

TUGAS AKHIR

**KESESUAIAN FAKTOR EKSPOSI ANTARA YANG
TERTERA PADA *CONTROL TABLE* DENGAN YANG
KELUAR DARI TABUNG SINAR-X DI RUANG DI
INSTALASI RADIOLOGI RSUD Dr. SOETOMO SURABAYA**



Oleh :

DISTYARINI PRIMADITA

NIM. 010710562 - A

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III RADIOLOGI
MINAT RADIODIAGNOSTIK
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2010**

TUGAS AKHIR

**KESESUAIAN FAKTOR EKSPOSI ANTARA YANG
TERTERA PADA *CONTROL TABLE* DENGAN YANG
KELUAR DARI TABUNG SINAR-X DI RUANG D1
INSTALASI RADIOLOGI RSUD Dr. SOETOMO SURABAYA**

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Menyelesaikan Pendidikan
Program Studi Diploma III Radiologi Minat Radiodiagnostik
Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga Surabaya**

Oleh :

DISTYARINI PRIMADITA

NIM. 010710562 - A

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III RADIOLOGI
MINAT RADIODIAGNOSTIK
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2010**

LEMBAR PERSETUJUAN

**KESESUAIAN FAKTOR EKSPOSI ANTARA YANG TERTERA PADA
CONTROL TABLE DENGAN YANG KELUAR DARI TABUNG SINAR-X
DI RUANG D1 INSTALASI RADIOLOGI RSUD Dr. SOETOMO
SURABAYA**

TUGAS AKHIR

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan pendidikan Program
Studi Diploma III Radiologi Minat Radiodiagnostik Fakultas Kedokteran
Universitas Airlangga Surabaya**

OLEH:

DISTYARINI PRIMADITA
010710562 A

Surabaya, 20 April 2010

**Mengetahui,
Ketua Program Studi DIII Radiologi
Minat Radiodiagnostik FK UNAIR**



Anggraini Dwi Sensusiati
dr. Anggraini Dwi Sensusiati, Sp.Rad (K)
NIP. 131 837 437

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing**

Bambang Suprijanto
dr. Bambang Suprijanto, Sp.Rad (K)
NIP. 130 783 546

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : KESESUAIAN FAKTOR EKSPOSI ANTARA YANG
TERTERA PADA *CONTROL TABLE* DENGAN YANG
KELUAR DARI TABUNG SINAR-X DI RUANG D1
INSTALASI RADIOLOGI RSUD Dr. SOETOMO
SURABAYA

Nama : Distyarini Primadita

NIM : 010710562 A

PROGRAM STUDI DIPLOMA III RADIOLOGI MINAT
RADIOLOGI FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS
AIRLANGGA SURABAYA
2010

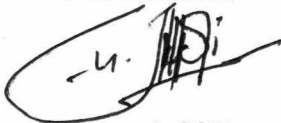
Telah diperiksa didepan dewan penguji dan dinyatakan lulus pada tanggal
28.. April 2010.

PENGUJI I



dr. Widiana Ferriastuti, Sp.Rad
NIP. 19760209 200801 2012

PENGUJI II



Suprapti, SST
NIP. 140 138 056

PENGUJI III



Emi Sutjjaningsih, A.Md
NIP. 140 337 246

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia serta hidayahNya kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“KESESUAIAN FAKTOR EKSPOSI ANTARA CONTROL TABLE DENGAN YANG KELUAR DARI TABUNG SINAR-X DI RUANG D1 INSTALASI RADIOLOGI RSUD Dr. SOETOMO SURABAYA”**.

Penulis mengakui bahwa tugas akhir ini tidak akan selesai tanpa ada dukungan dan bantuan dari semua pihak. Oleh karena itu izinkan kami haturkan rasa terima kasih dan rasa hormat kepada:

1. dr. Anggraini Dwi Sensusiaty, SpRad(K) selaku Ketua Program Studi Diploma III Radiologi Minat Radiodiagnostik Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga Surabaya.
2. dr. Bambang Soeprijanto, Sp.Rad.(K), selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan tugas akhir ini sehingga dapat selesai tepat waktu.
3. Bpk. M. Irvan Ariansyah, selaku Koordinator Praktikum Program Studi DIII Radiologi Minat Radiodiagnostik Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga Surabaya.
4. Seluruh dosen dan staf pengajar Program Studi DIII Radiologi Minat Radiodiagnostik Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga Surabaya yang telah memberikan ilmunya selama tiga tahun masa pendidikan kepada penulis.
5. Seluruh staf dan karyawan Instalasi Radiologi RSUD Dr. Soetomo Surabaya, khususnya para petugas Ruang D1 yang telah banyak memberikan bantuan pada saat penulis melaksanakan penelitian.

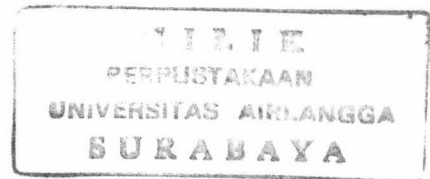
6. Papa dan Mama serta kakakku tercinta Reno, terima kasih atas dukungan moril, perhatian, doa dan bantuan apapun yang tak ternilai sehingga penulisan tugas akhir ini dapat selesai.
7. Teman-teman Radiologi 2007 yang telah melewati suka duka bersama selama tiga tahun terakhir. I'm so lucky being part of us. Always be one big family. Luv u all..
8. Sahabatku Almarhum Muhammad Akbar Nugroho yang selalu menghadirkan riuh canda tawa selama hidupnya dan selalu memberikan semangat. Selamat jalan sobat, tenanglah disisi-Nya. We meet soon..

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dan ketidak sempurnaan, untuk itu penulis mengharapkan adanya kritik dan saran demi perbaikan.

Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi perkembangan Program Studi DIII Radiologi Minat Radiodiagnostik Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga Surabaya, Instalasi Radiologi RSUD Dr. Soetomo, penulis dan pembaca.

Surabaya, April 2010

Penulis



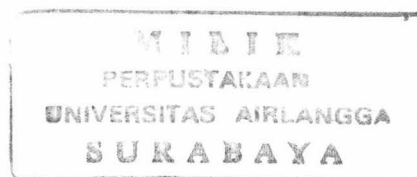
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Pesawat Sinar X Konvensional.....	4
2.2 Cara Kerja Pesawat Sinar X Konvensional.....	5
2.3 Komponen Utama Generator .Sinar X.....	6
2.4 Filter.....	9
2.5 Faktor-faktor yang Menentukan Intensitas Sinar X...	11

	2.6 Faktor-faktor yang Menyebabkan Ketidaksesuaian Antara Tegangan yang Diatur dengan Keluaran Tegangan.....	13
	2.7 Faktor Eksposi.....	13
	2.8 Proses Terjadinya Sinar X.....	14
	2.9 Sifat-sifat Sinar X.....	15
	2.10 Pengujian Keluaran Tegangan Tabung dengan Digital kVp Meter.....	17
	2.11 Alat Ukur Radiasi.....	19
BAB III	METODE PENELITIAN.....	26
	3.1 Jenis Penelitian.....	26
	3.2 Lokasi Dan Waktu Penelitian.....	26
	3.3 Batasan.....	26
	3.4 Metode Pengumpulan Data.....	27
	3.4.1 Tata Cara Penelitian.....	28
	3.4.2 Tabel Penelitian.....	31
	3.5 Pengolahan Dan Analisa Data.....	31
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	33
	4.1 Hasil Pengukuran kV Pada Pesawat Sinar-X diruang D1.....	33
	4.2 Hasil Pengukuran mAs Pada Pesawat Sinar-X diruang D1.....	35

BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	39
	5.1 Kesimpulan.....	39
	5.2 Saran.....	39
	DAFTAR PUSTAKA.....	41

BAB I
PENDAHULUAN



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Instalasi Radiologi adalah salah satu sarana penunjang yang penting untuk pemeriksaan kesehatan dalam suatu Rumah Sakit. Pada masa Globalisasi ini, pelayanan terhadap kesehatan masyarakat sudah semakin kompleks. Oleh karena itu, diperlukan kinerja pelayanan kesehatan yang handal dan didukung oleh suatu alat radiologi yang canggih untuk dapat meningkatkan mutu pelayanan khususnya di Instalasi Radiologi RSUD Dr. Soetomo Surabaya. Dengan meningkatnya ilmu pengetahuan dan teknologi serta status sosial dan ekonomi, dapat memicu masyarakat untuk menuntut pelayanan umum yang sesuai dengan standart pelayanan yang baik.

Dalam setiap pemeriksaan foto akan menghasilkan suatu gambaran Radiografi yang dipengaruhi oleh faktor eksposi. Dalam pemberian faktor eksposi yang tidak tepat akan mengakibatkan suatu gambaran foto yang tidak dapat menunjang diagnosa suatu penyakit, sehingga dapat mempersulit para Dokter Radiologi untuk mendiagnosanya.

Dalam penelitian ini Penulis akan mencoba meneliti apakah faktor eksposi yang keluar dari pesawat sinar-X, sama dengan yang tertulis pada control table. Apabila terdapat ketidakcocokan, maka dapat menghasilkan suatu foto dengan kualitas yang kurang baik. Akibatnya, bisa terjadi pengulangan foto dan menambah jumlah dosis radiasi yang diterima oleh pasien. Dengan latar belakang

itulah penelitian ini dilakukan, dengan harapan dapat bermanfaat bagi semua pihak yang berkaitan dengan pelayanan pemeriksaan kesehatan.

1.2 RUMUSAN MASALAH

- Apakah ada ketidaksesuaian antara faktor eksposi yang keluar dari tabung sinar-X dengan yang tertera pada control table
- Seberapa jauh penyimpangan yang terjadi pada pesawat sinar-X di ruang D1 Instalasi Radiologi RSUD Dr.Soetomo Surabaya.

1.3 BATASAN MASALAH

Untuk menghindari meluasnya masalah yang akan diteliti maka ruang lingkup penelitian meliputi kesesuaian faktor eksposi antara yang tertera pada control table dengan yang keluar dari tabung sinar-X di ruang D1 Instalasi Radiologi RSUD Dr.Soetomo Surabaya.

1.4 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan Umum

Untuk mengetahui apakah ada ketidaksesuaian antara faktor eksposi yang keluar dari tabung sinar-X dengan yang tertera pada control table.

Tujuan Khusus

Untuk mengetahui seberapa besar perbedaan jika terjadi ketidaksesuaian antara faktor eksposi yang keluar dari tabung sinar-X dengan yang tertera pada control table.

1.5 MANFAAT PENELITIAN

- Untuk memberikan informasi tentang cara pengukuran besaran kV dan mAs yang keluar dari tabung sinar-X
- Sebagai upaya peningkatan pengendalian mutu (Quality Control) bagi radiografer dan hasil karyanya
- Dapat digunakan sebagai pedoman Radiografer dalam penelitian selanjutnya.

BAB II

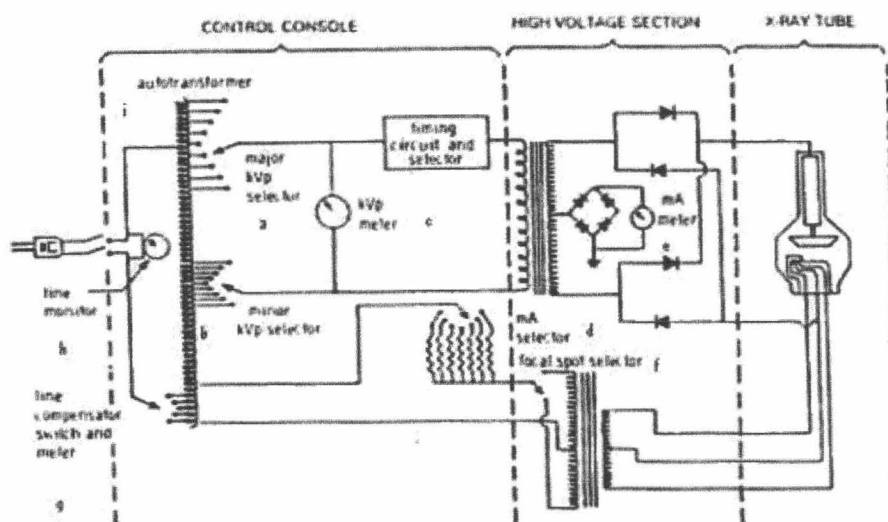
TINJAUAN PUSTAKA

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pesawat Sinar-X Konvensional

Menurut Bushong (2001) gambar dari rangkaian dasar pesawat sinar-X konvensional adalah sebagai berikut:



Gambar 2.1. Rangkaian dasar pesawat sinar-X konvensional

(Bushong, 2001)

Keterangan gambar 2.1.:

- a. kVp mayor selector
- b. kVp minor selector
- c. kVp meter
- d. mA selector
- e. mA meter
- f. Focal Spot selector
- g. Line compensator switch and meter

- h. Line monitor
- i. Autotransnsformator

2.2 Cara kerja pesawat sinar-X konvensional:

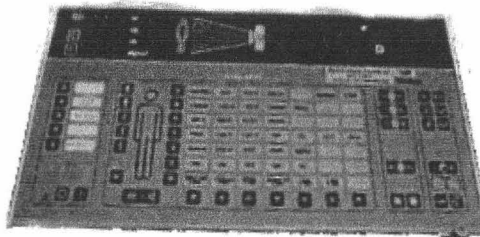
Bila " handle switch" di-on-kan maka arus dan tegangan listrik dari PLN masuk ke rangkaian pesawat sinar-X melalui fuse (sekering), sehingga tegangan yang masuk akan terlihat pada " Line Voltage (LV) Meter". Tegangan PLN tersebut harus sesuai dengan tegangan pesawat. Jika perlu diatur dengan "Line Voltage Compensator" sampai jarum LV meter tepat pada garis merah. Besarnya tegangan yang keluar dari autotrafo untuk keperluan penyinaran atau pemotretan diatur melalui kV selektor. Kemudian arus melalui timer yang fungsinya untuk menentukan lamanya waktu penyinaran., arus masuk melalui transformator tegangan tinggi. Disini tegangan dinaikkan , arus dari transformator tegangan tinggi dimasukkan pada rectifier (penyearah) yang akhirnya menuju anoda tabung sinar-X.

Tegangan listrik pada filamen tabung berasal dari autotrafo yang diturunkan menjadi 12 – 24 volt oleh filamen trafo. Tegangan ini yang nantinya akan menjadi tenaga untuk memproduksi elektron pada katoda (filamen). Peristiwa selanjutnya jika pada anoda ada tegangan, maka elektron akan ditarik oleh anoda (target), sehingga menghasilkan sinar-X dan panas(Bushong, 2001).

2.3 Komponen utama generator pesawat sinar-X ada 3, yaitu:

2.3.1 Operating Console atau Control Table

Merupakan bagian yang sangat familier bagi radiografer, merupakan peralatan untuk mengatur arus tabung dan tegangan tabung sehingga dihasilkan sinar-X yang intensitas atau kualitasnya sesuai dengan kualitas yang diinginkan. Operating Console mengatur line compensation, kVp, mAs dan waktu eksposi (s). Pemonitoran dalam bentuk ukuran meter biasanya untuk kVp dan mA (kVp meter dan mA meter). Kadang-kadang mAs meter juga tersedia (Bushong, 2001).



Gambar 2.2 Operating Console atau Control Table

(Bushong, 2001)

2.3.2 Penyedia Tegangan (*High Voltage Power Supply*) (Bushong, 2001)

Suatu penyedia energi tegangan tinggi merupakan komponen dalam sistem pembangkitan sinar-X. Perlu diingat bahwa filamen menggunakan tegangan kecil sehingga menyebabkan arus yang kecil (mA) di dalam filamen. Anoda memerlukan tegangan besar untuk akselerasi elektron. Penyedia energi pada listrik PLN biasanya 110V, 220V dan 440V. Sistem pembangkitan memerlukan tegangan yang sangat tinggi dari 5 kVp sampai 400 kVp atau lebih. Untuk itu perlu menggunakan trafo.

Trafo adalah peralatan elektromagnetis yang membuat tegangan suatu arus bolak-balik untuk diubah, bisa ditingkatkan atau dikurangi dengan menggunakan sistem induksi elektromagnetik. (Bushong, 2001).

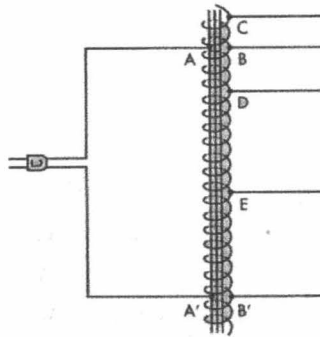
1) Trafo Tegangan Tinggi (High Tension Transformator)

Pada kebanyakan pesawat sinar-X mempunyai tegangan *step-up*, karena jumlah lilitan primer lebih sedikit dibanding jumlah lilitan sekunder dengan perbandingan 1 : 1000. Outputnya menjadi 1000V (1 kVp) untuk tiap tegangan yang digunakan untuk trafo primer. Pada trafo step-up arus yang mengalir harus lebih besar primer daripada sekunder. Perbandingan arusnya harus sama, kecuali kebalikannya. Untuk trafo dengan rasio 1 : 1000, arus mengalir sampai primer harus 1A (1000mA) per 1 mA arus mengalir sampai sekunder. HTT pada pesawat sinar-X dapat digambarkan sebagai pengubah volt ke kilovolt dan mengubah ampere menjadi miliampere (Sprawls, 1995).

2) Autotransformator

Autotrafo merupakan tempat pertama kali tegangan dan arus listrik masuk ke rangkaian pesawat sinar-X. Autotrafo adalah sebuah transformator yang lilitan primer dan lilitan sekundernya menjadi satu dan berfungsi mendistribusikan arus dan tegangan ke rangkaian pesawat sinar-X.

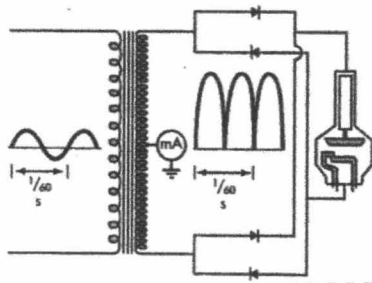
Pengaturan tegangan pada autotrafo sangat penting untuk menjamin agar besarnya tegangan listrik yang masuk dan keluar dari autotrafo dapat sesuai yang dibutuhkan (Bushong, 2001).



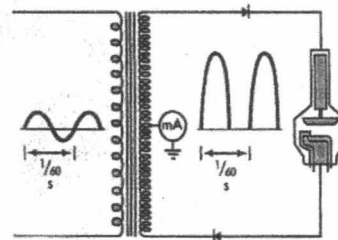
Gambar 2.3 Autotransformator (Bushong, 2001)

3) Rectifier (penyearah)

Rectifier adalah peralatan sederhana dengan dua terminal, yang menyebabkan elektron mengalir searah didalamnya. Sekarang ini peralatan sinar-X banyak yang menggunakan tabung rectifier hampa udara (Sprawls,1995). Rectifier atau penyearah ada dua macam yaitu penyearah gelombang penuh dan penyearah setengah gelombang.



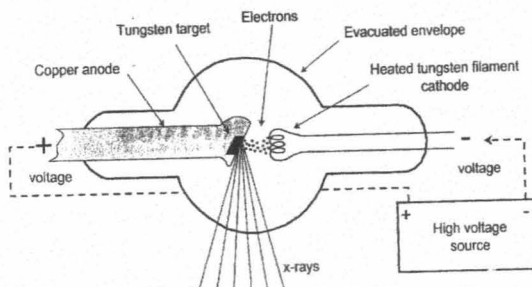
Gambar 2.4 a



Gambar 2.4 b

Gambar 2.4 : (a) Penyearah gelombang penuh, (b) Penyearah setengah gelombang (Bushong, 2001)

2.3.3 Tabung Sinar-X



Gambar 2.5. Skema Tabung Sinar-X (Bushberg, 2001)

Sinar-X dapat diproduksi dalam tabung hampa yang didalamnya terdapat filamen sebagai katoda dan target sebagai anoda. Filamen dipanaskan dengan arus tertentu sehingga terbentuk awan-awan elektron, karena terjadi perbedaan beda potensial antara anoda dan katoda yang cukup tinggi (dalam orde kilovolt) akan menyebabkan elektron bergerak dengan kecepatan tinggi menuju anoda yang berakibat terbentuknya sinar-X. Terbentuknya radiasi sinar-X sangat kecil yaitu berkisar 1% dari jumlah tenaga yang disalurkan dan selebihnya akan terbentuk panas pada plat anoda (Bushong, 2001). Skema tabung sinar-X dapat dilihat pada gambar 2.5.

2.4 Filter

Filtrasi yaitu proses menghilangkan foton sinar-X yang tidak layak yang berenergi rendah dengan menyisipkan bahan penyerap kedalam sinar primer. Filtrasi terkadang disebut **Hardening (penguatan sinar)**, karena filtrasi menghilangkan foton sinar-X berenergi rendah yang menambah dosis bagi pasien dan tidak bermanfaat dalam pembentukan radiograf (Carlton & Adler, 2001).

Jenis-jenis filter antara lain:

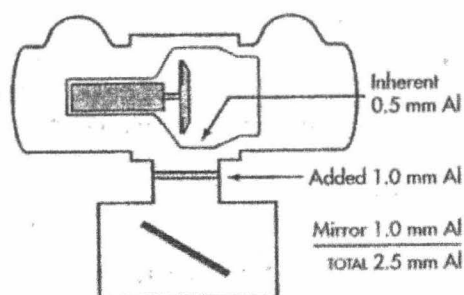
a. Inherent Filter

Filter yang dihasilkan dari komposisi antara tabung sinar-X dan rumah tabung. Pembungkus kaca pada tabung, minyak dielektrik disekitar tabung dan jendela kaca pada rumah tabung adalah bagian dari inherent filter (Carlton & Adler, 2001). Inherent filter dari tabung sinar-X pada umumnya kira-kira 0,5 mm setara Aluminium (Al) (Bushong, 2001).

b. Filter tambahan (Added Filtration)

Penambahan filter pada sinar-X mengurangi energi sinar-X dari semua energi sinar-X yang dipancarkan, tapi itu mengurangi lebih banyak energi rendah dari pada energi tinggi dari sinar-X. Filter tambahan biasanya mempunyai dua sumber dan jumlahnya 2 sampai 3 mm Al. Yang pertama 1 atau 2 mm Al dipasang permanen pada pintu rumah tabung sinar-X, antara tabung sinar-X dengan kolimator. Yang kedua jika kolimator adalah lokalisir cahaya, pada celah kolimator itu akan dipasang tambahan 1mm Aluminium (Al) setara dengan filter tambahan.

Filter ini merupakan permukaan silver dari kaca pada kolimator (Bushong,2001).



Gambar 2.6. Inherent Filter, Filter tambahan dan Filter dari kaca kolimator (Bushong, 2001).

Total filter sama dengan jumlah dari inherent filter dengan filter tambahan (Carlton&Adler, 2001). Total filtrasi pada tabung sinar-X tidak dapat diukur secara langsung. Pengukuran Half Value Layer (HVL) merupakan cara yang akurat untuk mengukur ketebalan total filter (Bushong, 2001). Pada penggunaan tegangan tabung sebesar 80 kVp nilai minimum HVL yang diperlukan adalah 2,3 mm Al Nilai HVL yang berlebihan dapat

mempengaruhi kualitas gambar radiograf yang dihasilkan. Oleh sebab itu pada tegangan tabung 80 kVp nilai HVL tidak boleh melebihi 3 mm Al (Gray,1983).

2.5 Faktor-Faktor Yang Menentukan Intensitas Sinar-X

Menurut Wilks (1987) Intensitas dari suatu radiasi elektromagnetik pada suatu titik didefinisikan sebagai total energi tiap detik yang melalui suatu titik pada satu satuan luas, sehingga satuan intensitas adalah $Joule\ s^{-1}\ m^{-2}$.

Faktor-faktor yang menentukan intensitas sinar-X yang dihasilkan dari suatu radiasi tergantung pada tegangan tabung, arus tabung serta jarak terhadap sumber sinar-X.

2.5.1 Tegangan Tabung

Perubahan tegangan tabung akan berpengaruh terhadap kuantitas dan kualitas sinar-X. Dengan menggambarkan pancaran radiasi sinar-X bersifat radial kesegala arah, maka intensitas radiasi sebanding dengan kuadrat tegangan tabung yang dirumuskan sebagai berikut (Wilks, 1997):

$$I \propto V^2 \dots\dots\dots(2.1)$$

dengan I menyatakan intensitas sinar-X dan V adalah tegangan antara anoda dan katoda.

2.5.2 Arus Tabung

Intensitas sinar-X juga ditentukan oleh jumlah elektron persatuan waktu dari katoda ke anoda yang mencapai atom target dan dinamakan sebagai kuat arus tabung. Dengan menaikkan arus tabung akan dapat

meningkatkan jumlah elektron yang tertumbuk ke anoda sehingga jumlah foton sinar-X yang dihasilkan akan semakin banyak. Intensitas sinar-X yang terbentuk sebanding dengan besarnya arus tabung (Wilks, 1997):

$$I \propto i \dots\dots\dots(2.2)$$

dengan i menyatakan besar arus tabung (jumlah elektron per satuan waktu yang dihasilkan pada anoda).

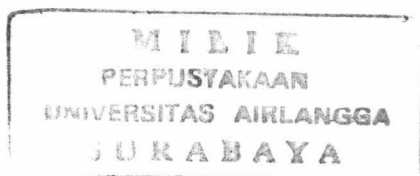
2.5.3 Jarak Antara Tabung dan Image Reseptor (FFD)

Pengaruh jarak terhadap penyinaran pada image reseptor adalah berbanding terbalik dengan kuadratnya. FFD turut berperan terhadap intensitas yang diteruskan sampai dengan ke image reseptor tetapi tidak berpengaruh terhadap kualitas radiasi sinar-X yang dipancarkan (Bushong,2001).

Intensitas sinar-X yang terbentuk dalam *image reseptor* berbanding terbalik dengan jarak pangkat dua. Hubungan perubahan intensitas dengan perubahan jarak image reseptor dikenal sebagai hukum kuadrat jarak terbalik, dirumuskan sebagai berikut (Wilks, 1997):

$$I \propto \frac{1}{d^2} \dots\dots\dots(2.3)$$

dengan d menyatakan perubahan jarak *image reseptor* terhadap sumber sinar-X



2.6 Faktor-faktor yang Menyebabkan Ketidaksesuaian Antara Tegangan yang Diatur dengan Keluaran Tegangan

Ketidaksesuaian antara kVp output dengan setting pada meja kontrol biasanya dikarenakan kondisi instrumentasi internal pesawat sinar-X itu sendiri, yang diakibatkan oleh berbagai faktor antara lain:

1. Efisiensi transformator, yaitu daya output dari transformator dibanding daya input pada transformator setiap unitnya (Totorici, 1992).
2. Bergesernya pengatur kVp secara mekanis, yaitu ada ketidak sesuaian antara pengatur kVp pada meja kontrol, dengan output yang dihasilkan karena dimungkinkan tombol pengatur kVp pada meja kontrol yang telah aus (Bushong,2001).
3. Kondisi tabung sinar-X yang seharusnya hampa udara, menjadi terisi udara sehingga terjadi friksi (gesekan) yang berakibat energi foton berkurang (Bushong,2001).

2.7 Faktor Eksposi Terdiri Atas:

1. Besaran Kilo Voltage (kV)

Besaran kV pada umumnya dikaitkan dengan daya tembus sinar, makin tinggi kV yang digunakan makin besar pula daya tembus sinar, demikian pula sebaliknya. Umumnya besaran kV menunjukkan kualitas radiasi. Bila kV dinaikkan, maka densitas foto meninggi, kontras rendah dan sinar hambur meningkat.

2. Miliampere Second (mAs)

mAs adalah perkalian antara nilai ampere dengan waktu eksposi. Besaran mAs menunjukkan kuantitas radiasi.

$$\text{mAS} = \text{mA} \times \text{S}$$

2.8 Proses Terjadinya Sinar X

Setelah menentukan besaran faktor eksposi yaitu kV dan mAs, maka sinar x akan keluar dari tabung melalui proses :

- 1) Katoda (filamen) yang dipanaskan lebih dari 2000° sampai menyala dengan listrik yang berasal dari transformator step up.
- 2) Karena panas, elektron-elektron dari katoda (filamen) terlepas.
- 3) Sewaktu dihubungkan dengan transformator tegangan tinggi, elektron-elektron dipercepat gerakannya dan dipusatkan oleh focusing cup menuju anoda.
- 4) Filamen dibuat relatif negatif terhadap sasaran (target) dengan memilih potensial tinggi.
- 5) Gerakan elektron mendadak dihentikan pada sasaran (target) sehingga terbentuk panas 99% dan sinar x 1%.
- 6) Perisai timah (lead glass) akan mencegah sinar x yang terbentuk keluar dari tabung dan hanya dapat keluar melalui jendela.
- 7) Panas yang tinggi pada sasaran (target) akibat benturan elektron dikurangi oleh radiator pendingin.

2.9 Sifat-sifat Sinar X

Sinar x mempunyai beberapa sifat, yaitu:

1. Daya Tembus

Sinar-X dapat menembus bahan, dengan daya tembus yang sangat besar dan digunakan dalam radiografi. Makin tinggi tegangan tabung (besarnya kV) yang digunakan, maka makin besar daya tembusnya. Makin rendah berat atom atau kepadatan suatu benda, sinar-X akan mudah menembus benda tersebut.

2. Pertebaran

Apabila berkas sinar-X melalui suatu bahan atau zat, maka berkas tersebut akan menimbulkan radiasi sekunder (radiasi hambur). Hal ini akan mengakibatkan terjadinya peningkatan penghitaman pada seluruh citra radiografi. Untuk mengurangi akibat radiasi hambur ini, maka digunakan grid.

3. Penyerapan

Sinar-X dalam radiografi diserap oleh bahan atau zat sesuai dengan berat atom atau kepadatan dari bahan tersebut. Maka makin tinggi kepadatan atau berat atomnya, makin besar penyerapannya.

4. Efek Fotografik

Sinar-X dapat mengakibatkan emulsi film (emulsi perak bromida) setelah diproses secara kimiawi dikamar gelap.

5. Pendar Fluor (Fluorosensi)

Sinar-X dapat mengakibatkan bahan-bahan tertentu seperti kalsium tungstat atau zink-sulfit memancarkan cahaya (luminisensi), bila bahan tersebut dikenai radiasi sinar-X.

Luminisensi ada 2 jenis:

- Fluorosensi

Yaitu akan memancarkan cahaya sewaktu ada radiasi sinar-X saja.

- Fosforisensi

Pemancaran cahaya akan berlangsung beberapa saat walaupun radiasi sinar-X sudah dimatikan (after glow).

6. Ionisasi

Efek primer sinar-X apabila mengenai suatu bahan atau zat akan menimbulkan ionisasi partikel-partikel bahan atau zat tersebut.

7. Efek Biologis

Sinar-X akan menimbulkan perubahan-perubahan biologis pada jaringan.

Efek biologis ini dimanfaatkan dalam pengobatan radioterapi.

Ada 2 macam efek biologis:

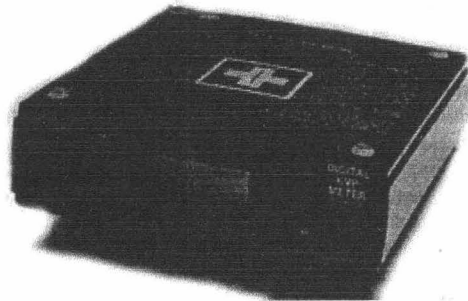
- Somatik Efek

Pengaruh tubuh terhadap sel-sel.

- Genetik Efek

Pengaruh terhadap gen atau keturunan yang terkena radiasi.

2.10 Pengujian Keluaran Tegangan Tabung dengan Digital kVp Meter



Gambar 2.7. Digital kVp Meter (Papp, 2006)

Metode pengujian dengan digital kVp meter merupakan metode elektronik dalam menentukan keluaran kVp. kVp meter menunjukkan besarnya intensitas sinar-X dan sesuaikan atur peralatan untuk menggambarkan secara digital dari keluaran kVp atau jika suatu Oscilloscop dipasang. kVp meter dapat menunjukkan gambar secara visual dari bentuk gelombang kVp. Meskipun penggunaannya lebih mudah dibandingkan kaset Wisconsin. Informasi yang digunakan akan sama dengan menggunakan kaset Wisconsin. Pemakaian digital kVp meter tidak memerlukan film atau ruang prosesing. Berbeda dengan kaset Wisconsin, digital kVp meter diubah-ubah sedikit dengan perubahan pada filtrasi tabung sinar-X. koreksi dapat dibuat untuk variasi pengaturan HVL atau filtrasi berdasarkan tabel yang dikeluarkan pabrik.

Tipe yang biasa dipakai adalah buatan RMI (Radiation Measurement, Inc), untuk mengoperasikannya, pertama unit pesawat harus dihidupkan dulu. Jika kVp untuk pesawat radiografi konvensional pilih pengaturan (setting) "rad", sedangkan pada pesawat yang dilengkapi fluoroskopi pilih "fluoro". Beda

antara antara pilihan rad dengan fluoro yaitu time delay antara waktu dimulainya eksposi dan mulainya pengukuran kVp. Time delay (waktu tunda) untuk fluoroskopi lebih panjang, karena adanya kabel charging dan stabilisasi kVp selama fluoroskopi. Setelah pilihan pengaturan kVp sesuai, digital kVp meter diposisikan bagian atasnya menghadap tabung sinar-X. berkas sinar-X dipusatkan pada tanda salib diatas digital kVp meter. Tombol *single* atau *three phase* dipilih untuk menyesuaikan unit pesawat sinar-X yang akan diuji. Eksposi pemanasan (warm up) dibuat pada 200 mAs dan 100kVp setelah pemanasan selesai, kVp dan mA yang akan digunakan diatur. Pilih 200mAs atau lebih panjang, setelah variabel teknik yang diinginkan diatur, lakukan eksposi. kVp output segera terdisplay setelah ekspose. Jika nilai kVp diatas atau dibawah dari yang diukur, "lo" atau "hi" akan terdisplay pada kVp meter. Secara berturut-turut, jika nilainya terlalu rendah, kurangi nilai FFD atau menambah nilai mA. Nilai FFD ditambah, maka nilai mA dikurangi jika diatas nilai pengukuran.

Digital kVp meter terdiri dari sepasang "matched", detektor dengan jarak yang dekat (dioda), filter dengan ketebalan yang berbeda dari attenuasi bahan. Rasio signal dari dioda pada waktu yang singkat adalah fungsi dari kV dari sinar-X pada waktu tersebut. Metode analisa signal dengan digital kVp meter, sensitif untuk produksi dari kVp dan dilengkapi dengan pengukuran secara langsung. Angka yang ter-*display* biasaya merupakan rata-rata nilai relatif pada waktu eksposi

(www.jacmp.org/index.php/jacmp/article/viewpdfinterstitid/229/940).

2.11 Alat Ukur Radiasi

Klasifikasi Alat Ukur Radiasi

Alat ukur radiasi merupakan suatu sistem yang terdiri dari detektor dan peralatan penunjang, seperti sistem pengukur radiasi lainnya. Alat ukur ini dapat memberikan informasi dosis radiasi seperti paparan dalam roentgen, dosis serap dalam rad atau gray dan dosis ekuivalen dalam rem atau sievert. Besaran radiasi yang diukur oleh peralatan ini sebenarnya adalah intensitas radiasi. Untuk keperluan proteksi radiasi nilai intensitas tsb dikonversikan dan ditampilkan menjadi besaran dosis radiasi.

Alat proteksi radiasi ini dibedakan menjadi kelompok dosimeter personal dan surveimeter. Dosimeter personal berfungsi untuk “mencatat” dosis radiasi yang telah mengenai seorang pekerja radiasi secara akumulasi. Oleh karena itu, setiap orang yang bekerja di suatu daerah radiasi harus selalu mengenakan dosimeter personal. Surveimeter digunakan untuk melakukan pengukuran tingkat radiasi di suatu lokasi secara langsung.

2.11.1 Surveimeter

Surveimeter harus dapat memberikan informasi laju dosis radiasi pada suatu area secara langsung. Jadi, seorang pekerja radiasi dapat memperkirakan jumlah radiasi yang akan diterimanya bila akan bekerja di suatu lokasi selama waktu tertentu. Dengan informasi yang ditunjukkan surveimeter ini, setiap pekerja dapat menjaga diri agar tidak terkena paparan radiasi yang melebihi batas ambang yang diizinkan.

Sebagaimana fungsinya, suatu surveimeter harus dapat memberikan hasil

pengukurannya pada saat itu juga, pada saat melakukan pengukuran, dan bersifat portable meskipun tidak perlu sekecil sebuah dosimeter personal.

Cara pengukuran yang diterapkan pada survaimeter adalah cara arus (current mode) sehingga nilai yang ditampilkan merupakan nilai intensitas radiasi yang mengenai detektor. Secara elektronik, nilai intensitas tersebut dikonversikan menjadi skala dosis, misalnya dengan satuan roentgen/jam atau ada juga yang dikonversikan menjadi skala kuantitas, misalnya cacah per menit (cpm). Tentu saja skala tersebut harus dikalibrasi terlebih dulu terhadap nilai yang sebenarnya.

Prosedur Pemakaian Surveimeter

Tiga langkah penting yang perlu diperhatikan sebelum menggunakan surveimeter, apapun jenis surveimeternya, adalah: memeriksa batere, memeriksa sertifikat kalibrasi, mempelajari pengoperasian dan pembacaan.

o Periksa batere.

Hal ini dilakukan untuk menguji kondisi catu daya tegangan tinggi detektor. Bila tegangan tinggi detektor tidak sesuai dengan yang dibutuhkan, maka detektor tidak peka atau tidak sensitif terhadap radiasi yang mengenainya, akibatnya surveimeter menunjukkan nilai yang salah. Karena hal ini sangat membahayakan, maka langkah pemeriksaan batere ini harus dilakukan setiap kali surveimeter akan digunakan.

o Periksa sertifikat kalibrasi.

Pemeriksaan sertifikat kalibrasi harus memperhatikan faktor kalibrasi alat dan memeriksa tanggal validasi sertifikat. Faktor kalibrasi merupakan suatu

parameter yang membandingkan nilai yang ditunjukkan oleh alat ukur dan nilai dosis sebenarnya.

$$D_{\text{sebenarnya}} = D_{\text{terukur}} \times \text{Faktor Kalibrasi}$$

Karena surveimeter dianggap sangat penting dalam keselamatan radiasi, maka setiap surveimeter harus dikalibrasi ulang setiap tahun di Pusat Standardisasi. Bila sertifikat kalibrasinya sudah melewati batas waktunya, maka surveimeter tersebut harus dikalibrasi ulang sebelum dapat digunakan lagi.

o Pelajari pengoperasian dan pembacaan

Langkah ini perlu dilakukan, khususnya bila akan menggunakan surveimeter “baru”. Setiap surveimeter mempunyai tombol-tombol dan saklar-saklar yang berbeda-beda, biasanya terdapat beberapa faktor pengalian misalnya $\times 1$; $\times 10$; $\times 100$ dan sebagainya. Sedang display-nya juga berbeda-beda, ada yang berskala rontgen / jam ; rad / jam ; Sievert /jam atau mSievert / jam atau bahkan masih dalam cpm (counts per minutes).

Perlu diperhatikan bahwa tiga langkah di atas harus dilakukan sebelum melakukan pengukuran dan masih berada di lokasi yang “aman”. Sebelum merasa yakin atas ketiga informasi pada langkah-langkah di atas, janganlah memulai pekerjaan dengan radiasi.

2.11.2 Dosimeter Personal

Alat ini digunakan untuk mengukur dosis radiasi secara akumulasi. Jadi, dosis radiasi yang mengenai dosimeter personal akan dijumlahkan dengan dosis yang telah mengenai sebelumnya. Dosimeter personal ini harus ringan dan berukuran kecil karena alat ini harus selalu dikenakan oleh setiap pekerja radiasi

yang sedang bekerja di medan radiasi. Terdapat tiga macam dosimeter personal yang banyak digunakan saat ini yaitu dosimeter saku (pen / pocket dosemeter), film badge dan Thermoluminisence Dosemeter (TLD).

~ **Dosimeter Saku**

Dosimeter ini sebenarnya merupakan detektor kamar ionisasi sehingga prinsip kerjanya sama dengan detektor isian gas akan tetapi tidak menghasilkan tanggapan secara langsung karena muatan yang terkumpul pada proses ionisasi akan “disimpan” seperti halnya suatu kapasitor.

Keuntungan dosimeter saku ini adalah dapat dibaca secara langsung dan tidak membutuhkan peralatan tambahan untuk pembacaannya. Kelemahannya, dosimeter ini tidak dapat menyimpan informasi dosis yang telah mengenyainya dalam waktu yang lama (sifat akumulasi kurang baik). Selain itu dosimeter ini kurang teliti dan mempunyai rentang energi pengukuran tertentu yang relatif lebih sempit dibandingkan dengan film badge dan TLD.

Pada saat ini, sudah dibuat dan dipasarkan dosimeter saku yang diintegrasikan dengan komponen elektronika maju (advanced components) sehingga skala pembacaannya tidak lagi dengan melihat pergeseran jarum (secara mekanik) melainkan dengan melihat display digital yang dapat langsung menampilkan angka hasil pengukurannya. Dosimeter saku digital ini juga tidak membutuhkan peralatan charger terpisah karena sudah built in di dalamnya. Setiap kali diaktif-kan, secara otomatis dosimeter ini menampilkan angka nol.

~ Film Badge

Film badge terdiri atas dua bagian yaitu detektor film dan holder. Sebagaimana telah dibahas sebelum ini, bahwa detektor film dapat “menyimpan” dosis radiasi yang telah mengenainya secara akumulasi selama film belum diproses. Semakin banyak dosis radiasi yang telah mengenainya atau telah mengenai orang yang memakainya maka tingkat kehitaman film setelah diproses akan semakin pekat.

Holder film selain berfungsi sebagai tempat film ketika digunakan juga berfungsi sebagai penyaring (filter) energi radiasi. Dengan adanya beberapa jenis filter pada holder, maka dosimeter film badge ini dapat membedakan jenis dan energi radiasi yang telah mengenainya. Di pasar terdapat beberapa merk film maupun holder, tetapi BATAN selalu menggunakan film dengan merk Kodak buatan USA dan holder merk Chiyoda buatan Jepang. Hal ini dilakukan agar mempunyai standar atau kalibrasi pembacaan yang tetap.

Dalam penggunaan film badge, perlu diperhatikan dua hal yaitu batas saturasi tingkat kehitaman film dan masalah fading. Setelah mencapai nilai saturasinya penambahan dosis radiasi tidak mempengaruhi tingkat kehitaman film. Oleh karena itu, film badge harus sudah diproses sebelum dosis radiasi yang mengenainya mencapai nilai saturasi. Sedangkan masalah fading adalah peristiwa perubahan tingkat kehitaman film karena pengaruh temperatur dan kelembaban. Khusus di Indonesia yang memiliki temperatur dan kelembaban yang relatif sangat tinggi, masalah fading ini perlu diperhatikan.

Dosimeter film badge ini mempunyai sifat akumulasi yang lebih baik daripada dosimeter saku. Keuntungan lainnya film badge dapat membedakan jenis radiasi yang mengenainya dan mempunyai rentang pengukuran energi yang lebih besar daripada dosimeter saku. Selain itu, film yang telah diproses dapat digunakan untuk perhitungan yang lebih teliti serta dapat didokumentasikan. Kelemahannya, untuk mengetahui dosis yang telah mengenainya harus diproses secara khusus dan membutuhkan peralatan tambahan untuk membaca tingkat kehitaman film, yaitu densitometer.

~ Dosimeter Termoluminisensi (TLD)

Dosimeter ini sangat menyerupai dosimeter film badge, hanya detektor yang digunakan ini adalah kristal anorganik termoluminisensi, misalnya bahan LiF. Proses yang terjadi pada bahan ini bila dikenai radiasi adalah proses termoluminisensi. Senyawa lain yang sering digunakan untuk TLD adalah CaSO_4 .

Sebagaimana film badge, dosimeter ini digunakan selama jangka waktu tertentu, misalnya satu bulan, baru kemudian diproses untuk mengetahui jumlah dosis radiasi yang telah diterimanya. Pemrosesan dilakukan dengan memanaskan kristal TLD sampai temperatur tertentu, kemudian mendeteksi percikan-percikan cahaya yang dipancarkannya. Alat yang digunakan untuk memproses dosimeter ini adalah TLD reader.

Keunggulan TLD dibandingkan dengan film badge adalah terletak pada ketelitiannya. Selain itu, ukuran kristal TLD relatif lebih kecil dan setelah diproses kristal TLD tersebut dapat digunakan lagi.

Dari tiga jenis dosimeter yang telah dibahas di atas terlihat bahwa dosimeter saku merupakan dosimeter yang dapat dibaca langsung sedang film badge dan TLD memerlukan suatu proses sehingga hasil pengukurannya tidak dapat diketahui secara langsung. Pekerja radiasi yang bekerja di daerah radiasi tinggi dianjurkan untuk menggunakan dua jenis dosimeter yaitu dosimeter saku dan film badge atau TLD. Dosimeter saku digunakan untuk mengetahui dosis yang telah diterimanya secara langsung, misalnya setelah menyelesaikan suatu pekerjaan. Sedang film badge atau TLD digunakan untuk “mencatat” dosis yang telah diterimanya selama selang waktu yang lebih panjang, misalnya selama satu bulan.

BAB III
METODE PENELITIAN

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 JENIS PENELITIAN

Penelitian yang akan dilakukan ini bersifat observational dan termasuk jenis penelitian deskriptif.

3.2 LOKASI DAN WAKTU PENELITIAN

Penelitian ini akan dilakukan diruang D1 Instalasi Radiologi RSUD Dr. Soetomo Surabaya pada tanggal 15 April 2010.

3.3 BATASAN

1. Faktor Eksposi :

Faktor yang mempengaruhi dan menentukan kualitas dan kuantitas dari penyinaran radiasi sinar-X yang diperlukan dalam pembuatan gambar radiografi.

2. Control Table:

Meja tempat pengaturan besaran faktor eksposi dan faktor-faktor lain yang berkaitan dengan produksi sinar-X.

3. Tabung Sinar-X:

Tabung yang dapat menghasilkan sinar-X

4. Ruang D1 Instalasi Radiologi RSUD Dr. Soetomo Surabaya:

Ruang pembuatan X-foto thorax anak, skull dan vertebra.

Pesawat sinar-X yang digunakan diruangan D1 Instalasi Radiologi RSUD Dr. Soetomo adalah GE Medical Systems.

3.4 METODE PENGUMPULAN DATA

Alat dan Bahan

a. Pesawat sinar-X dengan kriteria sebagai berikut:

- 1) Merk Pesawat : GE Medical Systems
- 2) Model : GE Siloutte MS-18S N
- 3) Kapasitas : kV maksimal 150 kV
mAs maksimal 250 mAs

Kalibrasi terakhir pada tanggal 12 Juni 2007 dan berlaku sampai dengan 11 Juni 2008.

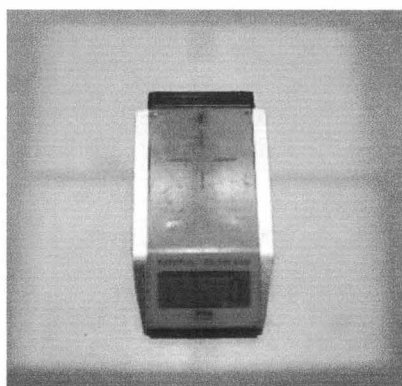
b. Alat tulis dan tabel pencatatan hasil keluaran tegangan tabung.

c. kV meter :

Merk : Unfors Instruments

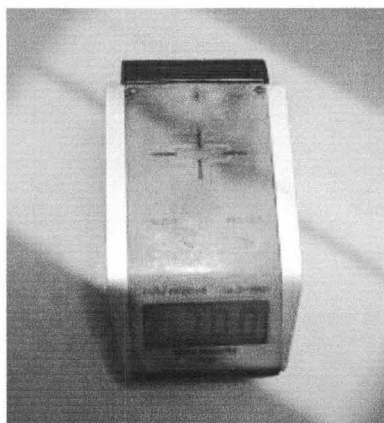
Model : Test-O-meter

Type : 9001



Gambar 3.1 kV meter Unfors Instruments 9001

- d. mAs meter :
- Merk : Unfors Instruments
- Model : Test-O-meter
- Type : 7001

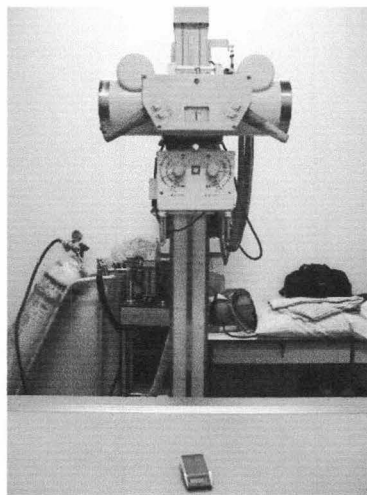


Gambar 3.2 mAs meter Unfors Instruments 7001

3.4.1 TATA CARA PENELITIAN

- **Pengukuran kV**
 - a) Menyiapkan pesawat sinar-X yang akan diuji (GE Siloutte MS-18S N)
 - b) Menghidupkan kV meter Unfors Instruments 9001 dengan menekan tombol "ON"
 - c) Meletakkan kV meter Unfors Instruments 9001 diatas meja pemeriksaan.
 - d) Mengatur pusat sinar tepat pada tanda + dan memastikan daerah pengukuran dari kV meter Unfors Instruments 9001 disinari secara penuh.
 - e) Mengatur jarak antara kV meter Unfors Istruments 9001 dengan fokus tabung sinar-X sebesar 90 cm.

- f) Mengatur kV dan mAs pada control table, misalnya kV 60 dan mAs 5,00. Kemudian dilakukan eksposi. Dimana masing-masing eksposi dilakukan 3 kali.
- g) Setelah kV meter Unfors Instruments 9001 diekspose, akan keluar tampilan pada layar besarnya kV yang dihasilkan.
- h) Kemudian hasil dari setiap output kV dicatat pada tabel yang disediakan.

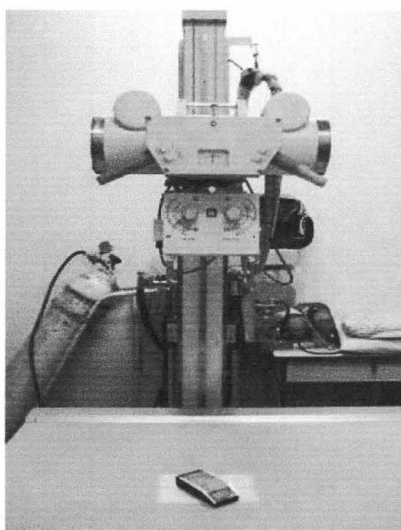


Gambar 3.3 Pengukuran kV

- **Pengukuran mAs.**

- a) Menyiapkan pesawat sinar-X yang akan diuji (GE Siloutte MS-18S N)
- b) Menghidupkan mAs meter Unfors Instruments 7001 dengan menekan tombol "ON"
- c) Meletakkan kV meter Unfors Instruments 9001 diatas meja pemeriksaan.
- d) Mengatur mAs yang akan diuji pada Unfors Instruments 7001 sesuai dengan jumlah mAs yang akan diukur. Misalnya, ingin menguji 4,00 mAs. Maka pada Unfors Instruments diatur 4,00.

- e) Mengatur pusat sinar tepat pada tanda + dan memastikan daerah pengukuran dari mAs meter Unfors Instruments 7001 disinari secara penuh.
- f) Mengatur jarak antara mAs meter Unfors Instruments 7001 dengan fokus tabung sinar-X sebesar 90 cm. Dimana masing-masing eksposi dilakukan 3 kali.
- g) Mengatur kV dan mAs pada control table, misalnya kV 60 dan mAs 4,00. Kemudian dilakukan eksposi.
- h) Setelah mAs meter Unfors Instruments 7001 diekspose, akan keluar tampilan pada layar besarnya kV yang dihasilkan.
- i) Kemudian hasil dari setiap output mAs dicatat pada tabel yang disediakan



Gambar 3.4 Pengukuran mAs

3.4.2 TABEL PENELITIAN

I. Tabel Pengukuran kV

No	kV pada control table	mAs pada control table	Hasil Output kV		
			I	II	III
1.	60	5,00			
2.	70	5,00			
3.	80	5,00			
4.	90	5,00			
5.	100	5,00			

II. Tabel Pengukuran mAs

No	kV pada control table	mAs pada control table	Hasil Output mAs		
			I	II	III
1.	60	4,00			
2.	60	5,00			
3.	60	6,25			
4.	60	8,00			
5.	60	10,00			

3.5 PENGOLAHAN DAN ANALISA DATA

1. Menghitung Nilai kV dan mAs Rata-rata

Setelah dilakukan ekspose 3 kali kemudian dicatat dalam tabel yang telah dibuat. Dari ketiga hasil keluaran tabung tersebut kemudian dirata-

rata untuk mendapatkan nilai keluaran kV dan mAs yang tepat atau Mean.

Rumus statistik mencari Mean:

$$\text{Mean kV} = \frac{\sum (kV1+kV2+kV3)}{3}$$

$$\text{Mean mAs} = \frac{\sum (mAs1+mAs2+mAs3)}{3}$$

setelah diketahui nilai Mean dari kV dan mAs maka diketahui pula nilai keluaran yang sebenarnya.

2. Mencari Nilai Selisih

- Selisih kV = kV pada control table – kV yang keluar dari tabung sinar-X
- Selisih mAs = mAs pada control table – mAs yang keluar dari tabung sinar-X

3. Analisa Prosentase Selisih kV dan mAs

Kemudian menganalisa hasil perolehan nilai prosentase penurunan atau kenaikan berdasarkan batas toleransi menurut Jeffrey Papp untuk kV yaitu $\pm 5\%$ dan untuk mAs $\pm 10\%$

BAB IV
HASIL PENELITIAN DAN
PEMBAHASAN

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengukuran kV Pada Pesawat Sinar-X diruang D1 Instalasi

Radiologi RSUD Dr.Soetomo Surabaya.

Dari penelitian yang telah dilakukan pada pesawat sinar-X diruangan D1 Instalasi Radiologi RSUD Dr.Soetomo Surabaya, menunjukkan hasil sebagai berikut:

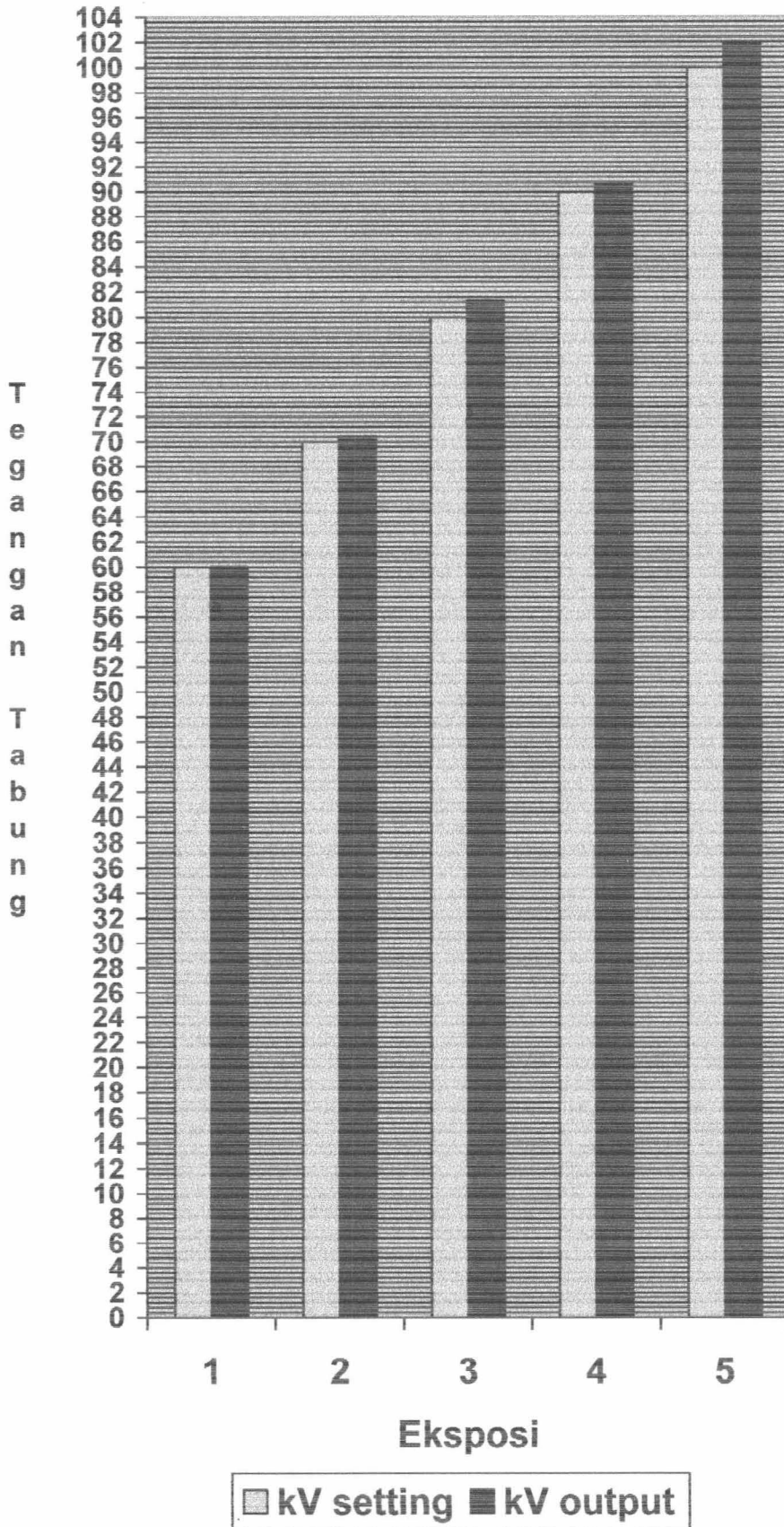
Tabel 4.1. Tabel Hasil Pengukuran kV Pesawat sinar-X diruang D1 Instalasi

Radiologi RSUD Dr.Soetomo Surabaya menggunakan kV meter

No	kV pada control table (X)	mAs pada control table	Hasil output kV			kV rata-rata (Y)	Selisih (X-Y)	Prosentase %	Kesalahan maksimal yang diijinkan
			I	II	III				
1	60	5,00	60,6	59,6	59,9	60,03	0,03	0,05	±5%
2	70	5,00	69,8	70,4	71,2	70,47	0,47	0,67	
3	80	5,00	81,7	81,0	81,3	81,33	1,33	1,66	
4	90	5,00	91,3	91,0	89,9	90,73	0,73	0,81	
5	100	5,00	101,0	102,1	102,8	101,97	1,97	1,97	

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat kita lihat bahwa pada setiap kV yang diatur pada control table terdapat perbedaan dengan kV yang keluar dari tabung sinar-X. Ketidaksesuaian terjadi karena ada penurunan dan peningkatan keluaran kV pada setiap tegangan yang diatur pada control table. Untuk lebih menunjukkan perbedaan antara kV yang diatur dengan keluaran kV, penulis menggambarkan dalam bentuk grafik sebagai berikut:

Grafik Perbandingan kV Setting dengan kV Output



Dari Tabel 4.1 dapat dilihat nilai prosentase dari masing-masing kV yang diuji. Dengan melihat nilai prosentase dari masing-masing kV maka dapat disimpulkan bahwa prosentase keluaran kV pada pesawat sinar-X diruangan D1 masih dalam batas toleransi yang diijinkan yaitu $\pm 5\%$ (Papp, 2006).

Berdasarkan pengujian di atas, ketidaksesuaian antara keluaran kV pada tabung sinar-X dengan kV yang diatur pada control table bisa disebabkan karena beberapa faktor, diantaranya: adanya fluktuasi dari tegangan sumber PLN, keausan alat elektronik pada pesawat karena umur pesawat sinar-X dan pemakaian yang terlalu lama yang berakibat ketidakstabilan dari tegangan tabung, arus tabung dan filament pemanas. Oleh karena itu agar diperoleh hasil keluaran kV pada tabung sinar-X yang sesuai dengan pengaturan kV pada control table maka pesawat sinar-X pada ruangan D1 Instalasi Radiologi RSUD Dr. Soetomo Surabaya harus dilakukan kalibrasi.

4.2 Hasil Pengukuran mAs Pada Pesawat Sinar-X diruang D1 Instalasi

Radiologi RSUD Dr. Soetomo.

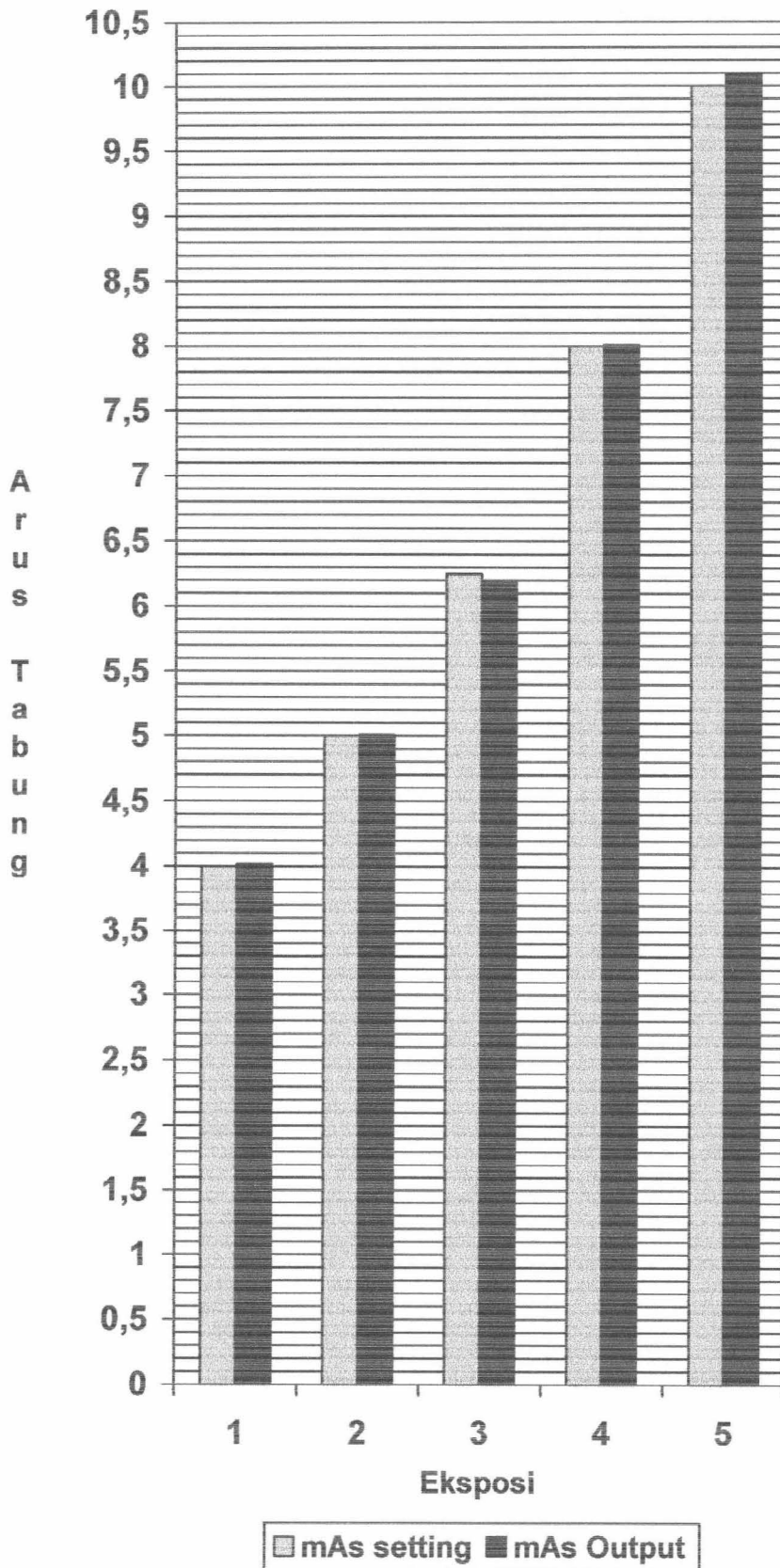
Dari penelitian yang telah dilakukan pada pesawat sinar-X diruangan D1 Instalasi Radiologi RSUD Dr. Soetomo Surabaya, menunjukkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4.2. Tabel Hasil Pengukuran mAs Pesawat sinar-X diruang D1**Instalasi Radiologi RSUD Dr.Soetomo Surabaya menggunakan mAs meter**

No	kV pada control table (X)	mAs pada control table	Hasil output mAs			mAs rata-rata (Y)	Selisih (X-Y)	Prosentase %	Kesalahan maksimal yang diijinkan
			I	II	III				
1	60	4,00	4,00	4,03	4,03	4,02	0,02	0,5	±10%
2	60	5,00	5,00	5,02	5,02	5,01	0,01	0,2	
3	60	6,25	6,25	6,17	6,17	6,20	0,05	0,8	
4	60	8,00	8,00	8,02	8,00	8,01	0,01	0,12	
5	60	10,0	10,0	10,0	10,3	10,1	0,1	1	

Berdasarkan Tabel 4.2 dapat kita lihat bahwa pada setiap mAs yang diatur pada control table terdapat perbedaan dengan mAs yang keluar dari tabung sinar-X. Ketidaksesuaian terjadi karena ada penurunan dan peningkatan keluaran mAs pada setiap tegangan yang diatur pada control table. Untuk lebih menunjukkan perbedaan antara mAs yang diatur dengan keluaran mAs, penulis menggambarkan dalam bentuk grafik sebagai berikut:

Grafik Perbandingan mAs Setting dengan mAs Output



Dari Tabel 4.2 dapat dilihat nilai prosentase dari masing-masing mAs yang diuji. Dengan melihat nilai prosentase dari masing-masing mAs maka dapat disimpulkan bahwa prosentase keluaran mAs pada pesawat sinar-X diruangan D1 masih dalam batas toleransi yang diijinkan yaitu $\pm 10\%$ (Papp, 2006).

Sama halnya dengan ketidaksesuaian kV yang diatur dengan kV yang keluar dari tabung sinar-X, ketidaksesuaian mAs pada control table dengan tabung sinar-X disebabkan karena: adanya fluktuasi dari tegangan sumber PLN, keausan alat elektronik pada pesawat karena umur pesawat sinar-X dan pemakaian yang terlalu lama yang berakibat ketidakstabilan dari tegangan tabung, arus tabung dan filament pemanas. Oleh karena itu agar diperoleh hasil keluaran mAs pada tabung sinar-X yang sesuai dengan pengaturan mAs pada control table maka pesawat sinar-X pada ruangan D1 harus dilakukan kalibrasi.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

- a) Pada pesawat sinar-X diruang D1 Instalasi Radiologi RSUD Dr.Soetomo Surabaya terdapat perbedaan faktor eksposi antara yang tertera pada control table dengan yang dihasilkan dari tabung sinar-X, tapi perbedaan tersebut tidak terlalu jauh dan masih dalam batas toleransi yang diijinkan. Untuk kV $\pm 5\%$ dan untuk mAs $\pm 10\%$.
- b) Pesawat sinar-X diruang D1 Instalasi Radiologi RSUD Dr.Soetomo masih layak untuk digunakan, karena perbedaan faktor eksposi antara yang tertera pada control table dengan yang keluar dari tabung sinar-X masih dalam batas toleransi yang diijinkan.
- c) Ketidakesesuaian pada pesawat sinar-X diruang D1 Instalasi Radiologi RSUD Dr.Soetomo Surabaya dikarenakan beban pesawat yang cukup berat.
- d) Pada pesawat sinar-X diruang D1 Instalasi Radiologi RSUD Dr.Soetomo Surabaya semakin besar faktor eksposi yang digunakan, maka semakin besar pula penyimpangan yang terjadi.

5.2 SARAN

- a) Karena nilai keluaran faktor eksposi tabung sinar-X pesawat sinar-X diruangan D1 Instalasi Radiologi RSUD Dr.Soetomo Surabaya sudah tidak sesuai dengan faktor eksposi yang diatur pada control table meskipun

masih dalam batas toleransi yang diijinkan, tetapi pesawat sinar-X seharusnya rutin dikalibrasi minimal satu tahun sekali (Lloyd, 2001).

- b) Seharusnya dilakukan pengukuran kV dan mAs pada pesawat sinar-X yang ada diruangan lain Instalasi Radiologi RSUD Dr.Soetomo Surabaya.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Bushong, C. S., 2001, *Radiologic Science for technologist Physics, Biology and Protection*, 7th Edition, CV. Mosby Company, Washington DC.
- Carlton, Richard R. and Adler, Arlene.M. 2001, *Principle of Radiographic Imaging: An Art and Science*, 3th Edition, Thomson Learning, USA.
- Down, Steven B. and Bettye G. Wilson. 1995. *Encyclopedia of Radiographic Positioning*. Volume 1. Alabama: University of Alabama.
- Gray, J.E., ad all., 1983, *Quality Control in Diagnostic Imaging*, Gaithersburg, Maryland.
- Lloyd, Peter J, 2001, *Quality Assurance Workbook for Radiographers & Radiological Technologist*,. World Healt Organization, Ganeva.
- Narbuko, cholid dan H. Abu Achmadi. 2002. *Metodologi Penelitian*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Papp, Jeffrey, 2006, *Quality Management In The Imaging Sciences*, 3th, Mosby Inc, Philadelphia.
- Rasad, Sjahrial, Sukonto Kartoleksono, dan Iwan Ekayuda. 1999. *Radiologi Diagnostik*. Jakarta: Balai Penerbit FKUI.
- Sparwls, PJr, Ph.D, F.A.CR, 1987. *Phisical Of Medical Imaging Emory*, University School of Medicine, Atlanta.
- Totorici, Marianne, 1992. *Cocept In Medical Radiographic Imaging: Circurtry Exposure & Quality Control*, W.B. Saunders Company, Philadelphia Pennsylvania.

Wilks, R. J., 1987, *Principles Of Radiological Physics*, 2nd Edition, Churchill
Livingstone, Edinburg.

(www.jacmp.org/index.php/jacmp/article/viewpdfinterstitid/229/940).