



Analisis Pemahaman Mahasiswa Fisika Universitas Negeri Gorontalo Tentang Sinar-X

Aziza Manisa¹, Nur Asiah², Widya Priskila Sari³, Dwita Nuranisya⁴, Septiana Kurniasari^{5*}

^{1,2,3,4,5} Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Gorontalo

* E-mail: septiana@ung.ac.id

Abstract

The use of X-rays in the health/medical field is used to diagnose of patient diseases, and for therapy. However, X-rays not only provide health benefits, but can also cause adverse effects for radiation officers, patients, and the general public. This research aims to analyze the understanding of Physics students at Universitas Negeri Gorontalo about X-rays. This research method uses descriptive research with a quantitative approach. The research instrument used was an understanding test sheet distributed to 24 respondents. The data that has been obtained is analyzed using Ms. Excel. Based on the results of the data analysis, overall it is known that the understanding of Physics students at Universitas Negeri Gorontalo about X-rays is 75.8%, or is in the Very Good criteria. This shows that most students are able to understand X-rays.

Keywords: student, Physics, X-rays

Abstrak

Pemanfaatan sinar-X di bidang kesehatan/kedokteran digunakan untuk diagnosis penyakit pasien, dan untuk terapi. Akan tetapi, sinar-X tidak hanya memberikan manfaat kesehatan, tetapi juga dapat menyebabkan efek yang merugikan bagi petugas radiasi, pasien, dan masyarakat umum lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pemahaman mahasiswa Fisika Universitas Negeri Gorontalo tentang sinar-X. Metode penelitian ini menggunakan penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Instrumen penelitian yang digunakan berupa lembar tes pemahaman yang dibagikan kepada 24 responden. Data yang telah diperoleh, dianalisis menggunakan Ms. Excel. Berdasarkan hasil analisis data, secara keseluruhan diketahui bahwa pemahaman mahasiswa Fisika Universitas Negeri Gorontalo tentang sinar-X adalah sebesar 75.8%, atau berada dalam kriteria Sangat Baik. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa mampu memahami sinar-X.

Kata kunci: mahasiswa, Fisika, sinar-X

How to Cite: Manisa, A., Asiah, N., Sari, W.P., Nuranisya, D., & Kurniasari, S. (2025). Analisis Pemahaman Mahasiswa Fisika Universitas Negeri Gorontalo Tentang Sinar-X. *Schrodinger Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Fisika*, 6(1), 85-101.

PENDAHULUAN

Radiasi merupakan energi yang terpancar, baik dalam bentuk partikel maupun gelombang. Radiasi partikel merupakan energi yang terpancar dalam bentuk energi kinetik yang dibawa oleh partikel bermassa seperti elektron, yang disebut sebagai sinar-X. Radiasi gelombang elektromagnetik merupakan energi yang terpancar dalam bentuk gelombang elektromagnetik seperti radiasi matahari. Berdasarkan kemampuan mengionisasi, radiasi dibagi menjadi dua, yaitu radiasi pengion dan radiasi non pengion. Radiasi pengion

merupakan radiasi yang dapat menyebabkan ionisasi ketika berinteraksi dengan materi, seperti sinar-X, sinar kosmik, neutron, partikel α , partikel β , dan partikel γ . Radiasi non pengion merupakan radiasi yang tidak dapat menyebabkan ionisasi ketika berinteraksi dengan materi, seperti sinar inframerah, gelombang mikro, dan gelombang radio (Kurniasari, dkk., 2024).

Radiasi sinar-X merupakan salah satu radiasi pengion yang berkembang pesat dan banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang, mulai bidang kesehatan/kedokteran sampai bidang industri. Pemanfaatan sinar-X di bidang kesehatan/kedokteran digunakan untuk diagnosis penyakit pasien, dan untuk terapi (Nugraheni, Anisah & Susetyo, 2022). Akan tetapi, radiasi sinar-X tidak hanya memberikan manfaat kesehatan, tetapi juga dapat menyebabkan efek yang merugikan bagi petugas radiasi, pasien, dan masyarakat umum lainnya (Firdaus, Alwiyah & Sudarti, 2024). Sinar-X dapat menyebabkan kerusakan haemopoetik atau kelainan darah, seperti leukopeni, leukimia dan anemia; menyebabkan menopause dini karena adanya gangguan hormonal pada sistem reproduksi; dan menimbulkan efek deterministik pada organ reproduksi (Mauliku & Ramadani, 2019). Sinar-X dengan dosis rendah atau tinggi dapat menyebabkan apoptosis pada sel (Susanti, Prasetyarini & Shita, 2016).

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pemahaman mahasiswa Fisika Universitas Negeri Gorontalo tentang sinar-X. Hal ini dimaksudkan agar mahasiswa dapat menerapkan dalam kehidupan sehari-hari dan lebih berhati-hati terhadap paparan radiasi sinar-X.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Instrumen penelitian yang digunakan berupa lembar tes pemahaman kepada mahasiswa Fisika Universitas Negeri Gorontalo, yang berkaitan dengan definisi, manfaat, bahaya, penggunaan dan upaya meminimalisir efek radiasi sinar-X. Tes berisi 20 soal dan hasil jawaban mahasiswa akan dianalisis menggunakan *Ms. Excel* dan disajikan dalam bentuk diagram lingkaran.

Persentase pemahaman mahasiswa menggunakan persamaan:

$$\% = \frac{a}{N} \times 100\%$$

di mana:

a = jumlah jawaban benar

N = banyaknya responden.

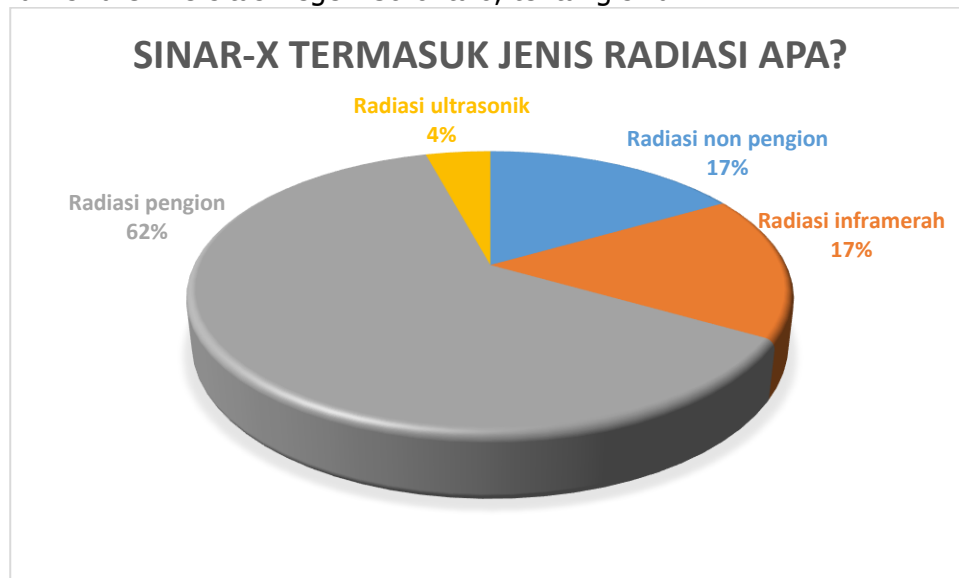
Hasil dari analisis data tersebut akan disesuaikan dengan tabel kriteria yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Pemahaman Mahasiswa (Wardani & Sudarti, 2022)

Rata-rata Skor (%)	Kriteria
> 75 – 100%	Sangat Baik
> 50 – 75%	Baik
> 25 – 50%	Tidak Baik
0 – 25%	Sangat Tidak Baik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Telah dilakukan penelitian dengan memberikan 20 soal pilihan ganda kepada 24 mahasiswa Fisika Universitas Negeri Gorontalo, tentang sinar-X.



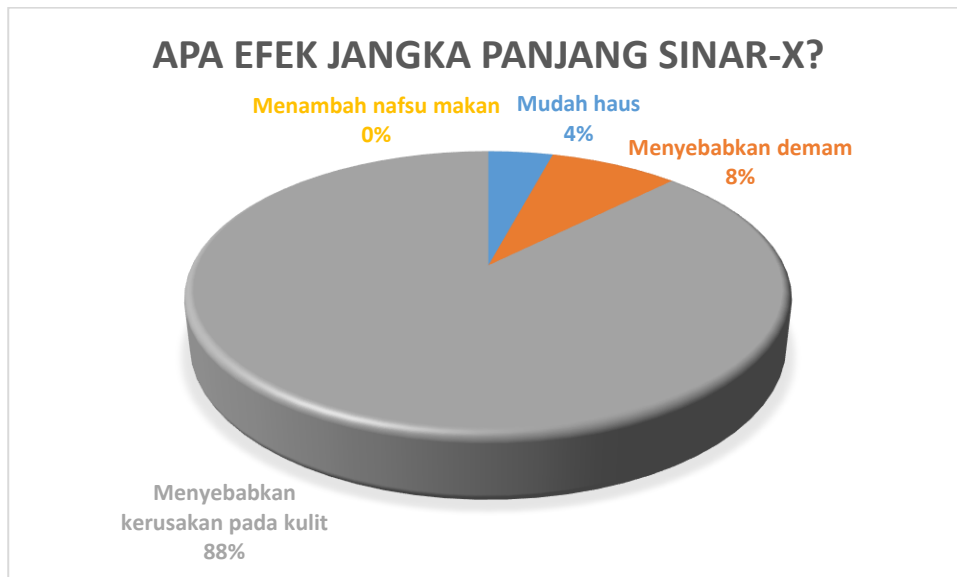
Gambar 1. Jawaban pada Soal Nomor 1

Soal nomor 1 tentang jenis radiasi dari sinar-X. Jawaban yang benar adalah radiasi pengion. Sekitar 62% responden menjawab dengan benar. Sinar-X merupakan radiasi pengion yang dapat membawa energi yang cukup untuk membebaskan elektron dari molekul (Aji & Mandagi, 2023).



Gambar 2. Jawaban pada Soal Nomor 2

Soal nomor 2 tentang manfaat radiasi sinar-X. Jawaban yang benar adalah menghasilkan gambaran struktur tubuh. Sekitar 79% responden menjawab dengan benar. Radiasi sinar-X telah banyak diaplikasikan dalam berbagai bidang, salah satunya adalah bidang medik yang memanfaatkan sinar-X dalam teknologi pencitraan. Tujuannya adalah untuk menghasilkan gambaran atau citra organ tubuh sehingga mempermudah dalam mendiagnosis suatu penyakit (Satwika, Ratini & Iffah, 2021).



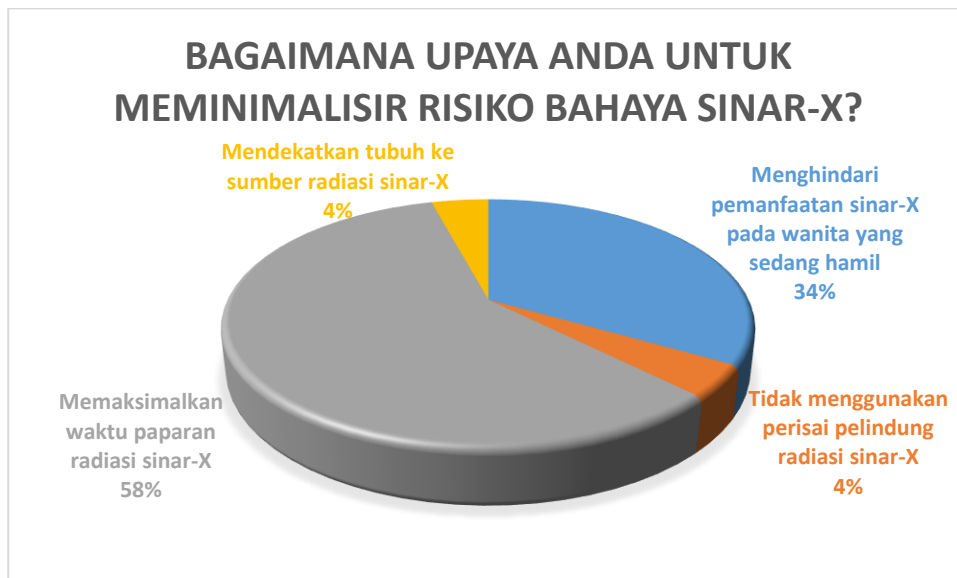
Gambar 3. Jawaban pada Soal Nomor 3

Soal nomor 3 tentang efek jangka panjang radiasi sinar-X. Jawaban yang benar adalah menyebabkan kerusakan pada kulit. Sekitar 88% responden menjawab dengan benar. Efek stokastik merupakan efek dengan paparan radiasi dosis rendah yang dapat muncul pada tubuh manusia dalam bentuk kerusakan somatik atau cacat pada keturunan (kerusakan genetik). Efek stokastik mengenal dosis ambang. Sekecil apapun dosis radiasi yang diterima oleh tubuh, maka akan menyebabkan kerusakan sel somatik maupun sel genetik (Cahyati & Yusuf, 2022).



Gambar 4. Jawaban pada Soal Nomor 4

Soal nomor 4 tentang efek jangka pendek radiasi sinar-X. Jawaban yang benar adalah mual. Sekitar 59% responden menjawab dengan benar. Efek jangka pendek dari radiasi sinar-X dapat berupa jumlah sel darah menjadi rendah, diare, mual, muntah, dan terjadi perubahan warna pada kulit (Wardani & Sudarti, 2022).



Gambar 5. Jawaban pada Soal Nomor 5

Soal nomor 5 tentang upaya untuk meminimalisir risiko bahaya radiasi sinar-X. Jawaban yang benar adalah menghindari pemanfaatan sinar-X pada wanita yang sedang hamil. Sekitar 34% responden menjawab dengan benar. Pasien yang sedang hamil

disarankan untuk menghindari penggunaan radiasi. Hal ini dikarenakan zat radioaktif dapat memberikan efek biologis pada perkembangan janin, termasuk kematian janin, risiko kanker setelah melahirkan dan berat badan lahir rendah. Embrio jauh lebih rentan terhadap zat berbahaya selama fase perkembangan daripada ibu yang terpapar (Anastasia, Savitri & Goenawan, 2025).



Gambar 6. Jawaban pada Soal Nomor 6

Soal nomor 6 tentang waktu pemeriksaan menggunakan radiasi sinar-X. Jawaban yang benar adalah dalam kondisi darurat. Sekitar 75% responden menjawab dengan benar. Penggunaan sinar-X harus dilakukan dalam kondisi tertentu saja dan tidak dapat digunakan dalam waktu yang berulang-ulang karena dapat berpotensi memberikan dampak negatif pada tubuh (Wardani & Sudarti, 2022).



Gambar 7. Jawaban pada Soal Nomor 7

Soal nomor 7 tentang yang bukan merupakan efek radiasi sinar-X yang terjadi pada anak-anak. Jawaban yang benar adalah menambah nafsu makan. Sekitar 50% responden menjawab dengan benar. Berikut ini merupakan efek radiasi sinar-X yang terjadi pada anak-anak antara lain menyebabkan leukemia, papila fungiformis, gangguan perkembangan benih gigi, serostomia, kerontokan rambut, dan terjadi bintik kemerahan di kulit (Yunus & Bandu, 2019).



Gambar 8. Jawaban pada Soal Nomor 8

Soal nomor 8 tentang pengaruh radiasi sinar-X pada sel-sel tubuh. Jawaban yang benar adalah dapat merusak sel-sel tubuh. 100% responden menjawab dengan benar. Sinar-X dapat menyebabkan kerusakan haemopoetik (kelainan darah) seperti leukopeni yaitu menurunnya jumlah leukosit ($< 6.000 \text{ m}^2$), leukimia dan anemia, menimbulkan efek deterministik pada organ reproduksi atau gonad (kemandulan), dan menyebabkan menopause dini sebagai akibat dari gangguan hormonal sistem reproduksi (Mauliku & Ramadani, 2019).



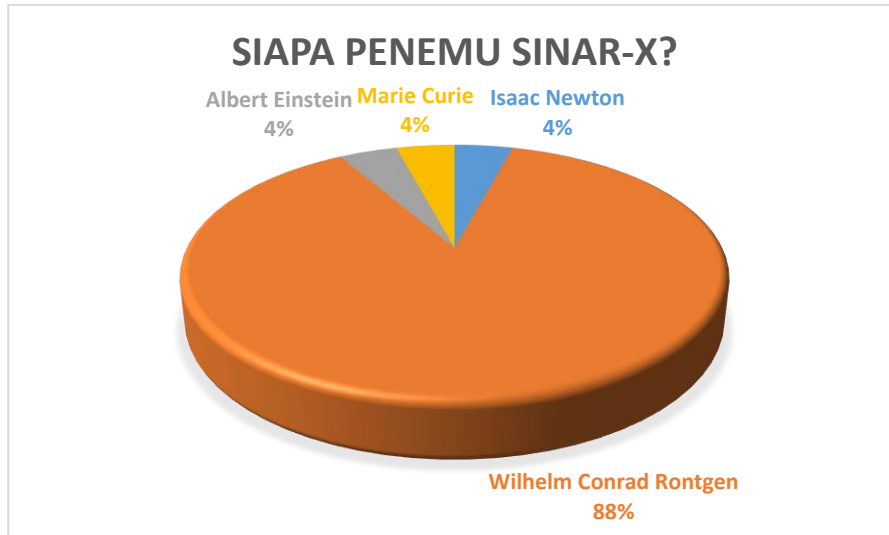
Gambar 9. Jawaban pada Soal Nomor 9

Soal nomor 9 tentang risiko bahaya radiasi sinar-X bagi ibu hamil. Jawaban yang benar adalah meningkatkan risiko bayi mengalami kerusakan sel-sel tubuh. Sekitar 92% responden menjawab dengan benar. Paparan radiasi sinar-X dapat meningkatkan risiko bayi mengalami kanker di kemudian hari, seperti leukemia. Radiasi sinar-X juga dapat mengganggu perkembangan organ-organ penting janin, seperti otak dan sistem saraf pusat. Hal ini dapat menyebabkan gangguan belajar, keterlambatan perkembangan, dan masalah kesehatan lainnya (Hulmansyah, dkk., 2024).



Gambar 10. Jawaban pada Soal Nomor 10

Soal nomor 10 tentang penggunaan radiasi sinar-X yang benar. Jawaban yang benar adalah digunakan sesuai kebutuhan. Sekitar 96% responden menjawab dengan benar. Penggunaan sinar-X harus dilakukan dalam kondisi tertentu saja dan tidak dapat digunakan dalam waktu yang berulang-ulang karena dapat berpotensi memberikan dampak negatif pada tubuh (Wardani & Sudarti, 2022).



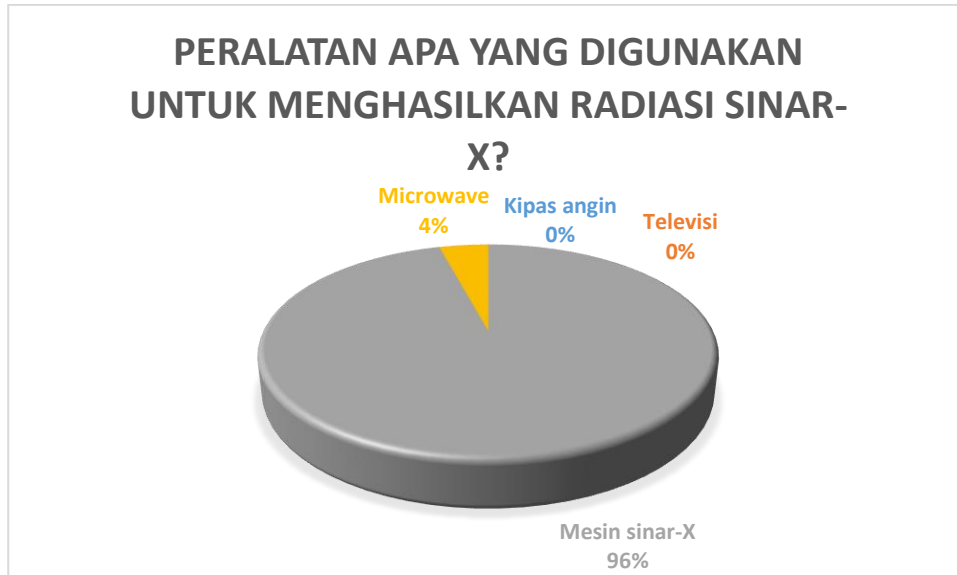
Gambar 11. Jawaban pada Soal Nomor 11

Soal nomor 11 tentang penemu radiasi sinar-X. Jawaban yang benar adalah Wilhelm Conrad Rontgen. Sekitar 88% responden menjawab dengan benar. Sinar-X ditemukan oleh Wilhelm Conrad Rontgen, seorang berkebangsaan Jerman pada tahun 1895. Penemuannya diilhami dari hasil percobaan-percobaan sebelumnya antara lain dari J.J Thomson tentang tabung katoda dan Heinrich Hertz tentang fotolistrik (Susanti, Sutapa & Iffah, 2022).



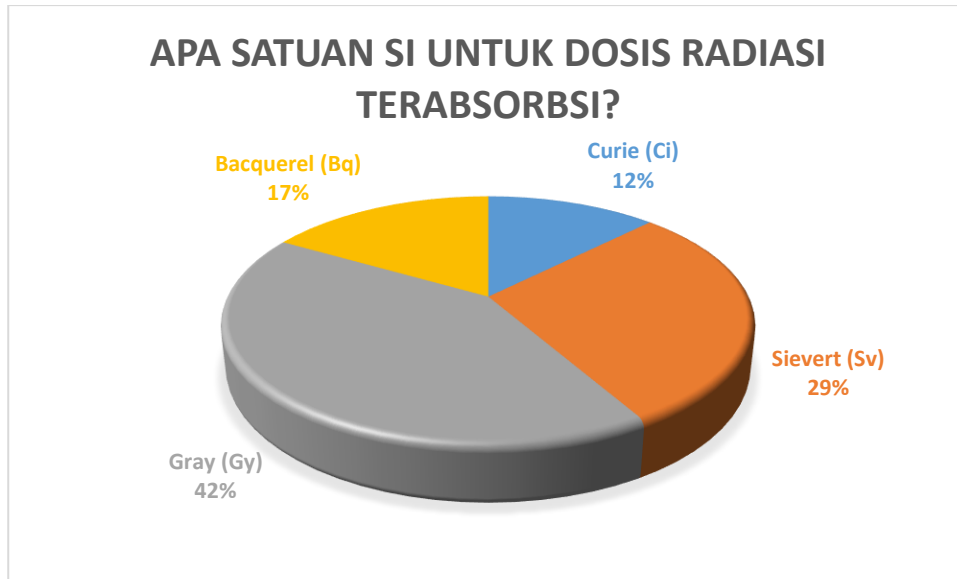
Gambar 12. Jawaban pada Soal Nomor 12

Soal nomor 12 tentang petugas yang mengoperasikan mesin sinar-X. Jawaban yang benar adalah teknisi radiologi yang terlatih. Sekitar 88% responden menjawab dengan benar. Personil yang terkait dengan penggunaan pesawat sinar-X terdiri atas dokter spesialis radiologi atau dokter yang berkompeten, tenaga ahli atau fisikawan medis, petugas proteksi radiasi, dan radiografer atau operator pesawat sinar-X (Putry, dkk., 2024).



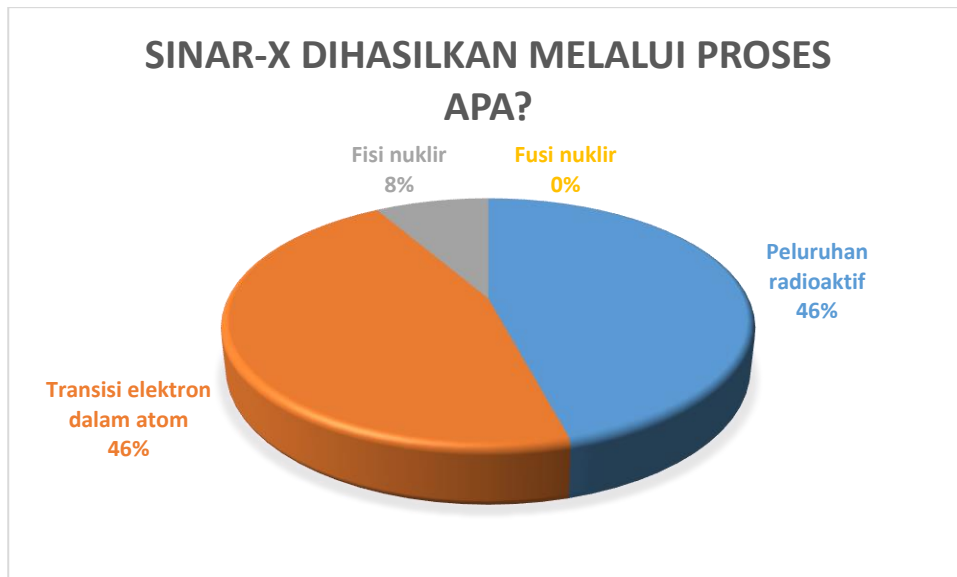
Gambar 13. Jawaban pada Soal Nomor 13

Soal nomor 13 tentang peralatan yang digunakan untuk menghasilkan radiasi sinar-X. Jawaban yang benar adalah mesin sinar-X. Sekitar 96% responden menjawab dengan benar. Di dalam tabung sinar-X dihasilkan elektron bebas yang dipercepat dengan beda potensial yang sangat tinggi, kemudian ditembakkan ke suatu target. Karena energinya cukup besar, maka radiasi tertentu dapat menimbulkan ionisasi di sepanjang lintasannya, sehingga radiasi tersebut dinamakan radiasi pengion sinar-X (Fuadi, Jusli & Harmini, 2022).



Gambar 14. Jawaban pada Soal Nomor 14

Soal nomor 14 tentang satuan SI untuk dosis radiasi terabsorpsi. Jawaban yang benar adalah Gray (Gy). Sekitar 42% responden menjawab dengan benar. Satuan dari dosis serap adalah $\frac{J}{kg}$ atau Gy, dengan $1 \text{ Gy} = 100 \text{ rad}$ (Kurniasari, 2024).



Gambar 15. Jawaban pada Soal Nomor 15

Soal nomor 15 tentang proses yang menghasilkan radiasi sinar-X. Jawaban yang benar adalah transisi elektron dalam atom. Sekitar 46% responden menjawab dengan

benar. Radiasi sinar-X terjadi apabila elektron dipercepat dalam medan listrik inti atom (Fakhrurreza & Majidah, 2018).



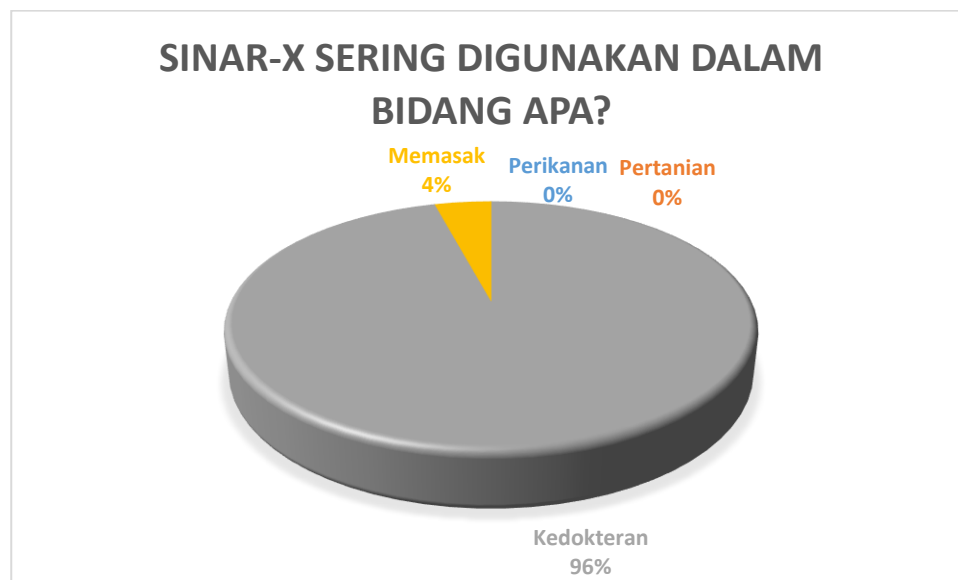
Gambar 16. Jawaban pada Soal Nomor 16

Soal nomor 16 tentang pemeriksaan yang memanfaatkan radiasi sinar-X. Jawaban yang benar adalah patah tulang. Sekitar 92% responden menjawab dengan benar. Salah satu aplikasi sinar-X yang digunakan dalam pengolahan citra adalah mendeteksi patah tulang (Giovani, 2021).



Gambar 17. Jawaban pada Soal Nomor 17

Soal nomor 17 tentang penggunaan radiasi sinar-X. Jawaban yang benar adalah mengambil gambar bagian dalam tubuh. Sekitar 96% responden menjawab dengan benar. Pencitraan menggunakan radiasi sinar-X berfungsi untuk mengambil gambar bagian dalam dari tubuh seseorang yang terserang penyakit. Pemanfaatan citra hasil dari sinar-X dapat menguntungkan di bidang diagnosa karena dokter dapat mengetahui keadaan tubuh manusia tanpa melakukan pembedahan (Samuel, 2023).



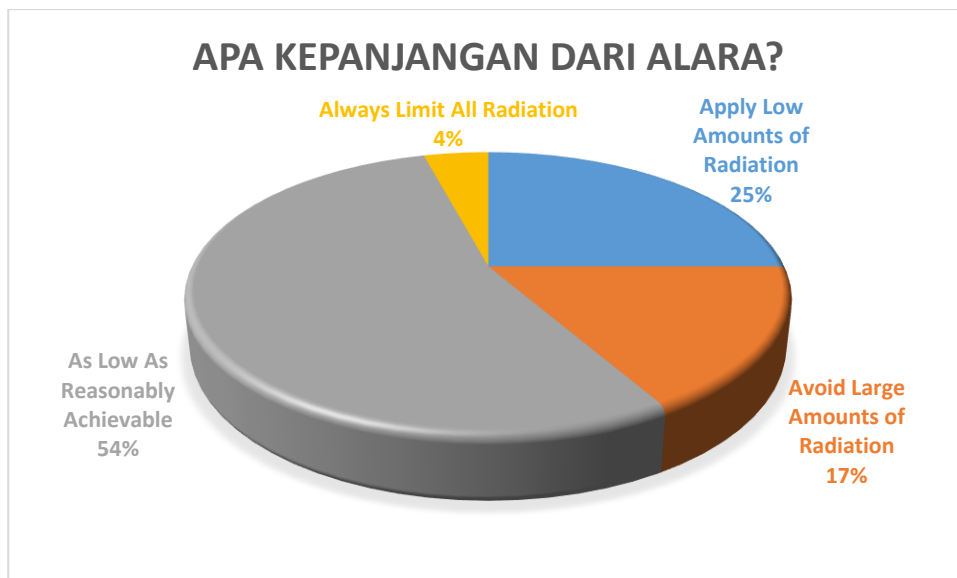
Gambar 18. Jawaban pada Soal Nomor 18

Soal nomor 18 tentang penggunaan radiasi sinar-X dalam bidang tertentu. Jawaban yang benar adalah kedokteran. Sekitar 96% responden menjawab dengan benar. Sinar-X dalam bidang kesehatan tidak hanya untuk pengobatan penyakit kanker, akan tetapi juga dimanfaatkan dalam bidang kedokteran, yaitu untuk memotret bagian tulang yang patah, batu ginjal, paru-paru dan lain-lain (Suryani, 2018).



Gambar 19. Jawaban pada Soal Nomor 19

Soal nomor 19 tentang hal yang dilakukan sebelum pemeriksaan menggunakan radiasi sinar-X. Jawaban yang benar adalah melepas perhiasan logam. Sekitar 83% responden menjawab dengan benar. Sebelum pemeriksaan dimulai, pasien harus melepas perhiasan dan pakaian dari pinggang ke atas, kemudian diberikan baju pemeriksaan (Tarigan, Sidauruk & Pasaribu, 2023).



Gambar 20. Jawaban pada Soal Nomor 20

Soal nomor 20 tentang kepanjangan dari ALARA. Jawaban yang benar adalah *As Low As Reasonably Achievable*. Sekitar 54% responden menjawab dengan benar. Konsep

ALARA (*As Low as Reasonably Achievable*) merupakan bagian dari prinsip utama dalam proteksi radiasi. Radiasi harus diberikan serendah mungkin untuk meminimalisir resiko kanker dan kerusakan jaringan (Rahman, dkk., 2020).

Berdasarkan hasil analisis data, secara keseluruhan diketahui bahwa pemahaman mahasiswa Fisika Universitas Negeri Gorontalo tentang sinar-X adalah sebesar 75.8%, atau berada dalam kriteria Sangat Baik. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa mampu memahami sinar-X. Akan tetapi, khusus pada soal nomor 5, sekitar 66% mahasiswa menjawab dengan salah tentang upaya untuk meminimalisir risiko bahaya radiasi sinar-X. Hal ini dapat ditindak lanjuti dengan membaca buku, jurnal atau sumber-sumber lainnya terkait upaya meminimalisir risiko bahaya radiasi sinar-X agar mahasiswa semakin memahami tentang sinar-X.

Penelitian sebelumnya juga mengungkapkan bahwa pemahaman mahasiswa Pendidikan Fisika Universitas Jember terhadap manfaat serta dampak sinar-x bagi kesehatan tergolong sangat baik, dengan nilai persentase rata-rata sebesar 86.2% (Wardani & Sudarti, 2022). Faktor pendidikan dan faktor pengalaman merupakan salah dua faktor yang mempengaruhi pemahaman terhadap sesuatu. Semakin tinggi tingkat pendidikan seseorang, maka semakin tinggi pula tingkat pemahamannya. Semakin banyak pengalaman seseorang terhadap sesuatu, maka semakin tinggi pula tingkat pemahamannya (Michael, Nainggolan & Kaban, 2024).

PENUTUP

Pemahaman mahasiswa Fisika Universitas Negeri Gorontalo tentang sinar-X adalah sebesar 75.8%, atau berada dalam kriteria Sangat Baik. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa mampu memahami sinar-X. Namun, perlu dilakukan tindak lanjut yaitu dengan membaca buku, jurnal atau sumber-sumber lainnya terkait upaya meminimalisir risiko bahaya radiasi sinar-X agar mahasiswa semakin memahami tentang sinar-X.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, P. S., & Mandagi, A. M. (2023). Dampak paparan radiasi sinar x lingkungan terhadap leukosit dari petugas radiologi. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 11(3), 270-275.
- Anastasia, M. C., Savitri, H. F., & Goenawan, A. (2025). Gambaran tingkat pengetahuan ibu hamil terhadap radiasi sinar-x saat kehamilan di Puskesmas Sukadana Kalimantan Barat periode Desember 2023. *Jurnal Ners*, 9(1), 963-968.
- Cahyati, Y., & Yusuf, E. I. (2022). Analisis pengetahuan perawat rumah sakit terhadap pentingnya proteksi radiasi pada saat pemeriksaan radiologi. *Borneo Journal of Medical Laboratory Technology*, 5(1), 341-347.
- Fakhrurreza, M., & Majidah, P. K. (2018). Pengaruh banyaknya radiasi dan perubahan energi sinar-x terhadap peningkatan pembentukan radikal bebas pada air. *JHeS*, 2(1), 34-40.

- Firdaus, A. R. H., Alwiyah, A. U., & Sudarti. (2024). Analisis strategi proteksi radiasi pada tenaga kerja di instalasi radiologi rumah sakit. *Eduproxima: Jurnal Ilmiah Pendidikan IPA*, 6(1), 44-51.
- Fuadi, N., Jusli, N., & Harmini. (2022). Pemantauan dosis perorangan menggunakan *Thermoluminescence Dosimeter* (TLD) di wilayah Papua dan Papua Barat tahun 2020-2021. *Jurnal Sains Fisika*, 2(1), 63-74.
- Giovani, H. (2021). Identifikasi patah tulang tangan manusia dengan menerapkan metode *Hue Saturation Value* (HSV). *Bulletin of Data Science*, 1(1), 21-25.
- Hulmansyah, D., Bisra, M., Yoshandi, T. M., & Angella, S. (2024). Penyuluhan bahaya efek radiasi pada ibu hamil di Posyandu Merangkai Bunga Setaman, Puskesmas Karya Wanita Kota Pekanbaru. *Diklat Review: Jurnal Manajemen Pendidikan dan Pelatihan*, 8(3), 375-378.
- Kurniasari, S., Yunus, M., Demulawa, M., Paputungan, D. T., Akuba, K. R., & Virna, R. (2024). Sosialisasi manfaat dan bahaya radiasi pada pemeriksaan radiologi. *JGEN: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1), 92-95.
- Kurniasari, S. (2024). Fisika radiasi, radiasi: kawan atau lawan?. Yogyakarta: Penerbit Deepublish.
- Mauliku, N. E., & Ramadani. (2019). Hubungan paparan radiasi sinar x dengan kadar hematologi pada petugas radiologi Rumah Sakit Purwakarta. *Jurnal Teras Kesehatan*, 2(2), 26-31.
- Michael, Nainggolan, Y. R., Kaban, P. B. (2024). Tingkat pengetahuan terhadap tanda – tanda radiasi. *Kesehatan Deli Sumatera*, 2(1), 26-32.
- Nugraheni, F., Anisah, F., & Susetyo, G. A. (2022). Analisis efek radiasi sinar-x pada tubuh manusia. *Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya)*, 19-25.
- Putry, R. A., Syahril, E., Safitri, A., Rahmawati, & Irsandy, F. (2024). Gambaran keselamatan radiasi sinar-x pada petugas di unit radiologi RSKD Dadi Makassar tahun 2023. *INNOVATIVE: Journal of Social Science Research*, 4(1), 12341-12351.
- Rahman, F. U. A., Nurrachman, A. S., Astuti, E. R., Epsilawati, L., & Azhari. (2020). Paradigma baru konsep proteksi radiasi di bidang radiologi kedokteran gigi: ALARA menjadi ALADAIP. *Jurnal Radiologi Dentomaksilofasial Indonesia*, 4(2), 27-34.
- Samuel. (2023). Gambaran proteksi radiasi pada ruangan general x-ray merk Toshiba di Rumah Sakit Khusus Paru Medan tahun 2022. *Jurnal Ilmiah Maksitek*, 8(2), 191-194.
- Satwika, L. G. P., Ratini, N. N., & Iffah, M. (2021). Pengaruh variasi tegangan tabung sinar-x terhadap *Signal to Noise Ratio* (SNR) dengan penerapan *Anode Heel Effect* menggunakan *Stepwedge*. *Buletin Fisika*, 22(1), 20-28.
- Suryani, D. (2018). Analisis gelombang elektromagnetik (sinar-x) dalam kesehatan perspektif Al-qur'an dan sains. *PROSIDING Seminar Nasional Pendidikan Fisika FITK UNSIQ*, 1(1), 115-120.
- Susanti, N. T., Prasetyarini, S., & Shita, A. D. P. (2016). Pengaruh pajanan radiasi sinar-X dari radiografi panoramik terhadap pH saliva. *e-Jurnal Pustaka Kesehatan*, 4(2), 352-357.
- Susanti, S. A., Sutapa, G. N., & Iffah, M. (2022). Estimasi dosis radiasi sinar-x terhadap efek hereditas pada radiografi konvensional. *Kappa Journal*, 6(2), 312-324.

- Tarigan, L., Sidauruk, J., & Pasaribu, N. E. (2023). Pemeriksaan dini kanker payudara dengan menggunakan sinar-x di Rumah Sakit Umum Martha Friska Murtatuli Kota Medan. *Communnity Development Journal*, 4(6), 12852-12858.
- Wardani, T. S., & Sudarti. (2022). Analisis pemahaman mahasiswa Pendidikan Fisika Universitas Jember terhadap manfaat serta dampak sinar-x bagi kesehatan. *Karst : Jurnal Pendidikan Fisika dan Terapannya*, 5(1), 28-37.
- Yunus, B., & Bandu, K. (2019). Efek radiasi sinar-x pada anak-anak. *Makassar Dent J*, 8(2), 97-104.