

**PENGARUH RADIASI HAMBUR TERHADAP KONTRAS RADIOGRAFI
AKIBAT VARIASI KETEBALAN OBYEK DAN LUAS LAPANGAN
PENYINARAN**



OLEH :

MUHAMMAD SYARIF BODDY

H211 10604

**KONSENTRASI FISIKA MEDIK, JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2013**

INTISARI

Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh radiasi hambur terhadap kontras radiografi akibat variasi ketebalan obyek dan luas lapangan penyinaran dengan tujuan untuk menganalisis hubungan antara efek radiasi hambur terhadap perubahan densitas dan kontras radiografi yang diakibatkan oleh ketebalan obyek dan perubahan luas lapangan penyinaran serta mengukur densitas film.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa rata-rata nilai densitas yang paling tinggi adalah pada luas lapangan yang kecil yaitu 15 cm x 15 cm sebab semakin kecil luas lapangan penyinaran, semakin sedikit radiasi hambur yang ditimbulkan sehingga dapat meningkatkan densitas radiografi dan penurunan terhadap kontras radiografi.

Kata Kunci : Radiasi Hambur, Densitas, Kontras, Ketebalan obyek, Luas Lapangan Penyinaran.

ABSTRACT

A study on the effects of scattered radiation to radiographic contrast due to wide variations in the thickness of the object and the radiation field in order to analyze the relationship between the effects of scattered radiation to radiographic contrast and density changes caused by the thickness of the object and the vast changes in the field of radiation and measuring the film density.

The results of this study showed that the average value of the highest densities in the broad field that is smaller: 15 cm x 15 cm for the smaller wide field radiation, the less radiation scattering caused thereby increasing density and decreasing the contrast radiography radiography.

Keywords: Radiation scattering, density, contrast, object thickness, Area Irradiation field.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sesuai dengan waktu yang telah direncanakan. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW beserta seluruh keluarga dan sahabatnya yang selalu membantu perjuangan beliau dalam menegakkan dinullah di muka bumi ini.

Penyusunan skripsi ini adalah salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana di Jurusan Konsentrasi Fisika Medik, Program Studi Fisika, FMIPA Universitas Hasanuddin. Dalam penulisan skripsi ini, tentunya banyak pihak yang telah memberikan bantuan baik moril maupun materil, untuk itu saya ucapkan terima kasih khususnya keluarga penulis. Penulis juga ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tiada hingganya kepada :

1. Bapak Dr. Dahlang Tahir, M.Si dan Bapak Dr. Paulus Lobo Gareso, M.Sc selaku pembimbing dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Prof. Dr. H. Halmar Halide, M.Sc, selaku ketua jurusan fisika.
3. Ibu Sri Dewi Astuty Ilyas, S.Si, M.Si, Ibu Dra. Hj. Bidayatul Arminah, MT, dan Bapak Dr. Tasrief Surungan, selaku dosen dan penguji skripsi.
4. Bapak dan ibu dosen serta seluruh staf akademik jurusan fisika.
5. Rekan-rekan fisika medik angkatan V 2010.
6. Sdr. Mulyadin, S.Si dan sdr. Muh. Qadri, SKM. Serta Seluruh staf BPFK Makassar.
7. Rekan-rekan kerja di RSUD H. Padjonga Dg. Nagalle Takalar.

8. Terkhusus kepada kedua orangtua, mertua dan istri serta anak tercinta (Lisa & Rifa'i) yang telah memberikan dukungan dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, maka saran dan kritik yang konstruktif dari semua pihak sangat diharapkan demi penyempurnaan selanjutnya. Akhirnya hanya kepada Allah SWT kita kembalikan semua urusan dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, khususnya bagi penulis dan para pembaca pada umumnya, semoga Allah SWT meridhoi dan dicatat sebagai ibadah disisi-Nya, amin.

Makassar, Pebruari 2013

Penulis,

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PERSETUJUAN.....	i
INTISARI	ii
<i>ABSTRACT</i>	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Ruang Lingkup	2
I.3. Tujuan Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
II.1. Radiofisika	4
II.1.1. Sinar – X	4
II.1.2. Sifat – sifat sinar – X	4
II.1.3. Proses terjadinya sinar – X	6
Sinar-X Bremsstrahlung.....	7
Sinar-X Karakteristik.....	8
II.2. Hamburan (Scatter)	9
II.3. Faktor – faktor yang mempengaruhi radiasi hambur.....	11
II. 3.1. Tegangan tabung (KV)	11

II.3.2. Milli Ampere (mA)	11
II.3.3. Ketebalan / volume obyek	12
II.3.4. Luas lapangan berkas sinar – X	12
II.4. Kualitas Radiografi	13
II.4.1 Densitas	14
II.4.2 Kontras Radiografi.....	15
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
III.1. Waktu dan Tempat Penelitian	16
III.2. Alat dan Bahan	16
III.3. Prosedur Penelitian	17
III.4. Alur Penelitian	18
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
IV.1. Hasil.....	19
IV.1.1. Nilai Densitas Radiografi.....	19
IV.1.2. Nilai Kontras Radiografi	23
IV.2. Pembahasan.....	26
IV.2.1. Grafik Densitas Film Radiografi.....	26
IV.4. Kontras Radiografi	29
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
V.1. Kesimpulan	31
V.2. Saran-Saran	31
 DAFTAR PUSTAKA	
 LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Gambar II.1. Tabung Roentgen	7
2. Gambar II.2. Sinar-X Bremsstrahlung.....	8
3. Gambar II.3. Sinar-X Karakteristik.....	9
4. Gambar II.4. Ilustrasi sinar – X yang melewati obyek terdiri dari radiasi primer dan radiasi hambur	10
5. Gambar II.5. Peningkatan radiasi hambur akibat penambahan luas lapangan penyinaran	13
6. Gambar II.6. Ilustrasi pengukuran densitas radiografi.....	14
7. Gambar IV.1. Grafik densitas radiografi dan logaritma eksposi	24
8. Gambar IV.2. Grafik densitas radiografi ketebalan obyek yang sama 5 cm dengan luas yang berbeda	26
9. Gambar IV.3. Grafik densitas radiografi ketebalan obyek yang sama 10 cm dengan luas yang berbeda	26
10. Gambar IV.4. Grafik densitas radiografi ketebalan obyek yang sama 15 cm dengan luas yang berbeda	27
11. Gambar IV.5. Grafik densitas radiografi ketebalan obyek yang sama 20 cm dengan luas yang berbeda	27
12. Gambar IV.6. Grafik densitas radiografi pada obyek.....	29

DAFTAR TABEL

Halaman

1. Tabel IV.1. Densitas rata-rata dari stepwedge dan obyek dengan tebal 5 cm dan luas lapangan penyinaran bervariasi	19
2. Tabel IV.2. Densitas rata-rata dari stepwedge dan obyek dengan tebal 10 cm dan luas lapangan penyinaran bervariasi	20
3. Tabel IV.3. Densitas rata-rata dari stepwedge dan obyek dengan tebal 15 cm dan luas lapangan penyinaran bervariasi	21
4. Tabel IV.4. Densitas rata-rata dari stepwedge dan obyek dengan tebal 20 cm dan luas lapangan penyinaran bervariasi	22
5. Tabel IV.5. Kontras rata-rata	25
6. Tabel IV.6. Kontras maksimum	25
7. Tabel IV.7. Perbandingan nilai densitas pada obyek	28

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penggunaan radiasi pengion, termasuk sinar – X pada bidang kedokteran baik untuk terapi maupun diagnostik sudah umum dilakukan, Penggunaan sinar – X ini selalu bermanfaat bagi perkembangan dunia kedokteran, perlu juga diwaspadai bahaya yang ditimbulkan khususnya yang ditimbulkan oleh paparan radiasi hambur. Selain radiasi hambur tidak memberikan informasi yang berguna, juga mengurangi kualitas citra radiograf serta dapat merusak sel pada sistem tubuh manusia.

Tidak semua foton diserap atau diteruskan oleh pasien. Banyak yang dihamburkan sehingga beberapa foton mula-mula digantikan oleh yang lain yang berjalan dalam arah berbeda-beda dengan tenaga dan daya tembus yang berkurang. Perlemahan terjadi akibat adanya absorpsi dan hamburan. Radiasi sinar – X yang melewati suatu obyek/ jaringan terdiri atas radiasi primer dan radiasi hambur. Radiasi primer adalah radiasi yang berjalan dari tabung sinar – X, kemudian melalui pasien dengan tidak mengalami perubahan arah namun jumlahnya berkurang. Radiasi hambur adalah radiasi yang keluar dari obyek, dan tidak searah dengan sinar primernya. Faktor yang mempengaruhi jumlah radiasi hambur tergantung dari energi sinar-X/kilovoltage (KV), ketebalan (volume) obyek, nomor atom obyek dan luas lapangan berkas sinar – X.

Pemeriksaan radiografi terhadap organ – organ tubuh yang memiliki ketebalan dan nomor atom yang tinggi akan memerlukan energi sinar-X yang tinggi

pula, sehingga radiasi yang dihamburkan juga tinggi. Kenaikan tegangan dan arus tabung serta penambahan luas lapangan penyinaran dapat menimbulkan bertambahnya jumlah radiasi hambur yang sampai ke film, sehingga mengakibatkan penurunan kontras radiografi.

Hal ini mempengaruhi kontras citra radiograf, karena kontras radiografi berbanding terbalik dengan radiasi hambur. Efek radiasi hambur yang tidak berpola ini adalah mengurangi kontras radiograf. Untuk mencegah radiasi hambur mencapai film dan menaikkan kontras citra radiograf digunakan grid, dan melakukan teknik penyinaran air gap.

1.2. Ruang Lingkup

Penelitian ini menunjukkan bahwa dengan adanya efek radiasi hambur yang diakibatkan oleh ketebalan obyek dan luas lapangan penyinaran dapat mempengaruhi densitas film Rontgen, dan mengakibatkan penurunan kontras radiografi.

Penelitian ini bersifat pengamatan terhadap kontras radiografi, menggunakan phantom air dengan memvariasikan ketebalan obyek yaitu 5 cm, 10 cm, 15 cm dan 20 cm, serta dengan merubah luas lapangan penyinaran yaitu 15 cm x 15 cm, 20 cm x 20 cm dan 30 cm x 30 cm. Faktor eksposi yang digunakan yaitu 50 kV, 100 mA dan 0,1 s. serta FFD 90 cm. Kemudian dilakukan penyinaran dengan menggunakan sinar-X.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengukur Densitas film.
2. Menganalisis hubungan antara efek radiasi hambur terhadap perubahan densitas dan kontras radiografi yang diakibatkan oleh ketebalan obyek dan perubahan luas lapangan penyinaran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Radiofisika

II.1.1. Sinar-X

Sinar-X adalah pancaran gelombang elektromagnetik yang sejenis dengan gelombang radio, panas, cahaya, dan sinar ultraviolet, tetapi dengan panjang gelombang yang sangat pendek. Sinar-X bersifat heterogen, panjang gelombangnya bervariasi dan tidak terlihat. Perbedaan antara sinar-X dengan sinar elektromagnetik lainnya terletak pada panjang gelombang, dimana panjang gelombang sinar-X sangat pendek yaitu hanya 1/10.000 panjang gelombang cahaya tampak. Karena panjang gelombang yang pendek itu maka sinar-X dapat menembus benda-benda. Panjang gelombang sinar elektromagnetik dinyatakan dalam satuan Angstrom $1 \text{ \AA} = 10^{-8} \text{ cm}$ (1/100.000.000 cm). Sinar-X mempunyai energi antara 40 KeV sampai 100KeV dan mempunyai daya tembus yang tinggi (Kaplan, 1964).

II.1.2. Sifat – Sifat Sinar-X

Sinar-X mempunyai beberapa sifat fisik, yaitu : daya tembus, pertebaran (hamburan), penyerapan (absorpsi), efek fotografi, pendar fluor (fluoresensi), ionisasi, dan efek biologic (Van Der Plaats,1971).

Adapun penjelasan dari setiap sifat fisis tersebut antara lain :

1. Daya tembus

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

2. Pertebaran (Hamburan)

Apabila berkas sinar-X melalui suatu bahan atau suatu zat, maka berkas tersebut akan bertebaran ke segala jurusan, menimbulkan radiasi sekunder (radiasi hambur) pada bahan / zat yang dilaluinya. Hal ini akan mengakibatkan terjadinya gambar radiograf dan pada film akan tampak pengaburan kelabu secara menyeluruh.

3. Penyerapan (Absorpsi)

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

4. Efek Fotografi

Sinar-X dapat menghitamkan emulsi film (emulsi perak-bromida) setelah diproses secara kimiawi (dibangkitkan) di kamar gelap.

5. Pendar Fluor (Fluoresensi)

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

6. Ionisasi

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

7. Efek Biologik

Sinar-X akan menimbulkan perubahan-perubahan biologik pada jaringan. Efek biologik ini dipergunakan dalam pengobatan radioterapi.

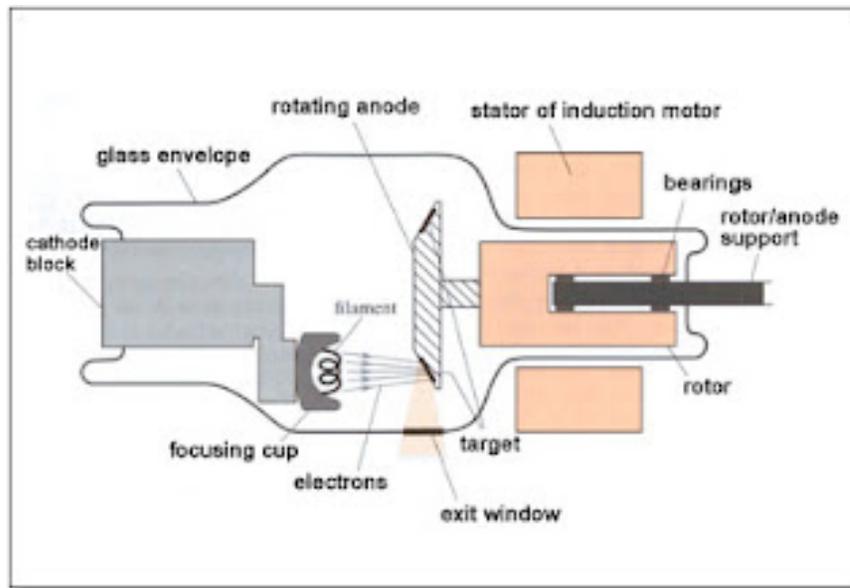
II.1.3. Proses Terjadinya Sinar-X

Sinar – X dibentuk ketika elektron – elektron bebas melepaskan sebagian energinya ketika berinteraksi dengan elektron yang mengorbit atau inti atom. Energi yang dilepaskan oleh elektron ini adalah foton sinar – X.

Kawat filamen yang dipanaskan oleh trafo filamen akan membangkitkan awan – awan elektron, awan elektron itulah yang akan berlari menumbuk target ketika diberikan beda potensial yang tinggi. Ketika awan elektron menumbuk target bangkitlah energi panas sebesar 99% dan sinar- X 1%.

Syarat terjadinya Sinar – X adalah sebagai berikut :

- Ruang yang Vacuum (hampa udara)
- Beda potensial yang tinggi
- Sumber elektron
- Target tumbukan, dan
- Focusing cup

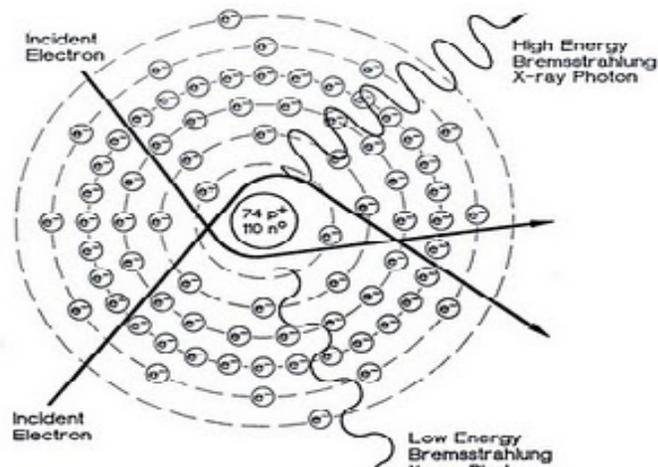


Gambar II.1 Tabung Roentgen(Van Der Plaats,1971).

Ada dua tipe kejadian yang terjadi di dalam proses menghasilkan foton sinar-X yaitu, sinar-X Bremsstrahlung dan sinar-X Karakteristik. Dimana interaksi itu terjadi saat elektron proyektil menumbuk target (Carlton, 1992 :165).

Sinar – X Bremsstrahlung

Sinar-X Bremsstrahlung terjadi ketika elektron dengan energi kinetik yang terjadi berinteraksi dengan medan energi pada inti atom. Karena inti atom ini mempunyai energi positif dan elektron mempunyai energi negatif, maka terjadi hubungan tarik-menarik antara inti atom dengan elektron.

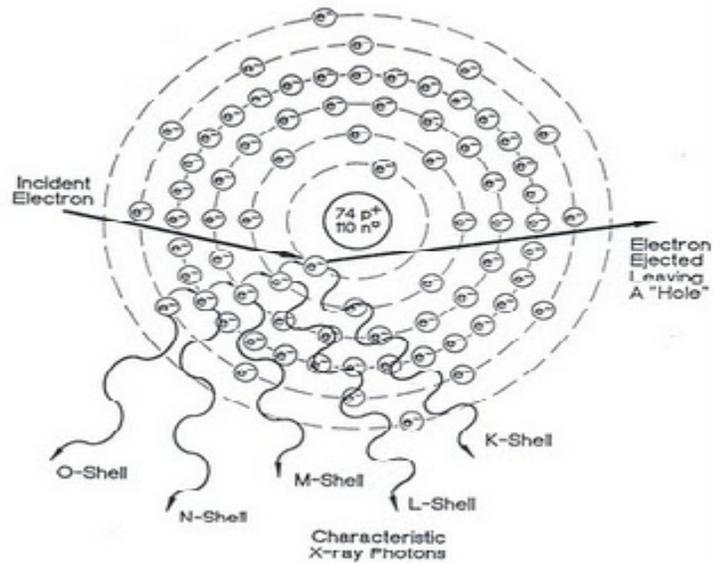


Gambar II.2. Sinar-X Bremsstrahlung

Ketika elektron ini cukup dekat dengan inti atom dan inti atom mempunyai medan energi yang cukup besar untuk ditembus oleh elektron proyektil, maka medan energi pada inti atom ini akan melambatkan gerak dari elektron proyektil. Melambatnya gerak dari elektron proyektil ini akan mengakibatkan elektron proyektil kehilangan energi dan berubah arah. Energi yang hilang dari elektron proyektil ini dikenal dengan foton sinar – X bremsstrahlung.

Sinar-X Karakteristik

Sinar-X karakteristik terjadi ketika elektron proyektil dengan energi kinetik yang tinggi berinteraksi dengan elektron dari tiap-tiap kulit atom. Elektron proyektil ini harus mempunyai energi kinetik yang cukup tinggi untuk melepaskan elektron pada kulit atom tertentu dari orbitnya. Saat elektron dari kulit atom ini terlepas dari orbitnya maka akan terjadi transisi dari orbit luar ke orbit yang lebih dalam.



Gambar II.3. Sinar-X Karakteristik

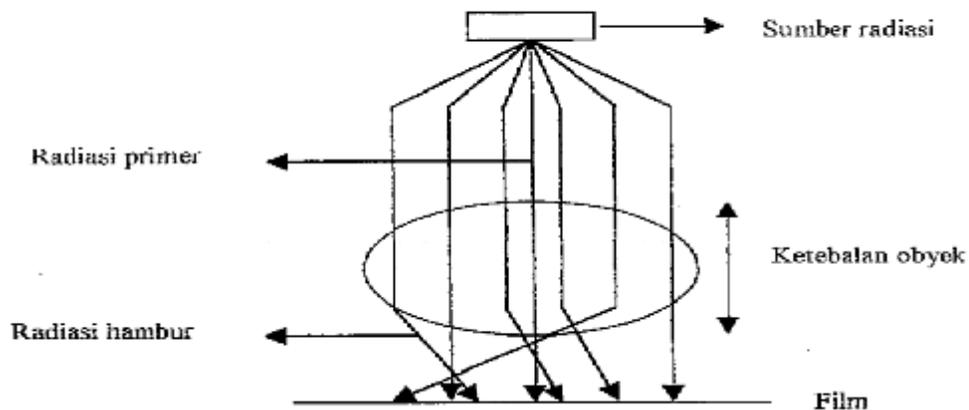
Energi yang dilepaskan saat terjadi transisi ini dikenal dengan foton sinar-X karakteristik. Energi foton sinar-X karakteristik ini bergantung pada besarnya energi elektron proyektil yang digunakan untuk melepaskan elektron dari kulit atom tertentu dan bergantung pada selisih energi ikat dari elektron transisi dengan energi ikat elektron yang terlepas tersebut.

II.2. Hamburan (Scatter)

Suatu partikel bila dikenai oleh radiasi, akan menjadi titik awal dari radiasi baru yang dipancarkan ke segenap penjuru. Hal ini juga berlaku terhadap radiasi sinar-X, apabila sinar-X mengenai suatu bahan/obyek sebagian radiasi primer akan ditahan oleh penyerapan (absorpsi) dan sebagian lagi akan dihamburkan. Radiasi hambur (scatter radiation) adalah sebagian radiasi yang mebias/menyimpang dari radiasi sumber dan sebagian radiasi yang berubah karena energy radiasi yang di

transfer yang pada akhirnya radiasi tersebut akan kehilangan energy dan panjang gelombangnya menjadi lebih panjang dari radiasi primer (Van der Plaats, 1971).

Proses hamburan ditemukan oleh Compton tahun 1922 sebagai efek Compton (Compton Effect) yang dikenal dengan hamburan Compton (Compton Scatter). Dalam radiografi tidak semua foton diserap atau diteruskan oleh obyek/pasien, tetapi sebagian dihamburkan. Hal ini menyebabkan beberapa foton mula-mula digantikan oleh foton yang lain dengan jalan dan arah berbeda serta daya tembusnya berkurang. Foton hambur mempunyai energy yang lebih kecil dari foton primer. Meskipun radiasi hambur bergerak ke segala arah akan tetapi paling sedikit setengahnya bergerak menuju film dengan arah yang sama dengan berkas sinar primer.



Gambar II.4. Ilustrasi sinar-X yang melewati obyek terdiri dari radiasi primer dan radiasi hambur (Van Der Plaats,1971)

II.3. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Radiasi Hambur

Hamburan sinar-X hasil interaksi dengan bahan mempunyai energi rata-rata yang lebih kecil dari energy foton primer, sehingga daya tembusnya akan lebih kecil namun demikian radiasi hambur banyak bergerak ke segala arah dan sebagian ada yang sampai ke film radiograf dengan arah yang sama atau berlainan arah dengan radiasi primer. Faktor yang mempengaruhi jumlah radiasi hambur adalah tegangan tabung (kV), arus tabung (mA), ketebalan/volume obyek dan luas lapangan berkas sinar-X.

II.3.1. Tegangan Tabung (kV)

Kilovoltage merupakan satuan tegangan yaitu beda potensial yang diberikan antara katoda dan anoda di dalam tabung rontgen. kV ini merupakan intensitas sinar-X yang keluar dari tabung menuju ke film yang sangat berpengaruh terhadap kontras radiogarfi dari suatu struktur anatomi organ yang diperiksa. Oleh karena itu kV dipilih sesuai kontras yang diinginkan. Jika kV dinaikkan maka intensitas sinar-X juga meningkat dan kontras berkurang, jika kV dikurangi maka intensitas sinar-X juga berkurang dan intensitas meningkat (Chesney 1989).

II.3.2. Milli Ampere (mA)

Milli Ampere merupakan satuan arus tabung yang menentukan jumlah electron yang dipancarkan dari tabung sinar-X. Penambahan mA memperbesar jumlah electron yang tertumbuk ke anoda sehingga sinar-X yang dihasilkan semakin

banyak. Milli Ampere mempengaruhi densitas pada film, jadi penggunaan milli Ampere disesuaikan dengan nilai densitas yang diinginkan.

II.3.3. Ketebalan / Volume Obyek

Semakin tebal / besar volume jaringan tubuh yang disinari, semakin besar pula energy foton yang dihasilkan. Pada penyinaran sinar-X, dengan panjang gelombang tertentu, radiasi yang terjadi akan mengalami attenuasi sebesar 50% untuk setiap kedalaman lapisan 1 cm. Penyerapan sinar-X tergantung dari koefisien serapan, yang dipengaruhi oleh ketebalan atau kerapatan benda tersebut. Penyerapan sinar-X dapat dinyatakan dengan fungsi eksponensial sebagai berikut:

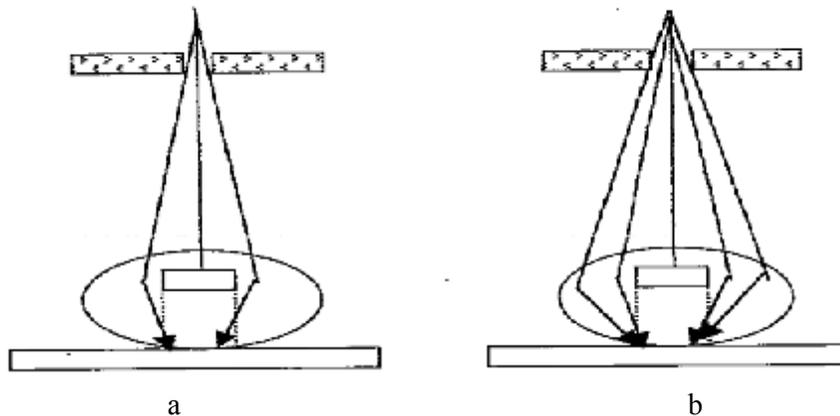
$$I_1 = I_0 e^{-\mu d} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dengan I_1 adalah intensitas radiasi setelah melalui obyek, I_0 adalah intensitas radiasi mula-mula, μ adalah koefisien attenuasi obyek, d adalah tebal obyek, e adalah dasar logaritma bilangan alam.

II.3.4. Luas Lapangan Berkas Sinar-X

Semakin luas ukuran berkas sinar-X yang digunakan, semakin besar jumlah radiasi foton yang dihamburkan. Hal ini disebabkan semakin banyaknya radiasi primer yang dipancarkan sesuai dengan luas lapangan yang digunakan. Luas lapangan yang semakin kecil akan memperkecil jumlah radiasi yang dihasilkan begitu pula sebaliknya. Cara yang paling efektif untuk menekan radiasi hambur akibat ukuran luas lapangan ini adalah dengan mengatur kolimitor atau dengan menggunakan konus. Dengan pengaturan kolimitor atau penggunaan konus yang

sesuai, diharapkan dapat menurunkan radiasi hambur dan meningkatkan nilai kontras radiograf (Meredith *dkk*, 1997).



Gambar II.5. Peningkatan radiasi hambur akibat penambahan luas lapangan penyinaran. Gambar (a) Luas lapangan penyinaran yang kecil dan (b) Luas lapangan penyinaran yang besar

II.4. Kualitas Radiografi

Kualitas atau mutu gambaran radiografi ditentukan oleh nilai kontras radiografi. Adapun nilai kontras radiografi dapat di ukur dengan perolehan nilai densitasnya, melalui pengukuran film radiografi tersebut dengan menggunakan densitometer. Menurut RR Carlton (1992). Kualitas radiografi adalah kemampuan suatu pencitraan radiografi untuk memberikan informasi yang baik guna menegakkan diagnosa. Kualitas radiografi antara lain ditentukan oleh densitas dan kontras radiografi.

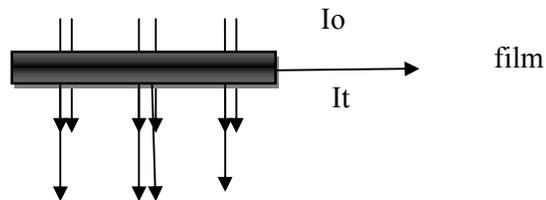
II.4.1. Densitas

Densitas adalah kerapatan, akan tetapi pada radiografi sering dihubungkan dengan derajat kehitaman film. Densitas merupakan parameter radiografi yang mudah di nilai. Densitas yang baik adalah yang mampu menggambarkan struktur anatomi yang dapat dilihat oleh mata. Mata manusia hanya mampu melihat densitas dalam rentang 0,25 – 2,5 (RR. Charlton, 1992). Densitas menentukan kesempurnaan bayangan pada film dan sebagai indikasi cukupnya intensitas sinar-X yang menembus obyek, jika intensitas sinar-X besar maka densitas akan tinggi (high dencity) dan pada film akan berwarna hitam, sedangkan untuk intensitas sinar-X yang kecil maka densitas akan rendah (low dencity). Densitas suatu radiografi didefenisikan sebagai nisbah logaritma antara intensitas cahaya sebelum mengenai film dengan intensitas sesudah mengenai film. Secara matematis ditunjukkan persamaan sebagai berikut :

$$D = \log \frac{I_0}{I_t} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dengan mensubtitusi persamaan (2.1) ke persamaan (2.2) maka di peroleh :

$$D = \log e^{-\mu d} \dots\dots\dots(2.3)$$



Gambar II.6. Ilustrasi pengukuran densitas radiografi

II.4.2. Kontras Radiografi

Kontras radiografi adalah perbedaan derajat kehitaman pada film radiografi yang disebabkan karena perbedaan attenuasi dari intensitas radiasi yang sampai ke film setelah melewati obyek. Kontras radiografi terbagi atas kontras obyektif dan kontras subyektif. Kontras obyektif, yaitu perbedaan densitas dari bagian-bagian gambar dalam satu film yang dapat di ukur dan dinyatakan dengan angka, dengan menggunakan alat densitometer. Kontras subyektif adalah perbedaan derajat kehitaman dimana penilaiannya berdasarkan kesanggupan mata dari tiap-tiap individu.

Suatu radiograf yang baik dapat dilihat dari berbagai segi salah satunya adalah kontras, kurangnya radiasi hambur yang terjadi merupakan hal penting untuk mendapatkan kontras yang optimal, hal ini dapat diperoleh dengan beberapa cara diantaranya adalah pembatasan penyinaran (kolimasi secukupnya), pemakaian teknik KV rendah dan teknik kompresi.