

**ANALISIS NILAI KERMA UDARA SETELAH MELEWATI FILTER DAN
DOSIS SERAP PHANTOM DENGAN VARIASI TEGANGAN TABUNG
SINAR X**



NURHIDAYANTI. S

H021191062



**PROGRAM STUDI FISIKA
LTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**ANALISIS NILAI KERMA UDARA SETELAH MELEWATI FILTER DAN
DOSIS SERAP PHANTOM DENGAN VARIASI TEGANGAN TABUNG
SINAR X**

NURHIDAYANTI. S

H021191062



**PROGRAM STUDI FISIKA
MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**



Optimization Software:
www.balesio.com

**ANALISIS NILAI KERMA UDARA SETELAH MELEWATI FILTER DAN
DOSIS SERAP PHANTOM DENGAN VARIASI TEGANGAN TABUNG
SINAR X**

NURHIDAYANTI. S

H021191062

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Fisika

Program Studi Fisika

Pada

**PROGRAM STUDI FISIKA
DEPARTEMEN FISIKA
MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**



SKRIPSI

ANALISIS NILAI KERMA UDARA SETELAH MELEWATI FILTER DAN
DOSIS SERAP PHANTOM DENGAN VARIASI TEGANGAN TABUNGAN
SINAR X

NURHIDAYANTI. S

H021191062

Skripsi,

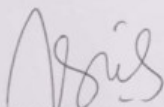
telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Fisika pada 14 Agustus 2024 dan
dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan
pada

Program Studi Fisika
Departemen Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin
Makassar

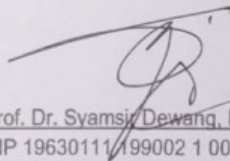
Menyetujui:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

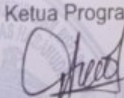


Dr. Sri Dewi Astuty, S.Si, M.Si
NIP 19750513 199903 2 001



Prof. Dr. Syamsir Dewang, MS, F.med
NIP 19630111 199002 1 001

Ketua Program Studi,



Prof. Dr. Arifin, M.T
NIP 19670520 199403 1 002



PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI
DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Analisis Nilai Kerma Udara Setelah Melewati Filter dan Dosis Serap Phantom dengan Variasi Tegangan Tabung Sinar X" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing (Dr. Sri Dewy Astuti, S.Si, M.Si sebagai Pembimbing utama dan Prof. Dr. Syamsir Dewang, MS sebagai pembimbing pendamping). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 14 Agustus 2024



_Nurhidayanti. S
NIM H021191062



Ucapan Terima Kasih

Puji syukur atas kehadiran Allah *Subhanahu wa ta'ala*, atas segala berkat rahmat dan karunia-Nya yang telah memberikan ilmu pengetahuan, kesehatan, kekuatan, kesabaran, dan kesempatan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat selesai. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad *Shallallahu 'Alaihi wa Sallam*, keluarga, para sahabat, dan seluruh pengikutnya. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, maka penyusunan skripsi ini tidak dapat berjalan dengan lancar. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan ucapan terima kasih kepada:

1. Kedua orangtuaku tercinta Bapak **Saharuddin** dan Ibu **Jawida**, Terima kasih tak terhingga atas segala doa, limpahan kasih sayang, dukungan, nasehat serta materi sehingga penulis berada pada titik ini. Semoga Allah *Subhanahu wa ta'ala* selalu menjaga, memberkahi setiap langkah, membalas kebaikan serta memberikan kesehatan kepada kalian.
2. Ibu **Dr. Sri Dewi Astuty, S.Si. M.Si** selaku pembimbing utama, terima kasih banyak atas segala ilmu, waktu, dukungan, kesabaran dalam membimbing dan memberikan arahan hingga skripsi ini dapat selesai. ini. Semoga Allah *Subhanahu wa ta'ala* senantiasa menjaga, melindungi dan memberkahi segala langkah Ibu.
3. Bapak **Prof. Dr. Syamsir Dewang, MS, F.Med** selaku pembimbing pertama yang telah memberikan arahan, waktu dan kesabaran sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. ini. Semoga Allah *Subhanahu wa ta'ala* senantiasa menjaga, melindungi dan memberkahi segala langkah Bapak.
4. Bapak **Prof. Dr. Bualkar Abdullah, M.Eng,Sc** dan Ibu **Prof. Dr. Ir. Bidayatul Arminah M.T** selaku dosen penguji yang telah banyak memberikan masukan kepada penulis demi menyempurnakan penulisan skripsi ini. ini. Semoga Allah *Subhanahu wa ta'ala* senantiasa menjaga, melindungi dan memberkahi segala langkah Bapak/Ibu
5. **Bapak/Ibu Dosen Pengajar** Departemen Fisika Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin yang telah memberikan ilmunya kepada penulis selama proses perkuliahan. ini. Semoga Allah *Subhanahu wa ta'ala* senantiasa menjaga, melindungi dan memberkahi segala langkah Bapak/Ibu.
6. **Staf Departemen Fisika** yang telah membantu persuratan selama perkuliahan. ini. Semoga Allah *Subhanahu wa ta'ala* senantiasa menjaga, melindungi dan memberkahi segala langkah Bapak/Ibu.
7. Ibu **Khaerul Bariah, S.Si** pegawai BPFK Makassar yang telah meluangkan waktu dan membantu proses penelitian penulis. ini. Semoga Allah *Subhanahu wa ta'ala* senantiasa menjaga, melindungi dan memberkahi segala langkah Ibu.
8. Saudaraku tercinta, (kakakku **Hestiani, Lidayani, Sitti Ramlah**) yang selalu memberikan doa, bantuan, nasehat dalam penyusunan skripsi serta materi sehingga tidak pernah merasa kekurangan dan (adekku **Nur Aisya, Hazwan Al-Fatih**) atas segala dukungan, doa serta hiburan.



Semoga Allah *Subhanahu wa ta'ala* selalu melindungi dan memberkahi langkah kalian dimanapun berada.

9. keponakanku tersayang, **Raidah Fathina** dan **Syifa Sauqiah** terima kasih telah menjadi moodbooster dan penyemangat penulis selama ini. Semoga Allah *Subhanahu wa ta'ala* selalu melindungi dan memberkahi langkah kalian dimanapun berada.

10. kakak Ipar Penulis, **Rasman** atas segala doa, dukungan dan bantuan kepada penulis. Semoga Allah *Subhanahu wa ta'ala* selalu melindungi dan memberkahi dimanapun berada.

11. Kepada Keluarga Tercinta (**Kakek, Nenek, Om, Tante dan Sepupu**) yang selalu memberikan do'a, nasehat, dukungan, motivasi kepada penulis. Semoga Allah *Subhanahu wa ta'ala* selalu melindungi dan memberkahi langkah kalian dimanapun berada.

12. **Rismayani Abdullah** dan **Rahmatullah Salama**, atas segala bantuan, motivasi, canda tawa selama ini. Terima kasih telah kebersamai dan berjuang bersama-sama sampai saat ini. Semoga grup sisterhood selalu aktif. Semoga Allah *Subhanahu wa ta'ala* selalu melindungi dan memberkahi langkah kalian dimanapun berada

13. **Rahma Zafira**, teman dari kecil sampai sekarang yang selalu memberikan doa, dukungan, dan nasehat kepada penulis. Semoga Allah *Subhanahu wa ta'ala* selalu melindungi dan memberkahi langkahmu dimanapun berada.

14. Penghuni grup I love Unlimeted (**Mila, Manny, Saskia, Enhy, Niar**), terima kasih atas dukungan doa, dan candaan selama ini. Semoga Allah *Subhanahu wa ta'ala* selalu melindungi dan memberkahi langkah kalian dimanapun berada

15. **Fisika 19** yang telah berjuang bersama sama dalam perkuliahan. Semoga Allah *Subhanahu wa ta'ala* selalu melindungi dan memberkahi langkahmu dimanapun berada.

16. KKN 108 UNHAS posko Sipatuo 2 (**rismawati, mufridan mukhlis, Rahma,Amni, Yana, Rio, Uga, Mirza, dan Asrul**). Terima kasih atas pengalaman tak terlupakan dan motivasi. Semoga Allah *Subhanahu wa ta'ala* selalu melindungi dan memberkahi langkah kalian dimanapun berada

17. Kepada semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu yang telah memberikan doa, semangat serta dukungan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Semoga Allah *Subhanahu wa ta'ala* membalas kebaikan kalian dan senantiasa dilindungi dan diberikan kesehatan dimanapun berada.

18. kepada diri sendiri terima kasih telah menyelesaikan skripsi ini, terima kasih telah kuat berjuang, terima kasih telah melewati semua hal selama ini dan terima kasih telah bertahan sejauh ini. Semoga pencapaian ini menjadi motivasi untuk meraih impian selanjutnya.



Abstrak

Latar Belakang. Salah satu peralatan yang memanfaatkan sinar X adalah pesawat radiografi umum. Keluaran radiasi sinar X dapat diukur dengan beberapa indikator, seperti kerma udara dan dosis serap. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kerma udara pada berbagai variasi tegangan dan ketebalan filter aluminium yang digunakan serta menganalisis nilai dosis serap. **Metode.** Pengukuran kerma dilakukan menggunakan detektor radiasi di berbagai tegangan tabung (kVp) yaitu 60, 63, 66, 70 dan 73 kV serta variasi ketebalan filter masing-masing 0,5 mm, 1 mm, 1,5 mm, 2 mm dan 2,5 mm. Dosis serap fantom dievaluasi dengan menggunakan fantom yang merepresentasikan tubuh manusia untuk mendapatkan gambaran distribusi dosis yang diterima oleh pasien selama prosedur radiografi. **Hasil.** Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan ketebalan filter berpengaruh dalam mengurangi nilai kerma udara yaitu 6,242 (tanpa filter) menjadi 2,772 (filter 2,5 mm) untuk 60 kV. Selain itu, tegangan tabung yang lebih tinggi cenderung meningkatkan dosis transmisi fantom yaitu dari 2,634 mGy (untuk 60 kV) menjadi 4,056 mGy (untuk 73 kV). Fantom mempengaruhi nilai INAK dan ESAK pada tegangan yang berbeda dengan nilai optimum diperoleh sebesar 5,133 mGy dan 6,929 mGy. **Kesimpulan.** Studi ini menyimpulkan bahwa antara ketebalan filter, tegangan tabung, dan kualitas citra radiografi sangat perlu optimal sebagai pertimbangan untuk mencapai keseimbangan optimal antara keselamatan pasien dan diagnostik yang akurat.

Kata kunci: kerma, filter aluminium, dosis serap



Abstract

Background. One of the equipment that utilizes X-rays is the general radiography plane. X-ray radiation output can be measured by several indicators, such as air kerma and absorbed dose. **Objective.** This study aims to determine the air kerma at various voltage variations and the thickness of the aluminum filter used and analyze the absorbed dose value. **Methods.** Kerma measurements were performed using a radiation detector at various tube voltages (kVp) of 60, 63, 66, 70 and 73 kV and filter thickness variations of 0.5 mm, 1 mm, 1.5 mm, 2 mm and 2.5 mm, respectively. The phantom absorbed dose was evaluated using a phantom representing the human body to get an idea of the dose distribution received by the patient during the radiographic procedure. **Results.** The results showed that increasing the filter thickness had an effect in reducing the air kerma value from 6.242 (no filter) to 2.772 (2.5 mm filter) for 60 kV. In addition, higher tube voltage tends to increase the phantom transmission dose from 2.634 mGy (for 60 kV) to 4.056 mGy (for 73 kV). The phantom affected the INAK and ESAK values at different voltages with optimum values obtained of 5.133 mGy and 6.929 mGy. **Conclusion.** This study concludes that between filter thickness, tube voltage, and radiographic image quality, it is necessary to optimize the considerations to achieve an optimal balance between patient safety and accurate diagnostics.

Keywords: kerma, aluminum filter, absorbed dose



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Manfaat Penelitian	3
BAB II METODOLOGI PENELITIAN.....	4
2.1 Waktu Dan Tempat	4
2.2 Alat Dan Bahan.....	4
2.3 Prosedur Kerja	4
2.3.1 Pengukuran kerma udara.....	4
2.3.2 Pengukuran INAK dan Dosis Transmisi	4
2.4 Analisis Data	5
.....	7
PEMBAHASAN	8
..... data kerma udara tiap ketebalan filter aluminium.....	8



3.2 Nilai HVL aluminium tiap ketebalan filter	10
3.3 Nilai INAK dan ESAK.....	10
3.4 Nilai dosis serap fantom	12
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	16
4.1 Kesimpulan	16
4.2 Saran	16
DAFTAR PUSTAKA	17
LAMPIRAN	19



DAFTAR TABEL

Nomor urut	Halaman
1. Pengukuran Kerma Udara Tanpa Filter Untuk Mendapatkan Nilai Setengah Kerma udara.....	7
2. Nilai Kerma Udara Pada Berbagai Ketebalan Filter Dan Arus Waktu 10 Mas	8
3. Nilai Hvl Setiap Tegangan Secara Manual	9
4. Nilai Inak	10
5. Nilai Esak	11
6. Nilai Dosis Serap	12
7. Nilai Koefisien Atenuasi Dan Hvl Pada Phantom	13



DAFTAR GAMBAR

Nomor urut	Halaman
1. Pengukuran kerma udara	3
2. Pengukuran inak dan dosis transmisi	4
3. Bagan alir penelitian	6
4. Grafik hubungan tebal filter terhadap kerma udara.....	8
5. Grafik power function hubungan tegangan terhadap inak	10
6. Grafik perbandingan nilai inak dan esak pengukuran dan perhitungan	11
7. Grafik hubungan tegangan terhadap dosis serap	12
8. Grafik hubungan kerma udara dan dosis serap terhadap tegangan	13



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor urut	Halaman
1. Alat dan Bahan	18
2. Standar Nilai HVL Setiap Tegangan	18
3. Analisis Data	19
4. Dokumentasi Penelitian	22



BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Sinar-X ditemukan oleh Wilhelm Conrad Rontgen pada tahun 1895 pada saat melakukan eksperimen dengan sinar katoda. Penemuan sinar X memberikan perubahan dalam bidang kedokteran. Pemanfaatan sinar X dalam bidang kedokteran terutama dalam kegiatan medik digunakan untuk diagnosa dan terapi. Penggunaan sinar-X untuk keperluan diagnosa karena sinar-X mampu memberikan informasi tentang penyakit atau kelainan yang ada pada tubuh manusia sehingga dokter dapat menegakkan diagnosa. Beberapa peralatan yang memanfaatkan sinar X dalam prosedur diagnostik antara lain radiografi umum, CT Scan, fluros kopi, mammografi dan dental (Hadinata & Sutapa, 2019)(Wigati et al.,2022).

Sinar-X adalah pancaran gelombang elektromagnetik yang sejenis dengan gelombang radio, panas, cahaya sinar ultraviolet, tetapi mempunyai panjang gelombang yang sangat pendek sehingga dapat menembus benda-benda. Sinar-X mempunyai beberapa sifat fisik antara lain daya tembus, hamburan, penyerapan, efek fotografi, luminisensi, ionisasi, efek biologi. Sinar-X memiliki energi yang sangat tinggi yaitu 10 kV-100 KeV. Karena energinya yang cukup besar, maka radiasi tertentu dapat menimbulkan ionisasi di sepanjang lintasannya, sehingga radiasi tersebut dinamakan radiasi pengion. Sinar-X memiliki energi yang bergantung dari tegangan pemercepat elektron yang dipasang antara anoda dan katoda. Tegangan tersebut yang akan mempengaruhi energi dan daya tembus sinar-X. Daya tembus akan semakin besar apabila tegangan kerjanya juga besar. Berkas sinar X memiliki spektrum kontinu, artinya pada berkas mengandung sinar-X energi tinggi dan energi rendah (Pamungkas et al.,2020)(Fuadi et al.,2020).

Kuantitas sinar-X berdasarkan jumlah foton yang digunakan yang sering disebut output sinar-X, intensitas atau eksposur. Kuantitas sinar X yang keluar dari generator tabung disebut kerma. Kerma merupakan jumlah energy kinetik yang dilepas diudara setelah partikel tak bermuatan (foton) melewatinya(Anita & Mufflihatun,2017). Kerma adalah jumlah energi kinetic awal dari partikel bermuatan yang dilepaskan oleh partikel tidak bermuatan dalam suatu materi dengan massa tertentu. Satuan dari kerma adalah gray (Gy). Insiden air kerma (INAK) adalah kerma udara yang diukur pada permukaan pasien tanpa adanya faktor hamburan balik. Nilai INAK bergantung pada jarak pengukuran dari fokus tabung atau disebut SOD (source-object distance) dan beban tabung yang diberikan dalam hal ini adalah nilai arus waktu tabung yang di setting. Esak adalah kerma udara yang diukur pada permukaan pasien/phantom dengan adanya hamburan balik. Nilai faktor hamburan balik 1,35 ini merupakan asumsi

secara internasional terkait dengan faktor hamburan balik dari dan merupakan rekomendasi dari IAEA dalam publikasinya No.457 al.,2022).

adalah jumlah energi yang diserap persatuan massa bahan yang n. Satuan dosis serap berdasarkan satuan Internasional (SI) tuhan yang digunakan sebelumnya adalah rad, dimana 1 Gy = 100 J/kg (Ganesh,2007). Berdasarkan fungsinya, dosis serap dalam



jaringan terdiri atas dosis ekuivalen dan dosis efektif. Dosis Ekuivalen (H) adalah dosis serap yang sama, tetapi berasal dari jenis radiasi yang berbeda yang memberikan efek berbeda pada sistem tubuh. Besar dosis ekuivalen lebih banyak digunakan untuk menghitung perbedaan efek biologis terhadap berbagai jenis paparan radiasi. Faktor bobot radiasi atau Weighting Factor (W_R) digunakan untuk menentukan dosis ekuivalen sebagai pengali terhadap dosis serap. W_R merupakan besar kuantitas radiasi untuk menimbulkan kerusakan pada jaringan organ tubuh Satuan standar Internasional untuk dosis ekuivalen adalah Sievert (Sv). Radiasi yang digunakan dalam pencitraan diagnostic (sinar x, sinar gamma dan electron) mempunyai W_R sebesar 1, jadi 1 mGy=1 mSv (AR B.M et al.,2018).

Pada penyinaran seluruh tubuh, setiap organ atau jaringan tubuh dapat menerima dosis ekuivalen yang sama, tetapi menimbulkan efek biologi yang berbeda pada organ atau jaringan tubuh. Hal ini terjadi karena adanya perbedaan sensitivitas pada organ atau jaringan tubuh terhadap radiasi. Oleh karena itu dibutuhkan besaran dosis efektif (HE) guna memperhitungkan efek stokastik. Dosis efektif merupakan pengukuran dosis yang digunakan untuk mempertimbangkan jumlah kerusakan yang kemungkinan dapat dihasilkan dari suatu dosis radiasi (AR B.M et al.,2018).

Faktor yang berpengaruh langsung terhadap kuantitas adalah tegangan (kV), arus waktu (mAs), jarak dan filtrasi (Zhang et al.,2023). Filter merupakan suatu material yang didesain untuk menyerap berkas sinar X secara selektif. Filtrasi adalah proses menghilangkan foton sinar X berenergi rendah yang tidak diinginkan, dengan menambahkan bahan yang dapat menyerap berkas primer. Proses filtrasi ini dapat menghilangkan foton yang dapat meningkatkan dosis radiasi tetapi tidak mempengaruhi gambar radiographer. Foton sinar X berenergi rendah tidak dapat memberikan informasi yang optimal dan hanya akan menambah dosis pasien karena foton energy rendah akan diserap tubuh (Litazova et al.,2018). Filter ada dua yaitu inherent filter dan filter tambahan (filter eksternal). Inherent filter merupakan filter bawaan dari pesawat sinar-X yang sudah melekat pada pesawat tersebut, sedangkan filter tambahan merupakan filter yang diletakan di bawah bidang penyinaran (Nurlela et al.,2017)(Yulianti et al.,2023). Variasi penggunaan filter tambahan dapat mempengaruhi besarnya keluaran purata berkas radiasi sinar-x serta dosis permukaan (dosis kulit) yang diterima pasien. Pada penggunaan filter tambahan dapat mengurangi $\pm 50\%$ dosis permukaan yang diterima pasien. Dengan adanya filter maka dapat diketahui HVL. HVL merupakan ketebalan bahan penyerap untuk mengurangi besarnya intensitas sinar-X menjadi setengah dari intensitas semula. Semakin tinggi nilai HVL maka daya tembus sinar-X juga semakin tinggi (Pamungkas et al.,2020).

Penelitian terdahulu telah dilaporkan oleh Jamal dkk (2020), tentang pengukuran dosis serap yang diterima oleh paru-paru dan jantung anak. Peningkatan dosis serap sebesar 22% dan pada paru-paru sebesar 29% seiring dengan peningkatan tegangan. Nilai dosis serap meningkat seiring bertambahnya tegangan. Penelitian oleh Atchara Promduang (2019), tentang pengukuran kerma udara pada pemeriksaan thorax dan abdomen dengan menggunakan teknik PA dan AP. Rata-rata nilai kerma untuk proyeksi PA pada pasien masing-masing 0,08 mGy dan 0,09 mGy sedangkan proyeksi AP masing-masing 1,06 mGy dan 1,06 mGy.



Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini mencoba menentukan nilai kerma udara yang diukur pada berbagai variasi tegangan serta ketebalan filter dan membandingkan antara dosis permukaan dan dosis setelah melewati phantom untuk mendapatkan nilai dosis serap pada phantom.

I.3 Tujuan Penelitian

1. Menentukan penurunan nilai kerma udara pada pesawat radiografi umum pada variasi tegangan dan tebal filter aluminium
2. Menganalisis nilai dosis serap berdasarkan nilai INAK dan dosis yang melewati phantom

I.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah untuk menyelidiki pelemahan sinar X pada pesawat radiografi umum setelah melewati filter beberapa ketebalan sehingga dapat diperoleh informasi signifikansi radiasi primer yang aman untuk pasien maupun pekerja radiasi.

