

**SKRIPSI FISIKA**

**ANALISIS KUALITAS CITRA FLUOROSKOPI DENGAN  
MENGUNAKAN PHANTOM LEEDS TEST OBJECT DAN  
FLURO4**

**DESI AULIA REZKI**

**H211 13 035**



**DEPARTEMEN FISIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2020**



**HALAMAN JUDUL**

**ANALISIS KUALITAS CITRA FLUOROSKOPI  
DENGAN MENGGUNAKAN PHANTOM LEEDS TEST  
OBJECT DAN FLUORO4**

**SKRIPSI**

*Diajukan sebagai Tugas Akhir Untuk Memenuhi Syarat*

*Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)*

*Pada Departemen Fisika*

*Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*

*Universitas Hasanuddin*

**OLEH :**

**DESI AULIA REZKI**

**H211 13 035**

**DEPARTEMEN FISIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2020**



## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa sripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dalam batas tertentu dibantu oleh pihak pembimbing, dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Bila kemudian hari ternyata saya tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan oleh FMIPA UNHAS Makassar.

Yang membuat pernyataan



DESI AULIA REZKI



**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISIS KUALITAS CITRA FLUOROSKOPI  
DENGAN MENGGUNAKAN PHANTOM LEEDS TEST  
OBJECT DAN FLUORO4**

**DESI AULIA REZKI**

**H211 13 035**

**Makassar, 27 Oktober 2020**

**Disetujui Oleh :**

PembimbingUtama,

Dr. Sri Dewi Astuti Ilyas S.Si, M.Si

NIP. 19750513 199903 2 001

PembimbingUtama,

Prof. Dr. Syamsir Dewang, M.Eng.Sc

NIP. 19630111 199002 1 001

Koordinator Departemen Fisika

Arifin, M. T

NIP. 0520 199403 1 002



Dekan FMIPA Universitas Hasanuddin

Dr. Eng. Amiruddin, S.Si, M.Si

NIP. 19720515 199702 1 002



Optimization Software:  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah S.W.T., tuhan semesta alam yang maha pengasih lagi maha penyayang yang tiada henti-hentinya mencurahkan rahmat dan karuniaNya. Solawat serta salam semoga selalu dilimpahkan kepada Nabi terakhir Nabi Muhammad S.A.W. pembawa cahaya dari kegelapan dan kebodohan sehingga penyusunan Skripsi yang berjudul “**Analisis Kualitas Citra Fluoroskopi dengan Menggunakan Phantom Leeds Test Object dan Fluoro4**” dapat rampung sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Fisika Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

Pada kesempatan ini, penulis menghaturkan rasa syukur dan terimakasih kepada tiga orang tercinta dalam dalam hidup penulis yaitu Ayahanda **Sarujin** dan Ibunda **Siti Ipa** serta kakanda **Adi Ardiansyah**. Terimakasih telah memberikan kontribusi terbesar dalam hidup penulis, yang telah memberikan motivasi, do,a dan dukungan secara moral maupun materi untuk menyelesaikan studi.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini memerlukan proses dan banyak hambatan yang penulis hadapi, namun semuanya dilalui berkat pertolongan Allah S.W.T., serta bantuan dari berbagai pihak yang selalu memberikan semangat dan motivasi bagi penulis dengan rasa syukur dan terimakasih kepada:

1. Ibu **Prof. Dr. Dwia Aries Tina Pulubuhu M.A** selaku Rektor Universitas Hasanuddin (UNHAS) Makassar.
2. Bapak **Dr. Eng Amirudin, M.Si** selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
3. Bapak **Prof. Dr. Arifin, M.T** selaku Ketua Departemen Fisika, yang selalu memberikan motivasi dalam menyelesaikan tugas akhir.



4. Ibu **Dr. Sri Dewi Astuti Ilyas S.Si, M.Si** selaku dosen pembimbing utama yang dengan sabar membimbing dan memberikan arahan dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir.
5. Bapak **Prof. Dr. Syamsir Dewang S.Si, M.Eng.Sc** selaku dosen penasehat akademik sekaligus pembimbing pertama yang telah memberikan saran dan motivasi dalam penyelesaian tugas akhir.
6. Ibu **Dr. Sri Suryani, DEA** selaku dosen penguji yang selama seminar memberikan kritikan dan saran dalam perbaikan tugas akhir.
7. Bapak **Bannu S.Si, M.Si** selaku dosen penguji yang selalu memberikan kritikan, arahan serta masukan dalam perbaikan tugas akhir.
8. Ibu **Rana** selaku pegawai departemen Fisika yang selalu membantu dalam urusan administrasi.
9. Bapak **Sangkala** dan Ibu **Firli** selaku pegawai Fakultas (Science Building) yang selalu membantu dalam pengurusan administrasi Fakultas.
10. Temanku **Fikril Rahmansyah** yang selalu memberikan motivasi, semangat dan arahan dalam menghadapi hambatan selama penulisan tugas akhir.
11. Sahabatku **Azri Mutmainah** yang selalu menanggapi pertanyaanku terkait untuk pengurusan administrasi di Departemen, Fakultas maupun Kemahasiswaan.
12. Sahabatku **Nurul Qomariah** yang selalu siap menemani mengurus urusan baik urusan kampus maupun diluar kampus.
13. Seluruh teman-teman seperjuanganku dan Angker'13 terimakasih untuk kebersamaannya dan mengukir cerita suka maupun duka selama masa perkuliahan.

Dan kepada semua pihak yang membantu baik secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu terimakasih atas dan dukungannya, semoga Allah S.W.T. membalas kebaikan dengan an yang setimpal. Aaminnn



Akhir kata, sebagai manusia yang tak luput dari keterbatasan, penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga sangat diharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun guna memberikan manfaat dalam pengembangan ilmu pengetahuan bagi pembaca, dan bagi pribadi penulis sendiri.

Makassar, Oktober 2020

Penulis,

Desi Aulia Rezki  
Nim:H21113035



## ABSTRAK

Uji kualitas citra pesawat fluoroskopi dengan menggunakan *phantom leeds test object* dan *fluoro4*, merk Siemens, tipe Optitop 150/40/80HC, Model 033455233 dengan diameter *Image Intensifier* (II) 23 cm di Rumah Sakit Universitas Hasanuddin. Penelitian ini bertujuan menentukan nilai *Low Contrasts Resolution* (LCR) dan nilai *High Contrasts Resolution* (HCR) pada *Phantom Leeds Test Object* dan *Fluoro4*, dengan melakukan tiga kali penyinaran untuk setiap phantom. Adapun nilai kontras rendah Phantom Leeds Test Object yang diperoleh pada citra 1 yaitu 0.0303, citra 2 yaitu 0.0322, citra 3 yaitu 0.0322 dan nilai kontras tinggi yang diperoleh pada citra 1,2 dan 3 yaitu 1.2 mm. Pada *Phantom Fluoro4* diperoleh nilai kontras rendah pada citra 1,2 dan 3 yaitu 2.8 dan nilai kontras tinggi yang diperoleh pada citra 1,2 dan 3 yaitu 1.2 mm. Hasil yang diperoleh menunjukkan pesawat fluoroskopi diinstalasi radiologi Rumah Sakit Universitas Hasanuddin masih memenuhi batas toleransi dari peraturan BAPETEN RI No 2 tahun 2018 dan layak dalam pemeriksaan klinis.

**Kata kunci : Fluoroskopi, Image Intensifier, Kontras Rendah, Kontras Tinggi**





## **ABSTRACT**

*Fluoroscopy image quality test using phantom leeds test object and fluoro4, Siemens brand, Optitop 150/40 / 80HC type, Model 033455233 with Image Intensifier (II) 23 cm in diameter at Hasanuddin University Hospital. This study aims to determine the value of the Low Contrast Resolution (LCR) and High Contrast Resolution (HCR) on the Phantom Leeds Test Object and Fluoro4, by performing three irradiation for each phantom. The low contrast value of the Phantom Leeds Test Object obtained in image 1 is 0.0303, image 2 is 0.0322, image 3 is 0.0322 and the high contrast value obtained in images 1,2 and 3 is 1.2 mm. In Phantom Fluoro4, low contrast values obtained in images 1,2 and 3 are 2.8 and high contrast values obtained in images 1,2 and 3 are 1.2 mm. The results obtained showed that the plane fluoroscopy in Radiology Department at Hasanuddin University Hospital still meets the tolerance limits of BAPETEN RI Regulation No.2 of 2018 and was feasible in clinical examination.*

**Keywords:** *Fluoroscopy, Image Intensifier, Low Contrast Resolution, High Contrast Resolution*



## DAFTAR ISI

HALAMAN

<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACK .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
I.1. Latar Belakang.....	1
I.2 Ruang Lingkup Penelitian.....	2
I.3 Tujuan Penelitian.....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
II.1 Konsep Dasar Teknik Radiografi.....	3
II.1.1 kualitas Radiografi .....	4
II.1.2Faktor Eksposisi.....	5
II.2 Fluoroscopy .....	7
II.2.1 Prinsip Kerja <i>Fluoroscopy</i> .....	7
II.2.2 Karakteristik <i>image intensifier</i> .....	8
II.2.3 Phantom uji kualitas citra <i>fluoroscopy</i> .....	9
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
III.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	12
III.1.1 Waktu dan Bahan.....	12
III.1.2 Prosedur Penelitian.....	12



III.4 Alur Penelitian.....	13
----------------------------	----

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

IV.1 Nilai Kontras Rendah pada Phantom Leeds Test Object dan Fluoro4.....	14
---	----

IV.1.1 Phantom Leeds Test Object.....	14
---------------------------------------	----

IV.1.2 Phantom Fluoro4.....	16
-----------------------------	----

IV.2 Nilai Kontras tinggi pada Phantom Leeds Test Object dan Fluoro4 .....	17
--	----

IV.2.1 Phantom Leeds Test Object.....	17
---------------------------------------	----

IV.2.2 Phantom Fluoro4.....	18
-----------------------------	----

## **BAB V PENUTUP**

V.1 Kesimpulan .....	19
----------------------	----

V.2 Saran .....	19
-----------------	----

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**



# BAB I PENDAHULUAN

## I.1. Latar Belakang

Sejak di temukannya sinar-X pada tahun 1895 oleh *Wilhelm Conrad Roentgen* yang melakukan penelitian mengenai keberadaan sinar yang tidak tampak oleh mata telanjang dan dapat menembus objek seperti buku, kertas dan lain sebagainya. Penggunaannya untuk keperluan medis diawali ketika dia mendapati gambar tangan istrinya yang dihasilkan dari sinar-X<sup>[1,9]</sup>.

Salah satunya pemanfaatan sinar-X yaitu pada pesawat *Fluoroscopy*. Pesawat *Fluoroscopy* merupakan pesawat radiodiagnostik yang pada awalnya dilakukan dengan modalitas radiografi yang cenderung bersifat analog, seiring perkembangan zaman teknologinya menjadi lebih praktis dimana, *Fluoroscopy* dapat melakukan pemeriksaan secara langsung (*real time*) dengan resolusi tinggi. Teknik *Fluoroscopy* digunakan untuk melihat citra struktur organ atau cairan dalam tubuh pasien. Teknik *Fluoroscopy* ini dapat juga membantu dokter untuk mendiagnosa berbagai penyakit dan memandu prosedur intervensional<sup>[1,9]</sup>.

Adapun penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Budi Hartana dan Santoso pada tahun 2000 tentang Evaluasi sistem pencitraan *Fluoroscopy* Menggunakan seperangkat *Leeds Test Objects*. Ferry Suyatno, dkk pada tahun 2011 tentang evaluasi pencitraan *fluoroscopy* medik. Fitri Mahardika dan Suryono pada tahun 2014 tentang pengukuran linearitas tingkat keabuan citra *fluoroscopy* menggunakan metode pengolahan citra digital. Gusti Ayu Desi Sinta Dewi pada tahun 2016 tentang Analisis Kolimasi Berkas Sinar-X pada Pesawat *Fluoroscopy* (Mobile C-Arm) Dirumah Sakit Universitas Hasanuddin.

Dengan latar belakang tersebut diatas penulis melakukan penelitian yang terkait tentang evaluasi kualitas citra *fluoroscopy* berdasarkan kesesuaian nilai *low resolutio* (LCR) dan *high kontras resolutio* (HCR) terhadap nilai standar menggunakan phantom *Leeds Test Object* dan *Fluoro<sub>4</sub>*.



## **I.2 Ruang Lingkup Penelitian**

Penelitian ini dibatasi pada penentuan detail ketajaman gambar citra *fluoroscopy* hingga pada urutan yang jelas secara pengamatan kasat mata dengan menentukan rasio citra apakah masih memenuhi standar yang telah ditetapkan Bapeten. Pada penelitian ini menggunakan phantom *Leeds Test Object* dan *Fluoro4* yang selanjutnya akan dibandingkan nilai *Low Contrasts Resolution* (LCR) dan *High Contrasts Resolution* (HCR).

## **I.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Menentukan nilai resolusi kontras rendah/*Low Contrasts Resolution* (LCR) pada phantom *Leeds Test Objects* dan *Fluoro4*
2. Menentukan nilai resolusi kontras tinggi/*High Contrasts Resolution* (HCR) pada phantom *Leeds Test Objects* dan *Fluoro4*
3. Membandingkan nilai kontras rendah/*Low Contrasts Resolution* (LCR) dan nilai kontras tinggi/*High Contrasts Resolution* (HCR) phantom *Leeds Test Objects* dan *Fluoro4* dengan peraturan BAPETEN.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### II.1 Konsep Dasar Teknik Radiografi

Pemanfaatan sinar-X sebagai sumber radiografi telah mengalami perkembangan ke arah radiografi sinar-X digital dimana teknik pencitraannya memanfaatkan sensor digital untuk menangkap citra. Salah satu kelemahan radiografi digital sinar-X adalah munculnya derau atau *noise* pada citra *output*. Derau pada citra bergantung pada banyak hal, mulai dari sumber cahaya sampai kepada sensor penerima bayangan. Derau pada citra hasil radiografi digital sinar-X yang terutama adalah derau kuantum (*Quantum Noise*)<sup>[3]</sup>.

Derau kuantum muncul sebagai akibat kurangnya foton yang dihasilkan oleh sumber sinar-X. Derau kuantum ini dapat dikurangi dengan memperbanyak jumlah foton, dengan kata lain memperbesar tingkat radiasi sinar-X. Derau kuantum berbanding terbalik dengan kuadrat tingkat kecerahan (*exposure*) pada layar penerima citra<sup>[3]</sup>.

Prinsip dasar dari teknik radiografi adalah pencitraan distribusi berkas gelombang elektromagnetik yang telah mengalami interaksi dengan obyek. Interaksi tersebut dapat berupa penyerapan intensitas gelombang elektromagnetik ataupun hamburan. Proses penyerapan energi oleh suatu obyek sangat tergantung kepada kerapatan massa obyek. Dari proses penyerapan ini, kemudian jika distribusi energi berkas gelombang elektromagnetik dapat ditransformasikan dalam bentuk obyek citra (misal tingkat kehitaman film), maka akan diperoleh suatu gambar dari hasil penyerapan obyek. Pada teknik pencitraan konvensional, distribusi energi gelombang elektromagnetik dicitrakan dengan proses penghitaman film. Distribusi berkas maupun distribusi intensitas melalui proses penghitaman film menghasilkan citra obyek (gambar) radiografi<sup>[5]</sup>.

Perkembangan teknik radiografi memungkinkan citra obyek diproses tidak melalui penghitaman film, tetapi diproses melalui sistem digital. Proses digital didasarkan pada pengkonversian sinar-X menjadi cahaya tampak dengan akan layar pendar. Selanjutnya citra optik pada layar pendar dapat



direkam dengan kamera digital yang berfungsi mengubahnya menjadi berkas digital<sup>[5]</sup>.

### II.1.1 kualitas Radiografi

Kualitas radiografi merupakan keseluruhan informasi yang dapat diberikan oleh suatu radiograf, suatu radiograf dinyatakan berkualitas apabila mampu memberikan informasi yang jelas mengenai keadaan obyek yang diperiksa. Suatu radiograf dapat dilihat dan dianalisa apabila memiliki syarat-syarat sebagai berikut<sup>[2]</sup> :

#### 1. Ketajaman gambar

Ketajaman gambar adalah tebal batas peralihan antara dua daerah yang berbeda densitasnya atau dengan kata lain radiografi dikatakan tajam apabila pada radiograf dapat dilihat garis batas yang jelas antara bagian-bagian yang membentuk radiograf tersebut.

#### 2. Kontras

Kontras adalah perbedaan dua densitas (dua densitas yang berbeda). Dikatakan kontras yang baik apabila gambaran bayangan satu dengan yang lainnya dapat dibedakan dengan jelas. Kontras dinyatakan dengan<sup>[2]</sup> :

$$K=D_2-D_1 \quad (2.1)$$

Keterangan :

K :kontras

D<sub>2</sub> : densitas tertinggi

D<sub>1</sub> : densitas terendah

#### 3. Detail

Detail artinya derajat dimana bagian-bagian gambar dapat dibedakan dalam penglihatan unsur-unsur struktur dari objek. Detail suatu gambar radiografi merupakan kemampuan citra radiografi dapat memperlihatkan struktur yang kecil dari organ yang difoto.

itas

densitas radiografi adalah derajat kehitaman suatu gambar

i. Densitas ditentukan oleh faktor eksposi yang digunakan, dalam hal ini



yang berpengaruh terhadap densitas adalah mAs dan Jarak Fokus ke film/*focus film distance* (FFD) padadasarnya film sudah memiliki densitas dasar (*base densitas*) sebesar 0,05kemudian setelah tereksposi oleh sinar-X dan diproses di kamar gelap. Nilai densitas atau *optical density* (CD) dirumuskan sebagai berikut :

$$D = \log I_0/I_t \quad (2.2)$$

Keterangan :

$I_0$ : Intensitas sinar-X sebelum menembus materi

$I_t$ : Intensitas sinar-X setelah menembus materi

Menurut The Collaboration for NTD Education, tahun 2010, radiography densitas film adalah ukuran tingkat kegelapan dari suatu film. Secara teknik, hal ini disebut *transmitted density* yang terjadi pada film berbahan dasar transparan yang diukur sejak saat cahaya ditransmisikan melewati film. Densitas merupakan fungsi logaritma yang menjelaskan suatu perbandingan dari dua pengukuran, secara spesifik merupakan perbandingan antara intansitas cahaya yang masuk ke film ( $I_0$ ) terhadap intensitas cahaya yang melewati film ( $I_t$ ).

### II.1.2 Faktor Eksposisi

Faktor eksposi adalah faktor dalam yang mengontrol karakteristik foton sinar-X dalam aspek jumlah(kuantitas) dan kualitas serta durasi dalam pembuatan radiograf. Kuantitas radiasi berhubungan dengan banyaknya jumlah sinar-x diukur berapa jumlah mR tiap mAsnya. Sedangkan nilai kualitas sinar-X berhubungan dengan energi serta daya tembus (*penetration power*) diukur dari nilai HVL (*half value layer*) tabung pesawat sinar-X. Faktor yang mempengaruhi sinar-X dapat dibedakan sebagai faktor yang tidak bisa dikontrol seperti penggunaannomor atom target serta faktor yang dapat dikontrol oleh radiografer. Berikut faktor eksposi yang dapat dikontrol<sup>[2]</sup> :

#### 1. Tegangan Tabung Pesawat Sinar-X

Tegangan tabung dengan satuan kilovoltage (kV) adalah beda potensial kutub anoda dan katoda. Tegangan tabung berhubungan dengan kecepatan energi kinetik elektron menumbuk bidang target. Tegangan tabung





berhubungan dengan energi sinar-X yang dihasilkan, semakin besar tegangan maka energi sinar-X yang dihasilkan makin besar serta daya tembusnya juga besar.

Pengaturan tegangan tabung pada pembuatan radiograf mengontrol nilai kontras radiograf. Makin tinggi pemilihan nilai tegangan tabung (kV) maka nilai kontras yang dihasilkan makin turun. Faktor yang mempengaruhi adalah efek interaksi Compton yang menghasilkan radiasi hambur (*scatter*) serta penurunan nilai koefisien attenuasi linier. Efek radiasi hambur ini adalah mengurangi nilai kontras.

## 2. Arus Tabung Pesawat Sinar-X

Arus tabung satuannya adalah milliamper (mA) merupakan besarnya arus listrik antara anoda dan katoda. Arus tabung yang menentukan jumlah atau kuantitas sinar-x yang oleh tabung roentgen. Nilai mA dipilih mengontrol nilai kehitaman film yang dihasilkan agar selalu dalam rentang densitas guna (0,25-2,0). Pemilihan mA juga berhubungan dengan pemilihan ukuran *focal spots*, mA besar maka *focal spots* yang dipilih besar begitu sebaliknya. Dalam praktek mA dipilih dengan waktu eksposi atau durasi sinar-X terjadi (mAs).

Waktu eksposi (s) merupakan satuan detik yang lamanya berkas sinar-X yang di paparkan pada organ yang di periksa. Waktu penyinaran ini berbeda-beda sesuai dengan objek yang di periksa, misalnya pada organ yang bergerak (jantung, colon, lambung). Maka waktu penyinaran di buat sesingkat mungkin untuk menghindari terjadinya ketidaktajaman akibat pergerakan (*unsharpness movement*).

## 3. Jarak Penyinaran

*Fokus film distance* (FFD) merupakan jarak dari sumber sinar (fokus) ke *image receptor* (film). FFD memberikan pengaruh terhadap intensitas sinar-X dan paparan radiasi yang mencapai permukaan kulit. FFD juga mempengaruhi dosis radiasi yang di terima pasien, semakin dekat FFD dengan objek maka radiasi yang di terima objek semakin banyak. Sedangkan jika FFD semakin jauh maka sedikit

yang mengenai objek.

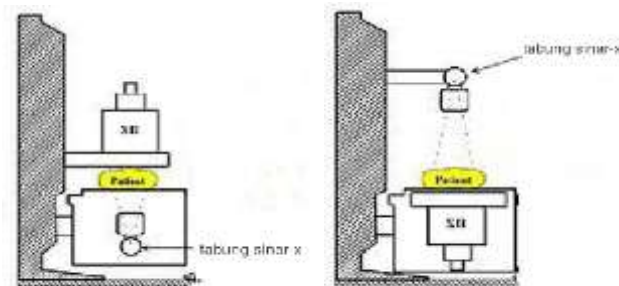


## II.2 Fluoroscopy

*Fluoroscopy* merupakan salah satu teknik pencitraan yang memanfaatkan sinar-X sebagai sumber cahaya dan sebuah bidang yang terbuat dari *fluor* sebagai layar atau sering disebut sebagai *fluorescent screen*. Layar *fluor* akan berpendar saat ditumbuk oleh foton sinar-X. Tingkat kecerahan perpendaran bergantung pada banyaknya foton yang menumbuk bidang layar *fluor*<sup>[3]</sup>.

Sistem *fluoroscopy* konvensional atau yang biasa disebut *fluoroscopy* televisi memanfaatkan layar tabung televisi untuk menampilkan hasil *fluoroscopy* secara *real-time*. Dengan sistem seperti ini dosis radiasi akan sangat tinggi untuk mempertahankan pendaran *fluor* dan terjadi secara terus menerus. Selain itu juga hasil dari *fluoroscopy* tidak bisa dengan mudah diproses untuk meningkatkan kualitas citra. Sistem *Fluoroscopy* modern menggunakan *image intensifier*, yang ukurannya meningkat dengan adanya kemajuan teknologi.

*Fluoroscopy* modern sekarang ini terdiri dari tube sinar-X *fluoroscopy* dan penerima gambar (*Image Receptor*), ada dua jenis desain *tube* sinar-X *fluoroscopy*, yaitu yang berada dibawah meja pemeriksaan dan yang berada diatas meja pemeriksaan tepatnya diatas tubuh pasien<sup>[1]</sup>.



**Gambar 2.1** Pesawat *fluoroscopy* dengan posisi tabung sinar-X dibawah meja(kiri), tabung sinar-X diatas meja(kanan)

### II.2.1 Prinsip Kerja *Fluoroscopy*

Sinar-x yang dipancarkan dari tabung sinar-X akan diterima oleh *screen*, selanjutnya ditangkap oleh kamera *Closed Circuit Television* (CCTV). Sinyal yang diterima kemudian diperkuat kemudian dimasukkan kedalam rangkaian LPF (*Low Pass Filter*). Keluaran dari rangkaian LPF yang masih berupa sinyal analog,



selanjutnya diperkuat dan dimasukkan kedalam *Automatic Brightness Control* (ABC) untuk dirubah menjadi sinyal digital. Proses selanjutnya dari *Automatic Brightness Control* (ABC) dimasukkan ke sistem komputer untuk diolah menjadi sebuah gambar dari obyek<sup>[1]</sup>.

Didalam pengoperasian *fluoroscopy* dibutuhkan arus yang kecil hanya sekitar 3 mA, tegangan 75 kV, waktu eksposur yang cukup lama dibandingkan dengan photo *Roentgen*. Dengan itu *fluoroscopy* dapat dipergunakan untuk diagnosa usus besar, usus kecil, fungsi batu ginjal dan fungsi bagian tubuh lainnya<sup>[1]</sup>.

## II.2.2 Karakteristik *image intensifier*

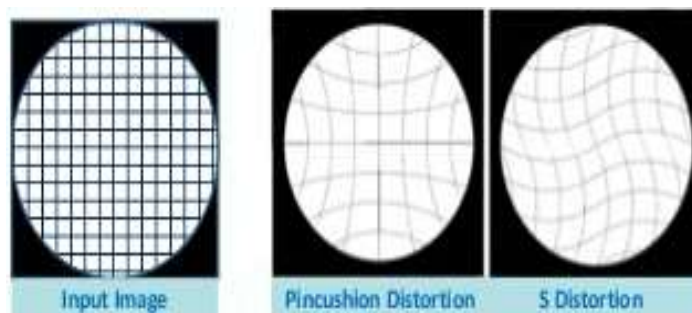
Mengenal karakteristik *image intensifier* sangat berguna untuk mengukur atau mengetahui kemampuan yang dimiliki oleh *image intensifier*. Karakteristik dari image intensifier terdiri dari<sup>[4,6,7,10]</sup> :

### a. Faktor konversi

- Faktor konversi adalah rasio pencahayaan (*output*) dibagi dengan tingkatpaparan (*input*) dalam satuan  $\text{Cd sec m}^{-2}\text{mR}^{-1}$
- Nilai faktor konversi dari *image intensifier* adalah 100-200  $\text{Cd sec m}^{-2}\text{mR}^{-1}$
- Nilai faktor konversi akan mengalami penurunan sejalan dengan waktu penggunaan.

### b. Kecerahan (*brightness*)

- Memiliki nilai rentang 2500-7000, tergantung pada ukuran *input phosphor* yang digunakan.



**Gambar 2.2** *Image Distorsion*

berapa jenis distorsi pada *image intensifier*<sup>[8]</sup> :



1. Distorsi pincushion adalah distorsi geometris akibat perbedaan antara input image intensifier yang melengkung dengan permukaan output yang mendatar seperti yang ditunjukkan atas.
2. Distorsi S adalah gambar spasial melengkung dalam bentuk S pada citra (gambar). Jenis distorsi biasanya halus dan merupakan hasil dari medan magnet eksternal yang berada disekitar, seperti yang ditunjuk pada gambar diatas.

### II.2.3 Phantom uji kualitas citra *fluoroscopy*

#### a. *Leeds Test Objects*

Objek uji ini dirancang untuk penilaian kuantitatif kualitas gambar yang cepat<sup>[11]</sup>.



(1)



(2)

**Gambar 2.3**(1) *Phantom Leeds test object*

(2) *Citra Phantom Leeds test object*

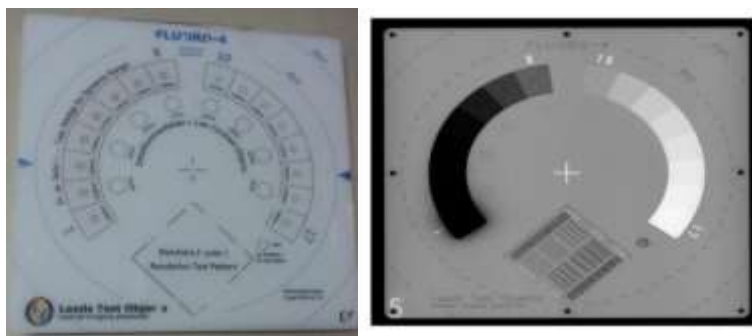
- 144 rincian (12 ukuran x 12 kontras)
- Kisaran ukuran 11- 0,25mm
- Rentang kontras 0,0014 sampai 0,924 @ 75kV, 1,5mm Cu penyaringan

#### b. *Fluoro<sub>4</sub>*

Phantom fluoro<sub>4</sub> di desain untuk memenuhi persyaratan *quality Assurance* fluoroskopi. Phantom ini memungkinkan digunakan dalam pengujian yang panjang dan tahan lama. Parameter yang diuji meliputi<sup>[11]</sup> :



1. Dosis
2. Indikator dosis
3. Resolusi spasial
4. Resolusi kontras
5. Wilayah radiasi efektif
6. Kesejajaran sinar-x
7. Artefak



(1)

(2)

**Gambar 2.4(1) Phantom fluoro<sub>4</sub>**

(2) Citra Phantom fluoro<sub>4</sub>

1. Dosis

Eksposi dosimeter pada posisi yang ditandai '*dose-detector area*'

Dosimeter harus diekspose pada posisi yang sama dari semua pengujian yang dilakukan.

2. Indikator dosis

- Bandingkan hasil pembacaan yang tersimpan dengan perkiraan yang diberikan oleh sistem saat pengujian. Hitung presentase deviasi sebagai berikut :

$$\frac{dose(indicator) - dose(dosemeter)}{dose(indicator)} \quad (2.3)$$



### 3. Resolusi spasial

Dengan inspeksi secara visual dan catat 5 pasang kelompok dimana garis dan spasi semua terlihat dan tentukan frekuensi spasial tertinggi. Jumlah pasangan garis seharusnya lebih sedikit dari yang diamati pada citra/*image* acuan.

### 4. Resolusi kontras

Inspeksi visual dan detail circular kontras rendah. jumlah detail (step maupun circular) seharusnya lebih sedikit dari yang diamati pada citra/*image* acuan.

### 5. wilayah radiasi efektif

buka lamellae secara keseluruhan, hingga ujungnya terlihat pada 2 sisi yang berdekatan. Jika kurang dari 2 ujung yang tampak, test fungsi dari lamellae. Jangan sampai ada yang menutupi area efektif radiasi.

### 6. Kesejajaran sinar-X

Dengan inpeksi visual, di cek apakah bentuk bundar ditengah yang terluar tampak.

### 7. Artefak

Inspeksi visual dari gambar untuk memeriksa debu, detail alias, goresan, moiré, baris, offset, kesalahan direktori

