

**PENGUKURAN DOSIS EFEKTIF ORGAN TIROID
PASIEN DEWASA PADA PEMERIKSAAN
THORAX DI RUMAH SAKIT
IBNU SINA PADANG**

Karya Tulis Ilmiah

**Diajukan ke Program Studi DIII Radiologi sebagai Pemenuhan Syarat Untuk
Mendapatkan Gelar Diploma III Radiologi**



**DISUSUN OLEH :
FAIZA KAMILA MUFID
2210070140039**

**PROGRAM STUDI DIII RADIOLOGI
FAKULTAS VOKASI
UNIVERSITAS BAITURRAHMAH
PADANG
2025**



FAKULTAS VOKASI
Universitas Baiturrahmah

Jl. Raya By Pass KM.15 Aie Pacah Koto Tangah - Padang,
Sumatera Barat Indonesia 25158
(0751) 463529
dekanat@fv.unbrah.ac.id

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa saya bersedia menjadi dosen pembimbing Karya Tulis Ilmiah (KTI) atas nama mahasiswa :

Nama : Faizah Kamila Mufid

NPM : 2210070140039

Judul : Pengukuran Dosis Efektif Organ Tiroid Pasien Dewasa Pada Pemeriksaan Thorax di Rumah Sakit Ibnu Sina Padang

Demikian surat pernyataan saya buat dengan sebenarnya, dan dapat dipergunakan sebagai mana mestinya.

Padang,

Yang membuat pernyataan

Nerifa Dewilza, S.Si, M.Tr.Kes

Mengetahui,
Fakultas Vokasi
Universitas Baiturrahmah

Dekan

Ketua Prodi DIII Radiologi

Oktavia Puspita Sari, Dipl.Rad.S.Si.M.Kes

Oktavia Puspita Sari, Dipl.Rad.S.Si.M.Kes

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Karya Tulis : Pengukuran Dosis Efektif Organ Tiroid Pasien Dewasa
Pada Pemeriksaan *Thorax* Di Rumah Sakit Ibnu Sina
Padang
Nama : Faiza Kamila Mufid
NPM : 2210070140039

Telah diujikan pada Ujian Tugas Akhir / Karya Tulis Ilmiah oleh Dewan
Penguji dan dinyatakan lulus pada tanggal 16 Oktober 2025

DEWAN PENGUJI

1. Penguji I : Cicillia Artitin, Amd.Rad, S.Si, M.Biomed ()
2. Penguji II : Chairun Nisa, S.Pd, M.Si ()
3. Pembimbing : Nerifa Dewilza, S.Si, M.Tr.Kes ()

Mengetahui

Fakultas Vokasi
Universitas Baiturrahmah
Dekan

Program Studi DIII Radiologi
Ketua

(Oktavia Puspita Sari,Dipl.Rad,S.Si,M.Kes) (Oktavia Puspita Sari,Dipl.Rad,S.Si, M.Kes

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis saya, tugas akhir berupa KTI dengan judul “Pengukuran Dosis Efektif Organ Tiroid Pasien Dewasa Pada Pemeriksaan *Thorax* Di Rumah Sakit Ibnu Sina Padang,” adalah asli karya tulis saya sendiri.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali pembimbing.
3. Di dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapa yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan di dalam naskah dengan menyebutkan pengarang dan dicantumkan pada daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan dengan sesungguhnya dan apabila terdapat penyimpangan di dalam penelitian ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karya karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Padang, Oktober 2025

Yang membuat pernyataan

Faiza Kamila Mufid

2210070140039

KATA PERSEMPAHAN

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kepada allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya berupa kesehatan yang diberikan kepada penulis, serta shalawat dan salam untuk junjungan besar Nabi Muhammad SAW sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini.

Karya Tulis Ilmiah Diploma III Radiologi Universitas Baiturrahmah Padang.

Dengan penuh rasa cinta, kerendahan hati dan syukur yang mendalam, karya sederhana ini penulis persembahan kepada:

1. Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya akhirnya skripsi ini dapat terselesaikan dengan lancar dan baik. Ya allah, jadikanlah ilmu yang tertuang di dalam Karya ini bermanfaat bagi diri penulis dan banyak orang.
2. Kedua orang tua saya tercinta, cinta pertama dan panutanku Ayahanda Mulyadi dan pintu surgaku Ibunda Firmadeli, S.Pd. Mereka orang hebat yang selalu menjadi penyemangat saya sebagai sandaran terkuat dari kerasnya dunia. Yang tidak henti-hentinya memberikan kasih sayang dengan penuh cinta selalu memberikan motivasi. Terimakasih untuk semua berkat do'a dan dukungan orang tua saya bisa berada dititik ini. Sehat selalu tolong hiduplah lebih lama.
3. Kepada adek tercinta, Fauzia Aqila Mufid dan keluarga lainnya terimakasih banyak atas dukungannya secara moral maupun material. Terimakasih juga atas segala motivasi dan dukungannya yang diberikan kepada penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai selesai.

4. Kepada dosen pembimbing penulis Nerifa Dewilza, S.Si, M. Tr. Kes terimakasih telah berkontribusi banyak dalam penulisan Karya tulis ini, baik tenaga, waktu, motivasi, dukungan, memberikan saran dan nasihat beliau yang membuat penulis terpacu sehingga penulis dapat menuntaskan KTI ini. Terimakasih ibu semoga jerih payahmu terbayarkan, selalu dilancarkan dan diberikan kesehatan oleh allah SWT.
5. Kepada dosen pembimbing akademik Cicillia Artitin, Amd.Rad, S.Si, M.Biomed selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan arahan, bimbingan dan dukungan selama proses penyusunan skripsi ini dan kepada dosen tendik di ruang lingkup radiologi Universitas Baiturrahmah sekalian Terimakasih Ibu semoga jerih payahmu terbayarkan, selalu dilancarkan dan diberikan kesehatan oleh allah SWT.
6. Kapada diri saya sendiri Faiza Kamila Mufid, apresiasi sebesar-besarnya karena sudah bertanggung jawab menyelesaikan apa yang telah dimulai. Terima kasih sudah berjuang menjadi yang baik, serta senantiasa menikmati prosesnya yang bisa dibilang tidak mudah. Ayo ini baru awal dari perjalanan panjang yang akan dilalui, semoga berhasil melalui jalan-jalan selanjutnya hingga bertemu dengan hal-hal yang selalu di semogakan.

**RADIOLOGY DEPARTEMENT
VOCATION FACULTY
BAITURRAHMAH UNIVERSITY
The Scientific Paper, 2025**

FAIZA KAMILA MUFID

**MEASUREMENT OF EFFECTIVE DOSE OF THYROID ORGAN IN
ADULT PATIENTS DURING THORAX EXAMINATION AT IBNU SINA
HOSPITAL PADANG**

x + 85 pages, 4 tables, 11 appendices

ABSTRACT

A chest radiology exam is the most frequently performed diagnostic procedure to assess the condition of the chest organs. However, the X-ray exposure during this exam can also affect nearby sensitive organs such as the thyroid gland. The thyroid is an endocrine organ that is highly susceptible to radiation, so measuring the effective dose is crucial to ensure patient safety. The goal was to determine the effective dose to the thyroid gland in adult patients during chest.

The type of research used was quantitative with an experimental method conducted at Ibnu Sina Hospital, Padang, in September 2025 with a sample of 7 patients. Dose measurement was carried out using a TLD (*Thermoluminescent Dosimeter*) attached to the thyroid area during the AP (*Antero Posterior*) thorax projection examination. The TLD reading data was converted into absorbed dose, then calculated the equivalent dose and effective dose by taking into account the thyroid tissue weighting factor according to the ICRP 103.

In this examination, the effective dose received by the thyroid organ ranged from 0.032 mSv to 0.039 mSv with an average value of 0.035 mSv. Based on BAPETEN Regulation No. 04 of 2013, the thyroid is 15 mSv. The radiation dose received by the thyroid is declared safe because it does not exceed the specified limit. Based on these results, it can be concluded that radiation exposure received by the thyroid organ during thorax examination is still considered safe, however, radiation protection principles such as justification, optimization, and dose limitation still need to be applied to ensure patient safety.

**Keywords : Effective Dose, AP Thoracic Examination, Thyroid Organ
TLD (Thermoluminescent Dosimeter)**

**PROGRAM STUDI DIII RADILOGI
FAKULTAS VOKASI
UNIVERSITAS BAITURRAHMAH
Karya Tulis Ilmiah, 2025**

FAIZA KAMILA MUFID

**PENGUKURAN DOSIS EFEKTIF ORGAN TIROID PASIEN DEWASA
PADA PEMERIKSAAN *THORAX* DI RUMAH SAKIT IBNU SINA
PADANG**

x + 85 halaman, 4 tabel, 11 lampiran

INTISARI

Pemeriksaan radiologi thorax merupakan prosedur diagnostik yang paling sering dilakukan untuk menilai kondisi organ dada, namun paparan sinar-X pada pemeriksaan ini juga dapat mengenai organ sensitif di sekitarnya seperti kelenjar tiroid. Tiroid merupakan organ endokrin yang sangat rentan terhadap radiasi, sehingga penting dilakukan pengukuran dosis efektif guna memastikan keamanan pasien. Tujuannya adalah untuk mengetahui besarnya dosis efektif organ tiroid pada pasien dewasa saat pemeriksaan thorax.

Jenis penelitian yang digunakan adalah kuantitatif dengan metode eksperimental yang dilakukan di Rumah Sakit Ibnu Sina Padang, pada bulan september 2025 dengan sampel sebanyak 7 orang pasien. Pengukuran dosis dilakukan menggunakan TLD (*Thermoluminescent Dosimeter*) yang ditempelkan pada daerah tiroid selama pemeriksaan proyeksi thorax AP (*Antero Posterior*). Data hasil bacaan TLD dikonversi menjadi dosis serap, kemudian dihitung dosis ekivalen dan dosis efektif dengan memperhitungkan faktor bobot jaringan tiroid sesuai standar ICRP 103.

Pada pemeriksaan ini didapatkan hasil dosis efektif yang diterima organ tiroid berkisar antara 0,032 mSv hingga 0,039 mSv dengan nilai rata-rata 0,035 mSv. Berdasarkan Perka BAPETEN No. 04 Tahun 2013 tiroid adalah 15 mSv. Dosis radiasi yang diterima tiroid dinyatakan aman karena tidak melebihi batas yang telah ditentukan. Berdasarkan hasil ini dapat disimpulkan bahwa paparan radiasi yang diterima organ tiroid pada pemeriksaan thorax masih tergolong aman, namun prinsip proteksi radiasi seperti justifikasi, optimisasi, dan limitasi dosis tetap perlu diterapkan untuk menjamin keselamatan pasien.

Kata kunci : Dosis efektif, Pemeriksaan Thorax Proyeksi AP, Organ Tiroid
TLD (*Thermoluminescent Dosimeter*)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Karya Tulis Ilmiah ini dengan judul “Pengukuran Dosis Efektif Organ Tiroid Pasien Dewasa Pada Pemeriksaan Thorax Di Rumah Sakit Ibnu Sina Padang”. Proposal Karya Tulis Ilmiah ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi DIII Radiologi Universitas Baiturrahmah Padang.

Peneliti menyadari bahwa keberhasilan dalam penyusunan Proposal Karya Tulis Ilmiah ini tidak lepas dari segala bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis juga mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Oktavia Puspita Sari, Dipl.Rad, S.Si, M.Kes selaku Dekan Fakultas Vokasi Universitas Baiturrahmah Padang.
2. Ibu Ns. Iswenti Novera, M.Kep selaku Wakil Dekan I Fakultas Vokasi Universitas Baiturrahmah Padang.
3. Bapak Ns. Irwadi, M.Kep selaku Wakil Dekan III Fakultas Vokasi Universitas Baiturrahmah Padang.
4. Ibu Oktavia Puspita Sari, Dipl.Rad, S.Si, M.Kes selaku Ketua Prodi DIII Radiologi Universitas Baiturrahmah.
5. Ibu Nerifa Dewilza, S.Si, M. Tr. Kes selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk memberikan ilmu dan nasehat yang sangat berarti dalam pembentukan Proposal Karya Tulis Ilmiah ini.
6. Bapak dan Ibu Dosen staff pengajar Program Studi DIII Radiologi yang telah memberikan ilmu dan nasehat yang sangat berarti.

7. Teristimewa Kepada Orang Tua dan keluarga saya yang telah memberikan support, semangat dan doa kepada penulis untuk keberhasilan penulis dalam menyelesaikan pendidikan.
 8. Kapada diri saya sendiri Faiza Kamila Mufid, apresiasi sebesar-besarnya karena sudah bertanggung jawab menyelesaikan apa yang telah dimulai. Terima kasih sudah berjuang menjadi yang baik, serta senantiasa menikmati prosesnya yang bisa dibilang tidak mudah. Ayo ini baru awal dari perjalanan panjang yang akan dilalui, semoga berhasil melalui jalan-jalan selanjutnya hingga bertemu dengan hal-hal yang selalu di semogakan.
- Penulis menyadari bahwa penulisan Proposal Karya Tulis Ilmiah ini masih banyak terdapat kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Akhir kata penulis berharap Proposal Karya Tulis ini dapat bermanfaat untuk menambah ilmu pengetahuan serta menambah referensi bagi kita semua.

Padang, 2025

Penulis

DAFTAR ISI

PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	i
PERSETUJUAN SIDANG KTI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN.....	iv
KATA PERSEMBAHAN	v
ABSTRACT	vii
INTISARI	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Batasan Masalah.....	6
1.5 Manfaat Penelitian	7
1.6 Sistematis Penulisan	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Radiologi	9
2.2 Radiasi	9
2.2.1 Sinar-X	12
2.2.2 Proses Terjadinya Sinar-X	13
2.2.3 Efek Radiasi	13
2.2.4 Besaran dan Satuan Dosis Radiasi.....	17
2.2.5 Prinsip Proteksi Radiasi	21
2.3 Nilai Batas Dosis (NBD).....	22
2.4 Tiroid	23
2.4.1 Anatomi Tiroid.....	23
2.4.2 Fisiologi Tiroid	23
2.5 <i>Thermoluminescent Dosimeter (TLD)</i>	24
2.5.1 Prinsip Kerja TLD.....	25
2.6 Faktor Kalibrasi <i>Thermoluminescence Dosimeter (TLD)</i>	26
2.7 Pemeriksaan <i>Thorax</i>	27
2.7.1 Anatomi <i>Thorax</i>	27
2.7.2 Patologi <i>Thorax</i>	30
2.7.3 Teknik Pemeriksaan <i>Thorax</i>	32
2.8 Kerangka Teori	34
2.9 Kerangka Konsep	35
BAB III METODE PENELITIAN.....	36
3.1 Jenis Penelitian	36
3.2 Lokasi Penelitian Dan Waktu Penelitian	36
3.3 Populasi dan Sampel.....	36
3.3.1 Populasi Penelitian.....	36

3.3.2 Sampel	37
3.4 Kriteria Inklusi dan Ekslusii	37
3.5 Alat dan Bahan	39
3.6 Langkah-Langkah Penelitian	40
3.7 Diagram Alur Penelitian	42
3.8 Variabel Penelitian	43
3.9 Teknik Pengumpulan Data	43
3.10 Pengolahan dan Analisis Data	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	47
4.1 Hasil dan Pengukuran.....	47
4.1.1 Hasil Pengukuran Dosis Serap	48
4.1.2 Hasil Pengukuran Dosis Ekuivalen	49
4.1.3 Hasil Pengukuran Dosis Efektif	50
4.2 Pembahasan	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Terjadinya Sinar-X	13
Gambar 2.2 Efek Stokastik Radiasi.....	14
Gambar 2.3 Efek Deterministik Radiasi.....	15
Gambar 2.4 Anatomi Tiroid.....	23
Gambar 2.5 TLD Chips.....	26
Gambar 2.6 <i>Thorax</i>	27
Gambar 2.7 Paru-Paru <i>Mediastinum</i>	29
Gambar 2.8 Proyeksi AP	32
Gambar 2.9 Hasil Radiograf Proyeksi AP	33
Gambar 2.10 Kerangka Teori	34
Gambar 2.11 Kerangka Konsep	35
Gambar 3.1 Pesawat Sinar-X Rumah Sakit Ibnu Sina Padang	39
Gambar 3.2 <i>Thermoluminescent Dosimeter</i>	40
Gambar 3.3 Selotip.....	40

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Beberapa Jenis Efek Radiasi yang dijumpai Pada Kulit.....	15
Tabel 2.2 Faktor Bobot Radiasi oleh ICRP Pada Publikasi 103 Tahun 2007 ..	19
Tabel 2.3 Faktor Bobot Jaringan, Wt (ICRP, 2007)	20
Tabel 2.4 Nilai Batas Dosis (BAPETEN, 2013)	22

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Radiologi merupakan salah satu ilmu cabang kedokteran untuk menegakkan diagnosa dengan melihat bagian tubuh manusia menggunakan pancaran atau radiasi gelombang. Radiologi dibagi menjadi dua yaitu radiodiagnostik dan radioterapi. Radiodiagnostik memanfaatkan radiasi pengion yang berupa sinar -X. (Trikasjono et al., 2015.) Sinar-X merupakan sumber radiasi pengion yang paling banyak digunakan untuk pemeriksaan diagnostik. Pemeriksaan diagnostik adalah salah satu pemanfaatan dari radiasi pengion untuk penegasan hasil diagnosis yang dibutuhkan oleh pasien dengan paparan radiasi seminim mungkin namun memberikan kualitas pencitraan medis yang baik (Abraham et al., 2015).

Pemeriksaan yang ada di instalasi radiologi umumnya bermacam-macam terdiri atas *cranium*, *shoulder joint*, *vertebrae cervical*, *thorakal*, *lumbal sacrum*, *costae* dan salah satunya adalah *thorax*. Proyeksi yang biasa dilakukan adalah pemeriksaan ini adalah proyeksi AP (Antero Posterior). Dimana organ sensitif yang dekat dengan pemeriksaan tersebut adalah organ tiroid. Jika sel tiroid menyerap terlalu banyak radiasi, maka akan dapat menyebabkan kanker tiroid. Tumor ganas tiroid terjadi lebih dari 10% orang yang menerima dosis radiasi pada saat pemeriksaan keganasan di daerah kepala dan leher. Studi epidemiologi menemukan adanya hubungan yang kuat antara tumor tiroid dengan radiasi (Syaifudin et al., 2006).

Tiroid adalah salah satu bagian tubuh yang sangat penting bagi manusia. Tiroid berbentuk kelenjar dan letaknya dibawah jakun leher. Tiroid merupakan kelenjar *endokrin* terbesar dalam tubuh berbentuk kupu-kupu. Kelenjar tiroid merupakan kelenjar *endokrin* yang terletak pada leher dan terdiri dari dua lobus sisi *dextra* dan *sinistra*. Dihubungkan dengan *ismus* yang menutupi cincin *trachea* dua dan tiga. Kelenjar ini dapat ditemui di bagian depan leher, sedikit di bawah *laring* dengan batas atas C1, batas bawah T1-T2 dan batas sampingnya otot-otot leher. Kelenjar tiroid tersusun dari zat hasil sekresi yang bernama *colloid* yang tersimpan pada *folicel* yang tertutup dan dibatasi oleh *sel epitel cuboid* (Sartika & Yupianti, 2020)

World Health Organization (WHO) (2012) memperkirakan sekitar 750 juta penduduk dunia mengalami gangguan tiroid dan berdasarkan hasil *censuswide* (2017) menyatakan bahwa Indonesia merupakan Negara dengan gangguan tiroid tertinggi di Asia Tenggara (IMS Health). Gangguan tiroid adalah gangguan yang menyerang kelenjar tiroid baik gangguan fungsi dalam memproduksi hormon tiroid maupun adanya kelainan kelenjar tiroid tanpa gangguan fungsi. Hormon tiroid sangat diperlukan dalam metabolisme tubuh untuk membantu tubuh menggunakan energi agar tetap hangat, serta membuat otak, jantung, otot dan organ lainnya bekerja sebagaimana mestinya. Gangguan tiroid yang tidak ditangani dengan cepat dan tepat dapat mempengaruhi kualitas kehidupan sehari-hari dan memiliki dampak psikologis yang memberatkan. Dampak paparan radiasi pada organ tiroid dapat mempengaruhi fungsi timus dalam memproduksi sel kekebalan tubuh dan pada organ mata dapat menyebabkan kerusakan pada lensa mata (Masdi, 2013).

Jika tiroid menyerap terlalu banyak radiasi, maka akan dapat menyebabkan kanker tiroid. Tumor ganas tiroid terjadi lebih dari 10% orang yang menerima dosis radiasi pada saat pemeriksaan keganasan di daerah kepala dan leher. Studi epidemiologi menemukan adanya hubungan yang kuat antara tumor tiroid dengan radiasi (Syaifudin, 2006).

Menurut Bhandre dikutip Akun radiasi yang lebih dari 45 Gy akan menyebabkan terjadinya hipotiroid, hipotiroid ini dihubungkan dengan kerusakan sel dan pembuluh darah kecil kelenjar tiroid serta fibrosis kapsul kelenjar tiroid. Kerusakan pembuluh darah kecil ini akan menyebabkan terjadinya proliferasi endotelial, degenerasi sel yang selanjutnya akan menyebabkan terjadinya neukrosis dan fibrosis (Chandra, 2016).

Secara Internasional, komite ilmiah PBB untuk efek radiasi atom (UNSCEAR, *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation*) pada tahun 2010 menyatakan bahwa lebih dari 95% penerimaan dosis populasi diseluruh dunia dari paparan radiasi buatan berasal dari aplikasi radiasi bidang medik (UNSCEAR, 2010). Organ-organ sensitif seperti gonad, payudara, paru-paru, lambung, hati, kerongkongan, tiroid dan mata perlu mendapat perhatian serius agar pada saat penyinaran radiasi tidak menimbulkan kekhawatiran. Untuk mencegak terjadinya efek maka perlu dilakukan keselamatan radiasi atau proteksi radiasi (Artitin et al., 2000)

Dosis ambang pada tiroid akut yaitu 200 Gy (Hiswara, 2015), NBD untuk anggota masyarakat mengikuti pola penerapan untuk pekerja radiasi dengan nilai lebih rendah, yaitu sebesar 1 mSv dalam 1 tahun dan untuk tiroid sebesar 15 mSv.

Nilai Batas Dosis (NBD) yang di tetapkan oleh Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN, 2013).

Telah dilakukan penelitian oleh Cicillia Artitin, Nada Regina (2022) tentang pengukuran dosis radiasi yang diterima organ tiroid pada pemeriksaan *shoulder joint*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa besar dosis radiasi yang diterima tiroid apakah dosis yang diterima melebihi nilai batas dosis yang sudah ditetapkan. Metode bersifat studi eksperimental, menggunakan 10 sampel dengan alat ukur *raysafe*. Didapatkan hasil yaitu nilai dosis efektif yang diterima organ tiroid pada pemeriksaan *shoulder joint* berkisar antara 0,000103 mSv-0,00033 mSv. Dosis yang diterima organ tiroid pada pemeriksaan shoulder joint masih dalam batas aman karena tidak melebihi nilai batas dosis yang telah ditetapkan dalam perka BAPETEN.

Penelitian tentang pengukuran dosis efektif organ tiroid dan mata pada pemeriksaan *mammografi*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dosis radiasi yang diserap oleh organ tiroid dan mata pada pemeriksaan *mammografi*. Metode penelitian ini bersifat eksperimental dengan mengumpulkan data sebanyak 5 pasien. Penelitian ini dilakukan dengan cara menempelkan TLD-100 di setiap sisi organ tiroid dan mata. Hasil penelitian ini diperoleh nilai dosis yang diserap oleh organ tiroid lebih kecil dari nilai batas dosis yang ada yaitu 0,7 mSv. Bagi analis dosis ekivalen pada pasien yang menerima *mammografi* organ cukup aman karena kurang dari nilai batas dosis baku yang di tetapkan (Firmansyah & Anita, 2016).

Penelitian ini dilakukan karena untuk mengetahui berapa dosis yang diterima organ tiroid pada pemeriksaan *thorax* dan mengupayakan proteksi radiasi

sehingga perlu diketahui berapa besar dosis radiasi yang diterima pasien. Dimana organ tiroid merupakan salah satu organ kritis yang berada di dekat thorax sehingga beresiko menerima paparan radiasi. Pada penelitian ini akan diteliti dosis efektif yang terserap pada organ tiroid pada pemeriksaan thorax dikarenakan organ tersebut sangat sensitif terhadap radiasi, maka diperlukan adanya penelitian terhadap nilai dosis serap radiasi hambur yang dikenai organ tersebut.

Rumah Sakit Ibnu Sina Padang merupakan Rumah Sakit dibawah naungan Yayasan Rumah Sakit Islam (YARSI) Sumatera Barat. Rumah sakit Islam Ibnu Sina Padang dengan tipe madya terdaftar sebagai Rumah Sakit Terakreditasi Penuh Tingkat Dasar dengan keputusan Menkes RI No. YM.01.10/III/1149/2007 dari hasil observasi jumlah pemeriksaan *thorax* di instalasi radiologi Rumah Sakit Ibnu Sina Padang rata-rata jumlah pasien dalam tiga bulan sebanyak 36 orang pasien dewasa berjenis kelamin laki-laki yang melakukan pemeriksaan *thorax*.

Berdasarkan penjelasan diatas dan hasil pengamatan tentang pengukuran dosis efektif, penulis tertarik untuk membuat karya tulis ilmiah yang berjudul “Pengukuran Dosis Efektif Organ Tiroid Pasien Dewasa Pada Pemeriksaan *Thorax* Di Rumah Sakit Ibnu Sina Padang”.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan uraian dari latar belakang diatas, maka dapat di rumuskan permasalahan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Berapa dosis yang diterima organ tiroid pada pemeriksaan *thorax* dengan menggunakan TLD (*Thermoluminisence Dosimetri*) ?

2. Apakah dosis radiasi yang diterima organ tiroid melebihi NBD (Nilai Batas Dosis) yang sudah ditetapkan menggunakan TLD (*Thermoluminisence Dosimetri*) ?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, tujuan dari penelitian ini adalah untuk :

1. Untuk mengetahui dosis yang diterima organ tiroid pada pemeriksaan *thorax* dengan menggunakan TLD (*Thermoluminisence Dosimetri*).
2. Untuk mengetahui dosis radiasi yang diterima organ tiroid melebihi NBD (Nilai Batas Dosis) yang sudah ditetapkan menggunakan TLD (*Thermoluminisence Dosimetri*)

1.4 BATASAN MASALAH

Agar penelitian lebih terarah, sesuai dengan tujuan penelitian dan dapat memberikan hasil yang maksimal serta untuk memperjelas ruang lingkup permasalahan, perlu dilakukan beberapa pembatasan. Adapun batasan masalah yang digunakan yaitu :

1. Berdasarkan jenis dosis yang diukur, penelitian ini hanya berfokus pada dosis efektif.
2. Fokus pada organ tiroid sebagai organ yang rentan terhadap paparan radiasi pada saat pemeriksaan *thorax*.
3. Lokasi pemeriksaan hanya pada pemeriksaan *thorax* di rumah sakit Ibnu Sina Padang.
4. Hanya terfokus pada pasien dewasa, tidak termasuk anak-anak

1.5 MANFAAT PENELITIAN

1.5.1 Bagi Penelitian

Menambah wawasan dan pengetahuan peneliti mengenai dosis efektif organ tiroid pasien dewasa pada pemeriksaan *thorax*.

1.5.2 Bagi Rumah Sakit

Dapat memberikan dorongan dan pelayanan kesehatan mengenai besaran dosis radiasi yang diterima organ tiroid pasien dewasa pada pemeriksaan *thorax*.

1.5.3 Bagi InstitusiUniversitas Baiturrahmah

Penelitian ini dapat menjadi sumber informasi dan referensi kepustakaan untuk menambah pengetahuan, meningkatkan *performance* dan kualitas pendidikan.

1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Sesuai dengan masalah yang telah diuraikan pada awal penulisan, maka penelitian akan menguraikan dalam beberapa bab yang terdiri dari :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan tentang sistematis dasar-dasar teori yang relevan dengan judul maupun hasil penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisikan metodelogi penelitian yang memuat tentang lokasi penelitian, tata cara penelitian dan cara pelaksanaan penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang hasil penelitian yang telah dilaksanakan peneliti dan pembahasannya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Sebagai penutup tentang kesimpulan yang diterima selama penelitian dan juga memuat beberapa saran yang dapat di berikan peneliti berdasarkan atas penelitian yang dilakukan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Radiologi

Radiologi adalah cabang ilmu kedokteran yang berhubungan dengan penggunaan semua modalitas yang menggunakan radiasi untuk diagnosis dan prosedur terapi dengan menggunakan panduan radiologi, termasuk teknik pencitraan dan penggunaan radiasi dengan sinar-x dan zat radioaktif (Perka BAPETEN 8 Tahun 2011). Radiologi dibagi menjadi dua yaitu:

a. Radiologi Diagnostik

Radiologi diagnostik adalah kegiatan yang berhubungan dengan penggunaan fasilitas untuk keperluan diagnosis

b. Radiologi Interventional

Radiologi Interventional adalah ilmu radiologi yang terlibat dalam terapi dan diagnosis pasien, dengan melakukan terapi dalam tubuh melalui bagian luar tubuh dengan kawat penuntun, stent, dan lain-lain dengan menggunakan sinar-x.

2.2 Radiasi

Radiasi adalah penceran energi melalui suatu materi atau ruang dalam bentuk partikel atau gelombang elektromagnetik /cahaya (*foton*) dari sumber radiasi (BATAN, 2013).

Berdasarkan kemampuan dalam melakukan *ionisasi*, radiasi dapat dibedakan menjadi radiasi *pengion* dan radiasi *non pengion*. Radiasi *pengion* adalah jenis radiasi yang menyebabkan efek *ionisasi* apabila berinteraksi dengan sel-sel

hidup. Yang termasuk dalam jenis radiasi *pengion* adalah *alpha*, *beta*, *gamma*, *neutron*, sinar-X, dll. *Ionisasi* radiasi adalah proses terbentuknya *ion* positif dan *ion* negatif dari suatu senyawa, sel atau jaringan tubuh yang disebabkan adanya interaksi dengan radiasi (Hiswara, 2015).

- a. Radiasi α adalah jenis radiasi yang mempunyai ukuran (volume) dan muatan listrik yang besar. Jika dibandingkan dengan radiasi lainnya baik volume maupun muatannya merupakan jenis radiasi yang paling besar karena mempunyai muatan listrik yang besar, maka radiasi Alfa mudah dipengaruhi oleh medan listrik yang ada disekitarnya dan setelah terlepas dari sumbernya hanya mampu mencapai jarak sejauh 4-5 cm di dalam media udara. Untuk selanjutnya Alfa akan segera dibelokkan oleh medan listrik oleh karena ukurannya yang besar maka radiasi Alfa tidak mampu menembus pori-pori kulit kita pada lapisan yang paling luar sekalipun, sehingga radiasi tersebut tidak berbahaya bagi manusia apabila berada diluar tubuh.
- b. Radiasi β adalah jenis radiasi yang mempunyai ukuran dan muatan listrik lebih kecil dari radiasi Alfa. Dengan ukurannya yang kecil radiasi beta mempunyai daya tembus lebih besar dari Alfa. Karena muatannya yang lebih kecil daya jangkau radiasi Beta di udara bisa sejauh 9 cm, untuk selanjutnya dibelokkan oleh medan listrik yang ada disekitarnya. Radiasi Alfa dan beta adalah jenis radiasi partikel karena mempunyai besaran volume dan muatan listrik.

- c. Radiasi γ adalah jenis radiasi yang tidak mempunyai besaran volume dan muatan listrik sehingga dikelompokkan ke dalam gelombang elektromagnetik. Karena tidak mempunyai besaran volume dan muatan maka radiasi Gamma mempunyai jangkauan yang jauh di dalam media udara dan tidak terkalahkan oleh media listrik yang ada di sekitarnya.
- d. Sinar-X, jenis radiasi ini mempunyai kemiripan dengan radiasi γ , yaitu dalam hal jangkau pada suatu media dan pengaruhnya oleh medan listrik. Yang membedakan antara keduanya adalah proses peluruhan zat radioaktif yang terjadi pada inti atom, sedangkan sinar-X dihasilkan pada waktu elektron berenergi tinggi yang menumbuk suatu target. Sinar γ akan dipancarkan secara terus-menerus oleh sumber radioaktif selama sumber tersebut bersifat tidak stabil sedangkan sinar-X dapat setiap saat dihentikan pancarannya apabila pesawat sinar-X tidak diberikan suplai daya (tenaga listrik).
- e. Radiasi *neutron* adalah jenis radiasi yang mempunyai ukuran kecil dan tidak mempunyai muatan listrik. Radiasi *neutron* mempunyai daya tembus tinggi tetapi tidak pengaruh oleh adanya medan listrik yang ada disekitarnya. Radiasi *neutron* termasuk dalam kategori partikel dan dapat dihasilkan dari reaksi nuklir antara satu unsur tertentu dengan unsur lainnya.

Radiasi *non pengion* adalah jenis radiasi yang tidak akan menyebabkan efek *ionisasi* apabila berinteraksi dengan sel-sel hidup. Yang termasuk jenis radiasi *non*

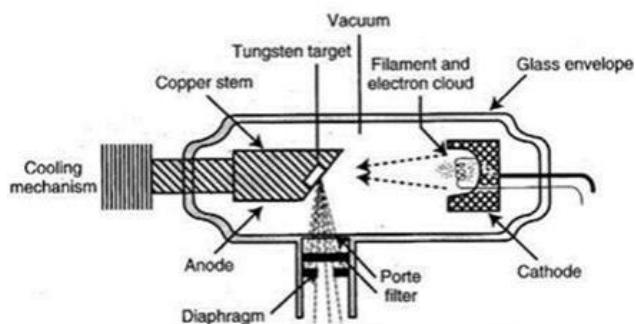
pengion adalah cahaya tampak, gelombang radio, *microwave*, dan *ultraviolet* (Hiswara, 2015).

2.2.1 Sinar-X

Sinar-X pertama kali ditemukan oleh fisikiawan berkebangsaan Jerman Wilhelm Conrad Rontgen pada tanggal 8 November 1895. Sinar-X adalah sebuah pancaran sinar berupa gelombang elektromagnetik yang mempunyai Panjang gelombang yang sangat pendek dihasilkan dari tabung hampa udara dan memiliki daya tembus yang sangat besar terhadap benda-benda yang dilaluinya. Prinsipnya sama dengan sinar cahaya, sinar panas dan gelombang radio. Perbedaannya berada pada frekuensinya yang panjang dibanding dengan cahaya panas, dan gelombang radio (Dwinanto, 2010). Adapun sifat Sinar X menurut (Dwinanto, 2010) yaitu, mempunyai panjang gelombang yang sangat pendek yaitu 10 -13 sampai dengan 10 - 10 meter, mempunyai energi yang sangat besar antara 104 sampai dengan 105 eV sehingga sinar-X mempunyai daya tembus yang besar pula, mengalami atenuasi (perlemahan) intensitas setelah menembus bahan, tidak terlihat, tidak berasa dan tidak berbau, dapat memendarkan bahan tertentu (biasanya bahan Phospor), menghitamkan emulsi film, tidak terpengaruh medan magnet maupun medan listrik, mempunyai efek terhadap sel-sel hidup, efek ini bisa bersifat negatif tetapi ada juga yang bersifat positif, apabila mengenai suatu bahan/materi akan terjadi 3 hal yaitu dipantulkan (dengan energi yang lebih lemah), diserap (atenuasi), dan diteruskan.

2.2.2 Proses Terjadinya Sinar-X

Tabung sinar-x merupakan sebuah tabung yang terbuat dari bahan gelas yang hampa udara. Didalam tabung sinar-x terdapat dua dianoda yaitu Katoda (bemuatan negatif) dan Anoda (bermuatan positif). Saat filament mengeluarkan electron, semakin lama dipanaskan, electron yang keluar dari filament akan semakin banyak sehingga terjadi awan electron. Kemudian anoda dan katoda diberi beda potensial yang sangat tinggi, sehingga electron yang berada di katoda akan bergerak cepat menuju anoda. Sehingga terjadi tumbukan antara katoda dan anoda. Tumbukan ini akan menghasilkan 99% panas dan 1% sinar-x. (Akhadi 2000)



Gambar 2.1 Proses Terjadinya Sinar-X
(Sumber : Akhadi, 2000)

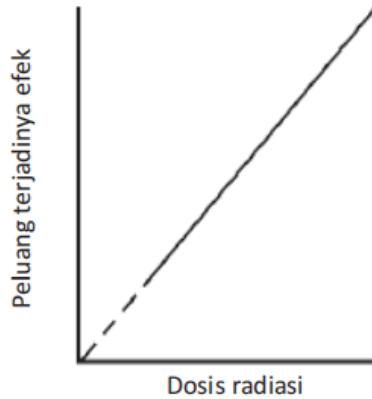
2.2.3 Efek Radiasi

Menurut Hiswara (2015), interaksi radiasi pengion dengan tubuh manusia akan mengakibatkan terjadinya efek kesehatan. Efek kesehatan ini yang dimulai dengan peristiwa yang terjadi pada tingkat molekuler akan berkembang menjadi gejala klinis. Sifat dan keparahan gejala dan juga waktu kemunculannya sangat tergantung pada jumlah dosis radiasi yang

diserap dan laju penerimanya. Efek kesehatan radiasi memiliki 2 jenis yaitu efek *stokastik* dan efek *deterministik*.

a. Efek *Stokastik*

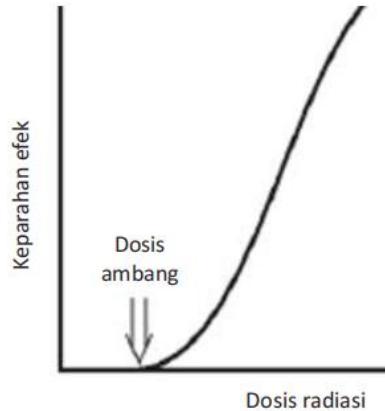
Efek *stokastik* tidak mengenal dosis ambang. Serendah apa pun dosis radiasi yang diterima, selalu ada peluang untuk terjadinya perubahan pada sistem biologik baik pada tingkat molekuler maupun seluler. Dalam hari ini yang terjadi bukan kematian sel namun perubahan sel dengan fungsi yang berbeda. Bila sel yang mengalami perubahan adalah sel *somatik*, maka sel tersebut dalam jangka waktu yang lama, ditambah dengan pengaruh dari bahan toksik lainnya akan tumbuh dan berkembang menjadi kanker.



Gambar 2.2 Efek *Stokastik* Radiasi
(Sumber : Hiswara, 2015)

b. Efek *Deterministik* (*non Stokastik*)

Efek *Deterministik* timbul bila dosis yang diterima diatas dosis ambang (*threshold dose*) dan umumnya timbul dengan waktu tunda yang relatif singkat dibandingkan bila dosis yang diterima semakin besar.



Gambar 2.3 Efek *Deterministik* Radiasi
(Sumber : Hiswara, 2015)

Beberapa efek *deterministik* lainnya yang dapat muncul akibat paparan radiasi dosis tinggi pada manusia yaitu:

1. Kulit

Efek *deterministik* pada kulit bervariasi dengan besarnya dosis.

Tabel 2.1 Beberapa Jenis Efek Radiasi yang dijumpai Pada Kulit

No	Efek Radiasi	Rentang Dosis (Gy)	Waktu
1.	Kemerahan (eritem) dan Kerontokan (epilasi)	2-3	6-24 jam
2.	Pengelupasan kulit (deskumasi kering)	3-8	3-6 minggu
3.	Pelepuhan (blister) dan bernanah (deskumasi basah)	12-20	4-6 minggu
4.	Kematian jaringan (nekrosis)	>20	10 minggu

Sumber: Hiswara, 2015

2. Mata

Lensa mata merupakan bagian mata yang sangat sensitif terhadap radiasi. Terjadinya kekeruhan (katarak) atau hilangnya sifat *transparansi* lensa mata sudah mulai

terdeteksi setelah pajanan radiasi rendah sekitar 0,5 Gy, bersifat *kumulatif* dan dapat berkembang hingga terjadi kekabutan.

3. Paru

Paru adalah organ yang relatif sensitif terhadap pajanan radiasi *eksternal* maupun *internal*. Kerusakan sel yang mengakibatkan terjadinya peradangan paru akut biasanya terjadi pada dosis ambang terjadinya pneumonitis akut.

4. Organ Reproduksi

Efek *deterministik* pada *gonad* atau organ reproduksi adalah terjadinya kemandulan. Dosis radiasi sebesar 0,15 Gy merupakan penurunan jumlah *sel sperma* selama beberapa minggu. Dosis ambang kemandulan tetap diperkirakan sekitar 3,5-6 Gy.

5. *Tiroid*

Tiroid atau kelenjar gondok merupakan organ yang berfungsi mengatur proses metabolisme tubuh melalui hormon *tiroksin* yang dihasilkannya. Dosis ambang untuk *tiroid* akut sekitar 200 Gy. Dampak biologis akibat paparan radiasi dalam jumlah tinggi yang menyebabkan kerusakan tiroid secara langsung. Artinya, efek ini tidak akan muncul jika dosis radiasi di bawah ambang tertentu, tetapi akan terjadi tingkat keparahannya meningkat jika dosis melebihi ambang

tersebut. Efek jangka panjang paparan radiasi juga dapat meningkatkan risiko kanker tiroid, efek sampingnya meliputi kelelahan, perubahan kulit, pembengkakan atau peradangan, kesulitan menelan, perubahan rasa, suara serak, mual dan muntah. Jika sel tiroid menyerap terlalu banyak iod radioaktif, maka akan menyebabkan kanker tiroid.

6. Janin

Efek *deterministik* pada janin sangat bergantung pada usia kehamilan saat janin menerima pajaran radiasi. Pada usia kehamilan 0-2 minggu, dosis radiasi sekitar 0,05 Gy akan menyebabkan kematian. Dosis radiasi yang sama diterima pada usia kehamilan 2-7 minggu akan menimbulkan informasi organ tubuh. Sedang pada usia kehamilan 8-25 minggu akan terjadi retardasi mental jika janin menerima dosis sekitar 0,1-0,6 Gy.

2.2.4. Besaran dan Satuan Dosis Radiasi

1. Paparan (X)

Didefinisikan sebagai pasangan ion (dQ) yang terbentuk dalam satuan massa udara (dm) akibat radiasi (dalam kondisi temperature dan tekanan normal) dan seluruh partikel yang terbentuk oleh radiasi yang terserap dalam massa udara tersebut. Secara sistematis paparan dapat dituliskan sebagai berikut.

$$X = \frac{dQ}{dm}$$

dQ = jumlah muatan pasangan ion yang terbentuk

dm = massa udara

Dalam satuan international (SI), satuan paparan adalah Coulomb/kilogram (C/kg) adalah besaran paparan yang dapat menyebabkan terbentuknya muatan Listrik sebesar 1 coulomb pada suatu elemen volume udara yang mempunyai massa 1kilogram. Paparan hanya berlaku untuk sinar X dan sinar gamma.

2. Dosis Serap (D)

Dosis serap adalah energi rata-rata yang diserap bahan (dE) per satuan massa bahan tersebut (dm). Secara matematis dosis serap dituliskan sebagai berikut.

$$D = \frac{dE}{dm}$$

Keterangan:

dE = Energi yang diserap (Joule)

dm = Massa (Kg)

Besaran dosis serap berlaku untuk semua jenis radiasi dan semua jenis bahan yang dikenalinya. Satuan dosis serap dalam satuan SI adalah Joule/kg atau sama dengan (Gy).

$$1 \text{ rad} = 100 \text{ erg/g}$$

$$1 \text{ Gray (GY)} = 100 \text{ rad}$$

Dosis serap dapat ditentukan dari nilai paparan dengan hubungan sebagai berikut :

D = dosis serap (rad)

X = Paparan (R)

F = Faktor konversi dari paparan ke dosis serap

(rad/R)

3. Dosis Ekivalen (H)

Hubungan dari radiasi R pada organ atau jaringan T disebut dosis ekivalen, dan merupakan hasil kali dari dosis serap dengan faktor bobot radiasi. Faktor bobot radiasi (Wr) digunakan untuk menentukan perbedaan efektifitas dari jenis jenis radiasi menyebabkan kerusakan biologis. Satuan dosis ekivalen dalam SI adalah *joule* per kilogram (J/kg), dengan nama khusus *sievert* (Sv). Satuan lama untuk dosis ekivalen adalah rem, dengan 1 Sv = 100 rem.

$$H = (D \times Wr)$$

Keterangan:

D = Dosis serap

Wr = Faktor bobot radiasi

Tabel 2.2 Faktor bobot radiasi

Jenis Radiasi	Faktor bobot radiasi (Wr)
Foton	1
Elektron, muon	1
Proton, pion bermuatan	2
Alfa, fragmen fisi, ion berat	20
Neuron	Fungsi energi neutron

Sumber : ICRP publikasi 103 tahun 2007:

4. Dosis Efektif (*Effective Doses*)

Dosis efektif adalah besaran dosis yang memperhitungkan sensitifitas organ/jaringan. Tingkat kepekaan organ/jaringan tubuh terhadap efek stokastik akibat radiasi disebut faktor bobot organ/jaringan (W_T). Dosis efektif merupakan perkalian dosis ekivalen dengan faktor bobot organ/jaringan.

Tabel 2.3 Faktor Bobot Jaringan (W_T)

Jaringan atau organ	Faktor bobot jaringan (W_T)
Gonad	0,08
Sumsum tulang (merah), kolon, paru-paru, lambung, payudara	0,12
Bladder, esofagus, hati, <i>thyroid</i>	0,04
Permukaan tulang, kulit	0,01
Otak, kelenjar ludah	

Sumber : ICRP, 2007

Seperti dosis ekivalen, satuan dosis efektif dalam SI adalah joule per kilogram (J/kg), dengan nama khusus *sievert* (Sv). Satuan lama untuk dosis ekivalen adalah rem, dengan 1 Sv = 100 rem (Hiswara, 2015).

Nilai w_T yang ditentukan agar setiap dosis ekivalen yang diberikan merata seluruh tubuh menghasilkan dosis efektif dengan nilai sama dengan dosis ekivalen tersebut. Jumlah faktor bobot jaringan untuk seluruh tubuh sama dengan 1 (satu). Jika organ T yang mempunyai faktor bobot jaringan w_T diberi dosis ekivalen H_T maka dosis efektifnya adalah

$$E = H_T W_T$$

Keterangan :

E = Dosis efektif

HT =Dosis ekuivalen

WT =Faktor bobot jaringan

2.2.5 Prinsip Proteksi Radiasi

Prinsip proteksi radiasi yang direkomendasikan *International Atomic Energy Agency* (IAEA, 2014) :

a. Justifikasi (Pembenaran)

Justifikasi merupakan suatu prinsip yang menimbang antara resiko dan manfaat yang didapatkan pada saat menggunakan radiasi pengion dalam satu pekerjaan. Dimana manfaat harus lebih besar dari resiko yang ditimbulkan. Justifikasi harus diberikan dalam bentuk surat rujukan dari dokter klinis pasien dan dievaluasi oleh dokter spesialis radiologi atau tim radiologi. Dan setiap pemeriksaan radiologi diagnostik dan interventional yang dilakukan untuk keperluan pekerjaan, legal, atau asuransi kesehatan tanpa indikasi klinis tidak diperbolehkan.

b. Optimisasi

Semua penyinaran harus diusahakan serendah-rendahnya (*As Low As Reasonably Achievable*-ALARA), dengan mempertimbangkan faktor ekonomi, sosial dan lingkungan. Kegiatan pemanfaatan tenaga nuklir harus direncanakan dan penggunaan jenis radiasi, dosis radiasi harus tepat agar paparan radiasi yang terjadi dapat

ditekan serendah-rendahnya dan mendapatkan keuntungan yang optimal.

c. Limitasi Dosis

Limitasi Dosis adalah batas atas dosis pekerja radiasi dan anggota masyarakat yang tidak boleh melampaui Nilai Batas Dosis (NBD) yang digunakan pada optimisasi Proteksi dan Keselamatan Radiasi untuk setiap Pemanfaatan Tenaga Nuklir.

Nilai Batas Dosis yang ditetapkan oleh Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN, 2013) :

Tabel 2.4 Nilai Batas Dosis

Aplikasi	Pekerja Radiasi	Masyarakat Umum
Dosis Efektif	20 mSv per tahun, dirata-ratakan selama periode 5 tahun	1 mSv per tahun
Dosis ekivalen tahunan pada :		
Lensa mata, <i>Thyroid</i>	20 mSv	15 mSv
Kulit	500 mSv	50 Sv
Tangan dan kaki	500 mSv	-

Sumber : BAPETEN, 2013

2.3 Nilai Batas Dosis (NBD)

Nilai batas dosis (NBD) adalah dosis terbesar yang diizinkan yang dapat diterima oleh pekerja radiasi dan anggota masyarakat dalam jangka waktu tertentu tanpa menimbulkan efek genetik dan somatik yang berarti akibat pemanfaatan tenaga nuklir. Prinsip pembatasan dosis tidak diberlakukan pada kegiatan intervensi (kegiatan yang dilakukan untuk mengurangi atau menghindari terjadinya atau

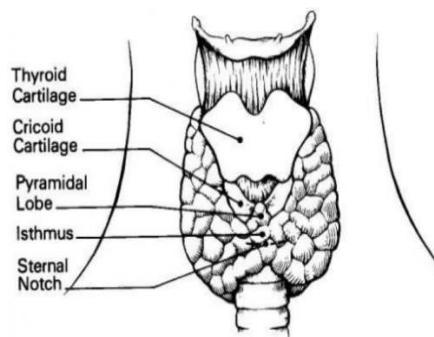
kemungkinan terjadinya pajanan radiasi) mengingat dalam pelaksanaan kegiatan ini melibatkan banyak pajanan radiasi yang tidak dapat dielakkan(Hiswara, 2015).

Menurut PERKA BAPETEN NO. 4 tahun 2013 menjelaskan bahwa nilai batas dosis efektif radiasi untuk organ tiroid yaitu sebesar 1 mSv/tahun. Nilai batas dosis ekivalen radiasi untuk pekerja radiasi sebesar 20 mSv/tahun, jaringan atau organ lain 500 mSv/tahun. Untuk masyarakat yaitu 15 Msv/tahun, jaringan atau organ lain 50 mSv/tahun.

2.4 Tiroid

2.4.1 Anatomi Tiroid

Kelenjar tiroid adalah kelenjar *endokrin* berbentuk kupu kupu pada tubuh manusia. Kelenjar ini dapat ditemui di bagian depan leher, sedikit dibawah laring. Kelenjar ini berfungsi memproduksi hormon tiroid yang memiliki peran dalam proses metabolisme tubuh, mengatur hormon hingga mengendalikan sel maupun organ.



Gambar 2.4 Anatomi Tiroid
(Sumber : (Alexander et al., 2017)

2.4.2 Fisiologi Tiroid

Kelenjar tiroid mengeluarkan dua hormon penting, yaitu : *Triiodotironin* dan *Tiroksin*. Hormon ini berfungsi mengatur laju

metabolisme dengan cara mengalir bersama darah dan memicu sel untuk mengubah lebih banyak *glukosa*. Jika tiroid mengeluarkan terlalu sedikit *Triiodotironin* dan *Tiroksin (Hipotiridisme)*, maka tubuh akan merasa kedinginan, letih, kulit mengering dan berat badan bertambah. Sebaliknya jika terlalu banyak (*Hipertiroidisme*), tubuh akan berkeringat, merasa gelisah, tidak bisa diam dan berat badan akan berkurang (Alexander et al., 2017).

2.5 Thermoluminescent Dosimeter (TLD)

Adapun alat pengukur radiasi yang digunakan dalam penelitian ini *Thermoluminescent Dosimeter* (TLD). TLD adalah detektor zat yang padat dan terbuat dari material kristal tertentu yang mampu memancarkan cahaya. Dosimeter ini dapat merekam dosis dari $50\mu\text{Sv}$ sampai 5Sv untuk gamma dan $100\mu\text{Sv}$ sampai 5Sv untuk Beta. Prinsip dari TLD sendiri adalah hubungan antara nilai intensitas cahaya yang dipancarkan bahan fosfor dengan dosis serap pada saat dosimeter tersebut distimulasi dengan panas. TLD memiliki karakteristik dosimetri yang optimal seperti fading yang rendah dan tingkat sensitivitas yang tinggi. TLD dapat digunakan mengukur dosis radiasi beta, gamma, neutron dan sinar-X. Fenomena *luminescence* dapat diamati ketika bahan padat menerima stimulasi panas. Intensitas *luminescence* yang dipancarkan TLD sebanding dengan energi radiasi pengion yang diserap bahan fosfor sebelumnya. Pada tahap pembacaan, TLD yang menerima panas akan menyebabkan perangkap- perangkap menjadi kosong dari elektron-elektron yang terjebak dan elektron-elektron yang kemungkinan masih

terperangkap pada trap (perangkap) dapat dikosongkan dengan cara annealing dengan panas sesuai rekomendasi pabrik (Sofyan, 2012).

Untuk penggunaannya sendiri TLD memiliki kelemahan karena informasi dosis yang terekam dalam TLD hanya bisa dibaca satu kali, dan tidak ada pencatatan permanen karena proses pembacaan tidak dapat diulang, memerlukan modal relatif besar, serta perawatan dan pemeliharaan peralatan memerlukan staf teknis tingkat tinggi (BAPETEN, 2013).

2.5.1 Prinsip Kerja TLD

TLD (*Thermoluminescence Dosimeter*) adalah jenis alat ukur yang digunakan untuk mengukur dosis radiasi. TLD ini menggunakan kristalanorganik termoluminensi dan TLD ini digunakan pada jangka waktu tertentu, misalnya satu bulan, yang kemudian diproses untuk mengetahui jumlah dosis radiasi yang sudah diterima TLD tersebut. Prinsip kerja TLD ini berdasarkan fenomena thermoluminescence. Proses luminesenst adalah proses menyerap radiasi pada beberapa material dan menyimpan energi yang diserap pada kondisi yang metastabil (kurang stabil). Jika materi tersebut diberikan energi, metastabil akan dikeluarkan dalam bentuk cahaya tampak (Aslam et al., 2015).

Bagian yang memiliki sifat luminisensi disebut dengan *thermoluminescent* atau TLD. Sistem pembacaan TLD secara garis besar yaitu pemanasan bahan TL menyebabkan electron terjebak untuk kembali ke pita valensi. Ketika hal ini terjadi, energi yang dipancarkan dalam bentuk cahaya tampak output dideteksi dan diukur dengan PMT dan kemudian

dosis ekuivalen dapat dihitung TLD reader terdiri dari plancher, PMT dan elektrometer. Planchet berfungsi untuk menangkap cahaya luminisensi dan mengubahnya menjadi sinyal listrik dan memperkuat sinyal akhir. Elektrometer berfungsi mencatat sinyal PMT dalam satuan arus atau muatan (Aslam et al., 2015).



Gambar 2.5 TLD Chips
(Sumber : Jafari S, 2024)

2.6 Faktor Kalibrasi *Thermoluminescence Dosimeter (TLD)*

Kalibrasi adalah kegiatan membandingkan antara alat ukur dengan standar ukurnya, dimana standar ukur tersebut sudah terkalibrasi sehingga diketahui nilai koreksi dan ketidakpastiannya dan tertelusur ke standar ukur yang lebih tinggi (Widhianasari et al, 2022). Menurut (Endarko et al, 2023) untuk menghitung faktor kalibrasi menggunakan rumus :

$$FC = \frac{Dosis Standart}{Bacaan intensitas TLD}$$

Keterangan :

FC = Faktor Kalibrasi (mSv/nC)

Dosis standar = 1 mSv

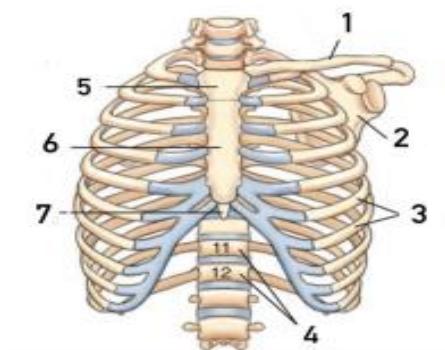
2.7 Pemeriksaan Thorax

2.7.1 Anatomi Thorax

a. Rangka dada (thorax)

Rangka dada atau *thorax* tersusun dari tulang dan tulang rawan.

Thorax berupa sebuah rongga berbentuk kerucut, di bawah lebih besar dari pada di atas dan di belakang lebih panjang dari pada bagian depan. Dibagian belakang, *thorax* dibentuk oleh kedua belas *vertebrae thoracalis*, di depan dibentuk oleh *sternum*, dibagian atas oleh *clavicula*, dibagian bawah oleh *diafragma*, dan di samping kiri dan kanan dibentuk oleh kedua belas pasang iga yang melingkari badan mulai dari belakang dari tulang belakang sampai ke *sternum* di depan (Bontrager, 2018).



Gambar 2.6 *Thorax*
(Bontrager 2018)

Keterangan :

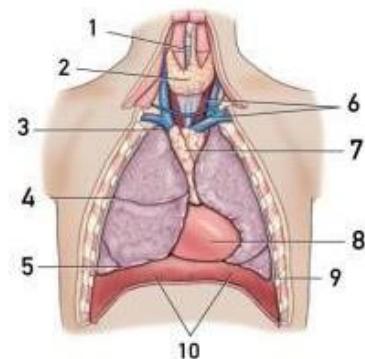
1. *Klavikula*
2. *Scapula*
3. *Costae*
4. *Vertebre thoracalis*
5. *Manubrium sternum*
6. *Body sternum*
7. *Xiphoid process sternum*

b. Paru-Paru

Paru-paru terdiri dari dua paru-paru besar yang seperti *spons*, yang terletak di setiap sisi rongga *thorax*. Paru-paru kanan terdiri atas tiga *lobus*, yaitu *lobus superior* (atas), tengah, dan *inferior* (bawah) yang dibagi oleh dua celah yang dalam. *Fisura inferior*, yang memisahkan *lobus inferior* dan tengah, disebut *fisura oblik*. *Fisura horizontal* memisahkan *lobus superior* dan tengah. Paru-paru kiri hanya memiliki dua *lobus*, yaitu *lobus superior* (atas) dan *inferior* (bawah) yang dipisahkan oleh satu *fisura oblik* yang dalam (Bontrager, 2018).

c. Organ paru-paru tersusun atas *sel-sel parenkim*, mirip *spons* yang ringan dan sangat *elastis* sehingga memungkinkan terjadinya mekanisme pernafasan. Setiap paru-paru mengandung kantung berdinding ganda yang halus, atau *membran*, yang disebut *pleura*, yang dapat *divisualisasikan* baik dalam gambar bagian depan maupun bagian melintang. Lapisan luar kantung *pleura* ini melapisi permukaan bagian dalam dinding dada dan *diafragma* dan disebut *parietal pleura*. Lapisan dalam yang menutupi permukaan paru-paru, yang juga masuk ke celah di antara *lobus* disebut *pleura paru* atau *viseral*. Ruang potensial antara *pleura* berdinding ganda yang disebut rongga *pleura*, berisi cairan pelumas yang memungkinkan pergerakan satu atau yang lainnya selama bernafas. Ketika udara atau cairan terkumpul di antara dua lapisan ini, ruang

ini dapat divisualisasikan secara radiografi. Udara atau gas yang ada di rongga *pleura* ini menghasilkan suatu kondisi yang disebut *pneumotoraks*. Akumulasi cairan dalam rongga *pleura* (*efusi pleura*) menciptakan kondisi yang disebut *hemotoraks* (Bontrager, 2018).



Gambar 2.7 Paru-Paru Mediastinum
(Bontrager 2018)

Keterangan :

1. *Trachea*
2. *Kelenjar tiroid*
3. *Apek paru*
4. *Fisura*
5. *Dasar paru*
6. *Pembuluh darah besar*
7. *Kelenjar timus*
8. *Jantung*
9. *Sudut kostoprenikus*
10. *Diafragma*

d. Jantung dan Pembuluh Darah Besar

Jantung dan akar pembuluh darah besar tertutup dalam kantung berdinding ganda yang disebut kantung *perikardial*. Jantung terletak di *posterior korpus sterni* dan *anterior T5 sampai T8*. Jantung terletak miring di ruang *mediastinum*, dan sekitar dua pertiga jantung terletak di sebelah kiri bidang median. Pembuluh

darah besar di *mediastinum* adalah *vena cava inferior* dan *vena cava superior*; *aorta*, dan *arteri* dan *vena pulmonalis* besar. *Vena cava superior* adalah vena besar yang mengembalikan darah ke jantung dari bagian atas tubuh. *Vena cava inferior* adalah vena besar yang mengembalikan darah dari bagian bawah tubuh. *Aorta* adalah *arteri* terbesar di dalam tubuh (diameter 2,5 hingga 5 cm) pada orang dewasa rata-rata. *Aorta* membawa darah ke seluruh bagian tubuh melalui berbagai cabang. *Aorta* dibagi menjadi tiga bagian : *aorta asenden* (keluar dari hati); *arkus aorta*, dan *aorta desenden*, yang melewati *diafragma* ke *abdomen*, di mana ia menjadi *aorta abdominalis*. *Arteri* dan *vena pulmonalis* memasok darah dan mengembalikan darah ke semua segmen paru-paru. Jaringan kapiler mengelilingi kantung udara kecil, atau *alveoli*, tempat oksigen dan *karbondioksida* dipertukarkan dengan darah melalui kantung udara berdinding tipis (Bontrager, 2018).

2.7.2 Patologi Thorax

a. Pneumonia

Pneumonia merupakan suatu reaksi inflamasi paru, dapat terjadi baik sebagai infeksi primer pada paru, atau infeksi sekunder akibat obstruksi bronkus (Patel, 2018).

b. Tuberculosis

Tuberculosis (TB) adalah penyakit menular (berpotensi fatal) yang disebabkan oleh bakteri airbone (Lampignano & Kendrick, 2018)

c. Karsinoma bronkus perifor

Karsinoma bronkus perifer merupakan tumor primer yang paling sering, dengan kira-kira setengahnya ditemukan pada lapangan paru prifer (Patel, 2018).

d. Metatasis Pulmonal

Metatasis pada paru dan rongga costae merupakan komplikasi umum pada penyakit neoplastik primer yang berasal dari tempat lain biasanya hematogen. Tumor payudara, saluran kemih, tiroid, saluran pencernaan (Patel, 2018).

e. Efusi Pleura

Efusi pleura merupakan suatu kumpulan cairan pada ruang antara lapisan parietal dan viseral dari pleura, biasanya berisi cairan serosa, namun juga dapat mengandung bahan lainnya (Patel, 2018).

f. Abses Paru

Abses paru merupakan lesi kavitas yang nekrotik dan terlokalisasi akibat infeksi piogenik. Pembentukan abses sekunder dapat terjadi akibat aspirasi dibawah pengaruh anestesi, inhalas muntah atau benda asing, penyakit esofagus (Patel, 2018).

g. Massa Mediastinum

Massa mediastinum merupakan bagian dari dada yang terikat dengan sternum pada bagian depan, dengan tulang belakang thoracal pada bagian belakang dan dengan permukaan medial pleuraviseral pada bagian lateral (Patel, 2018).

2.7.3 Teknik Pemeriksaan *Thorax*

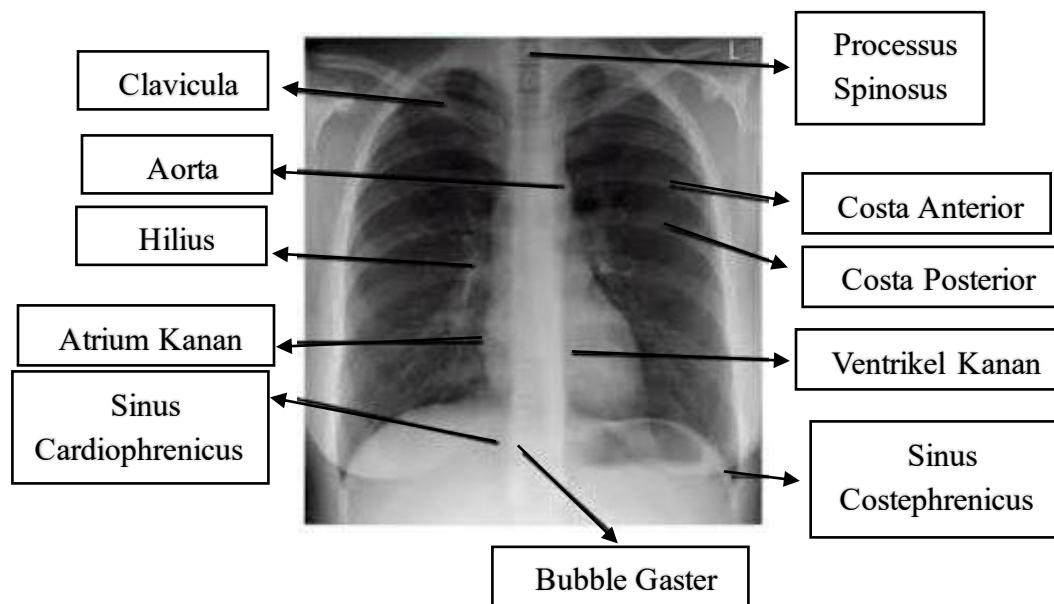
1. Proyeksi AP (*Antero Posterior*)

Posisi pasien untuk proyeksi antero posterior pasien diposisikan erect, posisi objek mengatur thorax pada posisi true AP, mengatur thorax pada pertengahan kaset, mengatur lengan agar scapula tidak superposisi dengan thorax, dagu mendongak keatas.



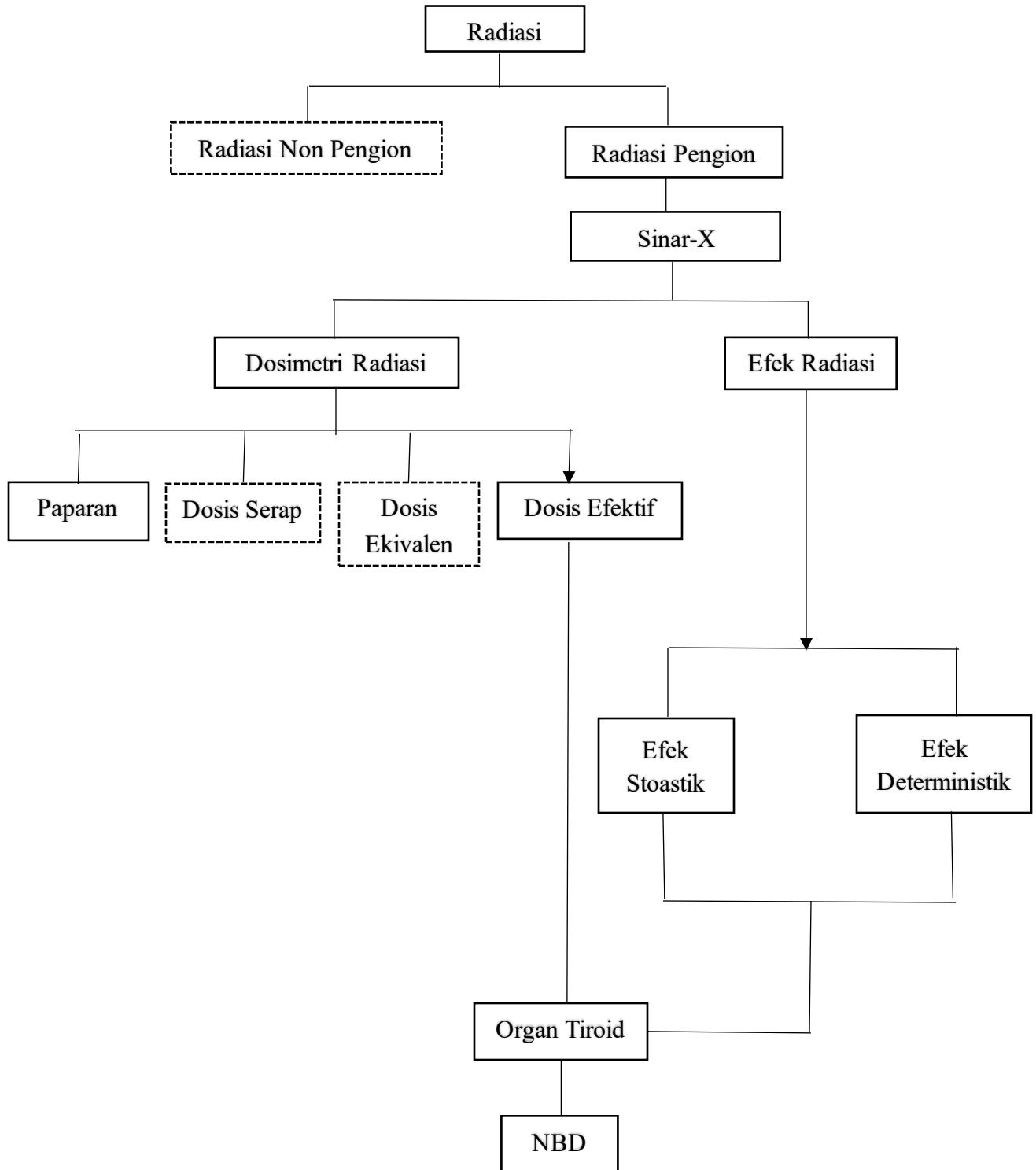
Gambar 2.8 Proyeksi AP
(Sumber : Bruce W. Long, 2016)

Focus Film Distace (FFD) yang digunakan 150 cm. Central Ray (CR) tegak lurus pada pertengahan kaset dan central point thoracal 7 atau jugular notch. Kriteria radiograf : seluruh lapangan paru tampak atau tercover, batas atas apex paru tampak (tidak terpotong), kedua sterno clavicular joint tampak kanan dan kiri, lapangan pulmo terbebas dari gambaran os scapula, insiprasi penuh ditunjukkan dengan terlihatnya costae 9-10 posterior.



Gambar 2.9 Hasil Radiograf Proyeksi AP
(Sumber : Bruce W. Long, 2016)

2.8 Kerangka Teori



Gambar 2.10 Kerangka Teori

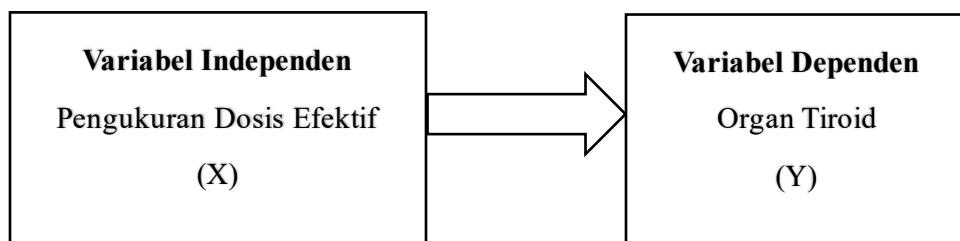
Keterangan :

 = Variabel yang di teliti

 = Variabel yang tidak diteliti

2.9 Kerangka Konsep

Kerangka konsep merupakan uraian tentang hubungan atau kaitan antara konsep-konsep yang ingin diamati atau diukur melalui penelitian yang telah dilakukan. Sebuah kerangka konsep haruslah dapat memperlihatkan hubungan antara variabel-variabel yang akan diteliti (Notoatmodjo, 2012).



Gambar 2.11 Kerangka Konsep

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif *eksperimental* dimana peneliti melakukan eksperimen langsung untuk mengukur dosis radiasi organ tiroid pasien dewasa pada pemeriksaan *thorax* menggunakan *Thermoluminiscent Dosimeter* (TLD).

3.2. Lokasi Penelitian dan Waktu Penelitian

1. Lokasi Penelitian

Penelitian akan dilaksanakan di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Ibnu Sina Padang.

2. Waktu Penelitian

Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan pada bulan Juni 2025

3.3. Populasi dan Sampel

3.3.1. Populasi Penelitian

Menurut Sugiono (2019) Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas objek atau subjek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya. Penelitian ini dilakukan pada pasien di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Ibnu Sina Padang. Jumlah populasi pemeriksaan *thorax* pada bulan Januari – Maret tahun 2025 adalah 286 orang dengan rata-rata populasi 36 orang pasien laki-laki untuk pemeriksaan *thorax* pada pasien dewasa.

3.3.2. Sampel

Menurut Sugiyono (2019), sampel merupakan bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi tersebut dalam menentukan ukuran sampel dapat menggunakan teknik *purposive sampling*. Teknik *purposive sampling* adalah suatu teknik penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu. Dalam penelitian ini, kriteria yang digunakan adalah pasien laki-laki. Dalam penelitian, peneliti menggunakan teknik purposive sampling dengan rumus 20% menurut (Nasution, 2012) yaitu dengan pertimbangan dengan besar sampelnya 20% sehingga di dapati 20% dari 36 adalah 7 sampel.

$$n = \frac{20}{100} \times \text{populasi}$$

Keterangan :

$$n = \frac{20}{100} \times 36$$

$$n = \frac{760}{100}$$

$$n = 7,2$$

3.4. Kriteria Inklusi dan Ekslusi

1. Kriteria Inklusi

Menurut Notoadmodjo (2012) sampel penelitian yang memenuhi syarat sebagai sampel dengan kata lain, kriteria inklusi digunakan sesuai syarat dalam penelitian. Kriteria inklusi dapat meliputi jenis kelamin, usia, jenis penyakit. Kriteria ini digunakan untuk membantu peneliti mengidentifikasi peserta yang sesuai. Dalam peneliti ini kriteria inklusinya adalah sebagai berikut :

- 1) Seluruh pasien dewasa dengan postur badan sedang, tidak gemuk dan tidak kurus yang melakukan pemeriksaan *thorax* di Rumah Sakit Ibnu Sina Padang.
- 2) Pasien dewasa dengan permintaan menggunakan proyeksi AP *Axial* (*Antero Posterior*).
- 3) Menggunakan faktor eksposi (kV dan mAs) standar yaitu kV=75 mA=200 ms= 16. Berdasarkan hasil pra-survey, di Rumah Sakit Ibnu Sina Padang penggunaan faktor eksposi tersebut sudah bisa menghasilkan hasil radiograf yang optimal.
- 4) Menurut Permenkes No. 25 tahun 2016 pasien yang dikatakan pasien dewasa jika telah berumur 19-44 tahun.
- 5) Pasien yang berjenis kelamin laki-laki. Pemilihan pasien laki-laki didasarkan pada kemudahan dan keakuratan dalam pemasangan TLD pada organ tiroid. Pada laki-laki area leher relatif lebih terbuka, sehingga memungkinkan penempatan TLD secara langsung dan tepat diatas kelenjar tiroid.

2. Kriteria Eklusi

Menurut Notoadmodjo (2012) kriteria eksklusi adalah yang digunakan untuk mengecualikan individu yang tidak memenuhi syarat untuk menjadi bagian dari penelitian.

- 1) Pasien *pediatric* yang melakukan pemeriksaan *thorax*.
- 2) Pasien dengan postur badan kurus dan gemuk.
- 3) Pasien yang berjenis kelamin perempuan

3.5 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam pengambilan data pada Karya Tulis Ilmiah ini adalah :

a. Pesawat Sinar-X

1. Merk : DR-GEM
2. Model : DIAMOND 5
3. No seri : DRE14A0034
4. Max / Focus : 150kV



Gambar 3.1 Pesawat Sinar-X Rumah Sakit Ibnu Sina Padang
(Sumber : Rumah Sakit Ibnu Sina Padang, 2025)

b. *Thermoluminescent Dosimeter (TLD)*

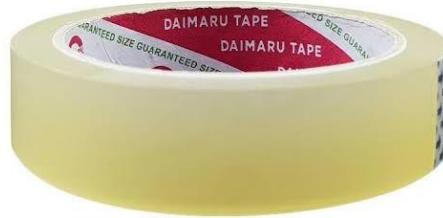
Berbentuk chip yang ditempelkan menggunakan isolasi pada kelenjar *thyroid*.



Gambar 3.2 *Thermoluminescent Dosimeter (TLD)*

c. Selotip

Digunakan untuk menempelkan dan membungkus TLD



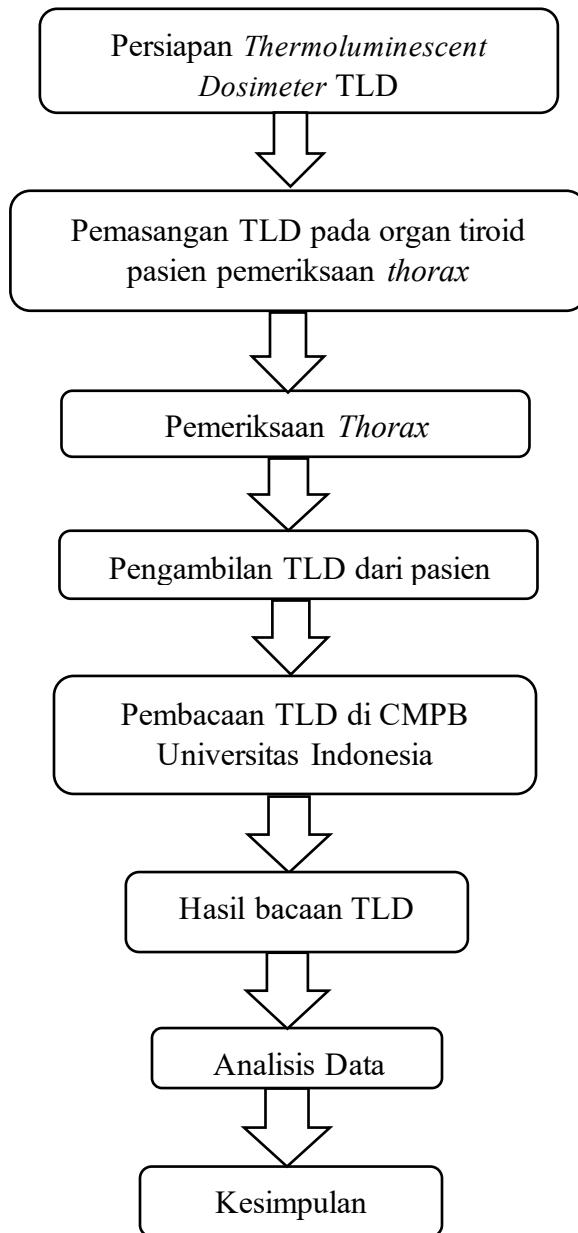
Gambar 3.3 Selotip

3.6 Langkah – Langkah Penelitian

1. Proses persiapan TLD
2. Peneliti menjelaskan kepada pasien tentang prosedur pemeriksaan yang akan dilakukan dan pemasangan TLD pada organ tiroid pasien
3. Peneliti membantu pasien untuk menempelkan TLD pada tiroid pasien menggunakan selotip
4. Pemeriksaan thorax dilakukan dengan satu kali eksposur menggunakan faktor eksposur proyeksi AP $kV=75$ $mA=200$ $ms= 16$
5. TLD diambil dari kelenjar tiroid pasien dan selanjutnya dilakukan proses pembacaan TLD di CMPB Universitas Indonesia

6. Setelah didapat hasil bacaan TLD berupa dosis serap dengan satuan Gy, kemudian dapat ditentukan dosis ekuivalen dengan cara mengalikan dosis serap dengan faktor bobot radiasi
7. Hasil dari dosis ekuivalen dikalikan dengan faktor bobot jaringan tiroid untuk mendapatkan dosis efektif yang berguna untuk menunjukkan keefektifan radiasi dalam menimbulkan efek tertentu pada organ tubuh
8. Setelah didapat dosis efektif selanjutnya dibandingkan dengan nilai batas dosis berdasarkan keputusan Ka. BAPETEN tahun 2013 yaitu 15 mSv

3.7 Diagram Alur Penelitian



3.8 Variabel Penelitian

1. Variabel *Independen*

Menurut Sugiyono (2019) variabel independen adalah variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel *dependen*. Variabel *independen* dalam penelitian ini adalah pengukuran dosis efektif.

2. Variabel *Dependen*

Variabel *dependen* adalah variabel yang dipengaruhi atau dikenal juga sebagai variabel yang menjadi akibat karena adanya variabel *independen* (Sugiyono, 2019). Variabel dependen dalam penelitian ini adalah dosis efektif yang diterima organ tiroid pada pasien dewasa pada pemeriksaan *thorax*.

3.9 Teknik Pengumpulan Data

1. Studi Kepustakaan

Dalam studi kepustakaan, peneliti mengumpulkan beberapa literatur-literatur yang berbuhungan dengan penelitian ini, baik data dari perpustakaan, artikel-artikel dari internet yang mendukung karya tulis ilmiah ini.

2. Observasi

Pengumpulan data dengan cara observasi ini, merupakan pengamatan langsung kelapangan untuk mengumpulkan data yang diperlukan secara langsung yang bertempat di Rumah Sakit Ibnu Sina Padang

3. Dokumentasi

Dokumentasi adalah suatu cara yang digunakan untuk memperoleh data dan informasi dalam bentuk buku, arsip, dokumen, tulisan angka dan gambar yang berupa laporan serta keterangan yang dapat mendukung penelitian (Sugiyono, 2019).

3.10 Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan data dilakukan dengan sampel 7 orang pada pasien dewasa yang akan dilakukan tindakan pemeriksaan *thorax*. Data diambil dengan cara meletakkan TLD pada organ tiroid pasien. Kemudian dilakukan pengeksposan kepada pasien. Kemudian TLD akan dikirimkan ke CMPB Universitas Indonesia untuk dibacakan. Dosis radiasi yang terserap oleh TLD kemudian akan diolah peneliti untuk menentukan dosis serap dan dosis ekivalen sebelum menentukan dosis efektif. Untuk menentukan dosis serap yaitu dengan cara menentukan faktor kalibrasi dengan cara dosis standar dibagi bacaan intensitas TLD. Selanjutnya untuk menentukan dosis ekuivalen yaitu dengan cara mengalikan dosis serap x faktor bobot radiasi (Wr). Setelah mendapatkan dosis ekivalen, maka peneliti akan menentukan dosis efektif dengan cara mengalikan dosis efektif x faktor bobot jaringan (Wt).

Pengolahan data dilakukan dengan rumus sebagai berikut :

1. Pengolahan Data

Setelah didapat hasil bacaan TLD dalam satuan nanocoulomb selanjutnya data tersebut diolah ke dalam dosis serap sebelum mendapatkan dosis serap hasil bacaan TLD nanocoulomb diubah

menjadi mSv/nC dengan cara mencari faktor kalibrasi yaitu dosis standart dibagi bacaan intensitas TLD. Setelah di dapatkan faktor kalibrasi maka selanjutnya dilakukan pengukuran dosis serap dengan cara faktor kalibrasi dikali bacaan intensitas TLD. Kemudian dapat ditentukan dosis ekuivalen. Untuk mendapatkan dosis ekuivalen yaitu dengan cara sebagai berikut :

$$H_{T,R} = W_R \cdot D_{T,R}$$

Keterangan :

$H_{T,R}$ = Dosis ekuivalen yang diterima organ T yang menerima radiasi R (sievert/Sv)

W_R = Faktor bobot radiasi R

$D_{T,R}$ = Dosis serap untuk daerah organ T yang diterima radiasi R

Setelah didapatkan dosis ekuivalen, maka dapat ditentukan dosis efektifnya dengan persamaan sebagai berikut :

$$H_E = W_T H_T$$

Keterangan ;

H_E = Dosis efektif dalam organ T

W_T = Faktor bobot jaringan organ tiroid

H_T = Dosis ekuivalen yang diterima organ (Sievert/Sv)

2. Analisis Data

Setelah didapat hasil bacaan TLD dalam nanocoulomb selanjutnya data tersebut diolah ke dalam dosis serap sebelum mendapatkan

dosis serap hasil bacaan TLD nanocoulomb diubah menjadi mSv/nC dengan cara mencari faktor kalibrasi yaitu dosis standart dibagi bacaan intensitas TLD. Setelah di dapatkan faktor kalibrasi maka selanjutnya dilakukan pengukuran dosis serap dengan cara faktor kalibrasi dikali bacaan intensitas TLD. Kemudian dapat ditentukan dosis ekuivalen. Untuk mendapatkan dosis ekuivalen yaitu dengan cara dihitung dengan menggunakan persamaan diatas, setelah didapat dosis ekuivalen maka peneliti akan menentukan dosis efektif dengan cara dihitung menggunakan persamaan diatas. Selanjutnya dibandingkan dengan nilai batas dosis (NBD), setelah itu penyajian data dilakukan dalam bentuk angka dan ditempilkan dalam bentuk tabel. Selanjutnya hasil data di dalam tabel disampaikan dalam bentuk narasi.