

***PENENTUAN DOSIS EFEKTIF PAPARAN RADIASI SINAR X
PADA PEMERIKSAAN FOTOGRAFI PASIEN***

SKRIPSI

Diajukan Oleh

FATJRUL ATA RIZKI NASUTION
NIM. 220204011

**Mahasiswa Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan
Prodi Pendidikan Fisika**



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
DARUSSALAM, BANDA ACEH
2026 M/1447 H**

**PENENTUAN DOSIS EFEKTIF PAPARAN RADIASI SINAR X PADA
PEMERIKSAAN FOTOGRAFI PASIEN**

SKRIPSI

Telah Disetujui dan Diajukan Pada Sidang Munaqasyah Skripsi
Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Bidang Pendidikan Fisika

Oleh:

FATJRUL ATA RIZKI NASUTION


NIM.220204011

Mahasiswi Program Studi Pendidikan Fisika
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh

Disetujui:

Pembimbing,

Ketua Program Studi Pendidikan
Fisika,


Muhammad Nasir, M.Si.
NIP.199001122018011001


Dr. Eng. Nur Aida, M.Si.
NIP.197806162005012009

**PENENTUAN DOSIS EFEKTIF PAPARAN RADIASI SINAR X PADA
Pemeriksaan Fotografi Pasien**

SKRIPSI

Telah Diuji dan Dipertahankan di Depan Tim Penguji Munaqasyah Skripsi
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Bidang Pendidikan Fisika


Pada Hari/Tanggal:

Selasa, 21 April 2026 M
4 Dzulqaidah 1447 H

Tim Penguji Munaqasyah Skripsi

Ketua,

Sekretaris,



Muhammad Nasir, M.Si.
NIP. 19900122018011001


Cut Rizki Mustika, S.Pd., M.Pd.
NIP.199306042020122017

Penguji I,

Penguji II,


Dr. Eng. Nur Aida, M.Si.
NIP.197806162005012009


Junlar Afrida, M.Pd.
NIP.198906202023212043

Mengetahui,

Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
UIN Ar-Raniry Banda Aceh




Prof. Safrul Mulah, S.Ag., M.A., M.Ed., Ph.D
NIP. 197301021997031003

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH/SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fatjru! Ata Rizki Nasution
NIM : 22020401
Fakultas/Prodi : Tarbiyah dan Keguruan/Pendidikan Fisika
Judul Tugas Akhir : Penentuan Dosis Efektif Paparan Radiasi Sinar X Pada
Pemeriksaan Fotografi Pasien

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penelitian skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan.
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah/karya orang lain.
3. Tidak menggunakan karya tulis orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau izin pemilik karya.
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.
5. Mengerjakan sendiri dan mampu mempertanggungjawabkan karya ini.


Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya tulis saya dan telah melalui pembuktian yang dipertanggung-jawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar aturan yang berlaku di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun. جامعة الرانيري

AR - RANIR Banda Aceh, 16 April 2026

Yang Menyatakan




Fatjru! Ata Rizki Nasution
NIM. 220204011

ABSTRAK

Nama : Fatjrul Ata Rizki Nasution
NIM : 220204011
Prodi : Pendidikan Fisika
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan
Judul Tugas Akhir : Penentuan Dosis Efektif Paparan Radiasi Sinar X
Pada Pemeriksaan Fotografi Pasien
Kata Kunci : Dosis Efektif, Paparan Radiasi, Sinar X, Pemeriksaan
Fotografi, Pasien

Sinar-X merupakan radiasi pengion yang dapat menimbulkan dampak berbahaya bagi tubuh. Pasien yang menjalani pemeriksaan radiografi perlu dipastikan agar dosis radiasi yang diterima tidak melebihi ketentuan BAPETEN. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai dosis efektif paparan radiasi sinar-X pada pemeriksaan radiografi pasien. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian observasional dengan pendekatan kualitatif. Data diperoleh dari 34 pasien yang menjalani berbagai jenis pemeriksaan radiografi, yaitu *thorax*, *lumbosacral*, *abdomen*, *knee*, *elbow*, dan tengkorak di Instalasi Radiologi RSU Cut Meutia Lhokseumawe. Parameter yang dianalisis meliputi tegangan tabung (kV), arus dan waktu penyinaran (mAs), serta jarak fokus ke film (FFD). Perhitungan dosis dilakukan melalui tahapan penentuan dosis paparan, konversi ke dosis serap, dosis ekuivalen, hingga diperoleh dosis efektif menggunakan faktor bobot jaringan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai dosis efektif paparan radiasi bervariasi tergantung pada jenis pemeriksaan dan parameter eksposur. Nilai dosis efektif yang diperoleh berkisar antara 0,00270679 mSv hingga 0,168384 mSv. Dosis efektif tertinggi ditemukan pada pemeriksaan *lumbosacral*, sedangkan dosis terendah terdapat pada pemeriksaan *elbow*. Pada pemeriksaan *thorax* nilai dosis efektif relatif konstan dengan rentang 0,073996875 mSv hingga 0,082447135 mSv. Seluruh nilai dosis efektif yang diperoleh berada di bawah batas yang ditetapkan oleh BAPETEN, yaitu 1 mSv per tahun untuk masyarakat umum. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pemeriksaan radiografi di RSU Cut Meutia Lhokseumawe telah memenuhi standar keselamatan radiasi dan menerapkan prinsip proteksi radiasi *As Low As Reasonably Achievable* (ALARA) dengan baik. Disarankan kepada peneliti selanjutnya untuk menggunakan jumlah subjek yang lebih banyak serta metode pengukuran dosis secara langsung agar hasil yang diperoleh lebih akurat dan representatif.

KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis panjatkan Kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan nikmat serta kesehatan yang taida tara kepada kita, shalawat dan salam juga penulis sampaikan kepada penghulu alam yakni baginda Nabi Besar Muhammad SAW, yang mana beliau telah membawa kita dari alam kebodohan menuju alam yang penuh dengan ilmu pengetahuan seperti yang sedang kita rasakan saat ini, berkat rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyusun skripsi dengan judul *“Penentuan Dosis Efektif Paparan Radiasi Sinar X Pada Pemeriksaan Fotografi Pasien”*.

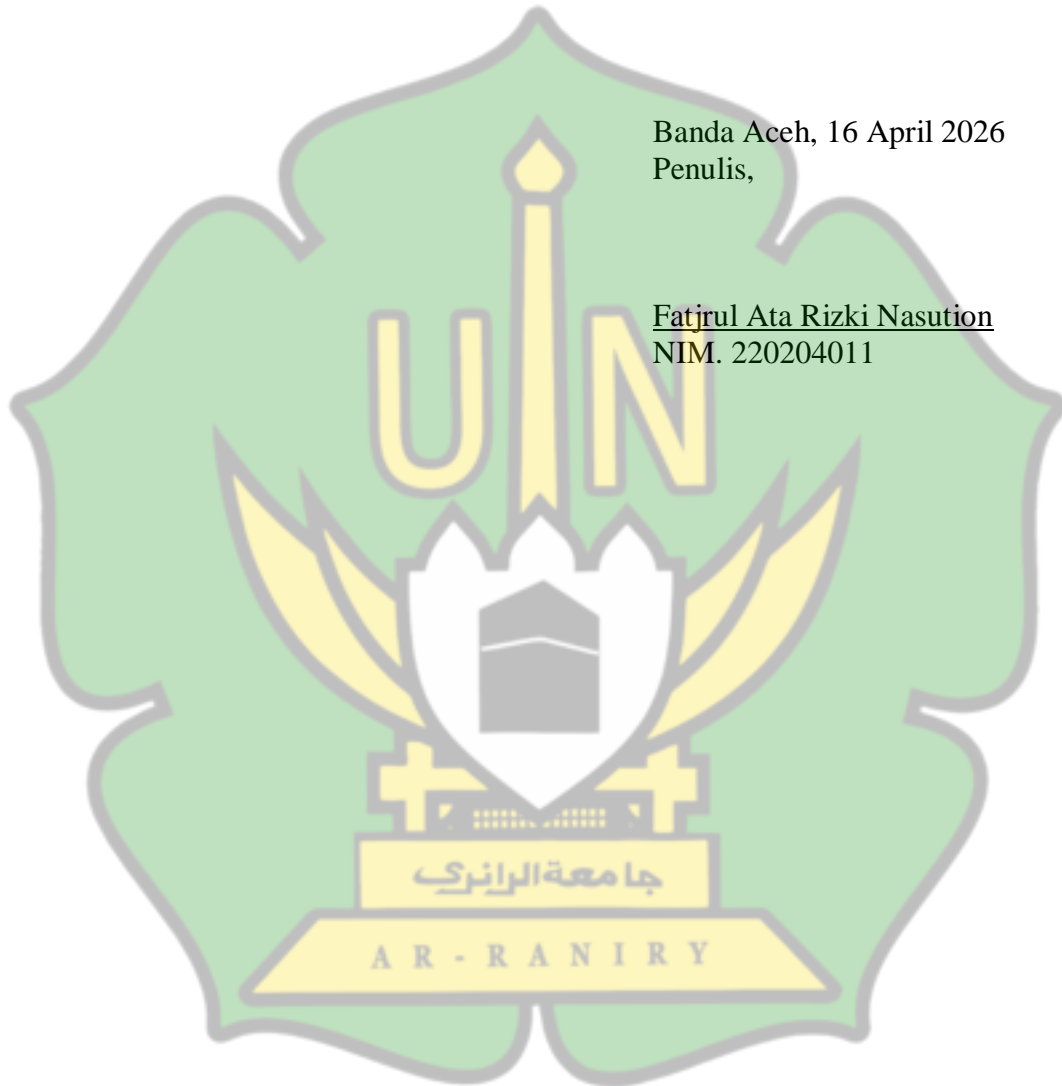
Penulis juga menyadari bahwa penulisan dan penyusunan karya ilmiah ini tidak akan terwujud tanpa melalui bantuan dari berbagai pihak, untuk itu pada kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Safrul Muluk, S.Ag., M.A., M.Ed., Ph.D selaku Dekan Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry yang memberikan kesempatan sehingga penulis bisa menempuh jenjang perkuliahan di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
2. Ibu Dr. Eng. Nur Aida, M.Si selaku Ketua Prodi Pendidikan Fisika.
3. Bapak Muhammad Nasir, M.Si selaku Pembimbing Akademik yang telah banyak meluangkan waktu untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Segenap Dosen serta Staf Program Studi Pendidikan Fisika yang memberikan banyak tambahan pengetahuan dan kerelaan membagi ilmunya kepada penulis.
5. Segenap pihak Rumah Sakit Umum Cut Meutia Lhokseumawe yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian dalam rangka penyelesaian skripsi ini.

Penulis sangat mengharapkan semoga skripsi ini dapat menjadi salah satu sumber informasi bagi pembaca. Tidak ada sesuatu yang sempurna, demikian juga dengan skripsi ini, oleh karena itu penulis memohon maaf atas segala kesalahan penulisan pada skripsi ini dan penulis mengharapkan kritikan dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini di masa yang akan mendatang

Banda Aceh, 16 April 2026
Penulis,

Fatjrul Ata Rizki Nasution
NIM. 220204011



PERSEMBAHAN

Tiada lembar yang paling indah dalam hasil skripsi ini kecuali lembar persembahan, berikut penulis persembahkan skripsi ini untuk orang-orang terkasih dan tersayang yaitu:

1. Kepada mamak dan ibuk penulis tercinta, terima kasih atas segala pengorbanan besar yang telah kalian berikan untukku, terima kasih untuk setiap pengorbanan tenaga, pikiran, kekuatan, kesabaran dan doa-doa yang selalu Ibunda panjatkan untuk penulis. Terima kasih karena sudah memperjuangkan dan memberikan semangat serta motivasi sampai akhirnya skripsi ini terselesaikan dengan sangat baik.
2. Kepada Ayahanda penulis tercinta, terima kasih untuk setiap hal-hal yang telah Ayahanda berikan untuk menjaga, menyayangi, mendidik, membimbing, serta memberikan semangat. Terima kasih untuk setiap doa-doa sehingga karya ilmiah ini dapat selesai dengan sangat baik.
3. Kepada adik perempuan penulis, terima kasih untuk setiap dukungan, semangat, motivasi dan doa-doa yang telah diberikan kepada penulis.
4. Kepada adik laki-laki penulis, terima kasih untuk setiap dukungan, dan doa-doa yang telah berikan kepada penulis.
5. Kepada teman-teman PFS angkatan 2022, terima kasih karena telah berperan banyak memberikan pengalaman dan pembelajaran selama masa perkuliahan.
6. Terimakasih kepada Almamater tercinta Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

Terakhir penulis persembahkan untuk diri sendiri, Fatjrl Ata Rizki Nasution. Terima kasih karena telah menyelesaikan apa yang telah dimulai. Terima kasih karena selalu berusaha keras untuk menyelesaikan pendidikan Strata-1 ini, terima kasih karena tidak pernah menyerah dan selalu senantiasa menikmati setiap prosesnya walaupun tidak mudah. Penulis juga ingin menyampaikan permintaan maaf kepada diri sendiri, karena mungkin hasil akhir yang didapat tidak sepenuhnya sesuai harapan.

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
PERSEMBAHAN	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar belakang	1
B. Rumusan masalah	4
C. Tujuan penelitian	4
D. Manfaat penelitian	4
E. Definisi operasional	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Radiasi sinar x	7
B. Pemeriksaan fotografi (radiografi)	8
C. Dosis radiasi	20
D. Jenis – jenis dosis radiasi	21
E. Faktor yang mempengaruhi dosis efektif.....	23
F. Proteksi Radiasi dalam Pemeriksaan Radiografi.....	25
G. Penelitian terdahulu	25
BAB III METODE PENELITIAN	29
A. Jenis penelitian	29
B. Lokasi dan waktu penelitian.....	29
C. Subjek penelitian	29
D. Variabel penelitian.....	29
E. Alat dan bahan penelitian.....	29
F. Prosedur penelitian	30
G. Pengambilan data.....	30
H. Teknik analisis dan pengolahan data	30
I. Diagram alir penelitian	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
A. Hasil penelitian.....	33
B. Pembahasan	40
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	33
A. Kesimpulan.....	43
B. Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN-LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram Komponen Tabung X-Ray	8
Gambar 2.2	Proses Pemeriksaan Radiografi Pada Pasien	10
Gambar 2.3	Hasil Foto X-Ray	10
Gambar 2.4	Jenis Pemeriksaan Radiografi Beserta Anatomi Yang Diperiksa.....	15
Gambar 2.5	Tata Letak Ruang Radiografi.....	19
Gambar 2.6	Data dosis efektif pada pemeriksaan radiografi dan fluoroskopi.....	20
Gambar 3.1	Diagram Alir Pengambilan Data Eksposi Sinar X.....	22
Gambar 4.1	Rontgen RSUD CM Lhokseumawe.....	25
Gambar 4.2	Hasil Fotografi Yang Dibaca Dari Mesin Rontgen.....	27
Gambar 4.3	Grafik Perbandingan Dosis Efektif Dengan BAPETEN.....	39



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Identitas Pasien	33
Tabel 4.2 Data Yang Diambil Di Instalasi Radiologi	36
Tabel 4.3 Dosis paparan radiasi, dosis serap, dosis ekuivalen, dosis efektif	38



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. SK Dekan FTK UIN Ar-Raniry Banda Aceh	48
Lampiran 2. Surat Penelitian Fakultas Tarbiyah dan Keguruan	49
Lampiran 3. Surat Keterangan Telah Selesai Melaksanakan Penelitian	50



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Fisika adalah ilmu dasar yang mengkaji energi serta bagaimana energi berinteraksi dengan materi, termasuk fenomena gelombang elektromagnetik. Gelombang elektromagnetik merupakan gelombang yang muncul akibat getaran medan listrik dan medan magnet yang saling tegak lurus serta mampu merambat tanpa membutuhkan medium perantara (Trisanti & sudarti, 2021). Sinar-X merupakan salah satu gelombang elektromagnetik berenergi tinggi yang memiliki sifat pengion sehingga mampu menghasilkan ionisasi ketika berinteraksi dengan jaringan tubuh. Karakteristik fisika radiasi tersebut membuat sinar-X berpotensi menimbulkan efek biologis yang merugikan, namun tetap menjadi instrumen penting dalam pencitraan medis karena kemampuannya menembus jaringan dan membentuk gambaran anatomi. Oleh karena itu, kajian mengenai paparan radiasi dan upaya optimasi dosis sangat diperlukan untuk memastikan keselamatan pasien (Yulianti, 2020).

Dalam pemeriksaan radiografi, sinar-X dihasilkan di dalam tabung sinar-X ketika elektron yang dipercepat oleh tegangan tinggi (kVp) diarahkan menuju anoda. Saat elektron berinteraksi dengan target logam, terbentuklah radiasi bremsstrahlung dan radiasi karakteristik yang menjadi komponen utama berkas radiasi diagnostik. Nilai kVp dan mAs memiliki peran besar dalam menentukan kualitas dan kuantitas sinar-X, sehingga secara langsung memengaruhi besarnya dosis radiasi yang diterima pasien. Memahami proses pembentukan radiasi ini sangat penting untuk mengontrol paparan radiasi sesuai dengan prinsip proteksi radiasi (Sari & Hardinata, 2021).

Dalam tubuh manusia, sinar-X mengalami dua jenis interaksi utama, yaitu efek foto elektrik dan hamburan Compton. Efek foto elektrik cenderung lebih banyak terjadi pada jaringan dengan densitas tinggi seperti tulang, sedangkan hamburan Compton lebih umum muncul pada jaringan lunak dan menjadi sumber utama radiasi hambur. Keberadaan radiasi hambur dapat menurunkan mutu citra sekaligus menambah dosis yang tidak diperlukan pada pasien, sehingga

diperlukan optimasi pada teknik eksposur untuk meminimalkan dampaknya (Ramadhan, 2020).

Radiasi sinar-X memiliki peran penting dalam bidang medis karena mampu membantu mendeteksi berbagai penyakit atau kelainan di dalam tubuh. Namun, di balik manfaat diagnostiknya, sinar-X merupakan radiasi pengion yang dapat menimbulkan dampak berbahaya bagi tubuh. Oleh sebab itu, dalam pemeriksaan radiologi perlu diterapkan prinsip dasar proteksi radiasi yang dikenal sebagai *As Low As Reasonably Achievable* (ALARA), yaitu penggunaan penyinaran serendah mungkin agar dosis radiasi yang diterima pasien, petugas, maupun masyarakat tetap minimal, tetapi kualitas citra yang dihasilkan tetap memadai untuk keperluan diagnosis (BAPETEN, 2020).

Pengukuran paparan radiasi pada pasien dilakukan dengan menggunakan beberapa besaran fisika, seperti dosis serap, dosis ekuivalen, dan dosis efektif. Di antara ketiganya, dosis efektif menjadi parameter yang paling umum dipakai karena mempertimbangkan tingkat sensitivitas masing-masing organ terhadap radiasi. Besaran ini memberikan gambaran yang lebih menyeluruh mengenai potensi risiko biologis, sehingga penting untuk menentukan apakah suatu pemeriksaan radiologi telah dilakukan pada tingkat paparan yang aman (Harahap, 2019).

Dalam radiologi diagnostik, prinsip proteksi radiasi *As Low As Reasonably Achievable* (ALARA) digunakan sebagai pedoman utama untuk menekan dosis serendah mungkin. Upaya optimasi dosis dilakukan dengan memilih parameter eksposur yang optimal, menerapkan kolimasi dan filtrasi, serta menentukan proyeksi yang tepat agar paparan yang tidak perlu dapat dihindari (BAPETEN, 2020).

Pemeriksaan radiografi *thorax* adalah salah satu prosedur radiologi yang paling umum dilakukan di berbagai layanan kesehatan. Meskipun dosis pada setiap pemeriksaan tergolong rendah, tingginya jumlah pemeriksaan dapat memberikan kontribusi yang cukup besar terhadap dosis efektif pada populasi. Beberapa penelitian di tingkat nasional menunjukkan bahwa nilai ESAK dapat bervariasi antar fasilitas kesehatan, dipengaruhi oleh perbedaan parameter

eksposur serta kondisi peralatan radiografi yang digunakan (Wulandari, Juliantara, & Diartama, 2023).

Pengukuran secara langsung dengan dosimeter juga digunakan untuk menentukan dosis efektif yang benar-benar diterima pasien. Temuan penelitian menunjukkan bahwa variasi nilai kVp dan mAs memiliki pengaruh besar terhadap besarnya dosis efektif pada pemeriksaan thorax (Sukmawati, 2022). Paparan dosis sinar-X yang berlebihan dapat menimbulkan baik efek deterministik maupun stokastik. Efek deterministik, seperti eritema kulit, katarak, serta kerusakan jaringan, muncul ketika dosis serap melampaui nilai ambang tertentu. Sementara itu, efek stokastik misalnya kanker dan mutasi genetik dapat terjadi meskipun pada dosis rendah, terutama bila paparan berlangsung berulang, seperti pada pemeriksaan thorax yang sering digunakan untuk keperluan skrining paru (Rahmat & Nanda, 2022).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa meskipun dosis pada pemeriksaan radiografi tergolong rendah, paparan yang dilakukan berulang serta penggunaan parameter eksposur yang kurang tepat dapat meningkatkan risiko akumulasi dosis (BAPETEN, 2020). Studi oleh (Putra & Sari, 2021) mengungkapkan bahwa sejumlah fasilitas radiologi di Indonesia masih memiliki variasi teknik eksposur yang cukup besar, sehingga berpotensi menimbulkan overexposure apabila tidak dilakukan standardisasi. Temuan ini menegaskan perlunya kalibrasi rutin serta penerapan *Indonesian Diagnostic Reference Level* (I-DRL). Penelitian lain oleh (Hasanah & Dermawan, 2021) melaporkan bahwa beberapa rumah sakit daerah menerapkan kVp lebih tinggi dari rekomendasi BAPETEN untuk meningkatkan penetrasi citra, namun hal tersebut menyebabkan peningkatan ESAK hingga 30–40% dibandingkan standar nasional. Selain itu, penelitian (Simanjuntak, 2022) menunjukkan bahwa pasien dengan ukuran tubuh lebih besar (IMT tinggi) berisiko menerima dosis lebih tinggi apabila operator tidak menyesuaikan parameter eksposur berdasarkan protokol proteksi radiasi.

Berbagai penelitian tersebut menegaskan bahwa walaupun pemeriksaan thorax termasuk kategori *low-dose*, risiko tetap dapat muncul jika dosis tidak dikelola dengan baik, terutama karena efek radiasi jangka panjang yang bersifat

akumulatif. Hal ini menjadi landasan pentingnya dilakukan kajian khusus mengenai penentuan dosis efektif pada pemeriksaan radiografi dalam konteks fasilitas radiologi di Indonesia.

Dengan mempertimbangkan pentingnya aspek keselamatan serta kebutuhan optimasi dalam layanan radiologi, penelitian mengenai penentuan dosis efektif pada pemeriksaan radiografi menjadi sangat diperlukan sebagai upaya memastikan bahwa penggunaan radiasi diagnostik telah memenuhi standar proteksi radiasi nasional (Akhmadi, 2022). Berdasarkan dari latar belakang tersebut, maka peneliti tertarik untuk mengkaji lebih dalam tentang dosis efektif yang diterima pasien dan juga melihat besar dosis yang diterima pada saat pemeriksaan fotografi pasien dengan melakukan penelitian dengan judul penentuan dosis efektif paparan radiasi sinar X pada pemeriksaan fotografi pasien.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah berapa nilai dosis efektif paparan radiasi sinar-X pada pemeriksaan radiografi pasien?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan nilai dosis efektif paparan radiasi sinar-X pada pemeriksaan radiografi pasien.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Manfaat Teoritis:

- a. Menambah khasanah ilmu pengetahuan di bidang fisika medis dan proteksi radiasi, khususnya terkait pemahaman tentang besaran dosis efektif pada pemeriksaan radiografi.
- b. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan teori optimasi dosis dengan menunjukkan hubungan antara parameter eksposur (kVp dan mAs) terhadap besar dosis efektif.

- c. Menjadi dasar referensi ilmiah bagi penelitian selanjutnya yang berfokus pada evaluasi dosis, radiologi diagnostik, maupun keselamatan radiasi di fasilitas pelayanan kesehatan.
2. Manfaat Praktis:
- a. Dapat digunakan sebagai acuan untuk mengevaluasi dan mengoptimalkan teknik eksposur pada pemeriksaan thorax agar sesuai standar proteksi radiasi.
 - b. Memberikan informasi praktis tentang pengaruh kVp dan mAs terhadap dosis efektif sehingga dapat diterapkan dalam pengambilan keputusan klinis.
 - c. Memberikan jaminan keselamatan radiasi melalui penerapan teknik pemeriksaan yang lebih aman berdasarkan hasil penelitian.
 - d. Mengurangi kemungkinan paparan berlebih terutama pada pasien yang sering menjalani pemeriksaan radiografi.

E. Definisi Operasional

1. Dosis efektif

Dosis efektif merupakan ukuran paparan radiasi pengion yang diterima oleh organ dan jaringan tubuh dengan memperhitungkan tingkat kepekaan masing-masing organ terhadap efek radiasi. Besaran ini digunakan untuk menggambarkan risiko biologis total akibat paparan radiasi pada individu. Dalam praktik radiodiagnostik, dosis efektif berperan penting sebagai indikator keselamatan radiasi pasien serta menjadi dasar dalam upaya optimasi perlindungan radiasi medis (Putri & Jeniyanthi, 2025).

2. Paparan radiasi

Paparan radiasi merupakan proses terjadinya ionisasi akibat interaksi radiasi pengion, seperti sinar-X, dengan suatu medium, baik udara maupun jaringan tubuh. Besaran paparan ini menjadi salah satu parameter penting dalam proteksi radiasi karena menunjukkan jumlah radiasi yang diterima oleh subjek di ruang radiologi, sehingga harus

dikendalikan sesuai dengan ketentuan dan pedoman keselamatan radiologi (Septiyanti, Khalif, & Anwar, 2020).

3. Sinar X

Sinar-X merupakan radiasi elektromagnetik berenergi tinggi yang dihasilkan oleh tabung sinar-X dan dimanfaatkan secara luas dalam pencitraan medis untuk menembus jaringan tubuh, sehingga struktur internal dapat divisualisasikan dengan jelas. Pemanfaatan sinar-X pada pemeriksaan radiografi harus dikendalikan berdasarkan prinsip *As Low As Reasonably Achievable* (ALARA) guna menekan paparan radiasi yang tidak diperlukan, baik bagi pasien maupun tenaga kesehatan (Hiswara, 2025).

4. Pemeriksaan Fotografi

Pemeriksaan fotografi merupakan tindakan diagnostik yang menggunakan pancaran untuk memperoleh gambaran struktur internal tubuh pasien melalui media pencitraan, baik film radiografi maupun detektor digital. Prosedur ini dilakukan dengan pengaturan parameter eksposi tertentu agar kualitas citra memenuhi standar kebutuhan diagnosis (Mayasari, Nurhasanah, & Hasanuddin, 2025). Pemeriksaan fotografi yang dilakukan berupa pemeriksaan fotografi *thorax, lumbosacral, pedis, knee, elbow* dan tengkorak yang dilakukan di Rumah Sakit Umum Cut Meutia Lhokseumawe di bagian instalasi radiologi

5. Pasien

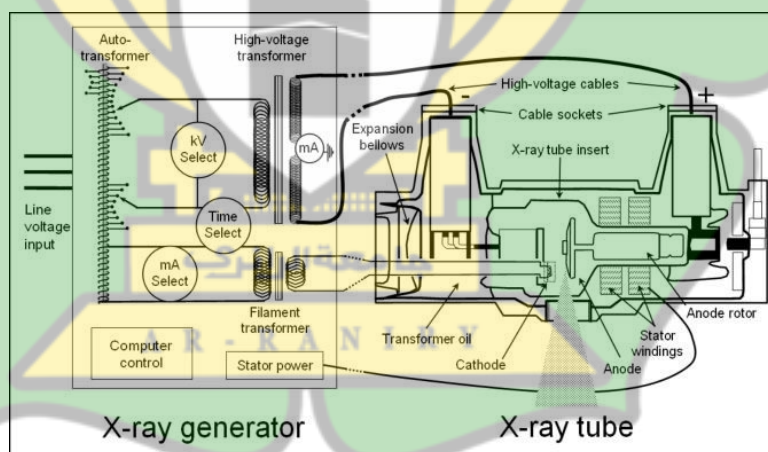
Pasien adalah individu yang menjalani tindakan pemeriksaan medis di fasilitas pelayanan kesehatan, terutama prosedur diagnostik yang menggunakan sinar-X (Putri & Jeniyanthi, 2025). Pasien yang dimaksud disini yaitu pasien yang menjalani pemeriksaan fotografi *thorax, lumbosacral, pedis, knee, elbow* dan tengkorak yang berada di Rumah Sakit Umum Cut Meutia Lhokseumawe di bagian instalasi radiologi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Radiasi sinar x

Sinar-X pertama kali ditemukan pada tahun 1895 oleh ilmuwan Jerman, Wilhelm Conrad Röntgen. Penemuannya berlandaskan percobaan-percobaan sebelumnya, seperti penelitian J.J. Thomson mengenai tabung sinar katoda dan eksperimen Heinrich Hertz tentang efek fotolistrik. Kedua penelitian tersebut mempelajari pergerakan elektron yang keluar dari katoda menuju anoda di dalam tabung kaca berisi vakum. Alat pembangkit sinar-X sendiri berupa tabung vakum yang di dalamnya terdapat filamen sebagai katoda serta sebuah anoda. Ketika filamen dipanaskan, elektron akan terlepas, dan jika antara katoda dan anoda diberikan tegangan tinggi, elektron tersebut akan dipercepat menuju anoda. Percepatan ini menyebabkan terjadinya tumbukan tidak lenting sempurna antara elektron dan anoda, yang kemudian menghasilkan pancaran radiasi berupa sinar-X (Aisah, Sutapa, & Wendri, 2026).



Gambar 2.1 Diagram komponen Tabung X-Ray
(Sumber : Google.com)

Pemanfaatan sinar-X di bidang medis berperan penting dalam membantu penegakan diagnosis berbagai penyakit. Meskipun demikian, sinar-X termasuk radiasi pengion yang berpotensi menimbulkan efek biologis apabila paparan yang diterima melebihi batas yang direkomendasikan. Oleh sebab itu,

pemahaman yang mendalam mengenai karakteristik sinar-X serta dampaknya terhadap tubuh manusia menjadi aspek yang sangat penting dalam pelaksanaan praktik radiologi. Interaksi antara sinar-X dan jaringan tubuh terjadi melalui mekanisme efek foto elektrik dan hamburan Compton. Proses interaksi tersebut menyebabkan energi radiasi diserap oleh jaringan, yang selanjutnya dinyatakan sebagai dosis radiasi yang diterima oleh pasien (Wulandari, Putri, & Setiawan, 2023).

B. Pemeriksaan Fotografi (Radiografi)

Pemeriksaan fotografi atau radiografi merupakan salah satu teknik pencitraan medis yang menggunakan sinar-X untuk menampilkan gambaran struktur anatomi tubuh pasien. Sampai saat ini, radiografi tetap menjadi metode diagnostik yang paling sering digunakan karena pelaksanaannya relatif cepat, biayanya cukup ekonomis, serta mampu memberikan hasil pencitraan yang akurat untuk membantu penegakan diagnosis (Sari D. P., 2020). Radiografi konvensional membutuhkan pengaturan parameter eksposi secara tepat agar diperoleh kualitas citra yang optimal dengan dosis radiasi yang minimal. Parameter eksposi tersebut mencakup tegangan tabung (kVp), arus tabung dan lama penyinaran (mAs), serta jarak fokus ke detektor. Pengaturan parameter yang tidak sesuai dapat menyebabkan peningkatan dosis radiasi yang diterima pasien tanpa diikuti peningkatan kualitas citra yang berarti (Purbarani, Mariyatun, Widiani, & Umaimah, 2021).

Keseimbangan antara mutu citra dan besarnya dosis radiasi merupakan aspek yang sangat krusial dalam pemeriksaan radiografi. Radiografer dituntut untuk mampu menetapkan parameter eksposi yang tepat sehingga menghasilkan citra yang layak secara diagnostik, sekaligus menekan risiko biologis akibat paparan radiasi. Hal ini menegaskan bahwa kompetensi tenaga radiologi serta penerapan standar keselamatan radiasi memegang peranan penting dalam meningkatkan kualitas pelayanan radiografi dan menjamin keselamatan pasien (Kurniawan, Santoso, & Laksmi, 2021).

1. Jenis pesawat radiasi

Pesawat radiasi dalam radiologi diagnostik adalah perangkat yang memanfaatkan sinar-X untuk menghasilkan citra medis sebagai penunjang diagnosis. Berdasarkan fungsi serta penggunaannya, pesawat sinar-X diagnostik umumnya dibagi menjadi empat jenis utama, yaitu:

- a. Pesawat radiografi merupakan alat yang digunakan untuk menghasilkan citra statis dari bagian tubuh pasien dengan bantuan sinar-X. Modalitas ini ~~umum~~ digunakan untuk mengamati struktur tulang, paru-paru, serta organ lainnya karena prosesnya cepat dan dosis radiasinya relatif lebih rendah dibandingkan dengan modalitas lain. Hal ini didukung oleh penelitian yang menyebutkan bahwa radiografi konvensional masih menjadi pilihan utama dalam pelayanan radiologi karena efisiensi serta kemudahan dalam pengoperasiannya (Mayasari, Nurhasanah, & Hasanuddin., 2022).
- b. Pesawat fluoroskopi adalah alat pencitraan yang mampu menampilkan gambaran secara *real-time*, sehingga memungkinkan pengamatan langsung terhadap pergerakan organ tubuh. Teknologi ini sering dimanfaatkan dalam prosedur intervensi medis, seperti kateterisasi dan tindakan minimal invasif. Namun, karena waktu paparan radiasi yang cenderung lebih lama, penerapan prinsip proteksi radiasi menjadi sangat penting (Susanti E. , 2021).
- c. *Computed Tomography* (CT scan) merupakan pesawat radiasi yang mengombinasikan sinar-X dengan sistem komputer untuk menghasilkan citra penampang tubuh secara rinci. Keunggulan CT scan terletak pada kemampuannya menampilkan irisan tubuh serta rekonstruksi tiga dimensi yang memberikan informasi anatomi lebih akurat dibandingkan radiografi konvensional. Meskipun demikian, dosis radiasi yang dihasilkan relatif lebih tinggi sehingga penggunaannya perlu mempertimbangkan aspek keselamatan pasien (Fathunnisa R. e., 2023).

d. Mammografi adalah pesawat sinar-X khusus yang digunakan untuk pemeriksaan jaringan payudara, terutama dalam upaya deteksi dini kanker payudara. Alat ini dirancang dengan dosis radiasi rendah namun memiliki resolusi tinggi untuk menghasilkan citra jaringan lunak secara optimal. Penggunaan mammografi terbukti efektif dalam membantu diagnosis dini kelainan pada payudara (Rahmawati, 2024).

2. Jenis pesawat radiasi sinar-X berdasarkan mobilitas dan desain alat

Pesawat sinar-X merupakan salah satu peralatan utama dalam radiologi diagnostik yang dimanfaatkan untuk menghasilkan citra anatomi tubuh manusia melalui penggunaan radiasi pengion. Dalam penggunaannya, pesawat sinar-X dapat dikelompokkan berdasarkan mobilitas dan desain alat, yang memengaruhi fleksibilitas pemakaian, kualitas citra yang dihasilkan, serta aspek proteksi radiasi. Klasifikasi ini juga sesuai dengan ketentuan pengawasan yang ditetapkan oleh BAPETEN guna menjamin keselamatan radiasi di fasilitas pelayanan kesehatan (Hidayah, Pramono, & Wibowo, 2021).

a. Pesawat Sinar-X Terpasang Tetap (*Fixed Unit*)

Pesawat sinar-X terpasang tetap merupakan alat radiografi yang diinstal secara permanen di dalam ruang radiologi. Sistem ini biasanya terdiri dari tabung sinar-X, meja pasien, *bucky stand*, serta panel kontrol yang terintegrasi. Jenis ini memiliki tingkat stabilitas yang tinggi sehingga mampu menghasilkan kualitas citra yang optimal. Selain itu, karena posisinya tidak berpindah, desain ruangan dapat disesuaikan dengan kebutuhan proteksi radiasi, seperti penggunaan dinding berlapis timbal (Prasetyo, Lestari, & Nugroho, 2022). Pesawat ini umum digunakan untuk pemeriksaan rutin seperti *thorax, abdomen, dan ekstremitas*. Keunggulan utama dari unit tetap adalah kualitas citra yang baik serta kemampuannya dalam menangani berbagai jenis pemeriksaan. Namun, kekurangannya

terletak pada kurangnya fleksibilitas, karena pasien harus datang langsung ke ruang radiologi untuk menjalani pemeriksaan (Lestari, Wulandari, & Prasetyo, 2024).

b. Pesawat sinar-X *mobile*

Pesawat sinar-X *mobile* merupakan alat radiografi yang dirancang agar dapat dipindahkan dengan mudah dari satu ruangan ke ruangan lainnya menggunakan roda. Perangkat ini sangat membantu dalam penanganan pasien yang tidak memungkinkan untuk dipindahkan, seperti pasien di ruang ICU atau IGD. Dari segi desain, pesawat *mobile* memiliki bentuk yang lebih ringkas dibandingkan dengan unit tetap, namun tetap dilengkapi komponen utama seperti tabung sinar-X dan panel kontrol (Sari, Utami, & Kurniawan, 2020).

c. Pesawat sinar-X *portable*

Pesawat sinar-X *portable* merupakan bentuk yang lebih sederhana dan ringan dibandingkan dengan jenis *mobile*. Alat ini dapat dibawa secara manual sehingga sangat sesuai digunakan dalam kondisi darurat, pelayanan kesehatan di daerah terpencil, maupun situasi bencana. Penggunaan pesawat *portable* memberikan kemudahan dalam akses layanan radiologi, terutama pada lokasi yang memiliki keterbatasan fasilitas (Prasetyo, Lestari, & Nugroho, 2022).

d. Pesawat sinar-X *C-Arm*

Pesawat sinar-X *C-Arm* merupakan perangkat radiografi dengan desain khusus berbentuk huruf “C” yang menghubungkan tabung sinar-X dengan detektor. Desain ini memungkinkan alat bergerak secara fleksibel mengelilingi pasien, sehingga sangat ideal untuk pencitraan *real-time* (fluoroskopi). Alat ini banyak dimanfaatkan dalam berbagai prosedur intervensi medis, seperti operasi ortopedi, bedah saraf, serta tindakan kardiologi (Putra, Saputra, & Hidayat, 2023).

3. Sistem Pencitraan pada Pesawat Radiografi

Sistem pencitraan pada pesawat radiografi merupakan bagian penting yang berperan dalam menangkap serta mengolah sinar-X setelah melewati objek sehingga terbentuk citra radiograf. Seiring dengan kemajuan teknologi, sistem ini telah berkembang dari metode konvensional menuju sistem digital yang lebih modern dan efisien (Angella, Hulmansyah, & Annisa, 2025).

- a. *Computed Radiography* (CR) merupakan sistem pencitraan radiografi digital tidak langsung yang memanfaatkan *imaging plate* (IP) berbasis *photostimulable phosphor* (PSP) sebagai media penangkap citra. Saat sinar-X mengenai *imaging plate*, energi radiasi akan tersimpan dalam bentuk elektron yang terperangkap pada lapisan fosfor. Selanjutnya, *imaging plate* diproses menggunakan CR reader yang memancarkan sinar laser untuk melepaskan energi tersebut dalam bentuk cahaya. Cahaya yang dihasilkan kemudian diubah menjadi sinyal digital dan diproses hingga membentuk citra radiograf (Hidayat, Nugroho, & Saputra, 2021).
- b. *Digital Radiography* (DR) adalah sistem pencitraan radiografi digital langsung yang menggunakan detektor digital untuk menangkap sinar-X dan mengubahnya menjadi citra secara *real-time*. Pada sistem ini, detektor umumnya terbagi menjadi dua jenis, yaitu detektor tidak langsung (*indirect detector*) yang memanfaatkan scintillator untuk mengonversi sinar-X menjadi cahaya sebelum diubah menjadi sinyal listrik, serta detektor langsung (*direct detector*) yang menggunakan bahan semikonduktor seperti amorphous selenium untuk secara langsung mengubah sinar-X menjadi sinyal listrik. (Angella, Hulmansyah, & Annisa, 2025).



Gambar 2.2 Proses pemeriksaan radiografi pada pasien
(sumber : sari, yusnida & Fakhurreza, 2025)

Prosedur pemeriksaan radiografi pasien diawali dengan persiapan pasien, penentuan posisi tubuh, pengaturan parameter mesin rontgen, eksposur sinar-X, hingga tahap pemrosesan citra. Setiap tahapan dilakukan secara terkontrol untuk menjamin kualitas gambar yang optimal sekaligus meminimalkan dosis radiasi yang diterima pasien. Parameter mesin, seperti tegangan tabung (kV) dan arus tabung (mA), disesuaikan dengan jenis pemeriksaan serta kondisi pasien, sehingga citra diagnostik yang dihasilkan akurat dan representatif (Junaidi, 2021).

4. Jenis pemeriksaan radiografi

Radiografi adalah salah satu teknik pencitraan medis yang memanfaatkan sinar-X untuk menampilkan gambaran struktur internal tubuh, dan banyak digunakan karena prosedurnya cepat, relatif terjangkau, serta efektif sebagai pemeriksaan penunjang diagnosis awal (Rahman, 2023). Dalam penerapannya, terdapat berbagai jenis pemeriksaan radiografi yang disesuaikan dengan bagian tubuh dan tujuan klinis, seperti radiografi *thorxs* (dada), *abdomen*, *ekstremitas* (tangan dan kaki), serta tulang belakang. Masing-masing pemeriksaan memiliki teknik, posisi pasien, dan proyeksi tertentu guna

menghasilkan citra yang optimal. Keberhasilan pemeriksaan ini juga dipengaruhi oleh perbedaan kemampuan jaringan tubuh dalam menyerap sinar-X, di mana tulang terlihat radiopak (putih), jaringan lunak tampak abu-abu, dan udara bersifat radiolusen (gelap), sehingga membantu tenaga medis dalam mengidentifikasi kondisi normal maupun kelainan seperti fraktur, infeksi, atau perubahan struktur organ (Nasution, 2021).

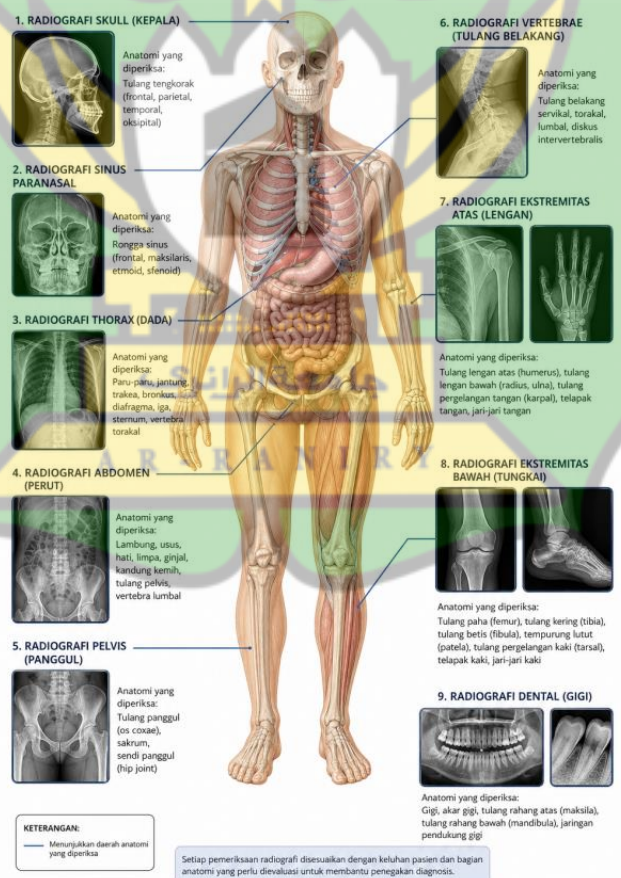
Jenis pemeriksaan radiografi konvensional umumnya dikelompokkan berdasarkan bagian anatomi tubuh yang diperiksa. Salah satu pemeriksaan yang paling sering dilakukan adalah radiografi *thorax*, yang berfokus pada struktur di dalam rongga dada seperti paru-paru, jantung, diafragma, serta tulang penyusunnya. Pemeriksaan ini dimanfaatkan untuk mendeteksi berbagai kondisi, antara lain tuberkulosis, pneumonia, serta pembesaran jantung (Sari M. e., 2022). Radiografi *abdomen* digunakan untuk menilai anatomi organ dalam rongga perut seperti usus, lambung, hati, dan ginjal. Selain itu, radiografi ekstremitas berkaitan dengan sistem muskuloskeletal, meliputi tulang dan sendi pada anggota gerak, yang umumnya dimanfaatkan untuk mengidentifikasi fraktur dan dislokasi (Hutapea, 2023).

Pemeriksaan lain adalah radiografi *vertebrae* yang digunakan untuk mengevaluasi struktur tulang belakang, baik *servikal*, *torakal*, maupun *lumbal*, dalam mendeteksi kelainan seperti skoliosis, fraktur, dan degenerasi. Radiografi *pelvis* berfokus pada tulang panggul dan sendi panggul, yang sering dilakukan pada kasus trauma. Sementara itu, radiografi *skull* bertujuan untuk menilai struktur tulang tengkorak, khususnya pada kasus cedera kepala (Lubis, 2021). Selain itu, terdapat pula radiografi sinus paranasal dan dental yang berkaitan dengan anatomi wajah, termasuk rongga sinus serta struktur gigi dan rahang (Wulandari R. e., 2022)



Gambar 2.3 Hasil Foto X-Ray
(sumber : My Cleveland Clinic – X-ray)

Hasil radiografi *chest X-ray* umum digunakan untuk memperoleh gambaran struktur internal rongga dada. Pada citra tersebut, perbedaan tingkat keabuan mencerminkan densitas jaringan tulang rusuk tampak lebih putih karena menyerap lebih banyak radiasi, sementara paru-paru terlihat gelap akibat penyerapannya yang rendah terhadap sinar-X (Hamzanwadi, 2021).



Gambar 2.4 Jenis pemeriksaan radiografi beserta anatomi yang diperiksa

Gambar tersebut memperlihatkan keterkaitan antara anatomi tubuh manusia dengan jenis pemeriksaan radiografi yang umum dilakukan. Setiap bagian tubuh dikaitkan dengan pemeriksaan tertentu, seperti radiografi skull untuk tulang tengkorak, thoraks untuk paru-paru dan jantung, serta abdomen untuk organ perut. Selain itu, ditunjukkan pula pemeriksaan sistem muskuloskeletal seperti ekstremitas, vertebrae, dan pelvis yang berfokus pada tulang dan sendi. Gambar ini menegaskan bahwa pemilihan pemeriksaan radiografi harus disesuaikan dengan lokasi anatomi, sehingga pemahaman anatomi menjadi dasar penting dalam menentukan teknik dan interpretasi hasil citra.

5. Fasilitas ruang radiografi

Pesawat radiografi adalah salah satu alat dalam radiologi diagnostik yang memanfaatkan sinar-X untuk menghasilkan gambar statis bagian dalam tubuh pasien. Cara kerjanya dimulai dari pemancaran sinar-X oleh tabung sinar-X, kemudian sinar tersebut menembus tubuh pasien dan diterima oleh detektor sehingga terbentuk citra radiograf. Pemeriksaan ini sering digunakan untuk mendeteksi kelainan pada tulang, paru-paru, maupun organ lainnya karena prosesnya tergolong cepat dan efisien (Fathunnisa R. e., 2023).

Pemanfaatan pesawat radiografi harus didukung oleh fasilitas ruang yang memenuhi standar keselamatan radiasi untuk melindungi pekerja, pasien, serta masyarakat dari paparan radiasi pengion (BAPETEN, 2020). Ketentuan mengenai ruang radiografi mencakup beberapa aspek berikut :

a. Konstruksi dan *Shielding* (Perisai Radiasi)

Dinding ruang sinar-X harus dilengkapi dengan material pelindung radiasi (*shielding*) seperti timbal (Pb), beton, atau bahan lain yang memiliki kemampuan tinggi dalam mereduksi sinar-X. Ketebalan pelindung ini ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain energi radiasi (kVp), beban kerja alat (*workload*), serta jarak

terhadap area di sekitarnya. Secara umum, ketebalan dinding ruang radiografi setara dengan 1–2 mm Pb, meskipun dapat disesuaikan dengan kebutuhan teknis yang berlaku. Keberadaan *shielding* yang efektif sangat penting karena mampu menurunkan intensitas radiasi hingga mencapai batas aman. Pelindung radiasi yang baik dapat secara signifikan mengurangi laju dosis setelah melewati dinding pelindung (Sahfira & Yanti, 2024).

b. Tata letak ruangan (*layout*)

Tata letak ruang radiografi perlu dirancang secara cermat untuk meminimalkan paparan radiasi ke area yang tidak diinginkan. Di dalam ruangan tersebut terdapat komponen utama seperti meja pasien, tabung sinar-X, serta detektor atau kaset. Arah pancaran sinar-X harus diatur agar tidak langsung menuju pintu maupun area publik, sementara penempatan peralatan juga harus mempertimbangkan distribusi radiasi hambur (*scatter radiation*) yang berpotensi meningkatkan paparan bagi pekerja. Sebaran radiasi di dalam ruangan sangat dipengaruhi oleh posisi peralatan dan arah pancaran sinar-X, sehingga perancangan tata letak menjadi aspek penting dalam upaya proteksi radiasi (Rahmawati, Dian, & Eri, 2025).

c. Ruang Operator (*Control Room*)

Ruang operator harus dipisahkan dari ruang pemeriksaan serta dilengkapi dengan pelindung radiasi, seperti dinding berlapis timbal dan kaca timbal (*lead glass*). Ruang ini berfungsi untuk melindungi operator dari paparan radiasi langsung maupun radiasi hambur selama proses eksposi berlangsung. Keberadaan ruang operator yang aman menjadi sangat penting karena pekerja radiasi termasuk kelompok yang memiliki risiko tinggi terhadap paparan radiasi kronis. Perlindungan ruang kerja yang tidak memadai dapat meningkatkan risiko paparan bagi tenaga medis (Dari, Wulandari, & Kusman, 2023).

d. Pintu dan sistem keamanan

Pintu ruang sinar-X harus dilengkapi dengan lapisan timbal untuk mencegah terjadinya kebocoran radiasi ke luar ruangan. Selain itu, perlu dipasang sistem keselamatan seperti lampu indikator radiasi, rambu peringatan bahaya radiasi, serta sistem interlock guna meningkatkan tingkat keamanan. Lampu indikator berfungsi sebagai penanda bahwa proses eksposi sedang berlangsung sehingga dapat mencegah seseorang memasuki ruangan saat radiasi aktif. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa kelengkapan fasilitas proteksi, seperti tanda peringatan dan lampu indikator, masih belum terpenuhi secara optimal di beberapa fasilitas radiologi (Patresya, Naskhoka, & nugroho, 2024).

e. Ventilasi dan Pencahayaan

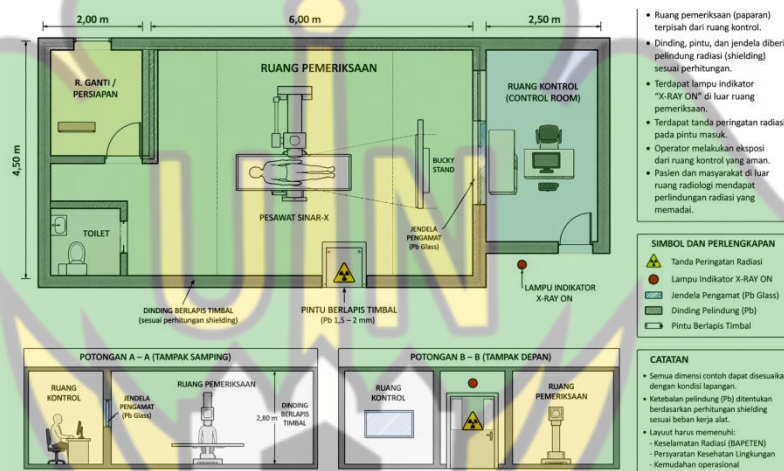
Sistem ventilasi pada ruang radiografi harus dirancang secara optimal tanpa mengurangi efektivitas pelindung radiasi (*shielding*). Ventilasi yang baik berperan penting dalam menjaga kenyamanan serta keselamatan kerja, terutama saat penggunaan peralatan radiologi dalam durasi yang cukup lama. Selain itu, pencahayaan ruangan juga harus memadai agar operator dapat bekerja secara aman dan tepat. Walaupun tidak berkaitan langsung dengan paparan radiasi, kondisi lingkungan seperti ventilasi dan pencahayaan tetap memberikan kontribusi penting terhadap keselamatan kerja secara menyeluruh (Rahmawati, Putra, & Sari, 2025).

f. Standar luas dan area sekitar ruangan

Luas ruang radiografi tidak memiliki ukuran baku yang kaku, namun harus cukup untuk menampung seluruh peralatan serta memungkinkan pergerakan pasien dan tenaga medis berlangsung dengan aman. Secara umum, dimensi ruang radiografi berkisar sekitar 4×5 meter, meskipun dapat disesuaikan dengan jenis dan spesifikasi alat yang digunakan. keterbatasan ruang dapat memengaruhi penempatan peralatan dan posisi operator, yang pada

akhirnya berdampak pada distribusi paparan radiasi di dalam ruangan (Rahmawati, Dian, & Eri, 2025).

Area di sekitar ruang radiografi diklasifikasikan menjadi dua bagian, yaitu area terkontrol (*controlled area*) dan area tidak terkontrol (*uncontrolled area*). Area terkontrol merupakan wilayah dengan potensi paparan radiasi yang lebih tinggi, sedangkan area tidak terkontrol adalah area umum yang harus dijaga agar tingkat paparannya tetap sangat rendah (Pratama & Wijaya, 2023)



Gambar 2.5 Tata letak ruang radiografi

Gambar tersebut memperlihatkan tata letak ruang radiologi diagnostik yang sesuai dengan standar BAPETEN, yang mencakup ruang pemeriksaan, ruang kontrol, serta ruang penunjang. Ruang pemeriksaan dilengkapi dengan pesawat sinar-X, sementara operator berada di ruang kontrol yang terpisah dan dilindungi oleh kaca timbal. Selain itu, seluruh bagian ruangan seperti dinding, pintu, dan jendela telah dilengkapi dengan pelindung radiasi (*shielding*), serta didukung oleh lampu indikator dan tanda peringatan guna menjamin keselamatan pasien, petugas, dan lingkungan sekitar.

C. Dosis radiasi

Dosis radiasi adalah besaran fisika yang digunakan untuk menggambarkan jumlah energi radiasi yang diserap oleh suatu materi atau jaringan tubuh. Dalam radiologi diagnostik, dosis radiasi merupakan parameter yang sangat penting karena berkaitan langsung dengan potensi risiko biologis akibat paparan radiasi pengion pada pasien. Pengukuran serta evaluasi dosis radiasi diperlukan untuk menjamin bahwa paparan yang diterima pasien tetap berada dalam batas aman dan sesuai dengan prinsip proteksi radiasi. Oleh sebab itu, pemahaman yang baik mengenai konsep dosis radiasi menjadi aspek yang esensial dalam pelaksanaan praktik radiografi (Wulandari, Juliantara, & Diartama, 2023).

Ketentuan mengenai batas dosis radiasi di Indonesia ditetapkan oleh Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) dengan merujuk pada rekomendasi *International Commission on Radiological Protection (ICRP)*. Bagi pekerja radiasi, batas dosis efektif ditentukan sebesar 20 mSv per tahun yang dihitung sebagai rata-rata selama lima tahun berturut-turut, dengan total akumulasi tidak melebihi 100 mSv dalam periode tersebut. Sementara itu, untuk masyarakat umum, batas dosis efektif ditetapkan sebesar 1 mSv per tahun.

No.	Pemeriksaan	E/ESD (mSv/mGy)	E/DAP (mSv/mGy.cm ²)
1	Chest PA	0.13	0.16
2	Chest LAT	0.09	0.13
3	Cervical spine AP	0.035	0.19
4	Cervical spine LAT	0.023	0.12
5	Thoracic spine AP	0.094	0.24
6	Thoracic spine LAT	0.031	0.093
7	Lumbar spine AP	0.12	0.22
8	Lumbar spine LAT	0.027	0.092
9	Abdomen AP	0.13	0.18
10	Pelvis AP	0.1	0.14
11	Barium swallow	-	0.23
12	Barium enema	-	0.12
13	Barium follow-through	-	0.13
14	intravenous urography (IVU)	-	0.18
15	Cardiac angiography	-	0.16

Gambar 2.6 Data dosis efektif pada pemeriksaan radiografi dan fluoroskopi

Pada paparan medik terhadap pasien, tidak diberlakukan batas dosis efektif yang bersifat tetap karena penggunaan radiasi bertujuan untuk kepentingan diagnosis maupun terapi. Oleh karena itu, pengendalian dosis dilakukan melalui penerapan prinsip optimisasi serta penggunaan Tingkat Panduan Diagnostik (TPD), guna memastikan bahwa dosis radiasi yang diberikan tetap serendah mungkin sesuai dengan kebutuhan klinis (BAPETEN, 2020).

D. Jenis-jenis dosis radiasi

1. Dosis paparan radiasi

Pada pemeriksaan radiodiagnostik, pengukuran dosis radiasi pada pasien dapat dilakukan menggunakan *Entrance Surface Dose* (ESD). ESD merupakan besaran yang menggambarkan dosis paparan radiasi yang diterima pada permukaan tubuh pasien. Parameter ini memiliki peranan penting dalam mengevaluasi dosis radiasi yang diterima pasien selama pemeriksaan radiografi. Dosis masuk didefinisikan sebagai dosis serap di udara ketika berkas sinar-X mencapai permukaan kulit pasien (Mayasari, Nurhasanah, & Hasanuddin, 2025). Dosis yang diterima secara matematis dapat di rumuskan sebagai berikut :

$$E = \frac{v^2 \cdot i \cdot t}{FFD^2} \quad (2.1)$$

Keterangan : AR - RANIRY

E = Dosis paparan radiasi (mR)

V = Tegangan tabung (KV)

i = Arus tabung (mA)

t = waktu penyinaran (s)

FFD = Jarak fokus ke film (cm)

2. Dosis serap radiasi

Proses ini merupakan pengukuran kuantitatif dari efek yang terjadi ketika radiasi berinteraksi dengan suatu materi. Dosis serap ditentukan

oleh banyaknya energi radiasi yang terserap per satuan massa bahan yang terkena paparan, tanpa dipengaruhi oleh jenis radiasi, tingkat energinya, ataupun karakteristik bahan penyerap (Bushberg, 2016).

Dosis serap radiasi dapat dirumuskan :

$$D_T = E \cdot (8,77 \times 10^{-6}) \quad (2.2)$$

Keterangan :

D_T = Dosis serap pada organ T (Gy)

E = Dosis paparan radiasi (mR)

$8,77 \times 10^{-6}$ = konversi mR ke Gy

3. Dosis ekuivalen

Dosis ekuivalen adalah besaran yang diperoleh dari dosis serap yang dikalikan dengan faktor bobot radiasi, sehingga mencerminkan perbedaan tingkat dampak biologis yang ditimbulkan oleh berbagai jenis radiasi pengion. Besaran ini digunakan sebagai dasar dalam menilai efek biologis radiasi terhadap jaringan tubuh (Bushberg, 2016). Secara sistematis dapat dirumuskan :

$$H_T = w_R \times D_T \quad (2.3)$$

Untuk Sinar X,

$$w_R = 1 \quad (2.4)$$

Sehingga,

$$H_T = D_T \quad (2.5)$$

Keterangan :

H_T = Dosis ekuivalen pada organ T (Sv)

w_R = Faktor bobot radiasi

D_T = Dosis serap organ (Gy)

4. Dosis efektif

Dosis efektif adalah besaran dosis yang mempertimbangkan dosis ekuivalen pada setiap organ serta tingkat kepekaan biologis jaringan terhadap paparan radiasi. Besaran ini digunakan untuk merepresentasikan risiko radiasi secara menyeluruh terhadap tubuh

manusia (Bushberg, 2016). Pada pemeriksaan *thorak* digunakan nilai faktor bobot jaringan sebesar 0,12 karena paru-paru termasuk organ dengan tingkat radiosensitivitas yang tinggi. Pemeriksaan *lumbosacral* dan *abdomen* juga menggunakan nilai w_T sebesar 0,12, sebab melibatkan organ-organ dalam seperti kolon dan lambung yang memiliki kontribusi signifikan terhadap risiko radiasi. Sebaliknya, pada pemeriksaan ekstremitas seperti *pedis*, *knee*, dan *elbow* digunakan nilai w_T sebesar 0,01, karena jaringan yang terpapar didominasi oleh tulang dan kulit yang relatif memiliki sensitivitas radiasi lebih rendah. Sementara itu, pada pemeriksaan tengkorak digunakan nilai w_T sebesar 0,01 yang merujuk pada organ otak dengan tingkat radiosensitivitas yang relatif lebih rendah dibandingkan organ vital lainnya (Noor, Latifah, & Yuana, 2021). Dosis efektif dapat dirumuskan :

$$E = w_T \times H_T \quad (2.6)$$

Karena pada sinar X $H_T = D_T$ maka,

$$E = w_T \times D_T \quad (2.7)$$

Keterangan :

E = Dosis efektif (Sv)

H_T = Dosis ekuivalen pada organ T (Sv)

w_T = Faktor bobot jaringan

D_T = Dosis serap organ (Gy)

E. Faktor yang mempengaruhi dosis efektif

1. Tegangan tabung (kVp)

Tegangan tabung atau *kilo volt peak* (kVp) merupakan parameter yang menentukan tingkat energi dan kemampuan penetrasi berkas sinar-X yang dihasilkan oleh pesawat radiografi. Peningkatan nilai kVp akan menghasilkan sinar-X dengan energi yang lebih tinggi sehingga daya tembus terhadap jaringan tubuh juga meningkat, yang selanjutnya dapat memengaruhi besar kecilnya dosis efektif yang diterima pasien. Variasi nilai kVp diketahui

memberikan pengaruh yang signifikan terhadap karakteristik berkas sinar-X serta dosis radiasi yang diterima pasien. Peningkatan kVp yang tidak diimbangi dengan pengaturan parameter paparan lainnya secara tepat berpotensi meningkatkan dosis efektif, meskipun mampu memperbaiki penetrasi dan kualitas kontras citra (Putra & Sari, 2021).

2. Arus Tabung dan Waktu Eksposi (mAs)

Arus tabung dan lama penyinaran dinyatakan dalam satuan miliampere-sekon (mAs), yang merepresentasikan jumlah total foton sinar-X yang dihasilkan selama proses eksposi. Peningkatan nilai mAs akan menghasilkan jumlah foton yang lebih besar sehingga berdampak pada meningkatnya dosis radiasi yang diterima pasien. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kenaikan mAs berbanding lurus dengan peningkatan dosis efektif pasien pada pemeriksaan radiografi *thorax*. Oleh karena itu, pengaturan mAs perlu dilakukan secara optimal guna memperoleh kualitas citra diagnostik yang memadai dengan paparan dosis radiasi yang serendah mungkin (Oktamuliani & Ramadana, 2022).

3. Jarak Fokus ke Film/Detektor (FFD)

Jarak fokus ke film atau detektor (*Focus Film Distance* / FFD) merupakan salah satu parameter geometrik yang memengaruhi intensitas radiasi yang diterima oleh pasien. Mengacu pada hukum kuadrat terbalik, peningkatan jarak antara sumber radiasi dan objek akan menyebabkan penurunan intensitas radiasi yang diterima. Pengaturan FFD secara tepat dapat berkontribusi dalam menurunkan dosis efektif pasien tanpa menurunkan kualitas citra radiografi. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang menyatakan bahwa optimisasi parameter geometrik, termasuk FFD, memiliki peran penting dalam pengendalian dosis radiasi pada pasien (Purbarani, Mariyatun, Widiani, & Umaimah, 2021).

F. Proteksi Radiasi dalam Pemeriksaan Radiografi

Proteksi radiasi bertujuan untuk meminimalkan paparan radiasi yang tidak diperlukan pada pasien tanpa mengurangi kualitas diagnostik pemeriksaan. Penerapan proteksi radiasi didasarkan pada prinsip justifikasi, optimisasi, dan pembatasan dosis. Prinsip-prinsip tersebut telah diimplementasikan dalam praktik radiologi di Indonesia, termasuk melalui penerapan sistem manajemen keselamatan radiasi yang mengacu pada standar nasional yang berlaku (Mayasari & Yuliana, 2020).

Prinsip *As Low As Reasonably Achievable* (ALARA) menegaskan bahwa dosis radiasi yang diterima pasien harus ditekan serendah mungkin selama tetap mampu menghasilkan kualitas citra yang memadai untuk keperluan diagnosis. Hasil studi analisis nilai *Entrance Surface Air Kerma* (ESAK) menunjukkan bahwa penerapan prinsip ALARA berperan penting dalam mengurangi paparan dosis radiasi yang tidak diperlukan pada pemeriksaan thoraks dengan memperhatikan karakteristik pasien serta pengaturan parameter paparan (Putra & Sari, 2021).

Upaya penurunan dosis radiasi yang diterima pasien dapat dilakukan melalui pengaturan parameter paparan secara tepat, penerapan kolimasi yang optimal, penyesuaian jarak fokus ke detektor (FFD), serta peningkatan kesadaran dan kepatuhan tenaga radiologi terhadap protokol proteksi radiasi. Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian yang meninjau praktik proteksi radiasi dan strategi pengurangan dosis pasien pada berbagai modalitas pencitraan medis di Indonesia (Saputra & Hidayat, 2020).

G. Penelitian terdahulu

1. Penelitian oleh (Mayasari, Nurhasanah, & Hasanuddin, 2025) mengkaji mengenai dosis paparan radiasi sinar-X pada pemeriksaan foto thorax pasien dewasa berdasarkan jenis kelamin. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode *Entrance Surface Dose* (ESD) pada 30 pasien dewasa di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Soedarso Pontianak. Parameter yang dianalisis meliputi

tegangan tabung (kV), arus-waktu (mAs), jarak fokus ke film (FFD), serta berat badan pasien. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis paparan radiasi pada pasien laki-laki berkisar antara 0,0775–0,3008 mGy dengan rata-rata 0,1630 mGy, sedangkan pada pasien perempuan berkisar antara 0,0842–0,2514 mGy dengan rata-rata 0,1654 mGy. Seluruh nilai dosis masih berada di bawah batas aman yang ditetapkan oleh BAPETEN, sehingga pemeriksaan foto *thorax* dinyatakan aman bagi pasien dewasa. Penelitian ini terbatas pada satu jenis pemeriksaan radiografi, yaitu thoraks, sehingga belum mampu memberikan gambaran yang menyeluruh terkait dosis radiasi pada jenis pemeriksaan radiografi lainnya.

2. Penelitian oleh (Sari & Hardinata, 2021) yang meneliti pengaruh faktor eksposi dan ketebalan objek terhadap dosis radiasi pada pemeriksaan radiografi thorax. Penelitian ini menyimpulkan bahwa peningkatan nilai tegangan (kV) dan arus-waktu (mAs) secara langsung meningkatkan dosis paparan radiasi yang diterima pasien. Selain itu, ketebalan dan berat badan pasien menjadi faktor utama dalam penentuan nilai eksposi untuk memperoleh kualitas citra yang optimal tanpa melebihi batas dosis yang diizinkan. Penelitian ini hanya difokuskan pada satu jenis pemeriksaan radiografi, yaitu thoraks, sehingga belum dapat merepresentasikan secara keseluruhan gambaran dosis radiasi pada berbagai jenis pemeriksaan radiografi lainnya.
3. Penelitian oleh (Putra, rahman, & Yanti, 2020) yang menganalisis dosis radiasi pasien pada pemeriksaan radiografi konvensional menggunakan metode ESD dan perbandingan dengan *Diagnostic Reference Level* (DRL). Hasil penelitian menunjukkan bahwa optimalisasi faktor eksposi dapat menurunkan dosis paparan radiasi tanpa menurunkan kualitas citra radiografi. Penelitian ini menegaskan pentingnya pengendalian faktor eksposi sebagai upaya proteksi radiasi pasien.

4. Penelitian oleh (Susanti, 2022) meneliti dosis efektif radiasi sinar-X pada pemeriksaan *thorax* pasien dewasa di rumah sakit rujukan daerah. Penelitian ini menemukan bahwa variasi dosis efektif dipengaruhi oleh perbedaan protokol pemeriksaan, karakteristik pasien, serta keterampilan operator. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan prinsip ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*) sangat berperan dalam menjaga dosis radiasi tetap berada pada tingkat aman
5. Penelitian yang dilakukan oleh (Oktamuliani & Ramadana, 2022) mengkaji dosis efektif radiasi pada organ paru pasien thoraks dengan menggunakan *Optically Stimulated Luminescence Dosimeter* (OSLD). Studi ini melibatkan 20 pasien dewasa dengan melakukan pengukuran langsung terhadap dosis serap pada area *thoraks*, yang selanjutnya dikonversi menjadi dosis efektif berdasarkan faktor bobot radiasi dan organ. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis efektif tertinggi yang diterima pasien mencapai sekitar 0,027 mSv, yang dipengaruhi oleh parameter eksposi seperti kVp dan mAs. Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, di antaranya jumlah sampel yang relatif sedikit (20 pasien) sehingga kurang mewakili populasi secara luas. Selain itu, pengukuran hanya difokuskan pada organ paru tanpa memperhitungkan distribusi dosis ke organ lain. Penggunaan metode OSLD juga terbatas pada pengukuran lokal, sehingga belum mampu menggambarkan dosis efektif secara menyeluruh pada tubuh.
6. Penelitian yang dilakukan oleh (Fathunnisa, 2023) membahas pengaruh usia terhadap dosis radiasi pada pemeriksaan *thoraks*, yang selanjutnya dikaitkan dengan estimasi dosis efektif berdasarkan parameter eksposi seperti kV, mA, waktu, dan FFD. Studi ini dilakukan pada kelompok pasien usia lanjut (46–85 tahun) dengan menggunakan analisis statistik ANOVA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor usia tidak memberikan pengaruh yang

signifikan terhadap variasi dosis radiasi yang diterima pasien pada pemeriksaan *thoraks*. Penelitian ini hanya difokuskan pada kelompok usia lanjut tanpa melakukan perbandingan dengan kelompok usia lainnya. Selain itu, variasi parameter eksposi belum dianalisis secara mendalam terkait kontribusinya terhadap dosis efektif.

Berdasarkan hasil-hasil penelitian di atas, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar penelitian masih terbatas pada satu jenis pemeriksaan, yaitu thoraks, dengan jumlah sampel yang relatif kecil dan cakupan organ yang terbatas. diperlukan penelitian lebih lanjut dengan cakupan yang lebih luas, baik dari segi jenis pemeriksaan radiografi, jumlah sampel, maupun analisis distribusi dosis agar diperoleh gambaran dosis efektif yang lebih komprehensif.



BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif observasional. Penelitian dilakukan dengan cara mengamati dan menganalisis data paparan radiasi sinar-X yang diterima pasien pada pemeriksaan fotografi tanpa melakukan perlakuan atau intervensi terhadap subjek penelitian.

B. Lokasi dan waktu penelitian

Waktu dilakukannya penelitian ini dimulai pada bulan November 2025. Penelitian dilaksanakan di Instalasi Radiologi RSUD Cut Meutia Lhokseumawe. Penelitian ini telah memperoleh surat keterangan telah selesai penelitian dengan nomor : B-43/Un.08/PFS/PP.04/11/2025 yang dikeluarkan rumah sakit.

C. Subjek penelitian

Subjek dalam penelitian ini adalah pasien yang menjalani pemeriksaan radiografi di Instalasi Radiologi RSUD Cut Meutia Lhokseumawe sejumlah 34 orang terdiri dari laki-laki dan perempuan dalam rentang usia 15 -78 tahun.

D. Variabel penelitian

Adapun variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Variabel bebas : Tegangan tabung (kV), Arus dan waktu penyinaran (mAs), Jarak fokus ke film (FFD)
2. Variabel terikat : Dosis paparan radiasi sinar-X (mGy)

E. Alat dan bahan penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Pesawat sinar-X (rontgen)
2. Sistem pencitraan radiografi
3. Lembar pencatatan data ekspos

F. Prosedur penelitian

Prosedur penelitian dilakukan melalui tahapan berikut:

1. Mempersiapkan pesawat sinar-X dan perangkat pendukung pemeriksaan
2. Mengatur jarak fokus ke film (FFD)
3. Menyesuaikan faktor eksposi yang meliputi:
 - Tegangan tabung (kV)
 - Arus dan waktu penyinaran (mAs)
4. Melakukan penyinaran sinar-X oleh radiografer sesuai prosedur standar
5. Mencatat data eksposi berupa :
 - Tegangan tabung (kV)
 - Arus dan waktu penyinaran (mAs)
 - Jarak fokus ke film (cm)
6. Mengumpulkan data pasien berdasarkan usia, jenis pemeriksaan, dan jenis kelamin

G. Pengambilan data

Data yang diambil yaitu pasien yang menjalani pemeriksaan radiografi di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Umum Cut Meutia Lhokseumawe sejumlah 34 orang. Data yang diambil seperti data identitas pasien (usia, jenis pemeriksaan, jenis kelamin, tegangan tabung (kV), arus dan waktu penyinaran (mAs), jarak fokus ke film (FFD).

H. Teknis analisis dan pengolahan data

1. Analisis Statistik Deskriptif

Analisis ini digunakan untuk melihat data dosis yang diterima oleh setiap pasien. Data-data tersebut dapat diolah menjadi tabel Microsoft Excel

2. Pengolahan data

Pengolahan data yang dilakukan untuk menghitung dosis efektif memiliki beberapa langkah :

- a. Mencari dosis paparan radiasi dari data yang diambil

$$E = \frac{v^2 \cdot i \cdot t}{FFD^2} \quad (3.1)$$

Konversikan satuan (mR) ke (Gy)

$$1 \text{ R} = 0,0087 \text{ Gy} \quad (3.2)$$

$$\text{mR} = 8,77 \times 10^{-6} \text{ Gy} \quad (3.3)$$

- b. Mencari dosis serap radiasi

$$D_T = E \cdot (8,77 \times 10^{-6}) \quad (3.4)$$

- c. Mencari dosis ekuivalen

$$H_T = w_R \times D_T \quad (3.5)$$

Untuk Sinar X,

$$w_R = 1 \quad (3.6)$$

Sehingga,

$$H_T = D_T \quad (3.7)$$

- d. Mencari dosis efektif

$$E = w_T \times H_T \quad (3.8)$$

Karena pada sinar X $H_T = D_T$ maka,

$$E = w_T \times D_T \quad (3.9)$$

Keterangan :

E = Dosis paparan radiasi (mR)

V = Tegangan tabung (KV)

i = Arus tabung (mA)

t = waktu penyinaran (s)

FFD = Jarak fokus ke film (cm)

H_T = Dosis ekuivalen pada organ T (Sv)

w_R = Faktor bobot radiasi

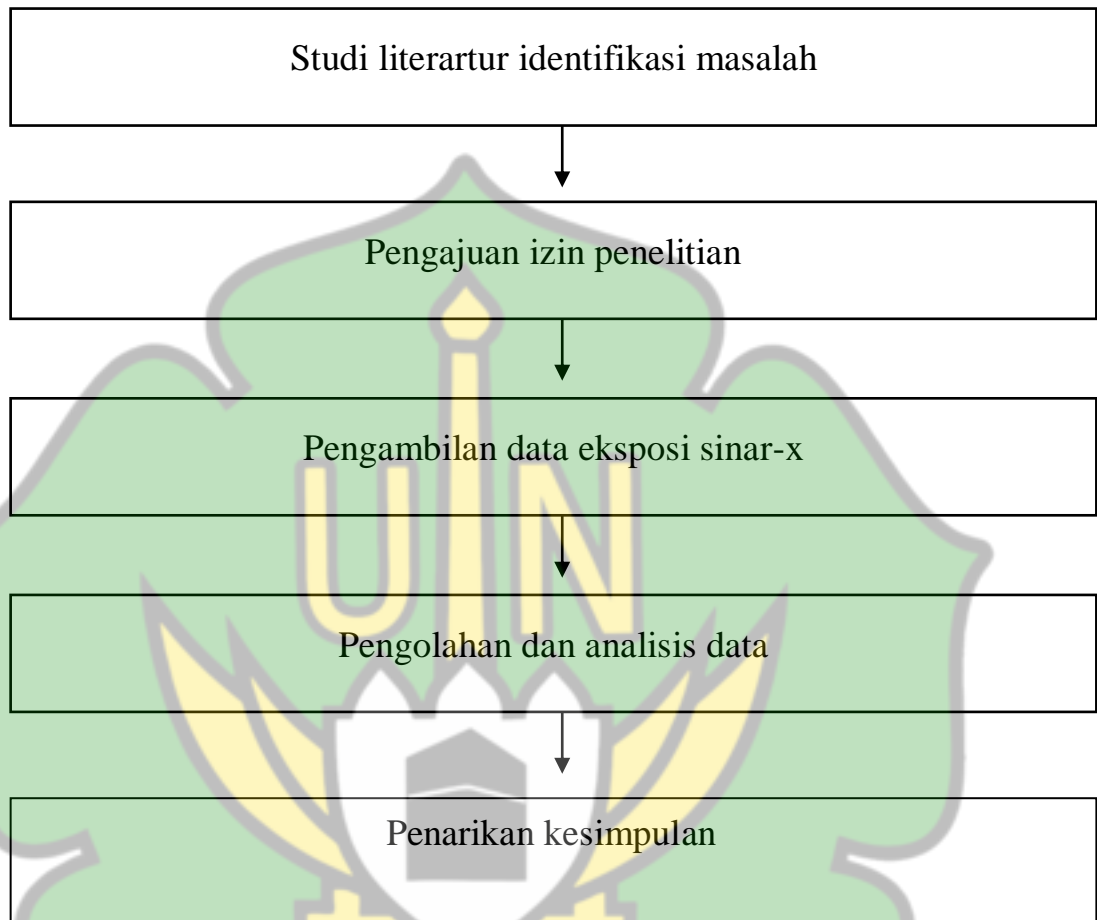
D_T = Dosis serap organ (Gy)

E = Dosis efektif (Sv)

w_T = Faktor bobot jaringan

I. Diagram alir penelitian

Diagram alir penelitian terdapat pada gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1 diagram alir pengambilan data eksposi sinar x

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil penelitian

1. Pengambilan data

Terdapat sebanyak 34 data pasien yang diambil dari Instalasi Radiologi Rumah Sakit Umum Cut Meutia Lhokseumawe. Peralatan radiologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin rontgen dengan merk FUJI. Data yang diperoleh terdiri dari 25 data pemeriksaan *thorax* (dada), 4 data pemeriksaan *lumbosacral* (tulang belakang bawah), serta masing-masing 1 data dari pemeriksaan *abdomen* (perut), *knee* (lutut), *elbow* (siku), dan tengkorak. Rentang usia pasien dalam penelitian ini berkisar antara 15 tahun hingga 78 tahun, sehingga mencerminkan variasi karakteristik pasien dari remaja hingga lanjut usia. Data penelitian diperoleh melalui sistem komputer radiologi, yaitu dari hasil pemeriksaan yang telah diproses dan disiapkan untuk pencetakan citra. Keberagaman jenis pemeriksaan dan karakteristik pasien tersebut memberikan gambaran variasi penggunaan parameter eksposur yang digunakan oleh operator radiologi, yang selanjutnya berpengaruh terhadap nilai dosis radiasi yang diterima pasien.

Tabel 4.1 Identitas pasien

Kode pasien	usia (tahun)	Jenis kelamin (L/P)	Jenis pemeriksaan
01	21	L	<i>Thorax</i>
02	50	L	<i>Thorax</i>
03	78	L	<i>Thorax</i>
04	50	L	<i>Thorax</i>
05	51	L	<i>Thorax</i>
06	40	L	<i>Thorax</i>
07	58	L	<i>Thorax</i>
08	52	L	<i>Thorax</i>
09	48	L	<i>Thorax</i>
10	42	L	<i>Thorax</i>
11	18	L	<i>Thorax</i>
12	47	L	<i>Thorax</i>

Kode pasien	usia (tahun)	Jenis kelamin (L/P)	Jenis pemeriksaan
13	55	L	<i>Thorax</i>
14	67	L	<i>Thorax</i>
15	45	L	<i>Thorax</i>
16	15	L	<i>Thorax</i>
17	53	L	<i>Thorax</i>
18	64	L	<i>Thorax</i>
19	65	L	<i>Thorax</i>
20	40	L	<i>Lumbosacral</i>
21	56	L	<i>Lumbosacral</i>
22	50	L	<i>Pedis</i>
23	68	P	<i>Thorax</i>
24	33	P	<i>Thorax</i>
25	58	P	<i>Thorax</i>
26	47	P	<i>Thorax</i>
27	43	P	<i>Thorax</i>
28	45	P	<i>Thorax</i>
29	50	P	<i>Lumbosacral</i>
30	47	P	<i>Lumbosacral</i>
31	33	P	<i>Abdomen</i>
32	23	P	<i>Knee</i>
33	47	P	<i>Elbow</i>
34	54	P	Tengkorak

Berdasarkan tabel 4.1 tersebut menyajikan karakteristik pasien yang menjadi sampel penelitian berdasarkan usia, jenis kelamin, dan jenis pemeriksaan radiografi .Secara umum, data terdiri dari 34 pasien dengan rentang usia 15 hingga 78 tahun. Hal ini penting karena usia dapat memengaruhi sensitivitas terhadap paparan radiasi. Berdasarkan jenis kelamin, mayoritas pasien adalah laki-laki, khususnya pada kode pasien 01 hingga 22. Sementara itu, pasien perempuan terdapat pada kode 23 hingga 34. Dari hasil pemeriksaan , yang paling sering di lakukan adalah jenis pemeriksaan *thorax*, untuk pemeriksaan yang lain tidak sebanyak pada pemeriksaan *thorax*.



Gambar 4.1 Rontgen RSUCM Lhokseumawe

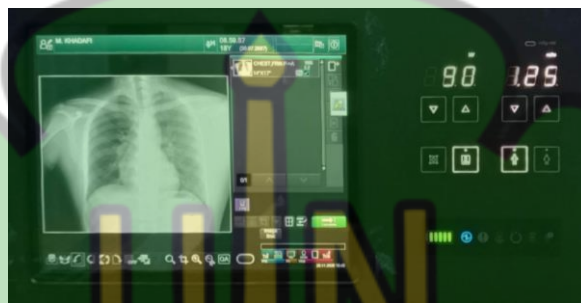
Spesifikasi pada alat rontgen yang digunakan, diketahui bahwa perangkat yang digunakan merupakan Mobile *X-Ray* Unit tipe DR-XD 1000 PX. Alat ini beroperasi pada frekuensi 50–60 Hz dengan tegangan listrik 100–240 V dan arus sebesar 8–3,33 A, sehingga memungkinkan penggunaan pada berbagai kondisi sumber daya listrik. Nilai maksimum resistansi semu dari sumber listrik yang diperbolehkan adalah 0,5 Ω , yang menunjukkan bahwa alat memerlukan kestabilan suplai listrik untuk menghasilkan performa optimal. Massa total alat, termasuk beban kerja aman adalah sekitar 98 kg, yang masih tergolong portabel untuk penggunaan radiografi mobile di fasilitas kesehatan. Dari sisi parameter eksposi, alat ini memiliki batas maksimum tegangan tabung sebesar 100 kV dan kapasitas maksimum arus-waktu (mAs) sebesar 400 mAs per jam. Spesifikasi ini menunjukkan bahwa alat mampu menghasilkan variasi eksposi yang cukup luas untuk berbagai jenis pemeriksaan radiografi.

Pengumpulan data dimulai dengan melakukan proses perizinan di bagian penelitian dan pengembangan RSUCM Lhokseumawe. Dilanjutkan dengan memastikan data yang akan diambil di bagian instalasi radiologi. Data yang diambil dari 34 pasien yaitu data identitas pasien (usia, jenis kelamin dan pemeriksaan radiografi) dan data yang diambil dari mesin rontgen yaitu tegangan tabung (kV), arus dan waktu penyinaran (mAs), jarak fokus ke film (FFD).

Tabel 4.2 Data yang diambil di instalasi radiologi

Kode pasien	kV	mA.s	FFD (cm)
01	90	125	120
02	90	125	120
03	90	125	120
04	90	125	120
05	90	125	120
06	95	125	120
07	90	125	120
08	90	125	120
09	90	125	120
10	90	125	120
11	90	125	120
12	90	125	120
13	90	125	120
14	90	125	120
15	90	125	120
16	90	125	120
17	90	125	120
18	90	125	120
19	90	125	120
20	80	100	90
21	85	100	90
22	55	125	90
23	90	125	120
24	90	125	120
25	90	125	120
26	90	125	120
27	95	125	120
28	90	125	120
29	85	100	90
30	85	100	90
31	80	100	90
32	70	200	90
33	50	100	90
34	75	400	90

Berdasarkan tabel 4.2 data yang diperoleh menunjukkan besar nilai tegangan tabung, arus dan waktu penyinaran, jarak fokus ke film itu sama pada setiap pemeriksaan radiografi. Namun terdapat sedikit perbedaan di bagian tegangan tabung yaitu bagi pasien yang sedikit berisi harus ada penyesuaian di tegangan tabung yang di paparkan. Agar hasil dari fotografi yang dihasilkan tampak terlihat jelas.



Gambar 4.2 Hasil fotografi yang dibaca dari mesin rongten

Gambar tersebut hasil dari fotografi pasien pada pemeriksaan thorax. Penginputan data identitas pasien serta tegangan tabung, arus dan waktu penyinaran, jarak fokus ke film dilakukan oleh radiographer. Fotografi di cetak pada saat hasil telah sesuai dan gambar tampak jelas. Dan dosis yang diberikan di sesuaikan dengan standar yang telah di tetapkan, sehingga dapat mengurangi risiko.

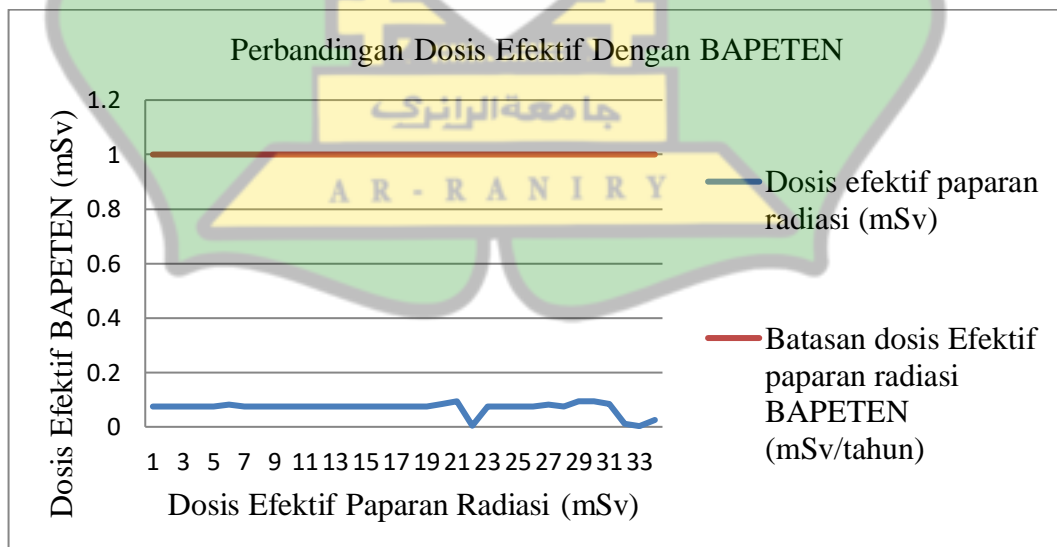
2. Pengolahan data

Total 34 data pemeriksaan radiografi pada pasien lalu di olah menjadi beberapa tahap dengan menggunakan persamaan 3.1 sampai persamaan 3.9 sehingga mendapatkan dosis efektif dalam satuan (mSv). Hasil dosis efektif yang didapat lalu dibandingkan dengan standar BAPETEN. Untuk pasien atau masyarakat umum batas dosis efektif yaitu 1 mSv per tahun nya. Dan dilihat apakah melebihi dari standar dosis yang telah di tetapkan oleh BAPETEN. Dibandingkan hasil akhir dosis dengan dosis yang telah di tetapkan.

Tabel 4.3 Dosis paparan radiasi, dosis serap, dosis ekuivalen dan dosis efektif

Kode pasien	Dosis paparan radiasi (mR)	Dosis serap (Gy)	Dosis ekuivalen (Sv)	Dosis efektif paparan radiasi (mSv)
01	70,3125	0,000616641	0,000616641	0,073996875
02	70,3125	0,000616641	0,000616641	0,073996875
03	70,3125	0,000616641	0,000616641	0,073996875
04	70,3125	0,000616641	0,000616641	0,073996875
05	70,3125	0,000616641	0,000616641	0,073996875
06	78,3420	0,000687059	0,000687059	0,082447135
07	70,3125	0,000616641	0,000616641	0,073996875
08	70,3125	0,000616641	0,000616641	0,073996875
09	70,3125	0,000616641	0,000616641	0,073996875
10	70,3125	0,000616641	0,000616641	0,073996875
11	70,3125	0,000616641	0,000616641	0,073996875
12	70,3125	0,000616641	0,000616641	0,073996875
13	70,3125	0,000616641	0,000616641	0,073996875
14	70,3125	0,000616641	0,000616641	0,073996875
15	70,3125	0,000616641	0,000616641	0,073996875
16	70,3125	0,000616641	0,000616641	0,073996875
17	70,3125	0,000616641	0,000616641	0,073996875
18	70,3125	0,000616641	0,000616641	0,073996875
19	70,3125	0,000616641	0,000616641	0,073996875
20	79,0123	0,000692938	0,000692938	0,083152593
21	89,1975	0,000782262	0,000782262	0,093871481
22	46,6820	0,000409402	0,000409402	0,00409402
23	70,3125	0,000616641	0,000616641	0,073996875
24	70,3125	0,000616641	0,000616641	0,073996875
25	70,3125	0,000616641	0,000616641	0,073996875
26	70,3125	0,000616641	0,000616641	0,073996875
27	78,3420	0,000687059	0,000687059	0,082447135
28	70,3125	0,000616641	0,000616641	0,073996875
29	89,1975	0,000782262	0,000782262	0,093871481
30	89,1975	0,000782262	0,000782262	0,093871481
31	79,0123	0,000692938	0,000692938	0,083152593
32	120,987	0,001061062	0,001061062	0,010610617
33	30,8641	0,000270679	0,000270679	0,00270679
34	277,777	0,002436111	0,002436111	0,024361111

Dosis paparan radiasi yang diperoleh dari hasil perhitungan menggunakan rumus pada persamaan 3.1 masih dinyatakan dalam satuan millirontgen (mR), sehingga perlu dilakukan konversi ke dalam satuan Gray (Gy) agar sesuai dengan standar internasional dalam pengukuran dosis serap radiasi. Proses konversi tersebut dilakukan dengan menggunakan persamaan 3.4, yaitu untuk menentukan besarnya dosis serap radiasi yang diterima oleh objek. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai dosis serap yang diperoleh memiliki nilai yang sama dengan dosis ekuivalen, hal ini disebabkan oleh faktor bobot radiasi yang digunakan bernilai 1 sebagaimana tercantum dalam persamaan 3.5, sehingga secara matematis dosis serap akan sama dengan dosis ekuivalen. Selain itu, nilai dosis efektif paparan radiasi yang dihasilkan menunjukkan variasi yang berbeda-beda, yang dipengaruhi oleh jenis pemeriksaan radiografi yang dilakukan pada masing-masing pasien. Perbedaan jenis pemeriksaan tersebut menyebabkan perbedaan jaringan tubuh yang terpapar serta nilai faktor bobot jaringan yang digunakan dalam perhitungan dosis efektif. Oleh karena itu, satuan dosis efektif yang digunakan disesuaikan dengan standar yang ditetapkan oleh BAPETEN, yaitu dinyatakan dalam satuan millisievert (mSv). Sehingga dosis yang diterima pasien dapat dibandingkan dengan ketentuan BAPETEN.



Gambar 4.3 Grafik perbandingan dosis efektif dengan BAPETEN

Dari perbandingan data antara dosis efektif paparan radiasi dengan standar yang ditetapkan oleh BAPETEN, diperoleh bahwa seluruh nilai dosis yang dihitung tidak melebihi batas yang direkomendasikan. Hal ini menunjukkan bahwa dosis radiasi yang diterima oleh pasien masih berada dalam kategori aman dan sesuai dengan ketentuan proteksi radiasi yang berlaku.

B. Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap 34 pasien di Instalasi Radiologi RSUD Cut Meutia Lhokseumawe, diperoleh data mengenai nilai dosis efektif paparan radiasi sinar-X pada berbagai jenis pemeriksaan radiografi. Data tersebut menunjukkan adanya variasi nilai dosis efektif yang dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain jenis pemeriksaan radiografi, parameter eksposur yang digunakan, serta karakteristik pasien.

Berdasarkan data pada tabel 4.1, diketahui bahwa sebagian besar pasien menjalani pemeriksaan radiografi *thorax* dengan parameter eksposur yang relatif seragam, yaitu tegangan tabung (kV) berkisar antara 90–95 kV, arus dan waktu penyinaran (mAs) sebesar 125 mAs, serta jarak fokus ke film (FFD) sebesar 120 cm. Namun demikian, terdapat sedikit variasi pada nilai tegangan tabung (kV), khususnya pada pasien dengan kondisi tubuh tertentu. Pada pasien dengan postur tubuh yang lebih besar, dilakukan peningkatan nilai kV guna meningkatkan daya tembus sinar-X sehingga kualitas citra radiografi tetap optimal. Hal ini sejalan dengan prinsip dasar radiografi yang menyatakan bahwa peningkatan kV akan meningkatkan energi foton sinar-X dan daya penetrasinya terhadap jaringan.

Selanjutnya, berdasarkan tabel 4.2 diperoleh nilai dosis paparan radiasi dalam satuan milirontgen (mR) yang menunjukkan variasi cukup signifikan antar jenis pemeriksaan. Nilai dosis paparan tertinggi terdapat pada pemeriksaan tengkorak sebesar 277,78 mR, sedangkan nilai terendah terdapat pada pemeriksaan *elbow* sebesar 30,86 mR. Perbedaan ini disebabkan oleh variasi parameter eksposur yang digunakan, khususnya nilai mAs. Pada pemeriksaan tengkorak digunakan nilai mAs yang relatif tinggi, yaitu sebesar 400 mAs, sehingga jumlah sinar-X yang dihasilkan lebih besar dan berdampak pada

peningkatan dosis paparan. Sebaliknya, pada pemeriksaan ekstremitas seperti *elbow*, digunakan parameter eksposur yang lebih rendah karena ukuran objek yang lebih kecil dan kebutuhan penetrasi yang tidak terlalu tinggi, sehingga dosis paparan yang dihasilkan juga lebih rendah.

Pada tabel 4.3 ditunjukkan bahwa nilai dosis serap (Gy) memiliki nilai yang sama dengan dosis ekuivalen (Sv). Hal ini disebabkan oleh faktor bobot radiasi (w_R) untuk sinar-X yang bernilai 1. Dengan demikian, secara matematis tidak terjadi perubahan nilai antara dosis serap dan dosis ekuivalen. Kondisi ini sesuai dengan teori dalam fisika medis yang menyatakan bahwa sinar-X termasuk jenis radiasi pengion dengan faktor bobot radiasi satu, sehingga nilai dosis ekuivalen secara langsung sama dengan dosis serap.

Berdasarkan tabel 4.3 diperoleh nilai dosis efektif yang bervariasi pada setiap jenis pemeriksaan radiografi. Nilai dosis efektif tertinggi ditemukan pada pemeriksaan *lumbosacral* sebesar 0,168384 mSv, sedangkan nilai terendah terdapat pada pemeriksaan *elbow* sebesar 0,00270679 mSv. Tingginya nilai dosis efektif pada pemeriksaan *lumbosacral* disebabkan oleh penggunaan parameter eksposur yang relatif besar serta lokasi organ yang memiliki kontribusi faktor bobot jaringan tertentu terhadap perhitungan dosis efektif. Sementara itu, rendahnya dosis efektif pada pemeriksaan ekstremitas disebabkan oleh ukuran organ yang kecil, sensitivitas jaringan yang lebih rendah, serta penggunaan parameter eksposur yang minimal.

Apabila difokuskan pada pemeriksaan *thorax* yang merupakan mayoritas data dalam penelitian ini, diperoleh nilai dosis efektif yang relatif konstan, yaitu berkisar antara 0,073996875 mSv hingga 0,082447135 mSv. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan parameter eksposur yang konsisten menghasilkan dosis yang relatif seragam antar pasien. Nilai tersebut termasuk dalam kategori dosis rendah yang umum digunakan dalam pemeriksaan radiografi *thorax*, sehingga masih berada dalam batas aman untuk keperluan diagnostik.

Selanjutnya, hasil penelitian ini dibandingkan dengan standar yang ditetapkan oleh BAPETEN, yaitu batas dosis efektif sebesar 1 mSv per tahun untuk masyarakat umum. Berdasarkan hasil perbandingan pada gambar 4.3,

seluruh nilai dosis efektif yang diperoleh berada jauh di bawah batas tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa pemeriksaan radiografi yang dilakukan di RSUD Cut Meutia Lhokseumawe telah memenuhi aspek keselamatan radiasi dan tidak menimbulkan risiko yang signifikan bagi pasien.

Kondisi ini juga mencerminkan bahwa penerapan prinsip proteksi radiasi, khususnya prinsip optimisasi atau ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*), telah dilaksanakan dengan baik. Prinsip ALARA menekankan bahwa dosis radiasi yang diterima pasien harus ditekan serendah mungkin tanpa mengurangi kualitas citra diagnostik. Penggunaan parameter eksposur yang tepat, konsisten, dan sesuai dengan kebutuhan klinis menjadi salah satu faktor utama dalam keberhasilan penerapan prinsip ini. Selain itu, analisis terhadap hubungan antara parameter eksposur dan dosis efektif menunjukkan bahwa nilai mAs memiliki pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan dosis radiasi. Hal ini terlihat pada pemeriksaan dengan nilai mAs tinggi, seperti pada pemeriksaan tengkorak dan *lumbosacral*, yang menghasilkan dosis lebih besar dibandingkan pemeriksaan lainnya. Di sisi lain, peningkatan nilai kV tidak selalu berbanding lurus dengan peningkatan dosis, karena kV lebih berperan dalam menentukan daya tembus sinar-X dibandingkan jumlah foton yang dihasilkan.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa praktik radiografi di RSUD Cut Meutia Lhokseumawe telah memenuhi standar keselamatan radiasi yang berlaku, serta mampu menjaga keseimbangan antara kualitas citra diagnostik dan keselamatan pasien melalui penerapan parameter eksposur yang optimal.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai penentuan dosis efektif paparan radiasi sinar-X pada pemeriksaan radiografi pasien di Instalasi Radiologi RSUD Cut Meutia Lhokseumawe, dapat disimpulkan bahwa nilai dosis efektif yang diperoleh dari 34 data pasien menunjukkan variasi sesuai dengan jenis pemeriksaan dan parameter eksposur yang digunakan. Nilai dosis efektif paparan radiasi pada seluruh pasien berada di bawah batas yang ditetapkan oleh BAPETEN, yaitu sebesar 1 mSv per tahun untuk masyarakat umum. Nilai dosis efektif yang diterima pasien berkisar 0,00270679 – 0,168384 mSv. Hal ini menunjukkan bahwa dosis radiasi yang diterima pasien masih dalam kategori aman dan sesuai dengan prinsip proteksi radiasi. Selain itu, parameter eksposur seperti tegangan tabung (kVp), arus dan waktu penyinaran (mAs), serta jarak fokus ke detektor (FFD) terbukti memengaruhi besar kecilnya dosis radiasi yang diterima pasien. Semakin tinggi nilai kVp dan mAs, maka dosis radiasi yang diterima pasien cenderung meningkat, sedangkan peningkatan jarak FFD dapat menurunkan intensitas radiasi. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa praktik radiografi di RSUD Cut Meutia Lhokseumawe telah menerapkan prinsip optimisasi dosis atau ALARA dengan baik, sehingga mampu menjaga keseimbangan antara kualitas citra diagnostik dan keselamatan pasien.

B. Saran

Berdasarkan hasil temuan, disarankan kepada peneliti selanjutnya untuk menggunakan jumlah subjek yang lebih banyak serta metode pengukuran dosis secara langsung agar hasil yang diperoleh lebih akurat dan representatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisah, A. N., Sutapa, & Wendri, N. (2026). Penentuan dosis paparan radiasi pesawat sinar-X pemeriksaan thorax berdasarkan indeks massa tubuh (IMT). *kappa journal* .
- Aisah, N., Sutapa, G., & Wendri, D. (2021). Hubungan Indeks Massa Tubuh (IMT) dengan Dosis Radiasi pada Pemeriksaan Thorax. *kesehatan poltekkes jatim* , vol 5 no 1.
- Akhmadi, F. (2022). Evaluasi Dosis Radiasi pada Pemeriksaan Thorax Anak: Literature Review. *jurnal kesehatan indonesia* , vol 10 no 3.
- Angella, S., Hulmansyah, D., & Annisa, A. (2025). Optimalisasi kualitas citra radiograf menggunakan digital radiography (DR) pada pemeriksaan thorax. *Innovative: Journal of Social Science Research* , 5(4).
- Azimar. (2024). *Evaluasi nilai CTDI dan DLP pada pemeriksaan CT Scan abdomen di RSUD dr. Zainoel Abidin Banda Aceh*. jakarta: Repository Poltekkes Kemenkes.
- BAPETEN. (2020). *Panduan proteksi radiasi di bidang radiologi diagnostik*. jakarta: BAPETEN.
- Bushberg, J. T. (2016). *The Essential Physics of Medical Imaging (3rd ed.)*. philadelphia: lippincott williams & wilkins.
- Dari, D. W., Wulandari, P. I., & Kusman. (2023). EVALUASI IMPLEMENTASI PROTEKSI RADIASI DI RUANG RADIOLOGI INTERVENSI INSTALASI RIR RSUP PROF. DR. I.G.N.G NGOERAH. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia* , 2(3).
- Fathunnisa, N. d. (2023). Analisis pengaruh usia terhadap dosis radiasi pada pemeriksaan thorax. *Inotera: Jurnal Inovasi Teknik* , 8(2).
- Fathunnisa, R. e. (2023). Analisis dosis radiasi pada pemeriksaan CT scan berdasarkan parameter eksposi. . *Jurnal Radiologi Indonesia* , 8(2), 45–52.
- Hamzanwadi. (2021). Interpretasi citra radiografi thorax pada pasien. *urnal Kesehatan Politeknik Hamzanwadi* , 2(1), 45–52.

- Harahap, D. (2019). konsep dosis efektif dalam proteksi radiasi medis. *jurnal proteksi radiasi indonesia* , vol 11 no 1, 23-31.
- Hasanah, N., & Dermawan, H. (2021). Analisis ESAK Pemeriksaan Thorax Pasien Dewasa di Rumah Sakit Y. *jurnal teknologi kesehatan* , vol 5 no 1.
- Hidayah, N., Pramono, S., & Wibowo, A. (2021). Evaluasi penggunaan pesawat sinar-X di instalasi radiologi. *Jurnal Fisika Medis Indonesia* , 7(2), 85–92.
- Hidayat, R., Nugroho, A., & Saputra, B. (2021). Analisis penggunaan computed radiography dalam pelayanan radiologi. *Jurnal Fisika Medis Indonesia* , 5(2), 55–60.
- Hiswara, E. (2025). Dosis Radiasi Pekerja dan Pasien Pada Prosedur Intervensi di RSUP Dr. M. Djamil, Padang. *Jurnal Kesehatan Andalas.* , vol 9 no 2.
- Hutapea, R. e. (2023). Analisis Pemeriksaan Radiografi Ekstremitas pada Kasus Fraktur. . *Jurnal Radiologi Indonesia* , 8(2), 45–52.
- Junaidi, A. &. (2021). Evaluasi proses pemeriksaan radiografi toraks pada pasien rawat inap di Rumah Sakit X. *Jurnal Radiologi Indonesia* , 5(2), 45–52.
- Kurniawan, D., Santoso, B., & Laksmi, P. (2021). Evaluasi keselamatan radiasi pada pemeriksaan radiografi diagnostik. *jurnal kesehatan radiologi* , 6(2), 78-85.
- Lestari, R., Wulandari, S., & Prasetyo, Y. (2024). Studi kualitas citra pada radiografi digital dan konvensional. *Jurnal Sains dan Teknologi Kesehatan* , 9(1), 55–63.
- Lubis, Z. e. (2021). Evaluasi Radiografi Skull pada Kasus Cedera Kepala. . *Jurnal Kesehatan Medika* , 6(1), 12–18.
- Mayasari, D., Nurhasanah, & Hasanuddin. (2022). Analisis dosis radiasi pada pemeriksaan radiografi thoraks pasien dewasa. *Jurnal Fisika Flux* , 19(2), 85–92.
- Mayasari, R., & Yuliana. (2020). Analisis dosis radiasi pasien pada pemeriksaan radiografi thorax menggunakan dosimeter. *jurnal fisika flux* , vol 17 no 1, 45-52.

- Mayasari, r., Nurhasanah, & Hasanuddin. (2025). dosis paparan radiasi thorax pada pasien dewasa laki-laki dan perempuan. *PRISMA FISIKA* , vol 13 no 1.
- Nasution, F. e. (2021). Karakteristik Citra Radiografi Berdasarkan Densitas Jaringan. . *Jurnal Fisika Medis Indonesia* , 5(2), 30–36.
- Noor, J. A., Latifah, R., & Yuana, F. (2021). Estimation of the k-Value for Head CT Using ICRP-103 Tissue Weighting Factors. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya* , 11(2), 179–188.
- Oktamuliani, S., & Ramadana, F. (2022). Analisis dosis efektif terhadap citra organ paru pasien thorax menggunakan OSLD. *journal online of physics* , vol 7 no 2, 112-119.
- Patresya, R. D., Naskhoka, I. M., & nugroho, A. (2024). Studi kasus penerapan proteksi radiasi terhadap pasien di instalasi Radiologi RSUD dr.R Soetijono Blora. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat* , 2(28).
- Prasetyo, E., Lestari, D., & Nugroho, H. (2022). Analisis proteksi radiasi pada pemeriksaan radiografi diagnostik. *Jurnal Kesehatan Radiologi Indonesia* , 6(1), 15–23.
- Pratama, R., & Wijaya, H. (2023). Uji kebocoran radiasi pada ruang pemeriksaan radiografi di rumah sakit. *Jurnal Kesehatan Universitas Pahlawan* , 7(2), 45–52.
- Purbarani, A., Mariyatun, Widiani, T., & Umaimah, U. (2021). Pengukuran dosis radiasi pasien radiografi umum menggunakan Entrance Surface Air Kerma (ESAK). *indonesian basic and experimental health sciences* , vol 13 no 2, 48-51.
- Putra, A., Saputra, D., & Hidayat, T. (2023). Optimalisasi penggunaan C-Arm dalam tindakan intervensi radiologi. *Jurnal Teknologi Radiolog* , 8(1), 33–40.
- Putra, D., rahman, S., & Yanti, L. (2020). Evaluasi Overexposure pada Pemeriksaan Radiografi di RSUD Provinsi X. *jurnal radiologi indodnesia* , vol 8 no 2.

- Putra, I., & Sari, M. (2021). pengaruh variasi tegangan tabung terhadap kualitas berkas sinar x dan dosis radiasi pasien. *jurnal teknologi kesehatan* , vol 14 no 2, 101-108.
- Putri, N. P., & Jeniyanthi, N. P. (2025). Estimasi Dosis Radiasi yang Diterima Pasien pada Pemeriksaan Thorax PA di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Balimed Karangsem. *Jurnal Surya Medika* , vol 11 No 2.
- Rahman, A. e. (2023). Optimalisasi Teknik Radiografi Berdasarkan Anatomi Tubuh. *Jurnal Radiografi* , 9(1), 1–8.
- Rahmat, F., & Nanda, R. (2022). Pengukuran Dosis Efektif Pemeriksaan Thorax Menggunakan OSLD. *journal of physics and health* , vol 4 no 1.
- Rahmawati, D., Putra, A., & Sari, M. (2025). Analisis desain ruang radiologi terhadap paparan radiasi hambur di instalasi radiologi. *Jurnal Fisika Unand* , 14(2), 85–92.
- Rahmawati, I., Dian, M., & Eri, H. (2025). Evaluasi Penerapan Proteksi Radiasi pada Ruangan dan Pekerja Radiasi di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Universitas Andalas. *Jurnal Fisika Unand* , 14(4), 394–400.
- Rahmawati, S. (2024). Peran mammografi dalam deteksi dini kanker payudara. *Jurnal Kesehatan Andalas* , 13(1), 23–30.
- Ramadhan, R. (2020). interaksi foton dengan materi dalam radiologi diagnostik. *jurnal sains terapan* , vol 8 no 2, 66-74.
- Sahfira, N., & Yanti, R. (2024). Evaluasi efektivitas shielding terhadap paparan radiasi sinar-X di ruang radiografi. *Jurnal Fisika Unand* , 13(3), 120–127.
- Saputra, D., & Hidayat, R. (2020). Evaluasi penerapan prinsip proteksi radiasi pasien di instalasi radiologi rumah sakit. *jurnal kesehatan lingkungan* , vol 19 no 2, 89-96.
- Sari, D. P. (2020). Optimasi parameter eksposi pada radiografi diagnostik untuk menurunkan dosis pasien. *Jurnal Radiologi Indonesia* , 5(1), 15-22.
- Sari, D. P., Utami, R., & Kurniawan, B. (2020). Penggunaan mobile X-ray dalam pelayanan pasien kritis di rumah sakit. *Jurnal Radiologi Klinik* , 5(3), 120–128.

- Sari, M. e. (2022). Pemeriksaan Radiografi Thorax dalam Diagnosis Penyakit Paru. *Jurnal Kesehatan Nasional* , 8(3), 100–107.
- Sari, N., & Hardinata, M. (2021). karakteristik radiasi sinar x pada tabung radiografi. *jurnal fisika indonesia* , vol 25 no 3, 145-152.
- Septiyanti, I., Khalif, M. A., & Anwar, E. D. (2020). Analisis Dosis Paparan Radiasi Pada General X-Ray II Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Muhammadiyah Semarang. *Jurnal Imejing Diagnostik (JImeD)*. , vol 6 no 2.
- Simanjuntak, J. (2022). Pengaruh IMT terhadap Kenaikan Dosis Radiasi pada Pemeriksaan Thorax. *jurnal proteksi dan keselamatan radiasi* , vol 4 no 1.
- Sukmawati, C. (2022). PENENTUAN DOSIS SERAP RELATIF RADIASI SINAR-X PADA RADIOGRAFI THORAKS DENGAN VARIASI PERIODE PEMERIKSAAN KESEHATAN MENGGUNAKAN APLIKASI MCNPX. *berkala fisika* , vole 25 no 1.
- Susanti, E. (2021). Evaluasi proteksi radiasi pada pemeriksaan fluoroskopi di instalasi radiologi. . *Jurnal Proteksi Radiasi Indonesia* , 5(1), 1–7.
- Susanti, S. A. (2022). Estimasi Dosis Radiasi Sinar-X Terhadap Efek Herediter Pada Radiografi Konvensional. . *kappa journal* , vol 6 no 2.
- Trisanti, D. D., & sudarti. (2021). analisis kemampuan multirepresentasi verbal dan tabel tentang konsep spektrum gelombang elektromagnetik pada mahasiswa fisika. *pancasakti science education journal* , vol 6 no 2, 46 - 51.
- Wulandari, E., Putri, R., & Setiawan, T. (2023). Evaluasi ESAK Pemeriksaan Thorax PA Berdasarkan I-DRL Indonesia. *jurnal prepotif* , vol 7 no 2.
- Wulandari, P. I., Juliantara, I. P., & Diartama, A. A. (2023). EVALUASI DOSIS RADIASI PADA PEMERIKSAAN RADIOGRAFI THORAX. *JURNAL KESEHATAN MASYARAKAT* , vol 7 no3.
- Wulandari, R. e. (2022). Pemanfaatan Radiografi Dental dalam Diagnosis Penyakit Gigi. . *Jurnal Kedokteran Gigi Indonesia* , 6(2), 55–60.
- Yulianti. (2020). *fisika medis dan aplikasinya*. jakarta: universitas terbuka.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1. SK Dekan FTK UIN Ar-Raniry Banda Aceh



KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN UIN AR-RANIRY BANDA ACEH
NOMOR: 157 TAHUN 2026

TENTANG:
PENGANGKATAN PEMBIMBING SKRIPSI MAHASISWA

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

DEKAN FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN UIN AR-RANIRY BANDA ACEH

- Menimbang** :
- bahwa untuk kelancaran bimbingan skripsi mahasiswa pada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh maka dipandang perlu menunjuk pembimbing skripsi;
 - bahwa yang namanya tersebut dalam Surat Keputusan ini dianggap cakap dan mampu untuk diangkat dalam jabatan sebagai pembimbing skripsi mahasiswa;
 - bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a dan huruf b, perlu menetapkan Keputusan Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
- Mengingat** :
- Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional;
 - Undang-Undang Nomor 14 Tahun 2005, tentang Guru dan Dosen;
 - Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2012, tentang Pendidikan Tinggi;
 - Peraturan Presiden Nomor 74 Tahun 2012, tentang perubahan atas peraturan pemerintah RI Nomor 23 Tahun 2005 tentang pengelolaan keuangan Badan Layanan Umum;
 - Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014, tentang penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;
 - Peraturan Presiden Nomor 64 Tahun 2013, tentang perubahan Institut Agama Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh Menjadi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh;
 - Peraturan Menteri Agama RI Nomor 44 Tahun 2022, tentang Organisasi dan Tata Kerja UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
 - Peraturan Menteri Agama Nomor 14 Tahun 2022 tentang Statuta UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
 - Keputusan Menteri Agama Nomor 492 Tahun 2003, tentang Pendelegasian Wewenang Pengangkatan, Pemindahan dan Pemberhentian PNS di Lingkungan Depag RI;
 - Keputusan Menteri Keuangan Nomor 293/KmK.05/2011, tentang penetapan UIN Ar-Raniry Banda Aceh pada Kementerian Agama sebagai Instansi Pemerintah yang menerapkan Pengelolaan Badan Layanan Umum;
 - Surat Keputusan Rektor UIN Ar-Raniry Banda Aceh Nomor 01 Tahun 2015, Tentang Pendelegasian Wewenang kepada Dekan dan Direktur Pascasarjana di Lingkungan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
- MEMUTUSKAN**
- Menetapkan** : Keputusan Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh tentang Pembimbing Skripsi Mahasiswa
- KESATU** : Menunjukkan Saudara :
Muhammad Nasir, M.Si
Untuk membimbing Skripsi
- Nama : Fatjriul Ata Rizki Nasution
NIM : 220204011
Program Studi : Pendidikan Fisika
Judul Skripsi : Penentuan Dosis Efektif Paparan Radiasi Sinar-X pada Pemeriksaan Fotografi Pasien
- KEDUA** : Kepada pembimbing yang tercantum namanya diatas diberikan honorarium sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku;
- KETIGA** : Pembiayaan akibat keputusan ini dibebankan pada DIPA UIN Ar-Raniry Banda Aceh Nomor SP DIPA-025.04.2.423925/2026 Tanggal 1 Desember 2025 Tahun Anggaran 2026;
- KEEMPAT** : Surat Keputusan ini berlaku selama enam bulan sejak tanggal ditetapkan;
- KELIMA** : Surat Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dengan ketentuan bahwa segala sesuatu akan dirubah dan diperbaiki kembali sebagaimana mestinya, apabila kemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam Surat Keputusan ini.

Ditetapkan di : Banda Aceh
Tanggal : 13 Februari 2026



Tembusan

1. Sekjen Kementerian Agama RI di Jakarta;
2. Dirjen Pendidikan Islam Kementerian Agama RI di Jakarta;
3. Direktur Perguruan Tinggi Keagamaan Islam Kementerian Agama RI di Jakarta;
4. Kantor Pelayanan Perbendaharaan Negara (KPPN), di Banda Aceh;
5. Rektor UIN Ar-Raniry Banda Aceh di Banda Aceh;
6. Kepala Bagian Keuangan dan Akuntansi UIN Ar-Raniry Banda Aceh di Banda Aceh;
7. Arsip.



Lampiran 2. Surat Penelitian Fakultas Tarbiyah dan Keguruan



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN**

Jl. Syaikh Abdur Rauf Kopelma Darussalam Banda Aceh Telp/Fax. : 0651-752921

Nomor : B-1465/Un.08/FTK.1/TL.00/3/2026

Lamp : -

Hal : *Penelitian Ilmiah Mahasiswa*

Kepada Yth,

Kepala RSU Cut Meutia Lhokseumawe

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan UIN Ar-Raniry dengan ini menerangkan bahwa:

NIM : 220204011

Nama : FATJRUL ATA RIZKI NASUTION

Program Studi/Jurusan : Pendidikan Fisika

Alamat : Jln blang asan Peunayong Tutong

Saudara yang tersebut namanya diatas benar mahasiswa Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan bermaksud melakukan penelitian ilmiah di lembaga yang Bapak/Tbu pimpin dalam rangka penulisan Skripsi dengan judul *PENENTUAN DOSIS EFEKTIF PAPAN RADIASI SINAR X PADA PEMERIKSAAN FOTOGTAFI PASIEN*

Banda Aceh, 09 Maret 2026

An. Dekan

Wakil Dekan Bidang Akademik dan Kelembagaan



Prof. Dr. Buhori Muslim, M.Ag.

NIP. 197508152001121002

Berlaku sampai : 24 April 2026

جامعة الرانيري

AR - RANIRY

