

Skripsi Fisika Medik

STUDI EFEK HEEL PADA FILM RADIOGRAFI



**Oleh :
ALFIATI
H21110602**

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

STUDI EFEK HEEL PADA FILM RADIOGRAFI

**Skripsi untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi syarat
untuk mencapai gelar sarjana**

OLEH :

A L F I A T I

H211 10 602

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

STUDI EFEK HEEL PADA FILM RADIOGRAFI

Oleh :

A L F I A T I

H211 10 602

Disetujui Oleh :

Pembimbing Utama

Dr. Dahlang Tahir, M.Si
NIP. 19750907 200003 1 001

Pembimbing Pertama

Sri Dewi Astuty Ilyas, S.Si, M.Si
NIP. 19750513 199903 2 001

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang, Studi Efek Heel Pada Film Radiografi, dengan tujuan menentukan kontras film pada perbedaan posisi peletakan obyek terhadap tabung pesawat sinar-X serta menentukan distribusi efek heel terhadap densitas radiografi.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa rata – rata nilai densitas yang paling tinggi adalah ke arah katoda sebab distribusi intensitas radiasi lebih besar ke arah katoda dari pada ke arah anoda sehingga penempatan posisi tabung pesawat sinar-X yang tepat dapat meningkatkan densitas dan kontras film.

Kata Kunci : Efek Heel, Densitas, Kontras, Anoda, Katoda

ABSTRACT

The research on study of determining distribution of the Heel Effect on Radiographic film, the aim is to determine the film contrast at the difference position of an object on x-tube and also to determine distribution of heel effect on radiographic density.

The results of this study indicate that the average value of the highest density is in the cathode because distribution radiation intensity is greater to the cathode than to anode so that the right position of the x-ray tube devices can increase the density and contrast of the film.

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 Ibu Sri Dewi Astuty Ilyas, S.Si, M.Si selaku pembimbing dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Prof. Dr. H. Halmar Halide, M.Sc, selaku ketua jurusan fisika.
3. Ibu Dra.Nurlaela Rauf, M.Sc, Bapak Prof.DR.rer.nat Wira Bahari Nurdin 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, sdr. Muh. Qadri, SKM dan sdr(i) Jumriah, S.Si Serta Seluruh staf BPFK Makassar.
7. Rekan-rekan kerja di RSUD H. Padjonga Dg. Nagalle Takalar.
8. Terkhusus kepada Ibunda dan suami serta anak – anak tercinta (Sakti, Aim dan Fakhira) 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, Mei 2013

Penulis,

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN.....	i
ABSTRAKii
ABSTRACTiii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
BAB 1 PENDAHULUAN	
I.1. Latar Belakang.....	1
I.2. Ruang Lingkup	2
I.3. Tujuan Penelitian.....	2
BAB II DASAR TEORI	
II.1 Proses Terjadinyan Sinar-X.....	3
II.2 Sifat – sifat Sinar – X.....	6
II.3 Tabung Sinar-X	7
II.4 Intensitas Sinar-X	9
II.5 Pengaruh Attenuasi Terhadap Radiograf	9
II.6 Kemiringan Anoda.....	10
II.7 Efek Heel.....	11
BAB III METODE PENELITIAN	
III.1 Waktu dan Tempat Penelitian	16
III.2 Alat dan Bahan.....	16

III.3	Prosedur Penelitian	17
III.4	Alur Penelitian	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
IV.1	Hasil Pengukuran Densitas Film Radiografi.....	25
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
V.1	Kesimpulan	42
V.2	Saran- saran	43
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Gambar II.1. Proses terjadinya sinar – X Bremstrahlung	4
2. Gambar II.2. Proses terjadinya sinar – X Karakteristik	5
3. Gambar II.3. Diagram Tabung Roentgen	8
4. Gambar II.4. Distribusi intensitas radiasi	9
5. Gambar II.5. Distribusi sinar-X akibat efek absorpsi	10
6. Gambar II.6. Distribusi sinar-X akibat efek jarak	11
7. Gambar II.7. Ilustrasi proyeksi fokal spot	12
8. Gambar III.1a Posisi obyek tebal searah dengan anoda...	19
9. Gambar III.1b Posisi obyek tebal searah dengan katoda	19
10. Gambar III.2 Posisi katoda anoda melintang terhadap obyek	20
11. Gambar III.3 Posisi anoda katoda sejajar obyek	21
12. Gambar III.4 Posisi katoda anoda melintang terhadap obyek.....	22
13. Gambar III.5 Posisi anoda katoda sejajar dengan film	22
14. Gambar III.6 Posisi katoda anoda melintang terhadap film	23
15. Gambar IV.1 Grafik hubungan step wedge dan nilai densitas untuk obyek tebal searah	28
16. Gambar IV.2 Grafik hubungan step wedge dan nilai densitas unrtuk obyek tebal searah katoda	29
17. Gambar IV .3 Grafik hubungan step wedge dan nilai densitas unrtuk obyek melintang terhadap tabung sinar-X	30

18. Gambar IV.4 Grafik hubungan step wedge dan nilai densitas untuk obyek sejajar dengan tabung sinar-X	33
19. Gambar IV.5 Grafik hubungan step wedge dan nilai densitas unrtuk obyek melintang terhadap tabung sinar-X	33
20. Gambar IV.6. Metode Pembagian Sel Dalam Pengukuran Nilai Densitas Pada Film Radiografi	34
21. Gambar IV.7. Titik – titik pengukuran pada sel yang telah ditentukan sesuai gambar IV.6	35
22. Gambar IV.8. Grafik hubungan step wedge dan nilai densitas unrtuk obyek / film sejajar dengan tabung sinar-X	37
23. Gambar IV.7 Grafik hubungan step wedge dan nilai densitas unrtuk obyek / film melintang terhadap tabung sinar-X	38

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Tabel 4.1 Nilai densitas untuk obyek yang mempunyai ketebalan yang berbeda	26
2. Tabel IV.2 Nilai densitas untuk obyek yang mempunyai ketebalan yang sama	31
3. TabelIV4.3 Nilai densitas untuk obyek yang menggunakan film	35
4. Tabel IV.4 Selisih nilai densitas untuk obyek sejajar dengan tabun sinar-X	39
5. Tabel IV.5 Selisih nilai densitas untuk obyek sejajar dengan tabung sinar-X	40

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang.

Sejak ditemukannya sinar X oleh Wilhem Conrad Rontgen pada tahun 1895, dunia kedokteran mengalami perubahan yang sangat besar. Berbagai penyakit yang semula hanya dapat diamati dari gejala – gejalanya saja kemudian dapat diamati langsung secara fisik dengan bantuan sinar X. Di bidang kedokteran, khususnya pada bidang radiologi pemanfaatan sinar X bertujuan untuk mencitrakan organ tubuh dalam mendiagnosa suatu penyakit.

Sejalan dengan perkembangan teknologi kedokteran yang semakin maju, serta semakin banyaknya pelayanan yang harus diberikan baik dari segi kualitas maupun dari segi kuantitas, maka dalam bidang radiologi juga dituntut suatu penerapan ilmu pengetahuan yang praktis yang bukan hanya berisi teori – teori sebagai perwujudan nyata dari keberadaan ilmu tersebut.

Untuk menghasilkan citra radiodiagnostik yang optimal, maka diperlukan teknik pencitraan yang tepat, sehingga radiograf yang dihasilkan dapat memberikan informasi yang akurat. Untuk mendapatkan kualitas radiograf tersebut memerlukan perangkat pendukung yang baik meliputi posisi pasien, faktor eksposi, proses pencucian dan karakteristik tabung sinar X yang digunakan. Salah satu karakteristik tabung sinar X yang digunakan adalah kemiringan anoda yang dirancang untuk mengarahkan berkas sinar-X, tetapi kemiringan anoda akan mengakibatkan fluktuasi paparan intensitas sinar-X. Penyebaran intensitas sinar-X yang tidak merata akan berpengaruh pada kualitas radiograf yang dihasilkan, hal

ini menimbulkan kerugian karena terjadi fluktuasi densitas pada radiograf meski obyek mempunyai ketebalan yang sama. Hal tersebut dinamakan **efek heel**. Seiring dengan itu pula sering di jumpai dalam praktek sehari – hari, berdasarkan pengalaman yang penulis dapatkan sering dilakukan pemeriksaan tanpa memperhatikan letak pengaturan tabung rontgen dalam hal ini penempatan anoda katoda dalam usaha mendapatkan densitas radiograf yang merata.

I.2. Ruang Lingkup.

Penelitian ini dibatasi pada pengamatan pengaruh efek heel terhadap densitas film radiografi akibat posisi diastribusi intensitas radiasi dari arah anoda dan katoda. Metode penelitian yang digunakan adalah membandingkan distribusi densitas pada peletakan posisi anoda dan katoda yang berbeda.

I.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menentukan kontras film pada perbedaan posisi peletakan obyek terhadap tabung pesawat sinar-X.
2. Menentukan efek heel terhadap densitas film radiograf.

BAB II

DASAR TEORI

II.1. Proses Terjadinya Sinar-X

Sinar -X adalah gelombang elektromagnetik yang mempunyai panjang gelombang $0,01 - 10\text{\AA}$. Dengan panjang gelombang yang pendek ini mengakibatkan sinar-X mampu menembus materi yang dilaluinya. Sinar-X dapat terjadi jika suatu elektron dipercepat melalui suatu beda potensial dalam tabung sinar-X kemudian membentur sasaran. Ketika membentur sasaran tersebut, elektron diperlambat sehingga terjadi bremsstrahlung yang meradiasikan sinar-X dengan energi :

$$E = \frac{hc}{\lambda} \quad (2.1)$$

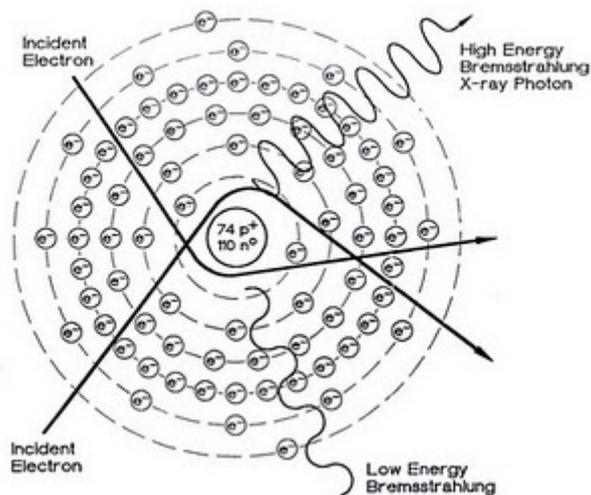
Dengan E adalah energi, h adalah ketetapan planck, c adalah laju cahaya dan λ adalah panjang gelombang.

Apabila filamen diberi daya listrik hingga mencapai panas lebih dari 2000° celcius maka filamen akan berpijar. Elektron akan terlepas dari atom – atom filamen sehingga membentuk awan elektron. Produksi elektron akan terjadi bila antara anoda dan katoda diberikan beda potensial yang tinggi sehingga elektron dalam filamen akan bergerak dan dipercepat menuju anoda dengan kecepatan yang sangat tinggi. Elektron yang dipercepat ini akan dipusatkan menuju bidang permukaan anoda dan menumbuk target sehingga energi gerak elektron berubah menjadi sinar-X dan panas dengan perbandingan 1% : 99% (Hoxter,1973)

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

Sinar-X Bremstrahlung

Sinar-X bremstrahlung 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. Proses terjadinya sinar-X bremstrahlung dapat dilihat pada gambar II.1



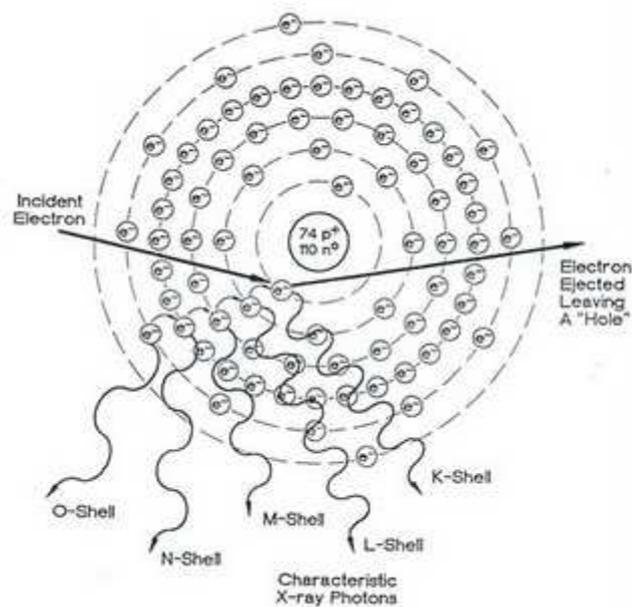
Gambar II.1. Proses terjadinya sinar-X Bremstrahlung

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 photon sinar - X bremstrahlung.

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. Proses terjadinya sinar-X karakteristik ini dapat dilihat pada gambar II.2.



Gambar II.2. Proses terjadinya sinar-X Karakteristik

Energi yang dilepaskan saat terjadi transisi ini dikenal dengan photon sinar-X karakteristik. Energi photon 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. (gudangmateri.com)

II.2. Sifat – Sifat Sinar-X

Bidang radiodiagnostik secara khusus memanfaatkan sinar-X untuk mendiagnosa suatu penyakit. Pemanfaatan ini didasarkan atas sifat – sifat yang dimiliki yaitu dapat menembus bahan, mengalami attenuasi (perlemahan) setelah menembus bahan, menimbulkan radiasi sekunder pada semua bahan yang ditembusnya dan menghitamkan emulsi film (Sjahriar, 1998)

Sinar-X dapat menembus bahan yang, yang besarnya tergantung dari besarnya energi sinar-X. Makin tinggi tegangan tabung, semakin besar daya tembus sinar-X. Sinar-X mengalami atenuasi setelah menembus bahan. Atenuasi adalah berkurangnya jumlah intensitas radiasi yang disebabkan oleh kerapatan, ketebalan dan nomor atom bahan yang dilalui. Adanya atenuasi sinar-X yang berbeda pada masing – masing organ akan menimbulkan perbedaan kehitaman pada film yang dikenal dengan kontras radiografi.

Sinar-X dapat menimbulkan radiasi sekunder pada semua bahan yang dilaluinya. Sinar-X dapat menghitamkan emulsi film. Dengan menggunakan bahan perekam yang terbuat dari emulsi film, maka dapat diperoleh gambaran perbedaan kehitaman (kopntras) yang berbeda sebagai akibat organ yang mempunyai kerapatan atom yang berbeda. Inilah yang digunakan dalam dunia kedokteran untuk menegakkan diagnosa suatu penyakit (Hoxter, 1973)

II.3. Tabung Sinar-X

Untuk pembuatan sinar –X diperlukan sebuah tabung rontgen hampa udara di mana terdapat elektron – elektron yang diarahkan dengan kecepatan tinggi pada suatu sasaran (target). Dari proses tersebut di atas terjadi suatu keadaan dimana energi elektron sebagian besar diubah menjadi panas (99%) dan sebagian kecil (1%) dirubah menjadi sinar-X. Suatu pesawat sinar rontgen mempunyai beberapa persyaratan yaitu : mempunyai sumber elektron, gaya yang mempercepat gerakan elektron, lintasan elektron yang bebas dalam ruang hampa udara, alat pemusat berkas elektron (focusing cup) dan penghenti gerakan elektron.

1). Sumber elektron.

Sumber elektron adalah kawat fajar atau filamen (katoda) di dalam tabung sinar rontgen. Pemanasan filamen dilakukan dengan suatu transformator khusus.

2). Gaya yang mempercepat gerakan elektron.

Gaya tersebut tergantung pada tegangan yang dipasang pada tabung rontgen.

3). Lintasan bebas untuk elektron – elektron.

Lintasan yang berguna untuk mempercepat elektron yang berupa ruangan yang praktis hampa udara (kira – kira 10^{-5} sampai 10^{-6} mm Hg) antara katoda dan anoda.

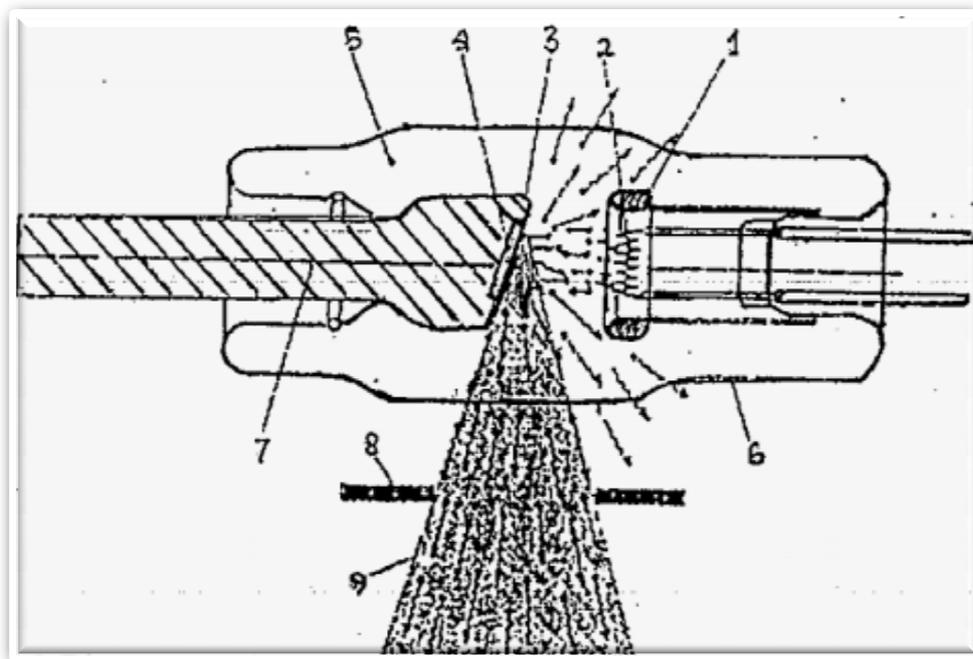
4). Alat pemusat berkas elektron.

Alat pemusat elektron ini menyebabkan elektron – elektron, tetapi terarah ke bidang focus.

5). Benda penghenti elektron.

Benda penghenti elektron ini berupa keping wolfram yang ditanamkan di dalam tembaga pada tabung rontgen anoda diam dan piring wolfram campuran alloy wolfram /rhenium pada tabung biangulix-rapid di atas tangkai molybdenum pada tabung rontgen anoda putar. Pada ujung tangkai ini terdapat rotor motor listrik. Wolfram adalah bahan focus yang mempunyai titik lebur yang sangat tinggi yaitu mencapai 3400°C dan mempunyai nomor atom 74 (Sjahriar, 1998). Anoda putar ini berputar dengan kecepatan mencapai 3000 rpm (revolution per minute) atau lebih.

Diagram tabung sinar-X dapat dilihat pada gambar II.3 di bawah ini



- | | |
|-------------------|--|
| 1. Katoda | 6. Selubung dari kaca keras |
| 2. Filamen | 7. Anoda |
| 3. Bidang focus | 8. Diafragma primer |
| 4. Keping wolfram | 9. Berkas kerucut sinar guna (diarsir) |
| 5. Ruang hampa | |

Gambar II.3 Diagram tabung rontgen (Hoxter,1973)

II.4. Intensitas Sinar-X.

Intensitas sinar-X dapat diartikan sebagai besarnya energi sinar-X yang mengalir melalui penampang seluas 1 cm^2 persatuan waktu. Intensitas sinar-X dipengaruhi oleh tegangan tabung dan kuat arus tabung. Tegangan tabung merupakan beda potensial antara katoda dan anoda di dalam tabung yang diperlukan untuk memindahkan satu satuan muatan, yaitu untuk menarik elektron dari filamen ke permukaan target yang tertanam dalam anoda. Intensitas sinar-X kira – kira sebanding dengan kuadrat beda potensial, sehingga bila beda potensial dinaikkan dua kali lipat, maka intensitas sinar-X akan bertambah empat kali lebih banyak intensitas sinar-X sebelumnya. Semakin tinggi tegangan tabung yang digunakan maka sinar-X yang dihasilkan akan mempunyai panjang gelombang yang semakin pendek sehingga sinar-X tersebut mempunyai daya tembus yang lebih besar. Penambahan tegangan tabung juga akan menambah jumlah pancaran radiasi dari target atau meningkatkan intensitas radiasi dari target atau meningkatkan intensitas radiasi yang dipancarkan. Kuat arus tabung (milliampere) didefinisikan sebagai muatan listrik yang mengalir persatuan waktu melalui penampang. Pada tabung sinar-X kuat arus merupakan arus yang mengalir dari anoda ke katoda, arus ini menyatakan jumlah elektron.

II. 5. Pengaruh Attenuasi Terhadap Radiograf.

Attenuasi adalah berkurangnya intensitas radiasi sinar-X setelah menembus bahan. Jika radiasi sinar –X menembus medium maka hubungan antara intensitas sinar-X yang datang dengan intensitas sinar yang diteruskan yaitu

$$I_x = I_0 e^{-\mu x} \quad (2.2)$$

Dengan I_x adalah intensitas setelah menembus medium (watt/m²), I_0 adalah intensitas mula – mula (watt/m²), μ adalah koefisien attenuasi medium (m⁻¹) dan x adalah ketebalan medium.

Intensitas radiasi sinar-X tergantung pada kuantitas (jumlah foton) dan kualitas (daya tembus / energi) sinar-X. Pada radiasi monokromatik kualitas sinar-X tidak berubah setelah menembus obyek sedangkan kuantitasnya akan berkurang. Proses ini terjadi akibat interaksi foton sinar-X dan obyek yang berupa efek fotolistrik dan efek Compton.

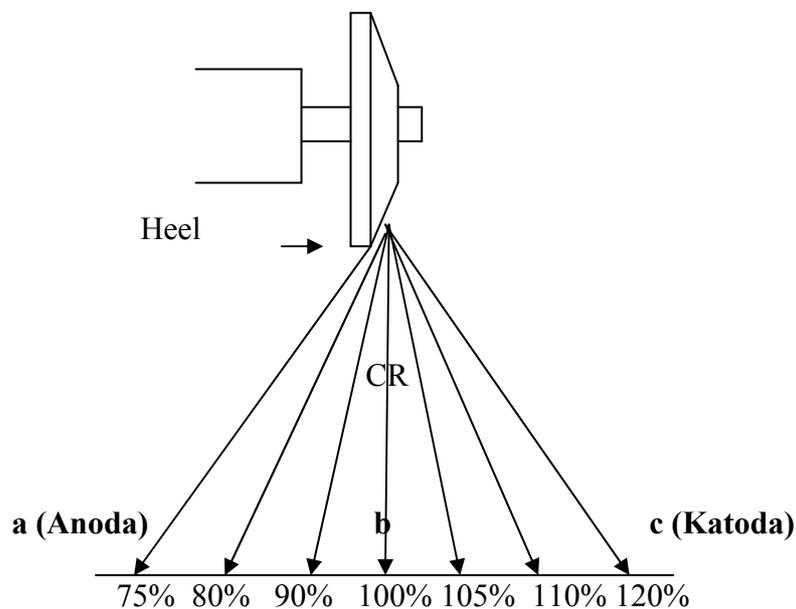
II. 6. Kemiringan Anoda

Kemiringan anoda biasanya berkisar antara 7° sampai 20°, dan dengan adanya perbedaan sudut dari anoda ini akan mengakibatkan :

- a. Semakin besar sudut anoda akan mengakibatkan semakin besarnya luas lapangan yang terjadi. Semakin kecil sudut anoda akan semakin kecil luas lapangan yang terjadi pada FFD yang sama.
- b. Semakin besar sudut anoda semakin besar efektif focus yang dihasilkan. Semakin kecil sudut anoda semakin kecil efektif focus yang dihasilkan.
- c. Dengan adanya kemiringan dari anoda tersebut akan menghasilkan perbedaan intensitas radiasi sepanjang garis pusat yang disebut Efek Heel.

II.7. Efek Heel.

Efek heel didefinisikan sebagai bentuk penyebaran intensitas sinar-X yang tidak merata dari sisi anoda ke sisi katoda yang disebabkan oleh kemiringan permukaan anoda. Hal ini menyebabkan intensitas sinar-X yang menuju ke arah anoda lebih sedikit dibandingkan dengan intensitas sinar-X yang menuju ke arah katoda. Ini dapat dilihat pada gambar II. 4



Gambar II.4. Distribusi intensitas radiasi

Ada beberapa sebab mengapa intensitas radiasi tidak sama sepanjang garis pusat antara lain :

- Titik **a** dan **c** terletak lebih jauh dari target (sasaran) dibanding titik **b**, sehingga intensitasnya lebih kecil pada titik **a** dan **c**.
- Radiasi yang melalui titik seperti **a** dan **c** telah melalui penyerapan yang berbeda – beda seperti penyerapan oleh dinding tabung rontgen,

minyak isolasi, filter dan lain – lain pada saat terjadi sinar-X, hal ini akan menyebabkan penurunan intensitas radiasi pada daerah yang lebih jauh dari pusat sinar.

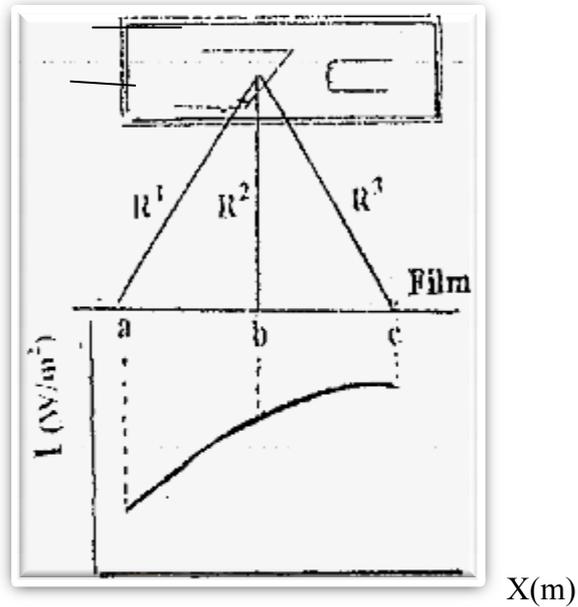
- Sinar-X tidak diemisikan kesegala arah dari target, tapi intensitasnya agak diarahkan ke titik **a**(anoda) dan cenderung lebih besar diarahkan kearah titik **c** (katoda) dan lebih besar lagi kearah titik **b**.
- Sinar-X yang diemisikan kearah antara **a** dan **b** cenderung akan lebih diserap oleh target daripada yang diemisikan kearah **c** dan **b**, yang menyebabkan intensitas pada titik **a** akan menjadi lebih berkurang dibanding dengan titik **b** dan **c**.

Sedangkan efek heel dipengaruhi oleh 3 buah faktor yaitu : efek absorpsi, faktor jarak dan efek focal spot.

a). Efek Absorpsi.

Faktor absorpsi ini terjadi setelah elektron menumbuk target sebagian akan diserap oleh target dan sebagian lagi akan dihamburkan sehingga menghasilkan intensitas sinar-X yang berbeda.

Ilustrasi ini dapat dilihat pada gambar II. 5



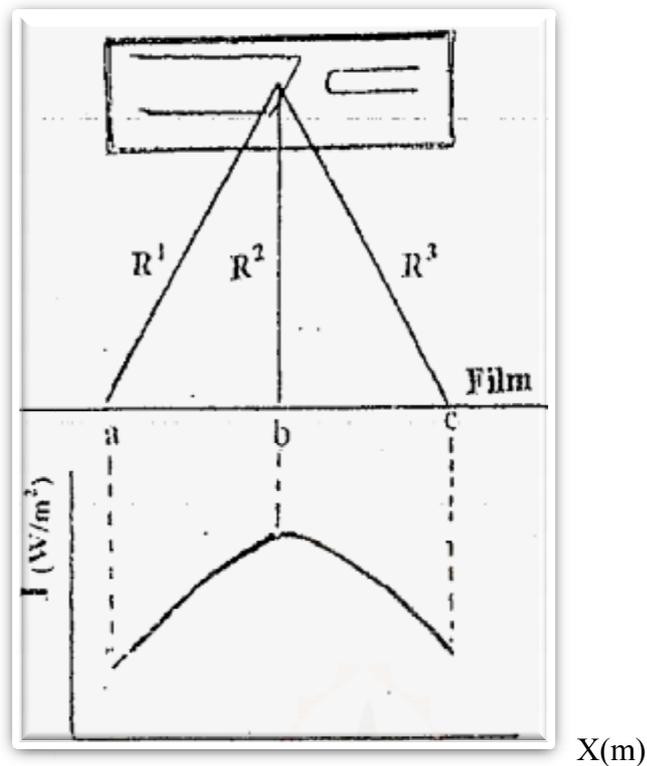
Gambar II.5. Distribusi sinar-X akibat efek absorpsi (Meredith,1977)

Pada gambar II.5 menunjukkan sinar-X yang menuju titik c (R^3) dengan arah yang mendekati atau tegak lurus permukaan anoda akan sedikit atau tidak mengalami perlemahan. Sedangkan sinar-X yang menuju titik a (R^1) dengan arah yang mendekati atau sejajar dengan bidang kemiringan anoda akan mengalami penyerapan lebih besar atau terserap sama sekali oleh bahan anoda seluruhnya. Dari peristiwa tersebut maka intensitas sinar-X yang menuju kearah katoda akan mempunyai intensitas yang lebih besar di banding intensitas sinar-X yang menuju kearah anoda.

b). Faktor jarak.

Jarak fokus dengan film dan posisi film yang mendatar, akan menyebabkan efek perlemahan sinar-X yang tidak merata.

Ilustrasi ini dapat dilihat pada gambar II. 6.

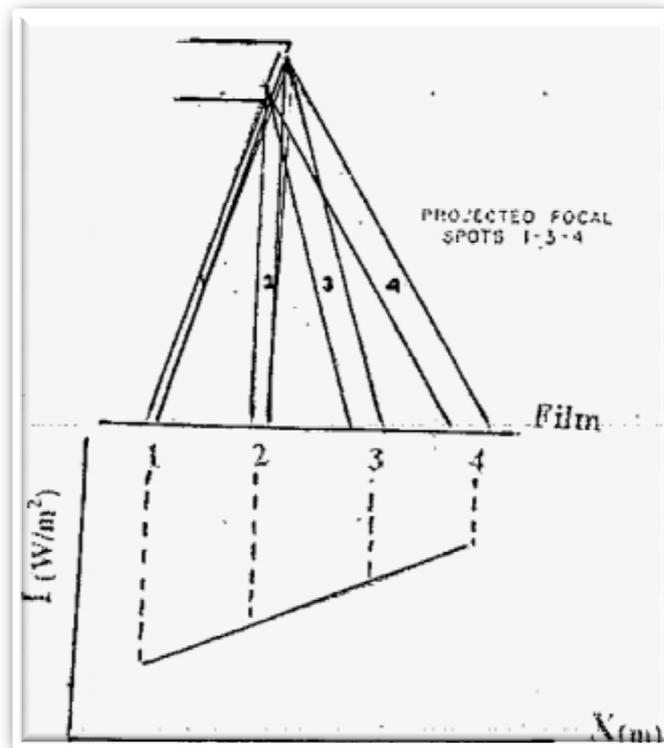


Gambar II.6. Distribusi sinar-X akibat efek jarak (Meredith,1977)

Pada gambar II.6 menunjukkan bahwa radiasi di titik a (R^1) dan c (R^3) berjalan miring sehingga jaraknya lebih jauh dibanding yang menuju ke b (R^2). Sesuai dengan hukum kuadrat terbalik bahwa intensitas sinar-X akan berkurang bila menjauhi fokus. Hasilnya pengurangan intensitas di titik a dan c lebih banyak dari pada di titik b.

c). Efek Focal Spot.

Sudut kemiringan anoda menyebabkan proyeksi focal spot yang berbeda-beda. Ilustrasi ini dapat dilihat pada gambar II.7 berikut:



Gambar II.7. Ilustrasi proyeksi focal spot

Pada gambar II.7. menunjukkan ukuran proyeksi focal spot dengan berbagai sudut yang diproyeksikan dari target. Proyeksi focal spot yang mendekati atau tegak lurus permukaan target paling besar (4) . Proyeksi focal spot dibelakangnya (3) akan lebih kecil. Proyeksi focal spot di sumbu sinar (2) akan lebih kecil dibanding di (3) dan proyeksi focal spot yang paling kecil ada di (1). Proyeksi focal spot yang besar menyebabkan intensitas sinar-X menjadi besar. Hasilnya proyeksi focal spot yang mendekati atau tegak lurus permukaan target (4) intensitasnya paling besar.