinar-X *mobile*. Selama penulis melakukan pengamatan, untuk pemeriksaan radiologi dikamar 1 menggunakan pesawat sinar-X *stationary*, Pesawat ini terakhir kali dilakukan pengujian pada tanggal 09 Januari 2015 dan pada tanggal 08 Mei 2019 pesawat tersebut pernah mengalami pembongkaran kolimator tetapi sampai sekarang belum pernah dilakukan kembali pengujian kolimator terhadap pesawat sinar-X tersebut. Penulis juga menemukan adanya ketidaksesuaian luas lapangan cahaya kolimator yang keluar pada pesawat sinar-X *stationary*. Hal itu terjadi pada saat dilakukan pemeriksaan pada foto *thoraks* yang menggunakan luas cahaya kolimator seluas obyek pemeriksaan, kemudian cahaya kolimator diatur pada pertengahan kaset, serta obyek pemeriksaan berada pada pertengahan kaset dengan batas atas setinggi 2 inchi

dari bahu dan batas bawah pada *costae margin inferior*, dari hasil radiograf yang didapatkan tidak sesuai dengan cahaya kolimator yang sudah diatur dan hasil radiograf *thoraks* mengalami pengulangan foto, yang disebabkan oleh terpotongannya bagian salah satu dari kedua *sinus prenicus costalis* pada gambaran radiograf pada *thoraks*. Untuk mengetahui nilai pergeseran yang terjadi pada kolimator pesawat sinar-X maka perlu dilakukan pengujian pada kolimator tersebut, peneliti ingin menguji kolimator tersebut dengan menggunakan metode *collimator test tool* dikarenakan alat tersebut memiliki nilai akurasi atau ketepatan yang lebih tepat dibandingkan dengan menggunakan metode koin dan metode kawat “L”. Pada alat *collimator test tool* terdapat empat buah luas bidang yang terdiri dari beberapa ukuran yaitu: ukuran 7x7 cm, ukuran 13x13 cm dan ukuran 18x18 cm.

Berdasarkan latar belakang, penelitian terdahulu dan data pendahuluan diatas, penulis ingin mengkaji lebih lanjut tentang pengujian kesesuaian berkas cahaya kolimator pada pesawat sinar-X dengan menggunakan *Collimator Test Tool* dan tertarik untuk membahas dan mengangkatnya menjadi Proposal Karya Tulis Ilmiah dengan judul “**Pengujian Kolimator Menggunakan *Collimator Test Tool* Pada Pesawat Sinar-X Di Instalasi Radiologi RSPAU dr. S. Hardjolukito Yogyakarta**”

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka penulis merumuskan masalah adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana Prosedur pengujian kolimator pada pesawat sinar-X menggunakan *Collimator Test Tool* di Instalasi Radiologi RSPAU dr. S.

Hardjolukito Yogyakarta?

2. Bagaimana hasil pengujian kolimator pada pesawat sinar-X menggunakan *Collimator Test Tool* di Instalasi Radiologi RSPAU dr. S. Hardjolukito Yogyakarta?
3. Bagaimana kelayakan pesawat sinar-X setelah dilakukan pengujian kolimator pada pesawat sinar-X menggunakan *Collimator Test Tool* di Instalasi Radiologi RSPAU dr. S. Hardjolukito Yogyakarta?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penulisan Proposal Karya Tulis Ilmiah ini sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui prosedur pengujian kolimator pada pesawat sinar-X menggunakan *Collimator Test Tool* di Instalasi Radiologi RSPAU dr. S. Hardjolukito Yogyakarta.
2. Untuk mengetahui hasil pengujian kolimator pada pesawat sinar-X menggunakan *Collimator Test Tool* di Instalasi Radiologi RSPAU dr. S. Hardjolukito Yogyakarta.
3. Untuk mengetahui kelayakan pesawat sinar-X setelah dilakukan pengujian kolimator menggunakan *Collimator Test Tool* di Instalasi Radiologi RSPAU dr. S. Hardjolukito Yogyakarta.

D. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini, yaitu :

1. Kegiatan kendali mutu pada pesawat sinar-X terdiri dari pengujian terhadap tabung kolimator, tabung sinar-X, generator pesawat sinar-X dan *automatic exposure control*. pada penelitian ini penulis membatasi

malasah hanya dengan melekukan Salah satu pengujian pada tabung kolimator adalah uji kesesuaian berkas cahaya kolimator.

2. Pengujian kolimator dengan pada pesawat sinar-X dapat dilakukan dengan bebrapa metode koin dan metode kawat “L”, dan *Collimator Test Tool*. Pada penelitian ini penulis membatasi masalah dengan hanya melakukan pengujian dengan salah satu metode yaitu dengan menggunakan metode *Collimator Test Tool*

E. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Sebagai sarana menambah wawasan dan pengetahuan penulis tentang pengujian kolimator menggunakan *Collimator Test Tool* pada pesawat sinar-X di Instalasi Radiologi RSPAU dr. S. Hardjolukito Yogyakarta serta sebagai sumber pustaka dan dapat dijadikan referensi penelitian selanjutnya untuk mahasiswa pada institusi pendidikan Program Studi D3 Radiologi Politeknik Kesehatan TNI AU Yogyakarta.

2. Manfaat Praktis

Sebagai masukan untuk Instalasi Radiologi RSPAU dr. S. Hardjolukito Yogyakarta sehingga petugas dapat meminimalisir kegagalan pada saat pemeriksaan radiodiagnostik di Instalasi Radiologi akibat adanya penyimpangan luas lapangan cahaya kolimator dengan luas lapangan berkas sinar-X dan sebagai tolak ukur yang dapat menentukan pesawat sinar-X di Instalasi Radiologi RSPAU dr. S. Hardjolukito Yogyakarta masih sesuai dengan standar atau tidak.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pesawat Sinar-X dan Komponen-Komponen Tabung Sinar-X

1. Pesawat Sinar-X

Pesawat sinar-X adalah sumber radiasi yang dirancang untuk tujuan diagnostik dan intervensional yang meliputi generator tegangan tinggi, panel kendali, tabung sinar-X, kolimator dan peralatan pendukung lainnya. (Perka Bapeten No.9, 2011)

2. Komponen Tabung Sinar-X

Menurut Sari (2010), komponen-komponen tabung sinar-X terdiri dari:

a. Rumah Tabung atau *Tube Housing*

Rumah tabung terbuat dari besi baja, berfungsi untuk menahan radiasi bocor dari tabung sinar-X (*insert tube*), isolator tegangan tinggi, pendingin tabung sinar-X, di samping itu juga berfungsi melindungi tabung sinar-X yang terbuat dari *pyrex*. Dalam rumah tabung terdapat pelumas yang berfungsi untuk pendingin, karena 95%-99% hasil tumbukan antara elektron dengan anoda adalah panas.

b. Tabung Gelas Hampa Udara

Tabung sinar-X terbuat dari gelas atau *pyrex* yang tahan panas dan hampa udara. Pada bagian bawah dari tabung *pyrex* tersebut terdapat jendela dengan luas kurang dari 5 cm². Di dalam tabung gelas hampa udara terdapat dua buah elektroda yaitu katoda sebagai kutub negatif dan anoda sebagai kutub positif.

c. Katoda

Katoda berfungsi sebagai kutub negatif. Pada katoda terdapat filamen dan focusing cup. Katoda berfungsi sebagai penyalur panas ke filamen.

d. Filamen

Filamen pada tabung sinar-X berbentuk seperti kumparan yang tersusun dari kawat dengan panjang 7-15 mm, tebal kawat 0,1-0,2 mm, dan diameter lilitan 1-2 mm. Bahan yang digunakan sebagai pembuat filamen adalah bahan yang tahan panas karena pada umumnya filamen dipanaskan pada suhu diatas 2200°C . Bahan yang digunakan sebagai filamen adalah *tungsten* yang memiliki titik didih 3370°C , atau *rhenium* yang memiliki titik didih 3170°C , atau *molybdenum* yang memiliki titik didih 2620°C . Jika filamen dipanaskan dengan temperatur tertentu maka akan terbentuk ion negatif atau elektron pada filamen tersebut.

e. *Focusing Cup*

Focusing cup melekat pada filamen. *Focusing cup* yang terbuat dari bahan nikel yang memiliki muatan negatif yang cukup rendah dan berfungsi mengarahkan awan elektron sehingga arah pergerakan elektron lebih terarah menuju target.

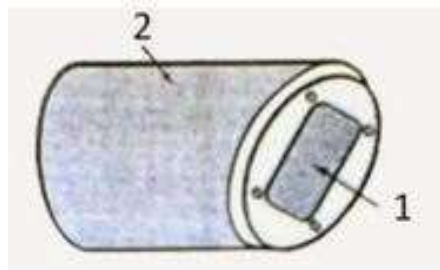
f. Anoda

Anoda adalah tempat terjadinya tumbukan elektron setelah diberikan tegangan tabung. Ada dua tipe anoda yang sering dijumpai, yaitu :

1) Anoda Diam

Anoda diam pada umumnya terbuat dari bahan *tungsten* atau campuran antara *tungsten* dan tembaga. Anoda diam lebih cepat aus

dan mengalami kerusakan karena tumbukan hanya terjadi pada satu titik. Jika anoda aus maka tumbukan antara elektron dan target tidak merata yang mengakibatkan sinar-X yang diproduksi tidak konstan. Pesawat sinar-X yang menggunakan jenis anoda diam adalah pesawat dental, dengan keluaran energi yang relatif kecil dan terbatas.



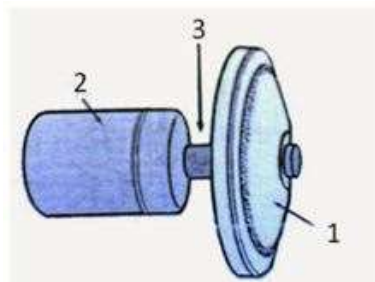
Keterangan Gambar 2.1:

1. Tungsten
2. Copper

Gambar 2.1 Anoda diam (Bushong, 2013).

2) Anoda Putar

Pada anoda putar terdapat target di bagian depan yang berfungsi sebagai tempat terjadinya tumbukan antara elektron dengan target. Kemiringan target berkisar antara 7° - 15° . Variasi besar kemiringan anoda akan mempengaruhi berkas efektif yang keluar dari tabung sinar-X. Anoda putar pada umumnya terbuat dari piringan dari bahan *tungsten*. Pesawat sinar-X yang menggunakan jenis anoda putar adalah pesawat sinar-X konvensional dan pesawat mammografi. Anoda putar terdiri dari: piringan anoda, rotor, anoda stem, dan stator.



Keterangan Gambar 2.2:

1. Tungsten
2. Copper
3. Molybdenum

Gambar 2.2 Anoda Putar (Bushong, 2013).

g. Filter

Tumbukan yang terjadi antara elektron dan target akan menghasilkan sinar-X yang bersifat *polikromatik*. *Polikromatik* adalah berkas energi yang mempunyai intensitas atau kekuatan yang heterogen atau tidak sama. Berkas sinar-X yang mempunyai intensitas rendah memiliki panjang gelombang yang panjang, maka tidak akan mampu menembus objek maupun mencapai film. Hal ini hanya akan memperbesar jumlah dosis radiasi yang diterima pasien. Berkas energi sinar-X yang mempunyai intensitas tinggi memiliki panjang gelombang yang pendek, maka akan mampu menembus objek dan sampai ke film. Sehingga untuk mendapatkan keseragaman berkas sinar-X dengan intensitas yang sama, maka diperlukan perangkat tambahan yaitu filter.

Filter berfungsi menyerap berkas sinar-X dengan intensitas yang rendah dan meneruskan berkas sinar-X dengan intensitas yang tinggi. Filter pada pesawat sinar-X ada dua jenis yaitu:

1) Filter Bawaan (*Filter Inherent*)

Filter bawaan terdiri dari tabung *pyrex*, rumah tabung, oli pendingin, dan jendela pada rumah tabung. Filter bawaan merupakan filter yang secara konstruksi sudah menjadi satu dengan rumah tabung atau bawaan karakteristik dari pabrik. Syarat filter bawaan yaitu intensitas berkas sinar-X yang diteruskan setelah melalui filter harus setara dengan intensitas berkas sinar-X yang menembus 5 sampai 10 mm aluminium.

2) Filter Tambahan (*Filter Additional*)

Penambahan filter tambahan dilakukan dengan meletakkan lempengan logam di dalam kolimator. Bahan yang umum digunakan adalah alumunium dan tembaga. Pemilihan alumunium dikarenakan alumunium mampu menyerap energi karakteristik sebanyak 8 kilo elektron volt (keV) dan harganya yang murah. Pemilihan tembaga sebagai filter tambahan karena tembaga sangat cocok untuk energi yang tinggi.

Keuntungan yang dapat diperoleh dengan penggunaan filter adalah:

- a) Mengurangi intensitas berkas sinar-X yang kurang berkualitas.
- b) Meningkatkan berkas energi sinar-X yang berkualitas.

h. Pembatas Berkas

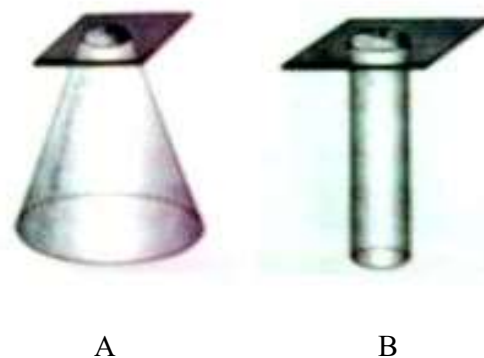
Pembatas berkas adalah suatu alat untuk membatasi sinar-x yang keluar dari tabung yang dipasang pada bagian bawah tabung sehingga sinar-X yang keluar dari tabung sesuai dengan objek. Pembatas sinar-X meliputi:

1) Diafragma Lubang

Diafragma lubang adalah logam dengan lubang ditengahnya. Keuntungan pemakaian diafragma lubang adalah mudah diperoleh dan dapat dibuat dengan berbagai ukuran. Sementara kelemahan diafragma adalah jika pemasangan diafragma lubang pada sumber sinar-X terlalu dekat, maka luas lapangan yang diperoleh tidak sesuai dengan luas objek yang diperiksa. pemakaian diafragma lubang kurang efektif karena terlalu sering diganti sesuai dengan besar dan ukuran objek.

2) Konus dan Silinder

Konus dan silinder adalah dua jenis pembatas sinar-X yang diletakkan di bawah tabung sinar-X. kedua jenis pembatas ini sering disebut konus saja walaupun tipe pembatas yang sering digunakan sebenarnya adalah silinder. Bentuk dari konus ini seperti kerucut dan dibuat dengan menggunakan Pb dengan ukuran bervariasi baik besar dan ukuran lubangnya. Pemakaian konus ini akan mengalami kesulitan apabila tabung sinar-X, konus dan film tidak berada dalam satu garis lurus yang berakibat pada salah satu sisi radiograf tidak mendapat eksposi karena terhalang oleh konus (Bushong, 2013).



Keterangan Gambar 2.3:
A. Konus
B. Silinder

Gambar 2.3 Konus dan Silinder (Bushong, 2013).

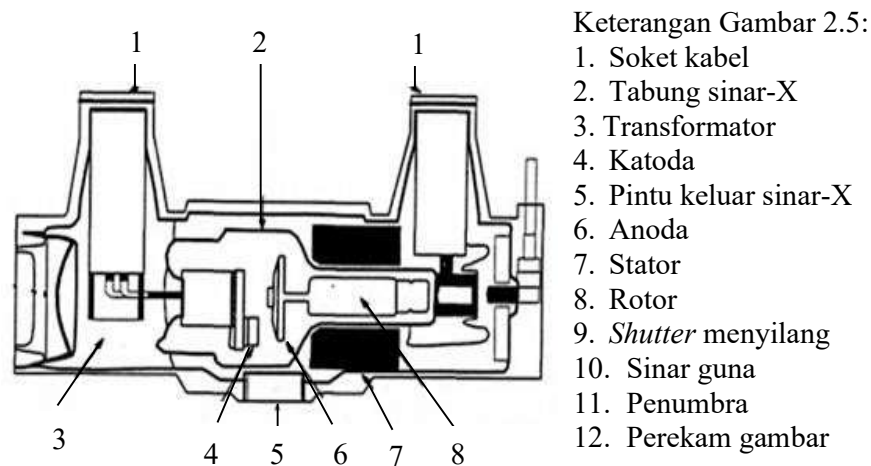
3) Kolimator

Kolimator merupakan pembatas berkas yang paling umum dalam radiodiagnostik. Kolimator juga merupakan pembatas berkas sinar-X yang baik karena dapat menghasilkan lapangan penyinaran sesuai objek yang diinginkan. Berkas cahaya pada lampu kolimator dengan lapangan sinar-X yang berbentuk bujur sangkar atau persegi panjang mampu menunjukkan titik tengah pertemuan antara luas lapangan

kolimator dengan adanya bentuk lapangan sinar-X yang sesungguhnya (Papp, 2011).

Menurut Papp (2011), fungsi kolimator adalah sebagai berikut:

- a) Mengatur luas lapangan sinar-X
- b) Proteksi radiasi terhadap pasien
- c) Mengurangi radiasi hambur



Gambar 2.4 Tabung Sinar-X (Sari, 2010).

3. Kolimator dan Permasalahannya

Kolimator merupakan salah satu bagian dari pesawat sinar-X yang memiliki fungsi untuk pengaturan besarnya ukuran lapangan radiasi. Selain itu, kolimator merupakan pembatas luas lapangan penyinaran sinar-X terhadap objek. Kolimator memiliki beberapa komponen yang terdiri dari bola lampu, filter, cermin, *shutter*, meteran dan tombol untuk menghidupkan lampu

Menurut Bushong (2013), komponen dari kolimator adalah sebagai berikut:

a. Bola Lampu

Lampu pada kolimator dipasang tegak lurus terhadap sumber berkas sinar-X. Cahaya dari lampu akan dipantulkan oleh cermin searah berkas

sinar-X sehingga akan menunjukkan luas lapangan berkas sinar-X yang akan digunakan.

b. Cermin

Sinar dari bola lampu akan dipantulkan oleh cermin yang terletak tepat dibawah sumber sinar-X, membentuk sudut 45° terhadap sumber berkas sinar-X. Cermin diletakkan searah dengan sumber berkas cahaya sehingga berjarak sama dengan berkas sinar-X dan akan menunjukkan ukuran luas lapangan sinar-X yang diinginkan.

c. *Shutter*

Shutter berfungsi untuk mengatur luas lapangan penyinaran. Pergerakan *shutter* dapat menghilangkan penumbra yang dihasilkan dari sinar-X yang berasal dari *focal spot*.



Gambar 2.5 Kolimator Tabung Sinar-X (Bushong, 2013).

Menurut Papp (2011), permasalahan yang sering terjadi pada kolimator adalah sebagai berikut:

1) Penyimpangan Iluminasi

Standar pada pengujian iluminasi menurut Kemenkes (2009) adalah 100 lux pada jarak 1 meter, sedangkan menurut Papp (2011) adalah harus lebih besar 160 lux pada jarak 1 meter. Kalau terjadi penyimpangan tersebut maka solusinya harus diperbaiki dengan penggantian lampu kolimasi.

2) Penyimpangan Lapangan Kolimasi dengan Berkas Radiasi

Terjadinya penyimpangan lapangan kolimasi dapat disebabkan oleh kolimator yang pernah dibongkar karena perbaikan atau penggantian lampu kolimator, kolimator sering diputar-putar, dan adanya guncangan sehingga terjadi pergeseran plat timbal dan atau cerminnya. Penyimpangan lapangan kolimasi dapat diperbaiki dengan mengatur posisi kemiringan cermin dan atau dengan mengatur posisi plat timbal atau diserahkan pada teknisi yang berpengalaman.

3) Penyimpangan Ketegak lurus Berkas Radiasi.

Jika terjadi penyimpangan lapangan kolimasi biasanya diiringi dengan penyimpangan ketegaklurusan berkas. Hal ini dapat disebabkan oleh posisi kolimator yang berubah atau rotasi tabung sinar-X yang memiliki tingkat kedataran rendah.

d. Akibat dari Permasalahan Kolimator

Menurut Bushong (2013), akibat dari permasalahan yang sering terjadi pada kolimator adalah sebagai berikut:

- 1) Pasien akan menerima dosis radiasi hambur yang lebih akibat dari rusaknya *shutter* pada kolimator.
- 2) Pengulangan foto dan gambaran yang dihasilkan akan *noise* jika terjadi Ketidak sesuaian antara cahaya kolimator dengan berkas sinar-X.
- 3) Padamnya lampu pada kolimator juga akan mengganggu dalam menentukan luas obyek yang akan diperiksa dan dosis radiasi yang diterima oleh pasien akan menjadi lebih banyak.
- 4) Gambaran yang dihasilkan akan mengalami distorsi jika terjadi kerusakan pada penyudutan arah sinar pada kolimator.

B. *Quality Assurance (QA)* dan *Quality Control (QC)* pada Peralatan Radiologi

Salah satu kegiatan jaminan mutu adalah kegiatan kendali mutu atau *quality control*. Kendali mutu merupakan suatu kegiatan yang berhubungan dengan teknik yang digunakan dalam pemantauan dan pemeliharaan unsur-unsur teknis dari sistem yang mempengaruhi kualitas gambar. Oleh karena itu kendali mutu berhubungan langsung dengan instrumentasi dan peralatan (Papp, 2011).

Penerapan program kendali mutu sebagai bagian dari program jaminan mutu radiologi dilakukan dengan tujuan untuk mendukung program jaminan mutu yakni dalam aspek pengendalian parameter performa (kinerja) fisis pesawat atau peralatan pendukung lainnya melalui pengujian-pengujian dan pendokumentasian data secara rutin dan periodik oleh internal bagian radiologi yaitu 3 bulan, 6 bulan, atau 1 tahun sekali (Papp, 2011).

1. Hal yang harus diperhatikan sebelum melakukan kendali mutu

Menurut Papp (2011), ada tiga hal yang harus diperhatikan sebelum melakukan pengujian kendali mutu, antara lain:

- a. Tes Penerimaan (*Acceptance Test*) adalah program pengujian kinerja alat yang dilakukan pada saat pesawat baru atau sebelum digunakan.
 - b. Evaluasi Kinerja Rutin (*Routine Performance Evaluations*) adalah program kinerja yang sangat spesifik dilakukan pada peralatan yang telah digunakan dalam kurun waktu tertentu. Evaluasi ini dapat menjadi acuan kondisi pesawat setelah memenuhi standar penerimaan dan dapat digunakan untuk mendiagnosa perubahan dalam kinerja, dengan melakukan pengujian pada peralatan yang digunakan secara rutin yaitu 3 bulan, 6 bulan, 1 tahun sekali baik sejak pemasangan alat baru dan setelah dilakukan perbaikan.
 - c. Tes Koreksi Kesalahan (*Error Correction Test*) adalah program mengevaluasi peralatan yang rusak atau tidak dalam kondisi baik dan juga spesifikasi yang digunakan untuk menguji kebenaran dalam penyebab terjadinya kerusakan sehingga dapat dilakukan perbaikan yang tepat.
- 1) Salah satu bentuk kegiatan kendali mutu adalah uji kesesuaian pada pesawat sinar-X. Uji kesesuaian pada pesawat sinar-X adalah suatu pengujian untuk memastikan pesawat sinar-X dalam kondisi baik dan layak untuk kegiatan radiologi diagnostik maupun Intervensional dan memenuhi peraturan perundang-undangan (Perka Bapeten No.9, 2011).

2) Manfaat penerapan kendali mutu dan jaminan mutu pada kolimator.

Dengan adanya kolimator, luas lapangan lampu kolimator diharapkan tidak berbeda dengan luas lapangan sinar-X yang sesungguhnya, yang akan menyebabkan organ yang ditampakkan menjadi terpotong oleh kolimator diharapkan tidak itu sendiri, sehingga tujuan klinis menjadi tidak tercapai. Oleh karena itu perlu dilakukan pengujian ketepatan kolimator untuk mengevaluasi kondisi kesesuaian antara luas lapangan lampu kolimator dengan luas lapangan sinar-X (Wibowo, 2012).

2. Kegiatan kendali mutu (KMK Nomor 1250 Tahun 2009)

Kegiatan ini dibagi ke dalam tiga kegiatan besar, yaitu:

a. Kegiatan kendali mutu untuk pesawat Sinar-X yang terdiri dari:

1) Pengujian terhadap tabung kolimasi :

- a) Iluminasi lampu kolimator
- b) Berkas cahaya kolimasi
- c) Kesamaan berkas cahaya kolimasi

2) Pengujian terhadap tabung pesawat Sinar-X:

- a) Kebocoran rumah tabung
- b) Tegangan tabung
- c) Waktu eksposi

3) Pengujian terhadap generator pesawat sinar-x terdiri dari:

- a) Output radiasi
- b) Reproductibilitas
- c) *Half value layer*

- 4) Pengujian terhadap *automatic exposure control*:
 - a) Kendali paparan/densitas standar
 - b) Penjejakan ketebalan pasien dan kilovoltage
 - c) Waktu tanggap minimum
- b. Kegiatan kendali mutu untuk perlengkapan radiografi yang terdiri dari:
 - 1) Pengujian terhadap film :
 - a) Optimasi film radiografi
 - b) Sensitifitas film radiografi
 - 2) Pengujian terhadap kaset dan tabir penguat :
 - a) Kebocoran kaset radiografi
 - b) Kebersihan tabir penguat/*intensifying screen*
 - c) Kontak tabir penguat dengan film radiografi
 - 3) Pengujian untuk alat pelindung diri berupa inspeksi kebocoran
 - 4) Pengujian tingkat pencahayaan film iluminator/viewing box
- c) Kegiatan kendali mutu untuk ruang pemroses film radiografi yang terdiri dari:
 - 1) Pengujian terhadap rancangan ruangan:
 - a) Kebocoran kamar gelap
 - b) *Safe light* kamar gelap
 - 2) Pengujian alat pemroses film radiografi otomatis
 - 3) Pengujian alat pemroses film radiografi secara manual
 - a) Pengadukan larutan
 - b) Penggantian larutan
 - c) Penyimpanan bahan kimia

4) Pengujian alat pemroses film termal

a) Penetapan nilai densitas rujukan

b) Verifikasi penerimaan resolusi spatial dan tingkat artefak

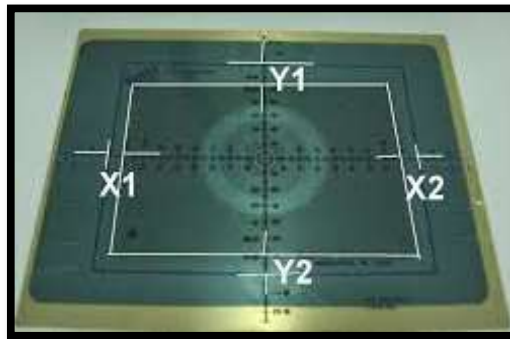
C. Prosedur Pengujian Kolimator

Collimator test tool adalah suatu alat yang berfungsi untuk menentukan akurasi pada kesamaan antara berkas sinar-X dan berkas cahaya pada kolimator serta mengevaluasi ketepatan berkas sinar-X dengan pusat berkas sinar cahaya (KMK Nomor 1250 Tahun 2009).

Prosedur kerja pada pengujian metode *Collimator Test Tool* adalah sebagai berikut:

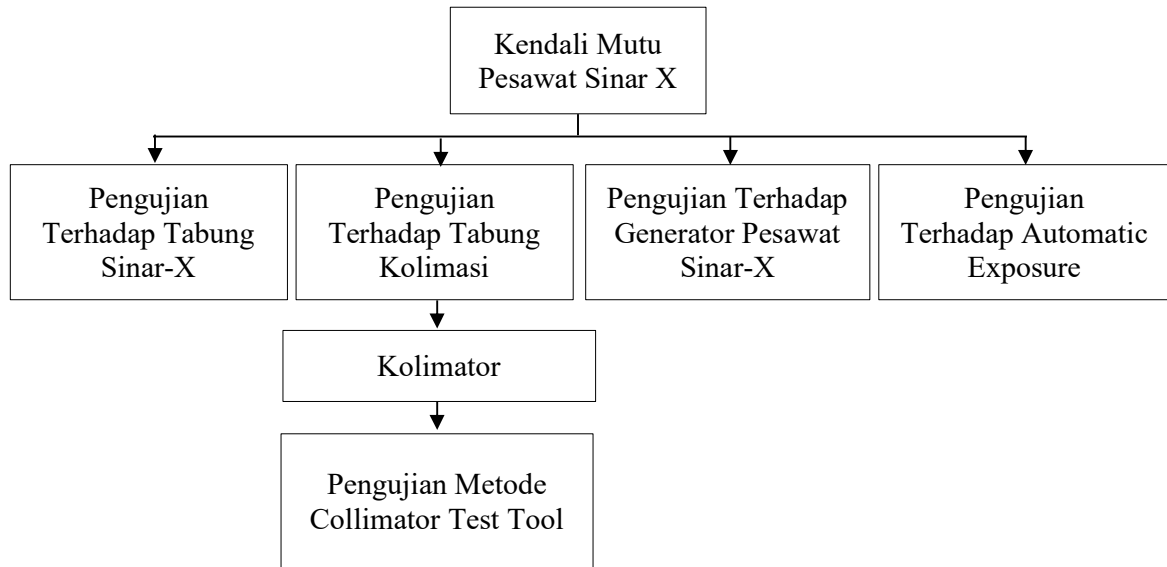
1. Meletakkan Kaset ukuran 24x30 cm pada permukaan yang datar.
2. Sentrasi tabung sinar-X dipusatkan di tengah kaset dengan FFD 100 cm
3. Menempatkan *Collimator Test Tool* tepat dipertengahan Kaset
4. Mengatur kolimasi agar berhimpit dengan garis berbentuk persegi empat pada *Collimator Test Tool*.
5. *Collimator test tool* diletakkan pada pusat area pencahayaan
6. Melakukan *eksposi* agar mendapat densitas optis pada film.
7. Kemudian film diproses menjadi radiograf.
8. Mengevaluasi:
 - a. Gambaran yang tampak pada radiograf akan menentukan jika berkas sinar-X didalam $\pm$ pada semua sisi berkas cahaya. Tingkat akurasi seharusnya diperoleh pada posisi apapun dari kolimator. Secara umum hanya digunakan untuk orientasi yang diperlukan untuk mengevaluasi.

- b. Amati apakah bulatan timbal atas dan bawah *alignment test tool* terjadi superposisi. Rendahnya kesesuaian antara pusat sinar-X dan berkas cahaya dapat menyebabkan permasalahan gambar oleh *heel effect* dari anoda yang berlebihan dan menyebabkan *grid cutt-off*. Untuk ketinggian test tool 20 cm, objek di atas harus berada 5 mm pada objek di bawah.
9. Menurut Kepmenkes RI Nomor 1250 Tahun 2009 dan berdasarkan standar NCRP (*The National Council on Radiation Protection and Measurements*) bahwa pergerakan arah sinar tidak melebihi 2% dari *FFD* dan pergeseran bola baja kurang dari 2°.



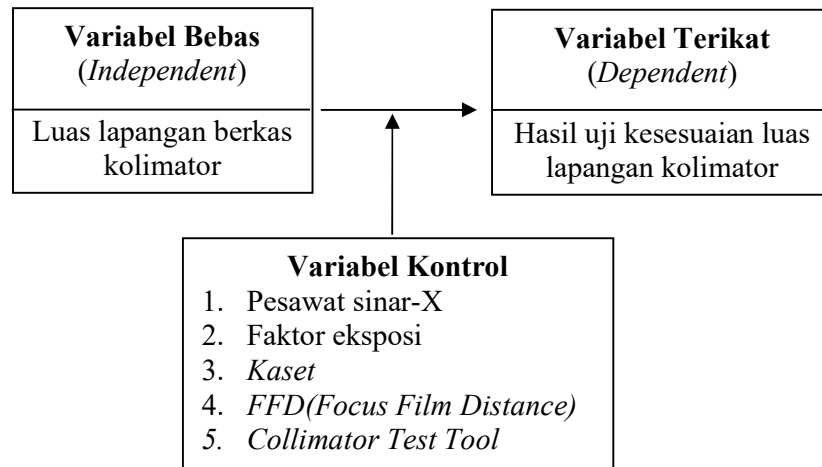
Gambar 2.6 Pengujian dengan Menggunakan *Collimator Aligment Test Tool* (Lioyd, 2001).

D. Kerangka Teori



Gambar 2.7 Kerangka Teori (Kepmenkes RI Nomor 1250 Tahun 2009).

E. Kerangka Konsep



Gambar 2.8 Kerangka Konsep

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian dalam Karya Tulis Ilmiah ini adalah penelitian kuantitatif deskriptif dengan menggunakan pendekatan eksperimental, yaitu dengan melakukan pengujian pada kolimator pesawat sinar-X dan menggunakan Alat *Collimator Test Tool*.

B. Waktu dan Tempat Penelitian

A. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Instalasi Radiologi RSPAU dr. S. Hardjolukito Yogyakarta pada pesawat sinar-X *stationary*.

B. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei sampai Juni 2021.

C. Populasi dan Sampel Penelitian

1. Populasi

Seluruh luas lapangan penyinaran yang digunakan untuk pemeriksaan radiografi di RSPAU dr. S. Hardjolukito Yogyakarta.

2. Sampel

Sampel penelitian ini adalah luas lapangan yang akan di uji yakni ukuran 7x7 cm, ukuran 13x13 cm dan ukuran 18x18 cm.

D. Variabel Penelitian

Variabel penelitian pada dasarnya adalah segala sesuatu yang berbentuk apa saja yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari sehingga diperoleh informasi

tentang hal tersebut, kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2009).

Variabel dalam penelitian adalah sebagai berikut:

a. Variabel bebas (*Independent*)

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah luas lapangan cahaya kolimator.

b. Variabel terikat (*Dependent*)

Variabel terikat dari penelitian ini adalah hasil kesesuaian luas lapangan berkas lapangan kolimator.

c. Variabel kontrol

Variabel kontrol dari penelitian ini adalah *Pesawat sinar-X, Collimator Test Tool, Kaset, Faktor Eksposi* dan *FFD (Focus Film Distance)*.

E. Instrumen Penelitian

1. Alat dan bahan dalam penelitian Proposal Karya Tulis Ilmiah ini adalah:

- a. *Collimator Test Tool* terbuat dari lempengan tembaga
- b. *Water pass*
- c. Pedoman Observasi
- d. Meteran
- e. Alat Tulis (buku, penggaris dan pensil)
- f. Kamera
- g. *Computed Radiography (CR)*
- h. Form Pengukuran Pengujian

F. Alur Penelitian

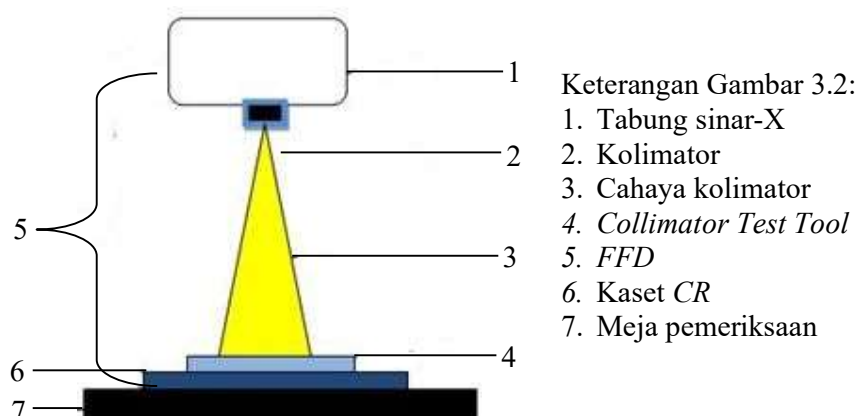
1. Prosedur Pengujian kolimator dengan Metode *Collimator Test Tool*

- a. Menyiapkan alat dan bahan.
- b. Menyejajarkan tabung dengan meletakkan *water pass*.

- c. Meletakkan kaset dengan ukuran 24 x 30 cm diatas meja pemeriksaan.
- d. Sentrasikan kolimator pada pertengahan kaset dan kemudian atur *FFD* setinggi 100 cm.
- e. Kemudian meletakkan alat *Collimator Test Tool* pada pertengahan kaset.
- f. Menghidupkan lampu kolimator dan mengatur luas lapangan cahaya kolimator dengan ukuran 7x7 cm terlebih dahulu.
- g. Faktor eksposi diatur 55 kV, 7.1 mAs.
- h. Melakukan eksposi yang pertama.
- i. Selanjutnya melakukan prosesing film dengan mengolah menggunakan *Computed Radiography*.
- j. Pengujian selanjutnya dilakukan pada lapangan uji yang berbeda yaitu dengan mengatur luas lapangan kolimator tepat pada garis persegi II(13X13) III(18X18) tanpa mengubah *FFD*.
- k. Selanjutnya analisis rata-rata penyimpangan pada pengujian tersebut.

2. Prosedur Pengukuran

Pengukuran hasil radiograf dilakukan dengan cara mengukur selisih dari setiap tepi gambaran alat *collimator test tool* dengan luas lapangan sinar-X yang dibatasi daerah penumbra yang keluar berbentuk persegi empat dengan densitas yang tinggi. Jika gambaran radiograf alat *collimator test tool* dengan persegi empat tidak sesuai satu sama lain menunjukkan bahwa terjadi adanya ketidaksesuaian antara luas lapangan kolimator dengan luas lapangan sinar-X.



Gambar 3.2 Prosedur Pengujian Kolimator dengan Metode *Collimator Test Tool*

G. Definisi Operasional

1. Luas Lapangan Cahaya Kolimator

Luas lapangan cahaya kolimator merupakan luas cahaya yang digunakan dalam melakukan pemeriksaan sebagai batasan luas objek yang akan disinari pada luas bidang 7x7 cm, 13x13 cm dan 18x18 cm.

2. Hasil uji Kesesuaian Lapangan Kolimator

Hasil uji kolimator adalah sebuah radiograf yang telah diekspose dengan alat collimator test tool dan dilakukan pengukuran pergeseran berkas sinar-X terhadap cahaya kolimator pada sumbu X atau sumbu Y yang melebihi dari 2% dari *FFD* (100 cm). (Kepmenkes RI Nomor 1250 Tahun 2009).

3. Pesawat Sinar-X

Pesawat sinar-X adalah salah satu komponen alat yang akan dilakukan pengujian, merk pesawat sinar-X *stationary* yang akan di uji pada bagian kolimator untuk mengetahui terjadinya pergeseran pada berkas cahaya pada kolimator.

4. Alat *Collimator Test Tool*

Alat Collimator Test Tool adalah salah satu komponen alat yang digunakan untuk melakukan pengujian pada kolimator.

5. Faktor Eksposi

Faktor Eksposi terdiri dari kV (kilo volt), mA (mili Amper), dan s (second), faktor eksposi yang digunakan untuk penelitian ini adalah adalah KV 55 dan 7,1 mAs.

6. Kaset

Kaset yang digunakan adalah *Imaging Plate* dengan ukuran 24x30 cm sebanyak 3 buah.

7. FFD (*Focus Film Distance*)

FFD merupakan jarak dari tabung ke film, satuan yang digunakan *Centi Meter* (cm), dan diukur menggunakan meteran. FFD yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 100 cm dengan arah sinar vertical .

H. Pengumpulan Data

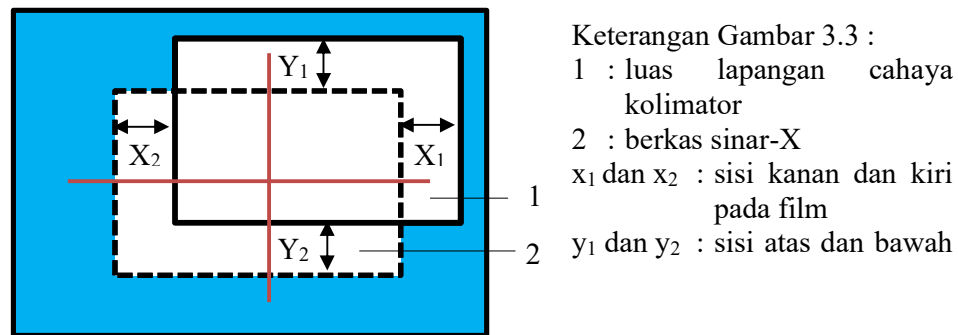
Pengumpulan data dilakukan dengan dua cara yaitu pedoman observasi dan eksperimen langsung. Observasi dilakukan dengan tujuan untuk melihat kondisi pesawat sinar-X *stationary* dan eksperimen langsung dilakukan dengan melakukan pengujian kolimator pada pesawat sinar-X menggunakan metode *Collimator Test Tool* di Instalasi Radiologi RSPAU dr. S. Hardjolukito Yogyakarta.

I. Pengolahan Data dan Analisis Data

Pengolahan data tentang hasil nilai keakuratan dari tiap-tiap ketidaksesuaian luas lapangan cahaya kolimator dengan luas lapangan berkas sinar-X ditabulasi berdasarkan variasi keempat luas persegi pada bidang *Collimator Test Tool*.

Penyimpangan bidang horizontal dan vertikal tidak boleh melebihi 2 % dari *FFD* (100 cm) (Kepmenkes RI Nomor 1250 Tahun 2009).

Rumus yang digunakan untuk menghitung persentase penyimpangan luas lapangan penyinaran adalah :



Gambar 3.3 Evaluasi Ketidaksesuaian Luas Lapangan Cahaya Kolimator dan Berkas Sinar-X

$$\frac{\text{Ketidaksesuaian (cm)}}{\text{FFD yang digunakan (cm)}} \times 100 \%$$

Jika nilai X_1 dan X_2 serta nilai Y_1 dan Y_2 sudah didapatkan, langkah selanjutnya adalah mencari nilai rata-rata dari X dan Y dengan menggunakan rumus berikut:

$$\begin{aligned} X_1 + X_2 &\leq 2\% \text{ FFD} \\ Y_1 + Y_2 &\leq 2\% \text{ FFD} \end{aligned}$$

Apabila hasil penghitungan luas lapangan kolimator masih kurang dari 2%, maka luas lapangan kolimator masih dalam batas toleransi. Sedangkan jika hasil penghitungan luas lapangan kolimator lebih dari 2%, maka sebaiknya dilakukan perbaikan terhadap kolimator (Kepmenkes RI Nomor 1250 Tahun 2009).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Gambaran Umum Pesawat Sinar-X Konvensional *Stationary* di Instalasi Radiologi RSPAU dr. S. Hardjolutito Yogyakarta.

Pesawat sinar-X yang diuji pada penelitian ini adalah pesawat sinar-X konvensional *stationary* dengan merk siemens, nomor model 4803404, nomor seri 04505 Kv maksimal 100 dan mAs 90. Pesawat sinar-X tersebut berada di kamar pemeriksaan, terakhir kali dilakukan pengujian pada tanggal 09 Januari 2015, pada tanggal 08 Mei 2019 pesawat tersebut pernah mengalami pembongkaran kolimator tetapi sampai sekarang belum pernah dilakukan kembali pengujian kolimator terhadap pesawat sinar-X tersebut.

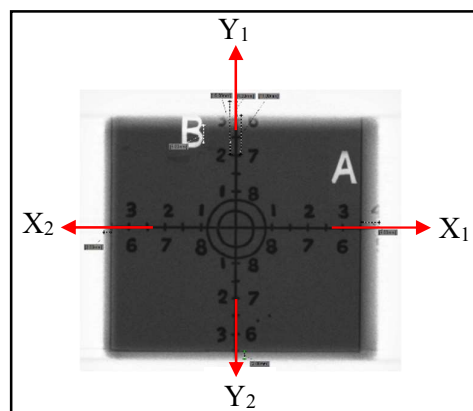


Gambar 4.1 Pesawat Sinar-X Konvensional *Stationary* di Instalasi Radiologi RSPAU dr. S. Hardjolutito Yogyakarta.

2. Prosedur Pengujian kolimator dengan Metode *Collimator Test Tool*

Menyiapkan alat bahan pengujian, menyejajarkan tabung sinar-X dengan *water pass* dan meja pemeriksaan, meletakkan kaset dengan ukuran 24x30 cm diatas meja pemeriksaan, mensentrasikan kolimator pada pertengahan kaset dan kemudian atur *FFD* setinggi 100 cm, kemudian meletakkan alat *Collimator Test Tool* pada pertengahan kaset, Menghidupkan lampu kolimator dan mengatur luas lapangan cahaya kolimator dengan ukuran 7x7 cm terlebih dahulu, megntur eksposi menggunakan 55 kV, 7.1 mAs, selanjutnya melakukan prosesing film dengan mengolah menggunakan *Computed Radiography*, pengujian selanjutnya dilakukan pada lapangan uji yang berbeda yaitu dengan mengatur luas lapangan kolimator tepat pada garis persegi II(13X13) III(18X18) tanpa mengubah *FFD*, selanjutnya analisis rata-rata penyimpangan pada pengujian tersebut.

Hasil radiograf pengujian kolimator menggunakan *collimator test tool* pada luas bidang A (7x7 cm) dengan ukurang kaset 24x30 cm, faktor eksposi kV 55, mAs dan FFD 100 cm.



Keterangan Gambar 4.2:

X₁: Sisi kiri

X₂: Sisi kanan

X : Penjumlahan sumbu horisontal pada film (X₁ + X₂)

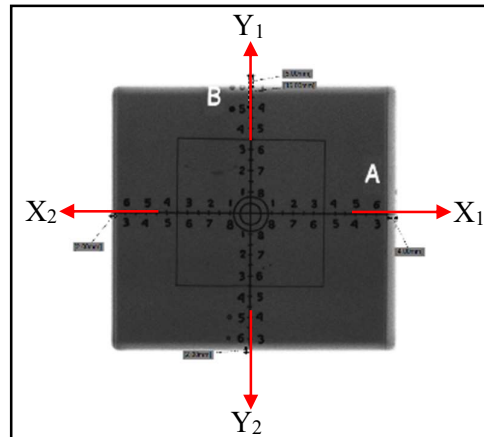
Y₁: Sisi atas

Y₂: Sisi bawah

Y : Penjumlahan sumbu vertikal pada film (Y₁ + Y₂)

Gambar 4.2 Hasil pengujian Berkas Cahaya Kolimator menggunakan *Collimator Test Tool* berbahan lempeng tembaga pada Luas Bidang A (7x7 cm)

Pengujian kolimator menggunakan *collimator test tool* pada luas bidang B (13x13 cm) dengan ukuran kaset 24x30 cm, faktor eksposi kV 55, mAs dan FFD 100 cm.



Keterangan Gambar 4.3:

X₁: Sisi kiri

X₂: Sisi kanan

X : Penjumlahan sumbu horizontal pada film (X₁ + X₂)

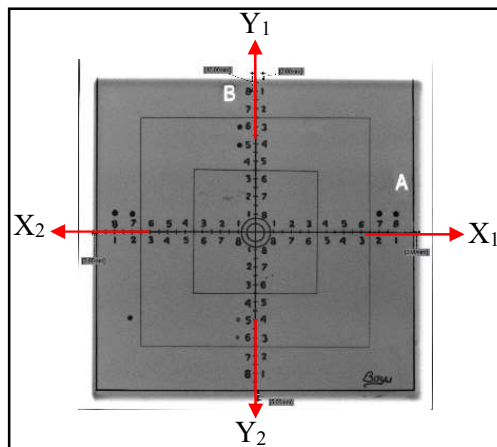
Y₁: Sisi atas

Y₂: Sisi bawah

Y : Penjumlahan sumbu vertikal pada film (Y₁ + Y₂)

Gambar 4.3 Hasil pengujian Berkas Cahaya Kolimator menggunakan *Collimator Test Tool* berbahan lempeng tembaga pada Luas Bidang B (13x13 cm).

Pengujian kolimator menggunakan *collimator test tool* pada luas bidang C (18x18 cm) dengan ukuran kaset 24x30 cm, faktor eksposi kV 55, mAs dan FFD 100 cm.



Keterangan Gambar 4.4:

X₁: Sisi kiri

X₂: Sisi kanan

X : Penjumlahan sumbu horizontal pada film (X₁ + X₂)

Y₁: Sisi atas

Y₂: Sisi bawah

Y : Penjumlahan sumbu vertikal pada film (Y₁ + Y₂)

Gambar 4.4 Hasil pengujian Berkas Cahaya Kolimator menggunakan *Collimator Test Tool* berbahan lempeng tembaga pada Luas Bidang C (18x18 cm).

Setelah dilakukan pengukuran diperoleh hasil dari ukuran luas bidang A (7x7 cm) sumbu X sebesar 0,7 cm dan untuk sumbu Y sebesar 0,6 cm. Ukuran luas bidang B (13x13 cm) sumbu X sebesar 0,6 cm, dan untuk sumbu Y 0,7 cm. Ukuran luas bidang C (18x18 cm) sumbu X sebesar 0,5 cm dan untuk sumbu Y sebesar 0,8 cm. Hal tersebut terdapat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Berkas Cahaya Kolimator Pesawat Konvensional Stationary menggunakan *Collimator Test Tool*.

No	Luas Bidang	Deviasi Lapangan Sinar-X (Fokus Kecil)				Total Deviasi Sumbu X	Total Deviasi Sumbu Y	Toleransi	Hasil
		Anoda (X ₁) cm	Katoda (X ₂) cm	Atas (Y ₁) cm	Bawah (Y ₂) cm	X ₁ +X ₂ cm	Y ₁ +Y ₂ cm		Satisfy/unsatisfy
1	7x7 cm	0,5	0,2	0,4	0,2	0,7	0,6	≤ 2 cm	Satisfy
2	13x13 cm	0,4	0,2	0,5	0,2	0,6	0,7	≤ 2 cm	Satisfy
3	18x18 cm	0,3	0,2	0,3	0,5	0,5	0,8	≤ 2 cm	Satisfy

Keterangan Tabel 4.1:

X₁ : Sisi kiri

X₂ : Sisi kanan

X₁ + X₂ : Penjumlahan sumbu horisontal pada film

Y₁ : Sisi atas

Y₂ : Sisi bawah

Y₁ + Y₂ : Penjumlahan sumbu vertikal pada film

Hasil pengujian kesesuaian berkas kolimator pada pesawat Konvensional Stationary dengan menggunakan metode *collimator test tool* di Instalasi Radiologi RSPAU dr. S. Hardjolukito Yogyakarta adalah sebagai berikut

- 1) Luas bidang poin A (7x7 cm) dengan FFD 100 cm diperoleh hasil dari sumbu horizontal (X₁+X₂) sebesar 0,7 cm didapat dari penjumlahan antara sumbu X₁ dengan sumbu X₂, sedangkan hasil dari sumbu vertikal (Y₁+Y₂) sebesar 0,6 cm yang diperoleh dengan cara penghitungan yang sama dengan sumbu horizontal.

- 2) Luas bidang poin B (13x13 cm) dengan *FFD* 100 cm diperoleh hasil dari sumbu horizontal (X_1+X_2) sebesar 0,6 cm didapat dari penjumlahan antara sumbu X_1 dengan sumbu X_2 , sedangkan hasil dari sumbu vertikal (Y_1+Y_2) sebesar 0,7 cm yang diperoleh dengan cara penghitungan yang sama dengan sumbu horizontal.
- 3) Luas bidang poin C (18x18 cm) dengan *FFD* 100 cm diperoleh hasil dari sumbu horizontal (X_1+X_2) sebesar 0,5 cm didapat dari penjumlahan antara sumbu X_1 dengan sumbu X_2 , sedangkan hasil dari sumbu vertikal (Y_1+Y_2) sebesar 0,8 cm yang diperoleh dengan cara penghitungan yang sama dengan sumbu horizontal

Dari hasil pengukuran tersebut menunjukan penyimpangan terbesar pada sumbu X dan Y yaitu terjadi pada luas bidang poin C dan C. Pada luas bidang pengujian C Sumbu X mendapatkan hasil sebesar 0,5 cm, pada luas bidang pengujian B Sumbu Y mendapatkan hasil sebesar 0,8 cm.

B. Pembahasan

1. Prosedur Pengujian Kolimator pada Pesawat konvensional *stationary* di Instalasi Radiologi RSPAUdr. S. Hardjolukito Yogyakarta.

Prosedur dalam pengujian berkas kolimator pada pesawat sinar-X *stationary* di Instalasi Radiologi RSPAU dr. S. Hardjolukito Yogyakarta dilakukan satu kali eksposi pada luas bidang uji yaitu luas bidang A (7x7 cm), B (13x13 cm) dan C (18x18 cm). Setelah dilakukan pengujian sesuai dengan prosedur pengujian kesesuaian luas lapangan cahaya kolimator dengan luas lapangan berkas sinar-X menggunakan *collimator test tool* pada pesawat sinar-X *stationary* di Instalasi Radiologi RSPAU dr. S. Hardjolukito

Yogyakarta, maka selanjutnya dilakukan pengukuran pada radiograf untuk menentukan penyimpangan yang terjadi pada kolimator tersebut.

Uji kesesuaian berkas cahaya kolimator digunakan untuk mengetahui pergeseran pada berkas cahaya kolimator, maka harus dilakukan pengujian yang sifatnya berkala yaitu setiap 1 Tahun sekali, setelah layanan atau pemeliharaan terhadap pesawat sinar-X dan setelah dilakukan perbaikan pada pesawat sinar-X. Adapun batas pergeseran cahaya kolimator tidak boleh melebihi 2% atau 2 cm dari *Focus Film Distance (FFD)* yang telah ditetapkan yaitu 100 cm (Kepmenkes RI Nomor 1250 Tahun 2009).

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui presentase ketidaksesuaian luas lapangan kolimator dan berkas sinar-X pada pesawat sinar-X *stationary* yang dapat digunakan sebagai tolak ukur untuk menentukan pesawat tersebut layak digunakan atau tidak. Evaluasi untuk mengukur ketidaksesuaiannya pada hasil radiograf dilakukan dengan cara mengukur penyimpangan berkas sinar-X dari tepi garis pada masing-masing sisi (X_1 , X_2 , Y_1 dan Y_2). Kemudian hasil pengukuran tersebut dijumlahkan menurut sumbu horizontal ($X_1 + X_2$) dan menurut sumbu vertikal ($Y_1 + Y_2$), selanjutnya hasil penjumlahan setiap sisi di bagi dengan *FFD* yang digunakan kemudian dikalikan 100%. Ketidaksesuaian luas lapangan kolimator dengan berkas sinar-X maksimal yang diijinkan oleh Kepmenkes RI Nomor 1250 Tahun 2009 yaitu tidak lebih 2% atau 2 cm dari *FFD*.

2. Hasil Pengujian Kolimator dengan menggunakan Metode *Collimator Test Tool* di Instalasi Radiologi RSPAU dr. S. Hardjolukito Yogyakarta.

Di Instalasi Radiologi RSPAU dr. S. Hardjolukito Yogyakarta dilakukan pengujian terhadap kolimator pesawat sinar-*stationary* dengan menggunakan metode *collimator test tool*. Berdasarkan dari hasil penelitian batas ketidaksesuaian yang diijinkan pada *FFD* 100 cm adalah kurang dari 2 cm. Sedangkan pengujian pada pesawat sinar-X *Stationary* diperoleh hasil ketidaksesuaian rata-rata sebagai berikut: Pengujian Kolimator dengan menggunakan metode *collimator test tool* pada luas lapangan bidang poin A (7x7 cm) pada sumbu X_1 mendapatkan hasil persilangan antara berkas cahaya dengan berkas sinar-X sebesar 0,5 cm, X_2 : 0,2cm, sumbu Y_1 : 0,4 cm dan sumbu Y_2 : 0,2 cm, sehingga perselisihan sumbu X (X_1+X_2): 0,7 cm dan sumbu Y (Y_1+Y_2): 0,6 cm. Pada luas lapangan bidang poin B (13x13 cm). pada sumbu X_1 mendapatkan hasil persilangan antara berkas cahaya dengan berkas sinar-X sebesar 0,4 cm, X_2 : 0,2cm, sumbu Y_1 : 0,5 cm dan sumbu Y_2 : 0,2 cm, sehingga perselisihan sumbu X (X_1+X_2): 0,6 cm dan sumbu Y (Y_1+Y_2): 0,7 cm. Pada luas lapangan bidang poin C (18x18 cm). pada sumbu X_1 mendapatkan hasil persilangan antara berkas cahaya dengan berkas sinar-X sebesar 0,3 cm, X_2 : 0,2cm, sumbu Y_1 : 0,6 cm dan sumbu Y_2 : 0,5 cm, sehingga perselisihan sumbu X (X_1+X_2): 0,5 cm dan sumbu Y (Y_1+Y_2): 0,8 cm.

Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan oleh peneliti di RSPAU dr. S. Hardjolukito Yogyakarta, menunjukkan adanya pergeseran atau ketidaksesuaian pada luas lapangan kolimator dengan berkas sinar-X. Namun, untuk sumbu vertikal (Y_1+Y_2), nilai pergeseran terbesar yaitu 0,8 cm

terjadi pada luas bidang C pada sumbu Y, hasil tersebut nilai pergeserannya masih batas toleransi yang dibolehkan yaitu kurang dari 2 cm dari *FFD* yang digunakan, tetapi pada sumbu Y_2 pada pengujian luas bidang A, B dan C mengalami peningkatan selisih antara berkas cahaya dan berkas sinar-X ketika ada pelebaran kolimasi, hal tersebut bisa berdampak ketika menggunakan kolimasi lebar seperti pemeriksaan foto thorak. Penulis menyimpulkan bahwa luas lapangan berkas sinar-X pada pesawat sinar-X *stationary* di Instalasi Radiologi RSPAU dr. S. Hardjolukito Yogyakarta mengalami pergeseran kearah horisontal maupun vertikal. Perlu dilakukan evaluasi pada sudut kemiringan cermin tersebut.

Berdasarkan Kepmenkes RI Nomor 1250 Tahun 2009 tentang kendali mutu peralatan radiodiagnostik telah ditetapkan batas pergeseran kolimator yang masih dalam batas toleransi adalah $\leq 2\%$ atau 2 cm dari besar *FFD* yang digunakan. Jika hasil penghitungan luas lapangan kolimator $> 2\%$ atau 2 cm dari besar *FFD* yang digunakan, maka sebaiknya dilakukan perbaikan terhadap kolimator pesawat sinar-X.

Menurut pendapat penulis, pada kolimator pesawat sinar-X yang terpasang di Instalasi Radiologi RSPAU dr. S. Hardjolukito Yogyakarta belum perlu dilakukan perbaikan tetapi harus melakukan pelebaran kolimasi. Meskipun nilai pergeseran yang terjadi belum melebihi nilai batas toleransi yang diperbolehkan oleh Kepmenkes RI Nomor 1250 Tahun 2009, jika dilakukan perbaikan kolimator tersebut, dapat meningkatkan akurasi dan mengurangi angka pengulangan foto yang terjadi karena gambaran terpotong akibat dari luas lapangan cahaya kolimator yang tidak sesuai dengan berkas

sinar-X. Selain melakukan perbaikan kolimator, sebaiknya dilakukan pengujian pada kolimator pesawat sinar-X *stationary* secara berkala agar mengetahui angka pergeseran luas lapangan kolimator dan dapat diantisipasi terjadi kegagalan foto.

3. Hasil Kelayakan Kolimator pada Pesawat Sinar-X *stationary* di Instalasi Radiologi RSPAU dr. S. Harjolutomo Yogyakarta.

Berdasarkan hasil pengujian metode *collimator test tool* yang penulis lakukan di Instalasi Radiologi RSPAU dr. S. Harjolutomo Yogyakarta pada Kolimator pesawat sinar-X *stationary*, penulis mendapatkan hasil expose dengan FFD 100 cm, faktor eksposi kV 55 mAs 7,1 dan luas lapangan penyinaran dari ukuran 7x7 cm (sumbu X: 0,7 cm dan sumbu Y: 0,6 cm), 13x13 cm (sumbu X: 0,6 cm dan sumbu Y: 0,7 cm) dan 18x18 cm (X: 0,5 cm dan sumbu Y: 0,8 cm).

Kegiatan *quality control* atau kendali mutu untuk pesawat sinar-X salah satunya adalah uji kesesuaian berkas cahaya kolimator. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk menentukan akurasi pada kesamaan antara berkas sinar-X dan berkas cahaya pada kolimator serta mengevaluasi ketepatan berkas sinar-X dengan pusat berkas sinar cahaya. Uji kesesuaian berkas cahaya kolimator digunakan untuk mengetahui pergeseran pada berkas cahaya kolimator, maka harus dilakukan pengujian yang sifatnya berkala yaitu setiap 1 Tahun sekali, setelah layanan atau pemeliharaan terhadap pesawat sinar-X dan setelah dilakukan perbaikan pada pesawat sinar-X. Adapun batas pergeseran cahaya kolimator tidak boleh melebihi 2% atau 2 cm dari *Focus*

Film Distance (FFD) yang telah ditetapkan yaitu 100 cm Kepmenkes RI Nomor 1250 Tahun 2009).

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa pergeseran luas lapangan kolimator terbesar pada pengujian luas bidang C pada sumbu Y yaitu sebesar 0,8 cm, pada luas bidang C sumbu X sebesar 0,5 cm, pada luas bidang C sumbu Y sebesar 0,8 cm. Pergeseran tersebut belum melebihi yang telah ditentukan oleh Kepmenkes RI Nomor 1250 Tahun 2009 pergeseran tidak boleh melebihi dari 2% atau 2 cm. Sebaiknya dilakukan perbaikan dengan tujuan untuk meningkatkan akurasi dan menghindari terjadinya kegagalan pemeriksaan foto.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Prosedur dalam pengujian berkas kolimator pada pesawat sinar-X *stationary* di Instalasi Radiologi RSPAU dr. S. Hardjolukito Yogyakarta dilakukan satu kali eksposi pada luas bidang uji yaitu luas bidang A (7x7 cm), B (13x13 cm) dan C (18x18 cm). Selanjutnya dilakukan pengukuran pada radiograf untuk menentukan penyimpangan yang terjadi pada kolimator tersebut. Evaluasi untuk mengukur ketidaksesuaiannya pada hasil radiograf dilakukan dengan cara mengukur penyimpangan berkas sinar-X dari tepi garis pada masing-masing sisi (X_1 , X_2 , Y_1 dan Y_2). Kemudian hasil pengukuran tersebut dijumlahkan menurut sumbu horizontal ($X_1 + X_2$) dan menurut sumbu vertikal ($Y_1 + Y_2$).
2. Hasil pengujian kesesuaian berkas cahaya kolimator menggunakan *collimator test tool* pada pesawat sinar-X *stationary* di Instalasi Radiologi RSPAU dr. S. Hardjolukito Yogyakarta yaitu, dimana hasil dari pengujian ke tiga luasan pada alat *collimator test tool* pada luas lapangan 7x7 cm mendapatkan hasil sumbu X: 0,7 cm dan sumbu Y: 0,6 cm, pada luas lapangan 13x13 cm mendapatkan hasil sumbu X: 0,6 dan sumbu Y: 0,7 cm, pada luas lapangan 18x18 cm mendapatkan hasil sumbu X: 0,5 cm dan sumbu Y: 0,8 cm. Hasil dari Pengujian Kolimator menggunakan metode *Collimator Test Tool* pada luas bidang pengujian C sumbu X dan C sumbu Y mendapatkan hasil 0,5 dan 0,8 cm, hasil tersebut belum melebihi batas

toleransi yang telah ditetapkan oleh Kepmenkes RI Nomor 1250 Tahun 2009 yaitu tidak boleh melebihi 2% atau 2 cm dari *FFD* yang digunakan.

3. Hasil pengujian kesesuaian berkas cahaya kolimator menggunakan *collimator test tool* pada pesawat *stationary* di Instalasi Radiologi RSPAU dr. S. Hardjolukito Yogyakarta masih layak digunakan, dimana penulis mendapatkan hasil dari pengujian dari ketiga luasan pada alat *collimator test tool* (7x7 cm, 13x13 cm dan 18x18 cm) tersebut tidak ada yang melebihi dari batas toleransi yang telah ditetapkan oleh Kepmenkes RI Nomor 1250 Tahun 2009 yaitu tidak boleh melebihi 2% atau 2 cm dari *FFD* yang digunakan.

B. Saran

1. Sebaiknya dilakukan pengujian kolimator pada pesawat sinar-X *stationary* di Instalasi Radiologi RSPAU dr. S. Hardjolukito Yogyakarta yaitu satu bulan sekali mengikuti program *Quality Control* dan tergantung dari pemakaian pesawat sinar-X tersebut.
2. Petugas diberi tahu pada saat melakukan pemeriksaan agar mengatur luasan kolimator lebih luas sedikit dari obyek yang akan diperiksa guna menghindari obyek yang diperiksa terpotong.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kendali mutu (QC) pada pesawat sinar-X supaya hasilnya lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Bushong, Steward C, 2013, *Radiologic Science for technologist Physics Biology and Protection, Seventh Edition*, C.V. Mosby Co., Missouri. USA.
- DMartina Susilo,Sunarno, 2015 Uji Kolimator Pada Pesawat Sinar-X merek/Type Mednif/Sf-100BY Di Laboratorium Fisika Medik Menggunakan Unit RMI,Universitas Negri Semarang.
- Husni, Hernawati,2014.Karya Tulis Ilmiah(Pengujian Kolimator Dengan Metode Collimator And Beam Aligment Test Tool Pada Pesawat Sinar-X Hitachi), Prodi DIII Teknik Rontgen STIKES Widya Husada Semarang.
- KEPMENKES RI No. 1250/MENKES/SK/II/2009. *Pedoman Kendali Mutu (Quality Control) Peralatan Radiodiagnostik*, Jakarta, diakses dari <Http://Www.kemendes.ac.id/KMK-1250-tahun-2009-tentang-kendali-mutu.htm> Diakses pada tanggal 23 April 2019.
- Kiswara, Muhammad, Rian, 2015.Karya Tulis Ilmiah(Pengujian Kolimator Dengan Metode Collimator Test Tool Pada Pesawat Sinar-X Hitachi), Prodi DIII Teknik Rontgen STIKES Widya Husada Semarang.
- Lloyd, Peter J, 2001.*Quality Assurance Workbook For Radiographers &Radiological Technologists*, Geneva WHO. Geneva.
- N.B Akaagerger DKK,2015.*Evaluation of Quality Control Paramaeters of Half Value Layer,Beam Aligment and Collimator Test Tool on Diagnostic X-Ray Machines,Internasional Journal of Science and Technologi Volume 4 No. 6, june.*
- Wibowo, G. M, 2012, *QA/QC peralatan sinar-x konvensional diagnostik radiologi*,<http://blogbabeh.blogspot.com/2012/01/qaqcperalatan-sinar-x-konvensional.html>, diakses tanggal 11November 2015.
- Papp, Jefrey, 2011. *Quality Management In The Imaging Sciences*, Third Edition, USA: Mosby Elsevier.
- Saputra, Oky, 2016.Karya Tulis Ilmiah(Pengujian Kolimator Dengan Metode Collimator Test Tool Pada Pesawat Sinar-X Hitachi), Prodi DIII Teknik Rontgen STIKES Widya Husada Semarang.
- Sari, Oktavia Puspita, 2010, *Fisika Radiasi*, Universitas Baiturrahmah, Padang. <https://aritmaxx.wordpress.com/2010/06/30/variabel-penelitian> Pada tanggal 23 April 2019.

St. Ramlah R.Dhara DKK,2014 Uji Kontrol Kualitas Pesawat Radiologi
Intervensional,Unhas,Makasar

Sugiyono (2009) Pengertian Variabel Penelitian.

DINAS KESEHATAN ANGKATAN UDARA
RSPAU dr. S. HARDJOLUKITO

Yogyakarta, 13 Juli 2021

Nomor : BI 884 /VII/2021
Klasifikasi : Biasa
Lampiran : -
Perihal : Ijin Penelitian

Kepada

Yth. Direktur
Poltekes TNI AU
Adisutjipto

di

Yogyakarta

1. Dasar. Surat dari Poltekes TNI AU Adisutjipto Nomor B/163/IV/2021 tanggal 28 April 2021 perihal Permohonan Ijin Penelitian.

2. Sehubungan dengan hal tersebut diatas, bersama ini kami sampaikan bahwa peneliti tersebut di bawah ini :

Nama peneliti : Metta Windha Setiani
Program Studi : D-III Radiologi
NIM : 18230018
Instansi : Poltekes TNI AU Adisutjipto
Judul Penelitian : Pengujian Kolimator Menggunakan Collimator Test Tool pada Pesawat Sinar X di Instalasi Radiologi RSPAU dr. S. Hardjolukito.

yang bersangkutan diijinkan untuk melaksanakan penelitian di RSPAU dr. S. Hardjolukito dengan **tetap melaksanakan protokol kesehatan**.

3. Demikian, mohon dimaklumi.

a.n. Kepala RSPAU dr. S. Hardjolukito

Waka

u.b.

Sub Komite Penelitian,



drg. Purnama Jaya, Sp. PM.
Letkol Kes NRP 528362

PEDOMAN OBSERVASI

PENGUJIAN KOLIMATOR MENGGUNAKAN *COLLIMATOR TEST TOOL* PADA PESAWAT SINAR-X DI INSTALASI RADIOLOGI RSPAU dr. S. HARDJOLUKITO YOGYAKARTA

Hari/Tanggal : Senin, 05 Juli 2021

Observer : Metta Windha Setiani

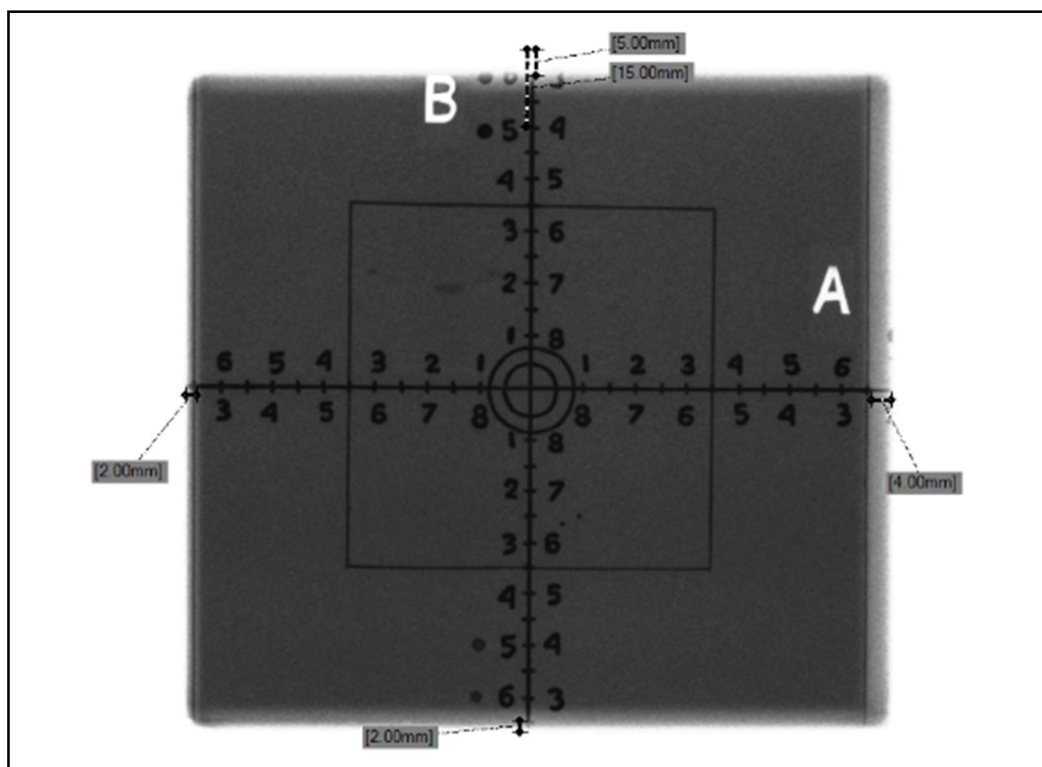
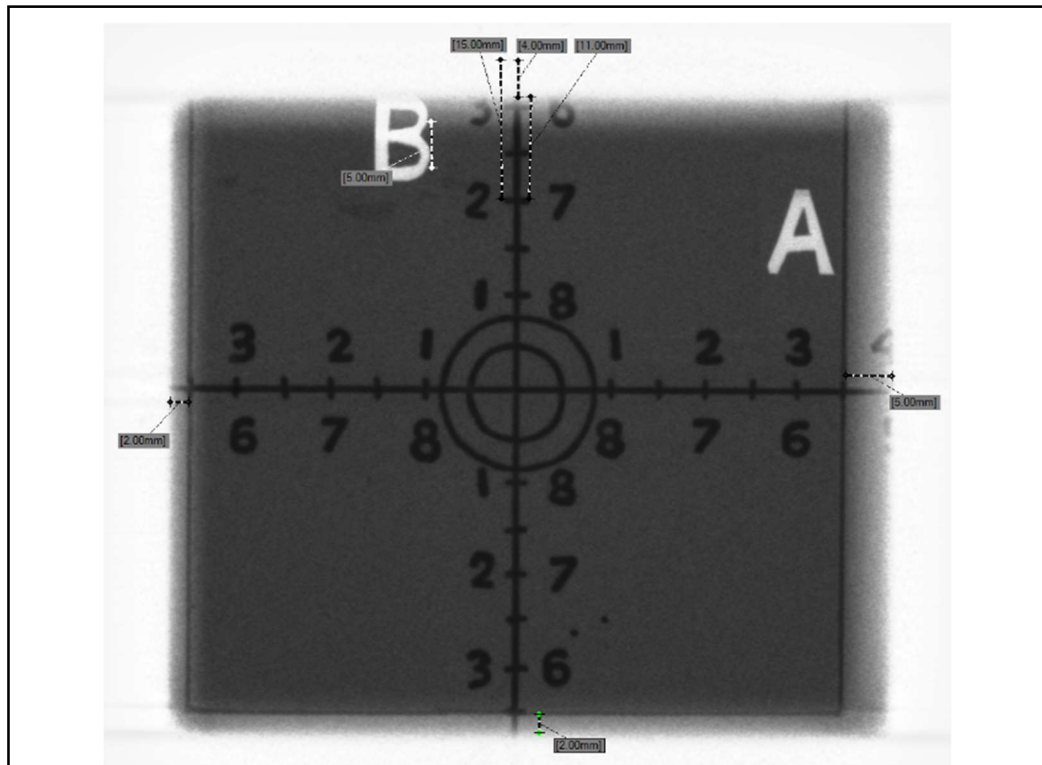
Tempat : Di Instalasi Radiologi RSPAU dr. S. Hardjolukito
Yogyakarta

A. Tujuan : Untuk Mendeskripsikan Prosedur dan Hasil Pengujian
Kolimator pada Pesawat .

B. Pedoman Observasi

1. Persiapan alat

No	Prosedur	Sub Prosedur	Ya	Tidak	Ket
1	Persiapan alat dan bahan	a. Pesawat sinar-X b. Kaset CR c. <i>Alat Collimator Test Tool</i> d. Penggaris e. Waterpass f. Kamera g. Meteran h. Marker R	√ √ √ √ √ √ √		
2	Pengaturan Ketegak Lurusan Tabung	Vertikal tegak lurus	√		
3	Pengaturan FFD	100 cm	√		
4	Pengaturan Faktor Eksposi	55 kV, 7.1 mAs	√		
5	Hasil Radiograf		√		



Hasil Pengujian Berkas Cahaya Kolimator Menggunakan Collimator Test Tool-

No	Luas Bidang	Deviasi Lapangan Sinar-X (Fokus Kecil)				Total Deviasi Sumbu X	Total Deviasi Sumbu Y	Toleransi	Hasil
		Anoda (X ₁) cm	Katoda (X ₂) cm	Atas (Y ₁) cm	Bawah (Y ₂) cm	X ₁ +X ₂ cm	+Y ₂ cm		Satisfy/ unsatisfy
1	7x7 cm	0,5	0,2	0,4	0,2	0,7	0,6	≤ 2 cm	Satisfy
2	13x13 cm	0,4	0,2	0,5	0,2	0,6	0,7	≤ 2 cm	Satisfy
3	18x18 cm	0,3	0,2	0,3	0,5	0,5	0,8	≤ 2 cm	Satisfy

Keterangan Tabel 4.1:

X₁ : Sisi kiri

X₂ : Sisi kanan

X₁ + X₂ : Penjumlahan sumbu horisontal pada film

Y₁ : Sisi atas

Y₂ : Sisi bawah

Y₁ + Y₂ : Penjumlahan sumbu vertikal pada film