

# ANALISIS PERBANDINGAN KUALITAS CITRA RADIOGRAFI ABDOMEN DENGAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI VIRTUAL GRID DAN PHYSICAL GRID

Muh Rifki Mustafa<sup>1\*</sup>, Ike Ade Nur Liscyaningsih<sup>2</sup>, Dina Widayasari<sup>3</sup>

D3 Radiologi, Universitas ‘Aisyiyah Yogyakarta Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas ‘Aisyiyah Yogyakarta<sup>1,2</sup>

\*Corresponding Author : muhammadrifkidzul@gmail.com

## ABSTRAK

Pemeriksaan radiografi *abdomen* digunakan sebagai penunjang untuk menegakkan diagnosis. *Abdomen* adalah objek tebal pada tubuh manusia, sehingga *grid* sangat diperlukan untuk meningkatkan kualitas citra. Namun, rumah sakit saat ini masih menerapkan *physical grid* yang memiliki kelemahan seperti penurunan jumlah foton sinar-X sehingga menyebabkan *noise*. Penelitian dilakukan untuk mengetahui perbandingan kualitas citra *abdomen* menggunakan *physical grid* dan *virtual grid* yang dilakukan di Laboratorium Radiologi Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta pada September 2024 sampai Januari 2025. Subjek penelitian adalah phantom *abdomen* dengan ukuran dewasa, objeknya adalah hasil radiografi *abdomen*. Setelah data diperoleh, selanjutnya dilakukan analisis data menggunakan aplikasi SPSS untuk dilakukan pengujian sehingga dapat ditarik kesimpulan. Hasil perhitungan nilai SNR pada citra radiografi *abdomen* dengan menggunakan *physical grid* dan *Virtual Grid* pada dua sampel dari masing-masing ROI dapat diketahui bahwa nilai SNR tertinggi adalah *virtual grid* sebesar 149,76 dan nilai pada *physical grid* 60,26. Sedangkan nilai CNR tertinggi terdapat pada penggunaan *virtual grid* sebesar 56,62 dan nilai pada *physical grid* 25,35. Selanjutnya dilakukan uji *Paired Sample T Test*, didapatkan nilai signifikansi atau *p-value* SNR 0,01 dan CNR 0,03, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan kualitas citra SNR dan CNR pada hasil citra *abdomen* dengan menggunakan jenis *grid* yang berbeda. Oleh karena itu, *virtual grid* lebih nyaman dan praktis karena tidak perlu mengatur posisi *grid* secara manual, serta memberikan peningkatan kualitas citra berupa kontras dan dapat mengurangi radiasi hambur sehingga memudahkan proses kerja dalam pemeriksaan.

**Kata kunci** : *abdomen, contrat to noise ratio, physical grid, signal to noise ratio, virtual grid*

## ABSTRACT

*Abdominal radiographic examination is used as a support for diagnosis. The abdomen is a thick object on the human body, so grids are needed to improve image quality. However, hospitals currently still apply a physical grid which has weaknesses such as a decrease in the number of X-ray photons causing noise. Research was conducted to compare the quality of abdominal images using physical grids and virtual grids conducted at the Radiology Laboratory of 'Aisyiyah University Yogyakarta from September 2024 to January 2025. The research subject used is an abdominal phantom with the size of an adult, the object is the results of abdominal radiography. After the data is obtained, data analysis is then carried out using the SPSS application for testing so that conclusions can be drawn. The results of the calculation of the SNR value on the radiographic image of the abdomen using a physical grid and Virtual Grid on two samples from each ROI can be seen that the highest SNR value is the virtual grid of 149.76 and the value on the physical grid is 60.26. While the highest CNR value is in the use of a virtual grid of 56.62 and the value on the physical grid is 25.35. Furthermore, the Paired Sample T Test was carried out, obtained a significance value or *p-value* of SNR 0.01 and CNR 0.03, so it can be concluded that there are differences in image quality SNR and CNR in abdominal image results using different grid types. Therefore, virtual grids are more convenient and practical because there is no need to manually adjust the position of the grid, and provide improved image quality in the form of contrast and can reduce scattered radiation so as to facilitate the work process in the examination.*

**Keywords** : *abdomen, contrat to noise ratio, signal to noise ratio, physical grid, virtual grid*

## PENDAHULUAN

Dalam dunia kedokteran, radiologi memiliki peranan penting sebagai bidang penunjang pemeriksaan yang menegakkan diagnosa suatu penyakit (H.M.D et al., 2021). Pemeriksaan radiologi dilakukan dengan menggunakan teknologi pencitraan ataupun gambar berupa gelombang elektromagnetik dan mekanik. Pada pemeriksaan ini terdapat dua sumber radiasi yang digunakan yaitu radiasi pengion dan radiasi non pengion. Radiasi pengion berupa gelombang elektromagnetik dan partikel bermuatan yang memiliki kemampuan untuk mengionisasi media yang dilaluinya karena energi yang dimilikinya (Nurvan et al., 2023).

Salah satu pemeriksaan radiologi meliputi pemeriksaan radiografi *abdomen*. Pemeriksaan tersebut digunakan sebagai pemeriksaan penunjang untuk menegakkan diagnosa. Menurut penelitian Rifai et al. (2024) tercatat pemeriksaan radiografi *abdomen* merupakan pemeriksaan penunjang terbanyak dengan persentase 58% di RSUD Haji Makassar tahun 2021-2022. *Abdomen* merupakan bagian tubuh dengan batas atas pada *diafragma* dan batas bawah pada *symphisis pubis* yang terdiri dari dua sistem organ yaitu sistem pencernaan dan sistem perkemihan. dan kandung empedu (Lampignano & Kendrick, 2018). Namun, meskipun objeknya sama, jika ketebalannya berbeda, daya tembus sinar-X dapat terganggu bila disinari dengan sinar-X. Hal ini karena tubuh manusia itu kompleks dan memiliki kepadatan yang berbeda-beda, serta berbagai elemen tubuh yang tampak berbeda pada setiap pasien saat pemeriksaan kesehatan menggunakan sinar-X (Lestari, D. P. (2017).

Faktor eksposi yang tinggi akan mengakibatkan adanya radiasi hambur akibat kilovolt (kV) yang tinggi, luas lapangan penyinaran, dan ketebalan objek atau pasien. Radiasi hambur merupakan radiasi yang dipancarkan dari objek, seperti pasien, setelah sinar-X berinteraksi dengan materi sehingga menghasilkan citra (Melti et al., 2024). Kualitas citra merupakan syarat untuk menunjukkan keakuratan atau representasi bagian dari anatomi pasien pada suatu radiograf. suatu citra yang memperlihatkan struktur dan jaringan lunak dengan jelas dikatakan berkualitas baik. Selain itu, suatu citra dikatakan berkualitas buruk jika mengandung gambar yang sulit dibedakan dengan mata manusia. Kualitas citra (image quality) optimal dengan pencitraan kuantitatif berkontribusi terhadap keakuratan diagnostik, sehingga dokter bisa menghindari menyebabkan peningkatan kesalahan diagnostic (Siti Rosidah, 2020). Oleh karena itu *Signal to Noise Ratio* (SNR) dapat dimanfaatkan sebagai peningkatan hasil citra yang rendah karena SNR merupakan pengukur tingkat kebisingan atau *noise* pada citra sinar-X (Astria, 2024). Selain itu *Contrast to Noise Ratio* (CNR) juga sering digunakan dalam menilai citra digital terkait dengan kontras. Nilai CNR yang tinggi akan menghasilkan citra yang mampu menampilkan struktur anatomi dan patologi yang terlihat jelas (Huda & Abrahams, 2015).

*Grid* merupakan alat yang digunakan untuk menyerap radiasi hambur dan mentransmisikan radiasi primer, dimana Grid terdiri dari pelat garis logam bernomor atom tinggi (biasanya aluminium dan timah) yang ditempatkan sejajar satu sama lain dan dipisahkan oleh bahan penyekat atau *interspace material* yang dapat ditembus oleh sinar-X dan memiliki beberapa jenis (Priyono et al., 2020). Dimana jenis *grid* yang digunakan dalam pemeriksaan radiologi yaitu *physical grid* dan *virtual grid*. Namun, terdapat kelemahan dari penggunaan *physical grid*, yaitu kurangnya jumlah foton sinar-X yang mencapai film atau detektor, sehingga dapat meningkatkan *noise* yang dihasilkan pada citra radiograf (Priyono et al., 2020). Sedangkan kelebihan pada *virtual grid* memberikan peningkatan kualitas citra berupa kontras dengan mengkalkulasikan besaran radiasi hambur dan radiasi primer yang sampai ke detektor, dan selanjutnya akan mereplikasi besaran radiasi hambur tersebut menjadi rendah dan besaran radiasi primer menjadi lebih besar (Kawamura et al., 2020).

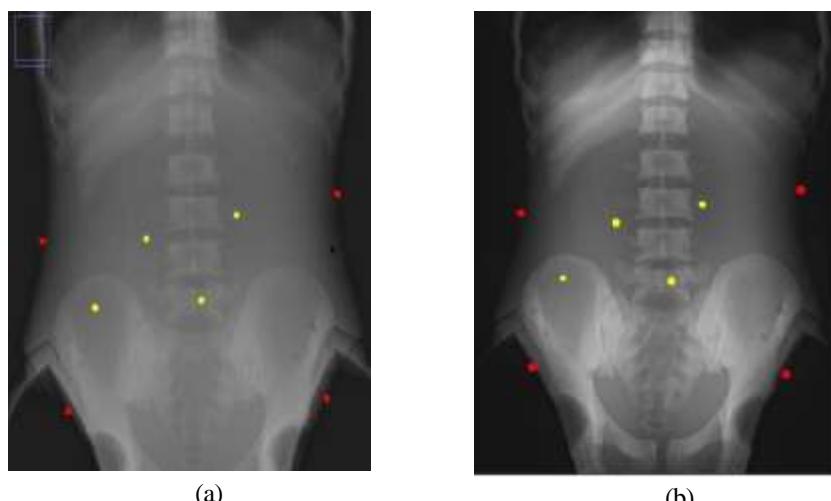
Penelitian dilakukan untuk mengetahui perbandingan kualitas citra *abdomen* menggunakan *physical grid* dan *virtual grid* yang dilakukan di Laboratorium Radiologi Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta pada September 2024 sampai Januari 2025.

## METODE

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimen. Penelitian menggunakan *phantom abdomen* dewasa. Penelitian dilakukan di Laboratorium Radiologi Universitas ‘Aisyiyah Yogyakarta. Penelitian dilaksanakan pada bulan September 2024 hingga bulan Januari 2025. Metode Pengumpulan data dilakukan dengan cara dokumentasi dan kepustakaan. Subjek penelitian yang digunakan adalah *phantom abdomen* dengan ukuran orang dewasa dan objek berupa hasil radiograf *abdomen*. Setelah data diperoleh selanjutnya dilakukan analisa data menggunakan aplikasi statistik SPSS untuk dilakukan pengujian sehingga dapat ditarik kesimpulan. Penelitian dilaksanakan untuk mengetahui perbandingan kualitas citra *abdomen* menggunakan *physical grid* dan *virtual grid*.

## HASIL

Telah dilakukan penelitian mengenai perbandingan kualitas citra radiografi *abdomen* dengan menggunakan *physical grid* dan *virtual grid* yang dilakukan di Lab Radiologi Universitas ‘Aisyiyah Yogyakarta. Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini berupa hasil radiograf *abdomen*, aplikasi ImageJ dan aplikasi SPSS.



Gambar 1. (a) radiograf *abdomen* dengan *physical grid*  
(b) radiograf *abdomen* dengan *virtual grid*

### SNR

#### Pengukuran Titik ROI pada Physical Grid

Tabel 1. Hasil Pengukuran Titik ROI pada Radiograf Abdomen dengan Physical Grid

Gambar	Hasil Pengukuran				Rata-rata
	1	2	3	4	
Mean	104,58	115,24	101,45	99,24	105,13
Standar	1,74	1,96	1,43	1,94	1,77
Deviasi					

#### Pengukuran Titik ROI pada Virtual Grid

Tabel 2. Hasil Pengukuran Titik ROI pada Radiograf Abdomen dengan Virtual Grid

Gambar	Hasil Pengukuran				Rata-rata
	1	2	3	4	
Mean	109,92	118,39	105	101,78	108,77
Standar	0,77	0,76	0,60	0,80	0,73
Deviasi					

### Hasil Perhitungan SNR pada *Physical Grid* dan *Virtual Grid*

**Tabel 3. Hasil Perhitungan SNR pada *Physical Grid* dan *Virtual Grid***

<b>Gambar</b>	<b>Hasil perhitungan</b>				<b>Rata-rata</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	
<i>Physical Grid</i>	60,22	58,80	70,94	51,07	60,26
<i>Virtual Grid</i>	142,14	155,10	174,03	127,76	149,76

Berdasarkan tabel 3 menunjukkan bahwa nilai SNR tertinggi terdapat pada radiograf *abdomen* dengan menggunakan *virtual grid* yaitu sebesar 149,76 sedangkan nilai SNR pada radiograf *abdomen* dengan menggunakan *physical grid* yaitu sebesar 60,26. Pada tabel tersebut tampak selisih antara nilai SNR dengan penggunaan *virtual grid* dan penggunaan *physical grid* sebesar 89,5. Dengan kata lain, gambar yang memiliki nilai SNR paling tinggi adalah gambar yang optimal dalam kualitasnya, sedangkan untuk CNR semakin tinggi nilai kontrasnya, semakin mudah objek dapat dipisahkan dari *background*. (Louk et al., 2014)

### CNR

#### Pengukuran Titik ROI pada *Physical Grid*

**Tabel 4. Hasil Pengukuran Titik ROI pada Radiograf *Abdomen* dengan *Physical Grid***

<b>Gambar</b>	<b>Hasil Pengukuran</b>				<b>Rata-rata</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	
Mean	27,66	25,11	26,58	26,22	26,39
Standar	2,06	3,21	2,56	2,46	2,57
Deviasi					

#### Pengukuran Titik ROI pada *Virtual Grid*

**Tabel 5. Hasil Pengukuran Titik ROI pada Radiograf *Abdomen* dengan *Virtual Grid***

<b>Gambar</b>	<b>Hasil Pengukuran</b>				<b>Rata-rata</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	
Mean	42,60	40,30	43,61	41,32	41,96
Standar	0,67	1,56	0,74	0,87	0,96
Deviasi					

#### Hasil Perhitungan CNR pada *Physical Grid* dan *Virtual Grid*

**Tabel 6. Hasil Perhitungan CNR pada *Physical Grid* dan *Virtual Grid***

<b>Gambar</b>	<b>Hasil Perhitungan</b>				<b>Rata-rata</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	
<i>Physical Grid</i>	28,58	23,98	25,53	23,32	25,35
<i>Virtual Grid</i>	65,79	44,89	64,44	51,36	56,62

Berdasarkan tabel 6 menunjukkan bahwa nilai CNR tertinggi terdapat pada radiograf *abdomen* dengan menggunakan *virtual grid* yaitu sebesar 56,62 sedangkan nilai CNR pada radiograf *abdomen* dengan menggunakan *physical grid* yaitu sebesar 25,35. Pada tabel tersebut tampak selisih antara nilai CNR dengan penggunaan *virtual grid* dan penggunaan *physical grid* sebesar 31,27.

**Uji Normalitas Data****Uji normalitas data SNR****Tabel 7. Uji Normalitas Data SNR**

Variabel	P_Value Shapiro Wilk	Keterangan
Physical Grid	0,790	Data berdistribusi normal
Virtual Grid	0,978	Data berdistribusi normal

**Uji Normalitas Data CNR****Tabel 8. Uji Normalitas Data CNR**

Variabel	P_Value Shapiro Wilk	Keterangan
Physical Grid	0,488	Data berdistribusi normal
Virtual Grid	0,343	Data berdistribusi normal

Tabel 7 dan 8 memperlihatkan bahwa nilai *p-value* untuk seluruh variabel lebih dari 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai dari data SNR dan CNR untuk kedua percobaan tersebut berdistribusi normal.

**Uji Beda****Hasil Uji Paired Sampel T-Test SNR****Tabel 9. Uji Beda SNR**

Variable	P_Value	Keterangan
Perbedaan antara kelompok	0,01	Terdapat perbedaan

**Hasil Uji Paired Sampel T-Test CNR****Tabel 10. Uji Beda CNR**

Variable	P_Value	Keterangan
Perbedaan antara kelompok	0,03	Terdapat perbedaan

Berdasarkan tabel hasil analisis uji *paired sample t-test*, diketahui bahwa nilai *p-value* SNR 0,01 dan CNR 0,03  $\leq$  0,05. Maka dapat disimpulkan terdapat perbedaan nilai SNR dan CNR dari dua uji yang telah dilakukan, artinya terdapat perbedaan antara nilai dari data SNR dan data CNR pada pemeriksaan radiografi *abdomen* dengan menggunakan *physical grid* dan *virtual grid*.

**PEMBAHASAN****Nilai Signal To Noise Ratio (SNR) pada Radiograf Abdomen Menggunakan Physical Grid dan Virtual Grid**

Hasil perhitungan nilai SNR pada radiograf *abdomen* dengan menggunakan *physical grid* dan *Virtual Grid* pada dua sampel dari masing-masing *Region of Interest* (ROI) dapat dilihat bahwa nilai SNR tertinggi adalah *virtual grid* dengan nilai 149,76 dan nilai pada *physical grid* adalah 60,26. Selanjutnya dilakukan uji menggunakan *Paired Sample T Test* dan di dapatkan nilai signifikansi atau nilai *p-value* sebesar 0,01, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan kualitas citra dalam aspek SNR pada hasil citra *abdomen* dengan menggunakan jenis *grid* yang berbeda.

Hal ini sejalan dengan teori yang dikemukakan oleh Kawamura (2015), yang menyatakan bahwa *virtual grid* dapat menghitung komponen radiasi yang tersebar dari gambar yang di ekspos di banding *physical grid*, kemudian dapat meningkatkan kontras yang terperinci untuk

merekplikasi gambar yang di ekspose oleh *virtual grid*. Teknologi *virtual grid* juga dapat menyelesaikan masalah artefak yang di sebabkan oleh ketidaksejajaran saat menggunakan *physical grid*, dan memungkinkan alur kerja radiografer lebih efisien.

Menurut penulis nilai SNR pada radiograf *abdomen* dengan menggunakan teknologi *virtual grid* dapat memberikan gambaran kualitas citra yang lebih baik. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Kawamura (2018), bahwa penggunaan *virtual grid* dapat memberikan peningkatan kualitas citra terutama pada nilai SNR lebih tinggi dibanding pada penggunaan *physical grid*. Selain itu, dengan kualitas citra *abdomen* yang baik memungkinkan visualisasi anatomi organ intra *abdomen* secara detail, sehingga dapat meningkatkan akurasi dalam identifikasi patologi. Oleh karena itu, penggunaan *virtual grid* lebih disarankan agar kualitas citra yang dihasilkan lebih optimal dan dapat digunakan pada pemeriksaan dengan objek yang tebal seperti *cranium*, *thorax*, *pelvis* dan *vertebrae*.

#### **Nilai Contrast To Noise Ratio (CNR) pada Radiograf Abdomen Menggunakan Physical Grid dan Virtual Grid**

Hasil perhitungan nilai CNR pada radiograf *abdomen* dengan menggunakan *physical grid* dan *Virtual Grid* pada dua sampel dari masing-masing ROI dapat dilihat bahwa nilai CNR tertinggi adalah *virtual grid* dengan nilai 56,62 dan nilai pada *physical grid* adalah 25,35. Selanjutnya dilakukan uji menggunakan *Paired Sample T Test* dan di dapatkan nilai signifikansi atau nilai *p-value* sebesar 0,03, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan kualitas citra dalam aspek CNR pada hasil citra *abdomen* dengan menggunakan jenis *grid* yang berbeda.

Hal ini sejalan dengan teori yang dikemukakan oleh Kawamura (2015), yang menyatakan semakin tinggi nilai CNR, semakin baik kualitas citra yang dihasilkan. Nilai CNR pada kualitas citra menggunakan *virtual grid* lebih tinggi dibandingkan dengan kualitas citra yang menggunakan *physical grid*. Ini terjadi karena *virtual grid* dapat menghitung berbagai sinar X yang tersebar sesuai dengan ketebalan objek, sehingga efektif dalam meningkatkan kontras dengan tingkat yang setara dengan penggunaan *physical grid*.

Menurut penulis nilai CNR pada radiograf *abdomen* dengan menggunakan teknologi *virtual grid* lebih tinggi dibanding *physical grid*, karena penggunaan *virtual grid* dapat menyajikan kualitas citra yang lebih baik. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kawamura (2015), mengungkapkan bahwa hasil radiograf sering kali menampilkan banyak *noise* jika tidak menggunakan *grid*. *Virtual grid* menawarkan fitur yang mampu menghasilkan kualitas citra yang lebih baik dibandingkan dengan *physical grid*, hal tersebut dikarenakan *virtual grid* dapat menghitung penyebaran sinar-X berdasarkan ketebalan objek yang diamati. Oleh karena itu, penggunaan *virtual grid* lebih disarankan agar kualitas citra yang dihasilkan lebih optimal dan dapat digunakan pada pemeriksaan dengan objek yang tebal seperti *cranium*, *thorax*, *pelvis* dan *vertebrae*.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Astria, R. (2024). Analisis Kualitas Citra Radiografi Cr Dengan Signal To Noise Ratio (Snr) Dan Contras To Noise Ratio (Cnr) Menggunakan Microdicom. *Interdisciplinary Journal of MedTech and EcoEngineering (IJME)* DOI, 1(1), 1–9.
- Asriningrum, S., Ansory, K., & Hasan, P. T. (2021). Faktor Eksposi terhadap Kualitas Citra Radiografi dan Dosis Pasien Menggunakan Parameter Penilaian Signal to Noise Ratio (SNR) pada Pemeriksaan Thorax Posteroanterior dengan Menggunakan Pesawat Computed Radiografi. *Jurnal Imejing Diagnostik (JImeD)*, 7(1), 15–18. <https://doi.org/10.31983/jimed.v7i1.6650>
- Bequet, A. Y., Rusyadi, L., & Semarang, P. K. (2020). Nilai Contrast to Noise Ratio (CNR) Radiograf Thorax PA antara menggunakan Grid dengan tanpa Menggunakan Grid. *Jurnal Imejing Diagnostik (JImeD)*, 6, 60–64.
- Bruce W. Long, Jeannean Hall Rollins, & Barbara J. Smith. (2016). *Vol 1\_Merril's Radiographic positioning&procedures.Merrill Vol1.*

- H.M.D, L., Rindayani, P., Kasman, Abd, R., & S, U. (2021). Gravitasi. *Gravitasi*, 20(1), 10–18. <https://doi.org/10.22487/gravitasi.v20i1.15521>
- Huda, W., & Brad Abrahams, R. (2015). X-ray-based medical imaging and resolution. *American Journal of Roentgenology*, 204(4), W393–W397. <https://doi.org/10.2214/AJR.14.13126>
- Kawamura, T., Naito, S., Okano, K., & Yamada, M. (2015). Improvement in Image Quality and Workflow of X-Ray Examinations using a New Image Processing Method, “Virtual Grid Technology.” 60, 21–27.
- Lampignano: & Kendrick. (2018). *Textbook Of Radiographic Positioning And Related Anatomy*. Elsevier.
- Louk, A. C., Suparta, G. B., Fisika, J., Mipa, F., Gadjah, U., Sekip, M., & Yogyakarta, U. (2014). *Pengukuran Kualitas Sistem Pencitraan Radiografi Digital Sinar-X*. 24(2), 149–166.
- Lestari, D. P. (2017). *Kondisi Faktor Ekspose (kV, mA, s) pada Radiografi Setelah di Lakukan Adjusment Kalibrasi Pesawat Mobile* (Doctoral dissertation).
- Melti, E., Gde, I., Kasmawan, A., & Supardi, W. (2024). Pengaruh Eksposi terhadap Kualitas Citra Radiografi Berdasarkan Ketebalan Objek pada Pemeriksaan Abdomen Effect of Exposure on Radiographic Image Quality Based on Object Thickness on Abdominal Examination. *Effect of Exposure on Radiographic Image Quality Based on Object* ..... (*Efrensiana Melti*, 25, 48–55.
- Nurvan, H., Wardani, A. K., & Palupi, N. E. (2023). Karakteristik Pemeriksaan Pasien Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Ananda Babelan Bekasi Periode Agustus 2021–Juli 2022: Studi Retrospektif. *Jurnal Pandu Husada*, 4(4), 1–14.
- Priyono, S., Anam, C., & Wahyu Setia Budi, D. (2020). Pengaruh Rasio Grid Terhadap Kualitas Radiograf Fantom Kepala. Berkala Fisika, 23(1), 10–16.
- Rifai, A. W. S., Rasyid, M., Melinda, M., & Gani, A. B. (2024). Karakteristik Pasien Ileus Obstruktif di RSUD Haji Makassar Tahun 2021-2022. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(1), 10956–10963.
- Siti, R., Ari, S., & M. sakundarno, A. (2020). Optimasi Kualitas Citra Radiografi Abdomen Berdasarkan Body Mass Index dan Tegangan Tabung pada Computed Radiography. *Jurnal Epidemiologi Kesehatan Komunitas*, 5(1), 23–31.
- Zelviani, S. (2017). Kualitas Citra Pada Direct Digital Radiography Dan Computed Radiography. *Jurnal Teknosains*, 11, 59–62.