

**PENGUKURAN PENERIMAAN DOSIS RADIASI PADA LENSAMATA
MENGUNAKAN *THERMOLUMINESENSE* DOSIMETER 100**

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains program
studi fisika**



Disusun Oleh:

ANISA DWI MAHARANI

08021282025028

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

**LEMBAR PENGESAHAN
PENGUKURAN PENERIMAAN DOSIS RADIASI PADA LENSAMATA
MENGUNAKAN *THERMOLUMINESSENSE* DOSIMETER 100**

**Laporan Tugas Akhir
Bidang Studi Fisika Fmipa**

**Oleh:
ANISA DWI MAHARANI
08021282025028**


Indralaya, Juli 2024

Menyetujui

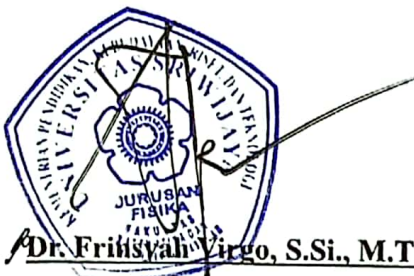
Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Ramlan
NIP. 196604101993031003


Dewi Kartikasari, S.Si., M.Si
NIP. 198612122010122001

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika**


Dr. Fritsyah Virgo, S.Si., M.T
NIP. 197009101994121001

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, Mahasiswa Jurusan Fisika,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya :

Nama : ANISA DWI MAHARANI

NIM : 08021282025028

Judul Tugas Akhir : Pengukuran Penerimaan Dosis Radiasi Pada Lensa Mata
Menggunakan *Thermoluminesense* Dosimeter 100.

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya sendiri yang didampingi oleh dosen pembimbing dalam proses penyelesaiannya serta mengikuti etika penulisan karya ilmiah tanpa adanya tindakan plagiat, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di program studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya. Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun. Apabila dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiat dalam skripsi ini, maka saya siap bertanggung jawab secara akademik dan menjalani proses hukum yang telah ditetapkan.

Indralaya, 24 Juli 2024


ANISA DWI MAHARANI
NIM. 08021282025028

HALAMAN PERSEMBAHAN

Penulis meyakini bahwa **“Setelah kesulitan selalu ada akhir yang indah; semakin sulit tantangan yang dihadapi, semakin indah pula hasil yang akan diperoleh.”** Keyakinan ini juga menjadi pegangan saat menyusun skripsi. Meskipun banyak rintangan yang membuat penulis merasa ragu, putus asa, dan berpikir bahwa mungkin tak akan mampu menyelesaikan apa yang telah dimulai, penulis tetap percaya pada kalimat tersebut dan juga pada ketetapan yang telah dituliskan oleh Allah SWT.,

“Maka sesungguhnya Bersama kesulitan ada kemudahan”

(QS. Al-Insyirah : 5)

Sesulit apapun jalan yang dilalui penulis pada akhirnya akan berakhir indah dengan bantuan Allah SWT.

Halaman persembahan ini penulis dedikasikan untuk ibu penulis yang selalu menjadi inspirasi, teman, motivator dan kebahagiaan penulis :

“Ibu Sri Yusda Linda Wati”

Beliau yang telah membesarkan penulis hingga saat ini dan berusaha keras untuk memberikan yang terbaik untuk penulis. Sehingga penulis bisa sampai pada jenjang Sarjana S1 dan menulis skripsi ini. Meskipun penulis bukan anak yang baik dan membanggakan tetapi beliau tidak pernah lelah berada di sisi penulis dan mendukung apapun yang penulis lakukan. Penulis benar-benar berterima kasih kepada beliau karena selalu membersamai penulis. Mungkin beberapa kalimat yang penulis sampaikan tidak akan bisa mengutarakan semua rasa terima kasih dan kebaikan ibu penulis, namun setidaknya penulis ingin mengungkapkan betapa berharganya beliau bagi penulis.

**PENGUKURAN PENERIMAAN DOSIS RADIASI PADA LENSA MATA
MENGUNAKAN *THERMOLUMINESSENSE* DOSIMETER 100**

Oleh :

**ANISA DWI MAHARANI
08021282025028**

ABSTRAK

Lensa mata merupakan organ tubuh yang sensitif terhadap radiasi yang memerlukan pengawasan lanjutan guna pencegahan terpapar radiasi berlebihan. Paparan radiasi ± 500 mGy dapat menyebabkan katarak pada lensa mata dan bersifat akumulatif. Penelitian ini bertujuan untuk optimasi proteksi lensa mata pada pekerja radiasi, sebagai implikasi terhadap peraturan peninjauan dosis ekuivalen oleh ICRP dengan nilai batas dosis 20 mSv. Pengukuran dilakukan dengan meletakkan *Thermoluminescence dosimeter 100* pada holder TLD mata ke kepala *phantom* manusia pada posisi sedekat mungkin dengan lensa mata. Pada penelitian ini digunakan variasi jarak 0,5m , 0,7m dan 1m. Hasil pengukuran dosis radiasi yang diterima berkisar antara 0,009mGy sampai 0,109mGy. Berdasarkan hasil pengukuran dosis per-tahun, pada penelitian ini dosis radiasi nya tidak ada yang melebihi nilai batas dosis (NBD). Faktor pengaruh besarnya dosis radiasi antara lain adalah jarak, arus tabung, arah datang radiasi dan waktu penyinaran.

Kata kunci: Lensa Mata, Dosis radiasi *Thermoluminescence* Dosimeter 100, Sinar X.

Menyetujui

Pembimbing I



Dr. Ramlan

NIP. 196604101993031003

Pembimbing II



Dewi Kartika Sari, S.Si, M.Si

NIP. 198612122010122001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika



Dr. Frihsyah Virgo, S.Si., M.T

NIP. 197009101994121001

MEASUREMENT OF RADIATION DOSE ACCEPTANCE AT THE LENS OF THE EYE USING THERMOLUMINESCENCE DOSIMETER 100

By:
ANISA DWI MAHARANI
08021282025028

ABSTRACT


The lens of the eye is a radiation-sensitive organ that requires further monitoring to prevent excessive radiation exposure. Radiation exposure of ± 500 mGy can cause cataracts in the lens of the eye and is accumulative. This study aims to optimize the protection of the lens of the eye in radiation workers, as an implication of the equivalent dose review regulation by ICRP with a dose limit value of 20 mSv. Measurements were made by placing the Thermoluminescence dosimeter 100 on the TLD eye holder to the human phantom head in a position as close as possible to the eye lens. In this study, distance variations of 0.5m, 0.7m and 1m were used. The measurement results of the radiation dose received ranged from 0.009mGy to 0.109mGy. Based on the results of the dose measurement per year, in this study the radiation dose did not exceed the dose limit value (NBD). Factors influencing the amount of radiation dose include distance, tube current, direction of incident radiation and irradiation time.

Keywords: Eyepiece, Radiation dose, Thermoluminescence Dosimeter 100, X-ray.

Menyetujui

Pembimbing I

Pembimbing II



Dr. Ramlan

NIP. 196604101993031003



Dewi Kartika Sari, S.Si, M.Si

NIP. 198612122010122001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika



Dr. Frinsyali Virgo, S.Si., M.T

NIP. 197009101994121001

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunianya sehingga penulis bisa menyelesaikan penelitian yang telah saya susun dalam bentuk skripsi dengan judul “ Estimasi Penerimaan Dosis Lensa Mata Menggunakan *Thermoluminesense* Dosimeter 100 “. Penelitian ini adalah hasil dari dedikasi dan kerja keras penulis, serta dorongan untuk mengeksplorasi dan memahami tentang proteksi radiasi, khususnya pada lensa mata. Selama proses nya, penelitian ini berlangsung di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) yang dilaksanakan dari bulan Mei 2023 - Juni 2024. Skripsi ini ditujukan untuk memenuhi syarat kelulusan dan memperoleh gelar sarjana Sains di Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya. Serta penulis berharap skripsi ini dapat memberikan kontribusi dalam bidang Fisika dan dapat bermanfaat bagi masyarakat luas. Penulis juga berharap bahwa penelitian yang penulis lakukan dapat menginspirasi penelitian lebih lanjut dalam topik ini.

Proses penelitian tidak akan berjalan lancar tanpa dukungan, bimbingan serta inspirasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, saya ingin berterima kasih kepada Dr. Ramlan dan Ibu Dewi Kartika Sari, S.Si, M.Si yang telah memberikan bimbingan berharga, saran-saran yang konstruktif, serta dorongan yang tak pernah pudar. Penulis juga ingin berterima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Frinsyah Virgo, M.T selaku ketua jurusan Fisika, Universitas Sriwijaya
2. Ibu Dr. Idha Rohayani, S.Si., M.Si dan Bapak Sutopo, S.Si., M.Si yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun selama proses penyelesaian skripsi.
3. Bapak dan Ibu di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) divisi PTKMR, Jakarta Selatan yang telah memberikan arahan, bimbingan dan ilmu kepada penulis sehingga bisa menyelesaikan skripsi.
4. Bapak Hadir Kaban, M.T sebagai dosen pembimbing akademik yang telah memberi masukan dan arahan selama studi penulis.

5. Dosen dan Staf Administrasi Jurusan Fisika yang telah memberikan ilmu dan membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi.
6. Orang tua penulis yang telah memberikan dukungan serta doa yang tak henti-hentinya kepada penulis.
7. Teman-teman KBI Material 2020 yang telah menjadi teman dan tempat penulis bertukar pikiran sehingga penulis dapat menghadapi masa-masa sulit skripsi.
8. Dony Angga Saputra, Rizka Zulianti, Hanifah Qotrunnada, Yeni Puji Lestari, Nopita Risca, Nurhidayah, Okta Tiara dan Anggelika BR Silaban yang telah menjadi teman bertukar pikiran dan selalu menguatkan penulis.
9. Seluruh pihak yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga skripsi yang penulis telah selesaikan ini dapat menjadi manfaat dan membantu penelitian serupa yang akan dikembangkan.

Indralaya, 24 Juli 2024



ANISA DWI MAHARANI
NIM. 08021282025028

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
ABSTRAK	
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR SINGKATAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitain	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Sinar X.....	6
2.2 Lensa Mata.....	7
2.4 <i>Thermoluminescence</i> Dosimeter (TLD)	8
2.5 Phantom	11
2.7 Efek Radiasi Pada Lensa Mata	12
BAB III METODE PENELITIAN	14
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	14
3.2 Alat dan Bahan.....	14
3.2.1 Bahan Penelitian	14
3.2.2 Alat Penelitian.....	14
3.3 Metode Penelitian.....	16
3.3.1 Proses Annealing.....	16
3.3.2 Tindakan Pengukuran	16
3.3.3 Proses Pembacaan.....	19
3.3.4 Diagram Alir Penelitian	22
3.4 Rumus yang Digunakan	23
3.4.1 Rumus Uji Kesesuaian <i>X-ray Alleanger 100</i>	23

3.4.2 Perhitungan Dosis Radiasi	24
3.4.3 Perhitungan Paparan Dosis Radiasi Pekerja Per-tahun.....	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Uji Akurasi dan Reproduksiabilitas Pesawat X-ray Alleanger 100.....	26
4.1.2 Uji Akurasi Tegangan	26
4.1.2 Uji Akurasi Waktu Penyinaran.....	27
4.1.3 Uji Reproduksiabilitas	28
4.2 Pengaruh Jarak Terhadap Dosis Radiasi Pada Lensa Mata	29
4.3 Perbandingan Dosis Radiasi Lensa Mata Terukur dengan Nilai Batas Dosis (NBD) ICRP.....	34
BAB V PENUTUP	36
5.1 Kesimpulan.....	36
5.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA.....	38
LAMPIRAN.....	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Terbentuknya Sinar X.....	6
Gambar 2.2 Skema Anatomi Lensa Mata	7
Gambar 2.3 <i>Thermoluminescence</i> Dosimeter 100	9
Gambar 2.4 Prinsip kerja <i>Thermoluminescence</i> Dosimeter	9
Gambar 2.5 (a) <i>Water phantom</i> dan (b) <i>Solid water phantom</i>	12
Gambar 2.6 Bagian Melintang Lensa Mata	13
Gambar 3.1 (a) Proses <i>annealing</i> pada <i>furnace</i> , (b) Proses <i>annealing</i> pada <i>Oven</i>	16
Gambar 3.2 (a) Foto penyinaran detektor, (b) Skema Penyinaran <i>Detector x-ray beam analyzer</i> tampak samping, dan (c) tampak atas.	17
Gambar 3.3 (a) Foto penyinaran <i>Thermoluminescence Dosimeter</i> , (b) Skema proses penyinaran <i>Thermoluminescence Dosimeter</i> 100 tampak samping, dan (c) tampak atas	18
Gambar 3.4 Hasil bacaan pada <i>software Xi-Read</i>	20
Gambar 3.5 (a) TLD Reader Harshaw 3500 dan (b) <i>Planchet TLD Reader</i> Harshaw 3500.....	20
Gambar 3.6 <i>Glow Curve</i>	21
Gambar 3.7 Diagram Alir Penelitian.....	22
Gambar 4.1 Grafik Dosis Radiasi terhadap Jarak.	31
Gambar 4.2 Sudut Penyinaran <i>Thermoluminescence Dosimeter</i> 100 (TLD) pada jarak 0,5 m	32
Gambar 4.3 Sudut Penyinaran <i>Thermoluminescence Dosimeter</i> 100 (TLD) pada jarak 0,7 m	32
Gambar 4.4 Sudut Penyinaran <i>Thermoluminescence Dosimeter</i> 100 (TLD) pada jarak 1	33

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Bahan Penelitian	14
Tabel 3.2 Alat Penelitian.....	14
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Uji Akurasi Tegangan Tabung.....	26
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Uji Akurasi Waktu Penyinaran.....	27
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Koefisien Variasi (CV- Coefficient Of Variation) Pada Uji Reprodusibilitas.....	28
Tabel 4.4 Dosis Radiasi Yang Diterima Lensa Mata.....	30
Tabel 4.5 Perbandingan Nilai Dosis Radiasi Lensa Mata terhadap Nilai Batas Dosis (NBD) ICRP.....	34

DAFTAR SINGKATAN

- BAPETEN : Badan Pengawas Tenaga Nuklir
- BRIN : Badan Riset dan Inovasi Nasional
- IAEA : International Atomic Energy Agency
- ICRP : International Commission on Radiological Protection
- KERMA : Kinetic Energy Released per-unit Mass
- NBD : Nilai Batas Dosis
- PTKMR : Pusat Keselamatan Metrologi Radiasi
- TLD : Thermoluminescence Dosimeter
- WinRems : Windows Radiation Exposure Monitoring System

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi memengaruhi perkembangan dalam bidang kedokteran, contohnya penggunaan radiasi. Salah satu alat yang menggunakan radiasi adalah pesawat sinar X, yang biasanya dipakai untuk kebutuhan diagnostik. Pesawat sinar X memakai radiasi pengion sinar x dalam pengoperasian nya. Hal itu disebabkan oleh memiliki daya tembus sangat besar yang dimiliki oleh sinar X sehingga dapat menimbulkan ionisasi ketika bertumbukan dengan objek. Ionisasi yang disebabkan oleh sinar X dapat menciptakan visual struktur internal tubuh manusia [1]. Selain penggunaannya yang mempermudah pekerjaan, penggunaan radiasi memiliki resiko terpapar radiasi. Paparan radiasi pada jangka waktu tertentu, dapat menyebabkan kerusakan pada organ dan jika terpapar radiasi hingga melebihi nilai dosis ambang dapat menyebabkan kelumpuhan sel pada tubuh [2]. Merujuk pada pernyataan IAEA, bahwa pekerja radiasi lebih beresiko terpapar radiasi karena berada didekat sumber radiasi terus menerus. Berdasarkan pernyataan tersebut pekerja radiasi memerlukan pengawasan lanjutan guna pencegahan terpapar radiasi berlebihan [3], [4], [5].

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Lian et.al (2022) terkait pengukuran paparan radiasi pada tubuh, diketahui lensa mata merupakan organ yang terpapar radiasi lebih banyak [6]. Hal tersebut dapat terjadi karena lensa mata merupakan organ yang sensitif terhadap radiasi [7]. Katarak adalah dampak paparan radiasi pada lensa mata. Katarak dapat terjadi ketika lensa mata terpapar radiasi ± 500 mGy dan kerusakannya bersifat akumulatif dapat semakin parah apabila terpapar terus-menerus. Adanya titik keruh dan hilangnya transparansi lensa merupakan ciri-ciri katarak. Keadaan ini mengganggu keseharian penderitanya, terlebih pada pekerja yang membutuhkan ketelitian dalam pekerjaannya [8].

Badan regulasi nasional seperti BAPETEN dan regulasi internasional ICRP (*International Commission On Radiological Protection*) menetapkan nilai batas dosis terhadap lensa mata pada paparan pekerja dari 150 mSv per-tahun menjadi 20 mSv per-tahun [9], [10]. Batas dosis kerja tersebut ditetapkan untuk melindungi

pekerja dari efek paparan radiasi. Selain itu dibutuhkan implementasi dan pemantauan dosis radiasi, baik dengan menggunakan alat pelindung seperti kaca mata berbahan timbal atau pengukuran dosis radiasi pekerja menggunakan dosimeter, agar paparan dosis radiasi pada lensa mata masih dalam batas aman [6]. Studi terkait dosis radiasi pada lensa mata juga perlu terus dilakukan untuk mengembangkan metode proteksi yang ada.

Sebelumnya telah dilakukan penelitian oleh Merachi et.al (2020), terkait dosis paparan radiasi pada lensa mata dengan menggunakan *Thermoluminescence Dosimeter* (TLD) dengan metode optimasi (pendekatan) pada Hp(0,07). Penggunaannya relatif nyaman dan didapatkan hasil dari paparan radiasi, namun kurang efektif karena pengukurannya dilakukan pada Hp(0,07) [11]. Penelitian lainnya mengenai dosis paparan radiasi pada lensa mata telah dilakukan oleh Matsubara et.al (2021), dengan metode pengukuran paparan dosis radiasi pada lensa mata pada Hp(3) [12]. Hasil pengukuran yang didapat lebih akurat, namun kelemahannya berada pada penggunaan *water phantom* sebagai pengganti pekerja radiasi. Penggunaan *water phantom* kurang praktis dan seringkali tidak stabil, sehingga dapat disimpulkan penggunaan jenis Hp (kedalaman pengukuran) dan alat dalam pengukuran dosis radiasi perlu diperhatikan untuk mendapatkan hasil pengukuran yang optimal [13].

Oleh karena itu perlu dilakukan beberapa pengujian pada alat yang digunakan dan pemilihan dosimeter serta Hp yang sesuai untuk mendapatkan hasil estimasi terbaik terkait dosis paparan radiasi pada lensa mata. Pengujian pesawat sinar X salah satunya, perlu dilakukan agar keluaran arus dan tegangan tabung tidak mengalami penyimpangan nilai yang besar saat proses penyinaran. Hal tersebut diperlukan karena nilai keluaran arus dan tegangan tabung memengaruhi besarnya dosis radiasi yang dikeluarkan oleh sumber [14]. Sebelumnya telah dilakukan penelitian terkait uji kesesuaian alat pesawat sinar-X oleh Susanti et.al (2017) pada pesawat sinar-X fluoroskopi intervensional merek *Philips Allura FC* menggunakan detektor *Unfors Raysafe X2*. Parameter yang dipakai ialah mengukur akurasi tegangan, waktu, laju dosis dan kualitas berkas sinar X. Hasil uji kesesuaian diperoleh pesawat fluoroskopi intervensional merek Philips Allura FC dalam

kondisi andal [15]. Pengukuran lain dilakukan oleh Tohiri et. Al (2022) pada kinerja generator dan tabung pesawat sinar-X merek Siemens dengan menggunakan *RaySafe X2 R/F Sensor* dan *RaySafe X2 Survey Sensor*. Didapatkan hasil uji berupa keadaan tabung pesawat sinar X yang masih berfungsi dengan baik dan dikategorikan andal dengan catatan perbaikan, karena uji linearitas keluaran radiasi memiliki nilai yang melebihi batas toleransi [16]. Penelitian terakit uji kesesuaian juga dilakukan oleh Purnama et. al (2023), dengan parameter uji berupa uji linearitas dan reproduksibilitas, dengan hasil menunjukkan bahwa uji kesesuaian kinerja generator dan tabung sinar-X MSCT Philips 128 *Slice* yang dipakai dalam kondisi andal [17].

Pada penelitian ini dilakukan pengujian akurasi dan reproduksibilitas dari pesawat *X-ray Alleanger 100* yang terdapat di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) sebelum melakukan prosedur penyinaran. Pengujian alat dilakukan dengan tiga parameter pengujian yaitu uji akurasi tegangan tabung, uji akurasi waktu penyinaran dan uji reproduksibilitas tegangan tabung. Hasil dari pengukuran ini akan dibandingkan dengan ketetapan batas toleransi yang berlaku. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah pesawat sinar X yang dipakai dalam kondisi baik. Setelah pengujian alat barulah dilakukan tindakan penyinaran guna mengetahui nilai dosis radiasi pada lensa mata pekerja.

Berdasarkan yang telah dijelaskan di atas, pada penelitian ini akan dilakukan pengukuran dosis radiasi pada lensa mata dengan metode estimasi. Dosis radiasi akan diukur pada Hp (3) menggunakan *Thermoluminescence Dosimeter (TLD) 100*. *Thermoluminescence Dosimeter (TLD) 100* dipakai karena memiliki nilai bacaan yang baik pada dosis kecil, sehingga sangat cocok dipakai untuk mengukur nilai paparan dosis pada lensa mata [18]. Pada penelitian ini dipakai *phantom* berjenis *solid water phantom* sebagai pengganti pekerja radiasi. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang lebih akurat mengenai paparan radiasi pada lensa mata dan membantu dalam perkembangan regulasi serta implementasi langkah-langkah protektif untuk meningkatkan keselamatan pekerja.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengukuran dosis radiasi pada lensa mata dilakukan ?
2. Apakah pesawat sinar X yang dipakai dalam kondisi andal ?
3. Apa pengaruh jarak terhadap besaran dosis radiasi yang diterima lensa mata ?
4. Apakah dosis radiasi pada lensa mata pekerja telah sesuai dengan anjuran dari ICRP?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui hasil penerimaan dosis lensa mata di pelipis dan dahi menggunakan *Thermoluminescence* Dosimeter 100 pada phantom.
2. Mengetahui hasil uji akurasi dan reproduksibilitas pesawat *X-ray Alleanger* 100 dalam kondisi andal.
3. Mengetahui pengaruh jarak penyinaran terhadap dosis radiasi yang diterima lensa mata menggunakan *Thermoluminescence* Dosimeter 100 pada phantom.
4. Membandingkan dosis radiasi pada lensa mata dengan nilai batas dosis yang direkomendasikan oleh ICRP 2012, untuk mengetahui dosis radiasi masih dalam batas toleransi nilai dosis oleh ICRP 2012.

1.4 Batasan Masalah

1. Menggunakan sumber radiasi sinar X dari *X-ray Alleangers* 100 dengan dosimeter berjenis *Thermoluminescence* Dosimeter 100.
2. Parameter uji kesesuaian berupa uji akurasi tegangan, uji akurasi waktu penyinaran dan uji reproduksibilitas.
3. Data yang diambil memiliki variasi jarak 50 cm, 75 cm dan 100 cm.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Mengetahui besar dosis radiasi yang diterima lensa mata dapat membantu dalam mengembangkan keamanan radiasi yang lebih baik.
2. Mengetahui parameter penyinaran dari pesawat sinar X sesuai dengan spesifikasi alat dan menghindari paparan dosis radiasi berlebih.

3. Estimasi dosis radiasi pada lensa mata dapat dipakai untuk bahan evaluasi resiko kesehatan terkait paparan radiasi dan memberikan wawasan terkait efek jangka panjang dari paparan radiasi pada lensa mata.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Fuadi, N. Jusli, and Harmini, “Pemantauan Dosis Perorangan Menggunakan Thermoluminescence Dosimeter (TLD) Di Wilayah Papua dan Papua Barat Tahun 2020-2021,” *J. Sains Fis.*, vol. 2, no. 1, pp. 63–74, 2022, [Online]. Available: <http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/sainfis>
- [2] A. D. Fanis, D. Milvita, and N. Nuraeni, “Estimasi Dosis Radiasi Lensa Mata Menggunakan TLD-100 pada Pasien Brain Scanning CT-Scan Merek Siemens Somatom Perspective,” *J. Fis. Unand*, vol. 10, no. 1, pp. 83–89, 2021, doi: 10.25077/jfu.10.1.83-89.2021.
- [3] R. Maleachi and R. Tjakraatmadja, “Pencegahan Efek Radiasi pada Pencitraan Radiologi. Fakultas Kedokteran Atma Jaya, Jakarta, Indonesia,” vol. 45, no. 7, pp. 537–539, 2018, [Online]. Available: <https://www.omicsonline.org/open-access/the-effects-of-xrays-radiation-on-embryonic-and-fetal-during-developmental-pregnancy->
- [4] IAEA, “TECDOC No. 1731 IAEA RECDoc SERIES: Implications for Occupational radiation Protection of the New Dose Limit for the Lens of the Eyes,” *Iaea*, no. 1731, p. 48, 2013, [Online]. Available: ISSN1011-4289; No. 1731
- [5] M. E. Lian, Y. H. Tsai, I. G. Li, Y. H. Hong, S. L. Chang, and H. Y. Tsai, “Occupational radiation dose to the eye lens of physicians from departments of interventional radiology,” *Radiat. Meas.*, vol. 132, no. 101, p. 106276, 2020, doi: 10.1016/j.radmeas.2020.106276.
- [6] M. E. Lian *et al.*, “Occupational radiation dose and protection to the eye lens for interventional cardiology operators,” *Radiat. Meas.*, vol. 154, no. 101, p. 106778, 2022, doi: 10.1016/j.radmeas.2022.106778.
- [7] D. A. Rukmana, V. S. Kamantuh, B. Dwinanto, and L. D. Saputri, “Analisis Reduksi Dosis Efektif Mata Pada Fantom Menggunakan TLD Mata dengan Implementasi Software Organ Dose Modulation (ODM) dan Eyeshield pada

- Protokol CT Kepala dengan Alat GE Revolution Evo 128 Slice,” *J. Pengawas. Tenaga Nukl.*, vol. 1, no. 1, pp. 26–30, 2021, doi: 10.53862/jupeten.v1i1.006.
- [8] S. F. Nurulita, W. S. Budi, E. Hidayanto, and N. Nuraeni, “PENENTUAN KESERAGAMAN RESPON DAN FAKTOR KOREKSI TLD – 100 (LiF : Mg , Ti) TERHADAP RADIASI SINAR-X,” vol. 26, no. 1, 2023.
- [9] S. Yokoyama *et al.*, “Measurements of the doses of eye lens for the workers of Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant,” *Radiat. Meas.*, vol. 138, no. October 2019, p. 106399, 2020, doi: 10.1016/j.radmeas.2020.106399.
- [10] Darmawati, A. Safitri, S. Nurrahmi, and I. U. Mediji, “Journal of Physics and Applied,” vol. 1, no. 08, pp. 34–38, 2022.
- [11] N. A. Merrachi *et al.*, “Eye Lens Dosimetry in Interventional Radiology: Assessment With Dedicated Hp(3) Dosimeters,” *Can. Assoc. Radiol. J.*, vol. 72, no. 2, pp. 317–323, 2021, doi: 10.1177/0846537120911755.
- [12] K. Matsubara, S. Yoshida, A. Hirosawa, T. Chusin, and Y. Furukawa, “Characterization of small dosimeters used for measurement of eye lens dose for medical staff during fluoroscopic examination,” *Diagnostics*, vol. 11, no. 2, 2021, doi: 10.3390/diagnostics11020150.
- [13] F. Dubus and N. Reynaert, “Dose calculation validation of a convolution algorithm in a solid water phantom,” *Phys. Medica*, vol. 89, no. August, pp. 193–199, 2021, doi: 10.1016/j.ejmp.2021.08.003.
- [14] H. A. Sianturi, M. Rianna, T. Sembiring, and M. Situmorang, “Pengukuran dan Analisis Dosis Radiasi Keluaran pada Pesawat Sinar-X yang Berusia Lebih dari 10 Tahun pada Rumah Sakit di Kota Medan,” *J. Aceh Physic Soc.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–5, 2018, [Online]. Available: <http://www.jurnal.unsyiah.ac.id/JAcPS>
- [15] R. Susanti, D. Milvita, and K. Y. P. Sandy, “Uji Kesesuaian Pesawat Fluoroskopi Intervensional merek Philips Allura FC menggunakan Detektor Unfors Raysafe X2 di Rumah Sakit Universitas Andalas,” *J. Fis. Unand*, vol.

- 6, no. 3, pp. 232–239, 2017, doi: 10.25077/jfu.6.3.232-239.2017.
- [16] N. Tohiri and A. Muttaqin, “Uji Kesesuaian Kinerja Generator dan Tabung Pesawat Sinar-X Merek Siemens di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Universitas Andalas,” *J. Fis. Unand*, vol. 11, no. 1, pp. 37–43, 2022, doi: 10.25077/jfu.11.1.37-43.2022.
- [17] M. M. Ramadan Purnama, G. N. Sutapa, and I. N. Pranditayana, “Uji Kesesuaian Kinerja Generator dan Tabung Sinar-X pada MSCT Philips 128 Slice di Instalasi Radiologi, Rumah Sakit Daerah Mangusada,” *Kappa J.*, vol. 7, no. 3, pp. 382–386, 2023, doi: 10.29408/kpj.v7i3.22548.
- [18] M. Alizadeh, M. Mohseni, B. Farhood, A. Aliasgharzadeh, H. Moradi, and A. Ramazani, “Thermoluminescent Characteristics of GR200, TLD-700H and TLD-100 for Low Dose Measurement: Linearity, Repeatability, Dose Rate and Photon Energy Dependence,” *J. Biomed. Phys. Eng.*, vol. 12, no. 2, pp. 111–116, 2022, doi: 10.31661/jbpe.v0i0.1247.
- [19] N. R. Woroprobosari, “Efek Stokastik Radiasi Sinar-X Dental Pada Ibu Hamil Dan Janin,” *ODONTO Dent. J.*, vol. 3, no. 1, p. 60, 2016, doi: 10.30659/odj.3.1.60-66.
- [20] Drs. Mukhlis Akhadi, *DASAR-DASAR PROTEKSI RADIASI*. Jakarta: PT. Rineka Cipta, 2000. [Online]. Available: <https://dpk.kepriprov.go.id/opac/detail/453hb>
- [21] A. Lukitasari, L. Mata, and L. Mata, “Arti Lensa Lukitasari,” *J. Kedokt. Syah Kuala*, vol. 10, no. 3, pp. 153–156, 2010.
- [22] A. F. Arifani, “Lensa Mata Dan Katarak,” no. 1, pp. 430–439, 2018.
- [23] V. M. Berthoud and E. C. Beyer, “Oxidative stress, lens gap junctions, and cataracts,” *Antioxidants Redox Signal.*, vol. 11, no. 2, pp. 339–353, 2009, doi: 10.1089/ars.2008.2119.
- [24] M. M. Effendi and T. Wibowo, “Suplementasi astaxanthin menurunkan kadar malondialdehid lensa penderita katarak senilis astaxanthin supplementation reduce lens malondialdehyde of senile cataract,” *J. Kedokt.*

- Brawijaya*, vol. 27, no. 3, pp. 163–168, 2013.
- [25] C. Angélica *et al.*, “Respuesta termoluminiscente del Cuarzo natural,” pp. 78–85, 2020.
- [26] R. Hanifatunnisa, H. Aliah, and H. Sofyan, “PERBANDINGAN SENSITIVITA TLD-100H(LiF:Mg,Cu,P) DAN OSLD NanoDot (Al₂O₃:C)DALAM APLIKASI MEDIS PEMANTUAN DOSIS RENDAH,” *Кристаллография*, vol. 59, no. 1, pp. 145–150, 2018.
- [27] N. Rohmah, Tuyono, N. Herlina, and R. Syaifudin, “Layanan Pemantauan Dosis Tara Perorangan Eksternal Di Laboratorium Keselamatan, Kesehatan, Dan Lingkungan Ptkmr – Batan,” *Layanan Pemantauan Dosis Tara Perorangan Eksternal Di Lab. Keselamatan, Kesehatan, Kesehatan, Dan Lingkung. Ptkmr – Batan*, vol. 8, no. 1, pp. 28–36, 2006.
- [28] P. Lonski and T. Kron, “Impact through versatility: Patterns of in vivo dosimetry utilization with TLD across a large multi-site radiotherapy department,” *Front. Oncol.*, vol. 12, no. October, pp. 1–8, 2022, doi: 10.3389/fonc.2022.918178.
- [29] T. Pang *et al.*, “Investigation of absolute dose calibration accuracy for TomoTherapy using real water,” *J. Appl. Clin. Med. Phys.*, vol. 22, no. 6, pp. 139–145, 2021, doi: 10.1002/acm2.13311.
- [30] S. Hassan, A. Aly, and N. Deiab, “Comparative Study and Dose Evaluation of Photon Beam for water phantom, 2D-array and Treatment Planning System in Small Field sizes,” *Arab J. Nucl. Sci. Appl.*, vol. 0, no. 0, pp. 0–0, 2019, doi: 10.21608/ajnsa.2019.13053.1217.
- [31] T. Kumer, P. K. Das, R. Khatun, M. A. Rahman, S. Akter, and S. K. Roy, “Comparative Studies of Absolute Dose in Water Phantom, Solid Water Phantom and MatriXX with MULTICube Phantom,” *Int. J. Med. Physics, Clin. Eng. Radiat. Oncol.*, vol. 10, no. 04, pp. 169–177, 2021, doi: 10.4236/ijmpcero.2021.104014.
- [32] A. D. P. Ramadhani *et al.*, “Dose Estimation of the Bnct Water Phantom

- Based on Mcnpx Computer Code Simulation,” *J. Teknol. Reakt. Nukl. Tri Dasa Mega*, vol. 22, no. 1, p. 23, 2020, doi: 10.17146/tdm.2020.22.1.5780.
- [33] O. D. Rambu Kawurung, “Analisis dan Penentuan Faktor Koreksi Dosis Serap pada Medium Solid Water Phantom Terhadap Water Phantom,” *J. Fis. FLUX*, vol. 15, no. 1, p. 31, 2018, doi: 10.20527/flux.v15i1.4357.
- [34] W. E. Bolch, G. Dietze, N. Petoussi-Henss, and M. Zankl, “Dosimetric models of the eye and lens of the eye and their use in assessing dose coefficients for ocular exposures,” *Ann. ICRP*, vol. 44, pp. 91–111, 2015, doi: 10.1177/0146645314562320.
- [35] I. Hikmah, S. Indah Purnama, A. Prayugo Hariyanto, and dan Nur Afifah Zen, “Optimasi Dosis dan Kualitas Citra Pesawat CT-Scan pada Mata Menggunakan Shielding untuk Pencitraan CT-Scan Kepala,” *J. Teor. dan Apl. Fis.*, vol. 11, no. 01, pp. 73–80, 2023.
- [36] E. Hiswara, “Proteksi Radiasi Lensa Mata,” *Pros. Semin. Nas. Sains dan Teknol. Nukl. 2013*, pp. 91–95, 2014.
- [37] K. Fujiwara *et al.*, “Risk factors for posterior subcapsular cataract in retinitis pigmentosa,” *Investig. Ophthalmol. Vis. Sci.*, vol. 58, no. 5, pp. 2534–2537, 2017, doi: 10.1167/iovs.17-21612.
- [38] A. H. Azhar and R. Himayani, “Katarak Brunesen Unilateral dengan Keratopati dan Ptisis Bulbi,” vol. 6, pp. 132–135, 2017.
- [39] W. kautsar Irawan, R. Himayani, and M. Imanto, “Hubungan Pekerjaan terhadap katarak,” *J. Med. Hutama*, vol. 02, no. 01, pp. 402–406, 2022.
- [40] Mashudi, R. Saputra, and Suhartono, “Dosis Pasien Pada Pemeriksaan Rutin Sinar-X Radiologi Diagnostik,” *J. Sains dan Teknol. Nukl. Indones.*, vol. 16, no. 2, p. 71, 2009, doi: 10.17146/jstni.2015.16.2.2359.
- [41] M. Irsal, E. Hidayanto, and Z. Arifin, “Analisa Pengaruh Faktor Eksposi Terhadap Entrance Surface Air Kerma (Esak),” *Youngster Phys. J.*, vol. 3, no. 4, pp. 271–278, 2014.

- [42] F. R. Sari, S. D. Astuty, S. Dewang, and Hikmawati, "Analisis Keluaran Radiasi Dan Mean Glandular Dose Kombinasi Target / Filter Pesawat," vol. 25, no. 3, 2022.
- [43] BAPETEN REPUBLIK INDONESIA, "Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2018 Tentang Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X Radiologi Diagnostik Dan in Tervensional," *Bapeten Republik Indones.*, pp. 1–73, 2018.
- [44] N. Hikmah Indah, S. Dewang, and S. Dewi Astuty, "Analisis Laju Dosis Keluaran Pesawat Sinar-X Fluoroskopi Dual Fungsi Di Rs Wahidin Sudirohusodo Makassar," *Berk. Fis.*, vol. 26, no. 1, pp. 8–14, 2023.
- [45] U. Wiharja, A. Kodir, and A. Bahar, "X-Ray Radiographic Suitability Test Analysis," *Jurnal.Umj.Ac.Id/Index.Php/Semnastek*, pp. 0–7, 2019.
- [46] Aryawijayanti and S. Sutikno, "Analisis Dampak Radiasi Sinar-X Pada Mencit Melalui Pemetaan Dosis Radiasi Di Laboratorium Fisika Medik," *J. MIPA*, vol. 38, no. 1, pp. 25–30, 2015.
- [47] Sri Zelviani dan Ahmad Albar, "Hubungan Intensitas Cahaya Dan Jarak Pancaran Sebagai Hukum Kebalikan Kuadrat," *Jft*, vol. 5, no. 1, p. 4, 2018.
- [48] P. Purwantiningsih, "Analisis Sebaran Dosis Paparan Radiasi Pesawat C-Arm Terhadap Jarak Pada Ruang Operasi," *Sainstek J. Sains dan Teknol.*, vol. 9, no. 2, p. 183, 2018, doi: 10.31958/js.v9i2.1152.
- [49] C. Romarti, J. Pebralia, and R. Mutia Anggraini, "Analisis Dosis Paparan Radiasi Dari Pesawat Panoramik Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Umum Daerah Raden Mattaheer Jambi," *J. Online Phys.*, vol. 9, no. 1, pp. 90–97, 2023, doi: 10.22437/jop.v9i1.27310.
- [50] A. D. Pratiwi, Indriyani, and I. Yunawati, "Penerapan Proteksi Radiasi di Instalasi Radiologi Rumah Sakit," *Higeia J. Public Heal. Res. Dev.*, vol. 5, no. 3, pp. 409–420, 2021, [Online]. Available: <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/higeia/article/view/41346/20238>
- [51] F. Diyona, D. Milvita, S. Herlinda, and K. Sandy, "Analisis Pengaruh Sudut

- Penyinaran Terhadap Dosis Permukaan Fantom Berkas Radiasi Gamma Co-60 Pada Pesawat Radioterapi,” *J. Fis. Unand*, vol. 5, no. 2, pp. 131–135, 2016.
- [52] M. A. Mosleh-Shirazi, S. Karbasi, D. Shahbazi-Gahrouei, and S. Monadi, “A monte carlo and experimental investigation of the dosimetric behavior of low- and medium-perturbation diodes used for entrance in vivo dosimetry in megavoltage photon beams,” *J. Appl. Clin. Med. Phys.*, vol. 13, no. 6, pp. 326–338, 2012, doi: 10.1120/jacmp.v13i6.3917.
- [53] D. A. Petugas Radiasi di Ruang Penyinaran Radioterapi RSUP drHasan Sadikin Bandung Budi Muhamad, E. Hidayanto, and dan Very Richardina, “Analisis Pengaruh Dosis Radiasi Eksternal Akumulasi Dosis yang,” *Youngster Phys. J.*, vol. 07, no. 2, pp. 108–116, 2018.
- [54] M. Damanik, J. N. Simanjuntak, and E. R. Daulay, “Studi Paparan Radiasi pada Pekerja Radiasi Cathlab dengan Menggunakan My Dose Mini sebagai Upaya Keselamatan Radiasi di RSUP Adam Malik Medan,” *J. Pengawas. Tenaga Nukl.*, vol. 1, no. 1, pp. 41–46, 2021, doi: 10.53862/jupeten.v1i1.009.