

ANALISIS KUALITAS CITRA RADIOGRAFI CR DENGAN *SIGNAL TO NOISE RATIO* (SNR) DAN *CONTRAS TO NOISE RATIO* (CNR) MENGGUNAKAN *MICRODICOM*

Rivi Astria¹, Nani Lasiyah², Romi Mulyadi³

^{1,2,3} Institut Kesehatan dan Teknologi Al Insyirah, Pekanbaru, Indonesia
Email: riviastria3001@gmail.com, ² nani.lasiyah@ikta.ac.id*, ³ romi.mulyadi@ikta.ac.id

(Naskah masuk: 21 Juni 2024, diterima untuk diterbitkan: 30 Juni 2024)

Abstrak

Citra sinar-X diperoleh dari hasil digitalisasi sebanyak-banyaknya dari proses *scanner* atau pemindai pasien. Citra sinar-X terkadang memiliki *noise* yang dapat mempengaruhi kualitas citra. Deteksi diagnostik dengan radiografi adalah teknik yang paling umum digunakan. Namun, dalam beberapa kasus penyakit yang ada pada tubuh pasien tidak dapat dideteksi karena tertutup oleh kebisingan (*noise*) atau karena kualitas citra yang buruk. Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu menganalisa kualitas hasil citra sinar-X dengan parameter yang berbeda pada radiografi kemudian dianalisa menggunakan *Software Microdicom* untuk mencari nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) dan *Contras to Noise Ratio* (CNR). Penelitian ini menggunakan metode dalam menganalisa citra yaitu menggunakan *Signal to Noise Ratio* (SNR) dan *Contras to Noise Ratio* (CNR). *Signal to Noise Ratio* (SNR) dan *Contras to Noise Ratio* (CNR) dapat digunakan untuk melihat tingkatan kualitas citra yang rendah karena SNR dan CNR merupakan pengukur tingkat kebisingan atau *noise* pada citra sinar-X. Pada penelitian ini menggunakan 4 parameter citra radiografi yaitu parameter *Thorax*, *Clavicula*, *Pelvis*, dan *Molar*. Hasil citra radiografi *Thorax*, *pelvis*, *Clavicula* dan *Molar* diperoleh nilai SNR dan CNR yang berbeda-beda. Dari nilai rata-rata SNR dan CNR setiap citra, parameter citra radiografi yang memiliki nilai SNR tertinggi yaitu citra *Pelvis* dengan nilai SNR 9,25 sedangkan parameter citra radiografi yang memiliki nilai CNR tertinggi yaitu citra *Molar* dengan nilai CNR -0,71. Berdasarkan dari data yang diperoleh dapat ditarik kesimpulan bahwasannya penggunaan software *microdicom* tergolong mudah untuk digunakan dalam menganalisa hasil citra radiografi dengan nilai SNR dan CNR.

Kata kunci: Sinar X, Kebisingan, *Signal to Noise Ratio* (SNR), *Contras to Noise Ratio* (CNR)

Abstract

X-ray images are obtained from digitizing as much as possible from the process of the scanner or patient scanner. X-ray images sometimes have noise that can affect image quality. Diagnostic detection by radiography is the most commonly used technique. However, in some cases the disease on the patient's body cannot be detected because it is covered by noise or because of poor image quality. The purpose of this research is to analyze the quality of X-ray image results with different parameters on radiography and then analyzed using Microdicom Software to find the value of Signal to Noise Ratio (SNR) and Contras to Noise Ratio (CNR). This study uses a method for analyzing images, namely using the Signal to Noise Ratio (SNR) and Contras to Noise Ratio (CNR). Signal to Noise Ratio (SNR) and Contras to Noise Ratio (CNR) can be used to see low levels of image quality because SNR and CNR are measures of noise or noise levels in X-ray images. In this study, 4 radiographic image parameters were used, namely the Thorax, Clavicula, Pelvis, and Molar parameters. The radiographic images of the Thorax, Pelvic, Clavicula and Molar obtained different SNR and CNR values. From the average SNR and CNR values for each image, the radiographic image parameter that has the highest SNR value is the Pelvis image with an SNR value of 9.25 while the radiographic image parameter that has the highest CNR value is the Molar image with a CNR value of -0.71. Based on the data obtained, it can be concluded that the use of microdicom software is relatively easy to use in analyzing radiographic image results with SNR and CNR values.

Keywords: X-Ray, Noise, *Signal to Noise Ratio* (SNR), *Contras to Noise Ratio* (CNR)

1. PENDAHULUAN

Sinar X yang dimanfaatkan dalam bidang medis semakin berkembang dan meningkat seiring dengan perkembangan teknologi. Perkembangan aplikasi sinar-X

mendorong para profesional untuk menciptakan berbagai jenis sistem pencitraan yang lebih canggih dan memberikan keuntungan bagi penggunanya. Dalam dunia radiografi terdapat dua jenis sistem pencitraan yaitu Analog Radiography

dan Computed Radiography (Ningtias et al., 2016).

Radiologi adalah ilmu yang mempelajari mengenai proses pembuatan gambar, dimana gambar dalam radiologi biasa disebut dengan citra. Proses pembuatan gambar dalam ilmu radiologi mencakupi organ tubuh manusia dengan menggunakan sinar-X sebagai sumber pencitraan. Radiologi berperan sangat penting dalam kedokteran dan pelayanan kesehatan (Danilo Gomes de Arruda, 2021).

Radiografi adalah praktik penggunaan radiasi pengion, terutama sinar-X, untuk mendapatkan gambar objek yang dipelajari pada film fotografi. Radiografi biasanya memanfaatkan sebagai pemeriksaan benda buram seperti organ tubuh manusia contohnya paru-paru, jantung, ginjal, usus, dan patah tulang. Gambar suatu benda yang dibuat dengan menggunakan teknologi sinar-x disebut gambar sinar-X. Gambar tersebut kemudian dijadikan sebagai bahan evaluasi struktur jaringan keras tulang dan jaringan lunak. Pemrosesan manual dan otomatis dalam kamar gelap mulai digantikan oleh sistem Computed radiography, dalam sistem ini Imaging Plate IP melakukan proses pemindaian gambar citra sinar X, dimana didalamnya terdapat Photostimulable Phosphor PSP yang menangkap redaman sinar X, setelah itu sinyal diubah dan dibaca di IP reader yang dapat menampilkan gambar di layar (Nuansa., 2020).

Computed Radiography merupakan metode pencitraan radiografi tanpa menggunakan film filmless, berbeda dengan sistem pencitraan radiografi konvensional atau sistem versi yang berbasis film (Susilo-et al., 2014). Pelat pencitraan terkena energi sinar-X dan lapisan detektor menyimpan energi. Sinar laser memindai pelat gambar dan energi yang tersimpan dilepaskan untuk memancarkan cahaya. Photomultiplier mengumpulkan cahaya dan diubah menjadi muatan listrik. Setelah diubah ke bentuk digital oleh Analog to Digital Converter ADC, data tersebut kemudian disimpan. Citra sinar-X terkadang memiliki noise yang

dapat mempengaruhi kualitas citra. Citra sinar-X diperoleh dari hasil digitalisasi sebanyak-banyaknya dari proses scanner atau pemindai pasien. Deteksi diagnostik dengan radiografi adalah teknik yang paling umum digunakan. Namun, dalam beberapa kasus penyakit yang ada pada tubuh pasien tidak dapat dideteksi karena tertutup oleh kebisingan noise atau karena kualitas citra yang buruk. Alasan penyakit yang ada pada tubuh pasien sulit dideteksi adalah karena kualitas citranya yang rendah, maka citra sinar-X harus ditingkatkan.

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. Pengurangan noise Sinar-X sangat penting dalam mendiagnosa penyakit untuk menghindari kesalahpahaman atau kesulitan bagi dokter dalam pembacaan citra sinar-x (Matondang, n. d). Signal to Noise Ratio SNR merupakan perbandingan amplitudo sinyal dengan amplitudo noise. SNR digunakan sebagai kriteria untuk menilai kualitas citra (Arifah et al., 2017). Signal to Noise Ratio merupakan parameter utama dalam mengukur kualitas citra karena Signal to Noise Ratio yang baik memudahkan pengamat untuk membedakan struktur yang berbeda dalam suatu citra (Agus et al., 2022). Peningkatan kontras juga diperlukan dalam memperbaiki hasil citra. Kontras menunjukkan seberapa jelas perbedaan sinyal dibandingkan latar. Semakin tinggi nilai kontras, semakin mudah membedakan sinyal dari latar (Louk Suparta, 2014). Radiografi dikatakan optimal jika batasnya antara satu bayangan dengan bayangan lainnya terlihat jelas. Ketajaman hasil citra sinar-X dipengaruhi oleh sejumlah faktor, antara lain elemen geometri, elemen sistem pencitraan, efek paralaks, properti film, dan elemen gerak (Zelviani, 2017).

Rumus *Signal to Noise Ratio* (SNR) dan *Contrast to Noise Ratio* (CNR) ditunjukkan sebagai berikut.

$$SNR = \frac{I_s}{\sigma}$$

Rumus σ adalah : $\sigma = \sqrt{SD_s^2}$

Keterangan:
Is: Nilai rata-rata objek
SD: Standar Deviasi

$$CNR = \frac{I_s - I_b}{\sigma}$$

Rumus σ adalah : $\sigma = \sqrt{SD_b^2}$

Keterangan:
Is: Nilai rata-rata background
SD: Standar Deviasi

Dalam penelitian ini memanfaatkan *software Microdicom* yang menunjang dalam pencarian nilai SNR dan CNR. *DICOM* adalah protokol umum yang digunakan di banyak fasilitas kesehatan untuk menyimpan dan mengirimkan gambar medis dan informasi lain yang berkaitan dengan diagnosis klinis. *DICOM* dibuat oleh *National Association of Electrical Manufacturers* (NEMA) dan *American College of Radiology* (ACR). Ini adalah merek dagang terdaftar dari NEMA dan diatur oleh Komite Standar *DICOM*, sebuah konsorsium pengguna dari semua disiplin pencitraan medis yang tertarik untuk membakukan data citra medis. Spesifikasi *DICOM* mencakup kedua format yang digunakan untuk digital penyimpanan citra medis dan data terkait, serta protokol yang harus diterapkan untuk memasukkan berbagai pesan sistem ke dalam alur kerja pencitraan medis (Cabanac et al., 2021).

2. METODE PENELITIAN

Tahapan proses yang akan digunakan untuk mendapatkan data dalam penelitian ini akan diilustrasikan dalam diagram alir, yaitu Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Metode Penelitian

Tahap awal dimulai dengan persiapan alat dan bahan yang diperlukan untuk melaksanakan penelitian, dimana alat dan bahan tersebut mencakup alat *x ray* konvensional, laptop, *computed radiography*, *software microdicom*, dan alat tulis. Setelah semuanya disiapkan maka dilakukan pengambilan citra menggunakan *X Ray* Konvensional, dalam pengambilan citra ini ada beberapa variasi parameter organ tubuh yang akan dilakukan pemindaian (*scanner*) yaitu *Thorax* dengan pengaturan kV sebesar 65 dan mAs sebesar 200, *Pelvis* dengan pengaturan kV sebesar 65 dan mAs sebesar 200, *Clavicula* dengan pengaturan kV sebesar 53 dan mAs sebesar 200, *Molar* dengan pengaturan kV sebesar 69 dan mAs sebesar 15. Hasil citra yang telah didapati dimasukkan ke aplikasi *microdicom* untuk melihat nilai *Mean* dan *Sdev* objek serta nilai *Mean* dan *Sdev background*. Setelah nilai didapati lakukan pengolahan data menggunakan rumus SNR dan CNR. Setelah data diolah dilakukan analisis data dengan melihat hitungan SNR dan CNR, jika nilai SNR semakin tinggi maka hasil citra semakin baik. Begitu juga dengan nilai CNR sinyal dengan latar akan

semakin mudah dibedakan jika nilai CNRnya semakin tinggi.

2.1. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang diperlukan untuk menganalisis kualitas citra *X-Ray* Konvensional sistem *Computed Radiography* dengan *Signal to Noise Ratio* menggunakan *Software Microdicom* adalah sebagai berikut:

- a. Alat Radiologi
- b. *Computed Radigraphy* sebagai sistem pencitraan.
- c. Laptop
Laptop digunakan untuk mengolah data dan menjalankan perangkat lunak *Microdicom* untuk melihat nilai mean objek, mean background, Standardeviasi (SD) objek, Standardeviasi (SD) *background*.
- d. *Software Micro Dicom* untuk membaca citra.
- e. Alat tulis untuk perhitungan manual mencari nilai SNR dan CNR.

2.2 Langkah-Langkah Penelitian

Penelitian ini melibatkan beberapa tahap langkah-langkah dalam pelaksanaannya. Tahap awal melibatkan persiapan semua alat dan bahan yang diperlukan. Langkah kedua pengambilan citra menggunakan alat radiologi. Langkah ketiga menjalankan *software microdicom*. Langkah keempat mengolah data. Langkah kelima menganalisis data.

2.2.1 Persiapan Alat dan Bahan

Langkah pertama mempersiapkan semua alat dan bahan yang dibutuhkan dalam penelitian seperti unit Alat Radiologi, *Computed Radigraphy*, Laptop, *Software Microdicom*, Alat tulis.

2.2.2 Mengambil Citra Radiografi

Langkah kedua pengambilan citra menggunakan *X-Ray* Konvensional.

Pengambilan citra dilakukan pada beberapa variasi oragn tubuh yaitu *Thorax* dengan posisi *AP*, *Schedel* posisi *lateral*, *Lumbosacral* posisi *lateral* dan *Manus* posisi *AP*.

Tabel 1. Parameter Variasi Pengambilan Citra *Thorax*

Mode Akuisisi	<i>Thorax (AP)</i>
Kv	65kV
mAs	200 mAs

Tabel 2. Parameter Variasi Pengambilan Citra *Pelvis*

Mode Akuisisi	<i>Pelvis</i>
kV	65kV
mAs	200 mAs

Tabel 3. Parameter Variasi Pengambilan Citra *Clavicula*

Mode Akuisisi	<i>Clavicula</i>
kV	53 kV
mAs	200 mAs

Tabel 4. Parameter Variasi Pengambilan Citra *Molar*

Mode Akuisisi	<i>Molar</i>
kV	69 kV
mAs	15 As

Dalam pengambilan citra dilakukan pada organ tubuh pasien bagian *Thorax* dengan pengaturan kV sebesar 65 dan mAs sebesar 200, *Pelvis* dengan pengaturan kV sebesar 65 dan mAs sebesar 200, *Clavicula* dengan pengaturan kV sebesar 53 dan mAs sebesar 200, *Molar* dengan pengaturan kV sebesar 69 dan mAs sebesar 15.

2.2.3. Menjalankan *Software Microdicom*

Langkah ketiga menjalankan *software microdicom* untuk mencari nilai SNR. Nilai yang bisa didapatkan pada *microdicom* untuk mencari nilai SNR yaitu nilai *Mean* dan *Sdev*.

2.2.4. Pengolahan Data

Langkah keempat pengolahan data, dilakukan untuk mendapatkan nilai SNR dari hasil citra *X-Ray* Konvensional

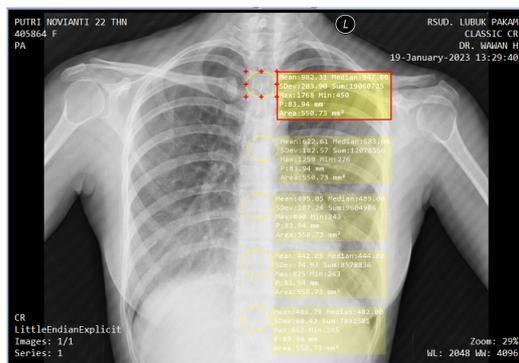
menggunakan rumus SNR dan CNR. Setelah nilai SNR dan CNR didapatkan, nilai-nilai tersebut akan dimasukkan ke *Google Spreadsheet* untuk mendapatkan grafik dan nilai citra pada penelitian.

2.2.5 Analisis Data

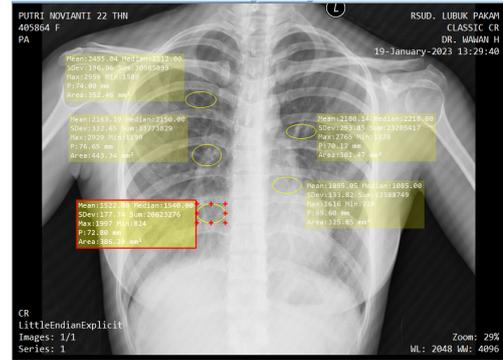
Langkah kelima menganalisis data dari nilai SNR dan CNR yang sudah didapatkan. Dalam analisis data melihat Semakin tinggi nilai SNR, kualitas hasil citra akan semakin baik, dan semakin besar nilai CNR, sinyal akan lebih mudah dibedakan dari latar. Analisis dilakukan berdasarkan grafik yang menampilkan nilai SNR dan CNR yang telah diukur.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan gambar radiografi dilakukan pada beberapa bagian yaitu *Thorax*, *Pelvis*, *Clavicula*, dan *Molar*. Berikut merupakan hasil citra yang telah di input ke aplikasi *Microdicom* sehingga nilai—nilai yang dibutuhkan untuk mencari nilai SNR dan CNR dapat diperoleh. Dari perolehan nilai-nilai tersebut dapat dibuat grafik untuk lebih memudahkan dalam menganalisa hasil penelitian. Nilai SNR dan CNR yang didapat yaitu dari tiap citra pada masing-masing variasi parameter.



Gambar 2. Hasil Citra Radiografi Untuk Mencari Nilai SNR Thorax



Gambar 3. Hasil Citra Radiografi Untuk Mencari Nilai CNR Thorax



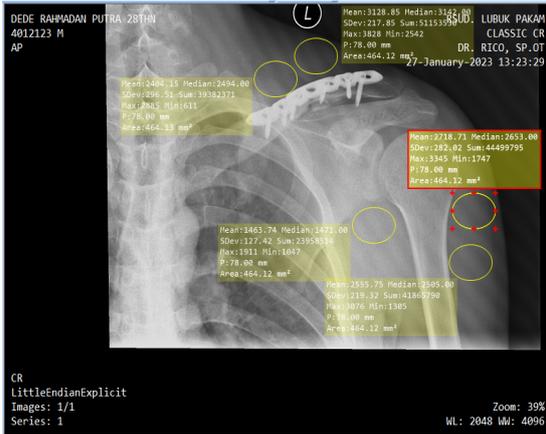
Gambar 4. Hasil Citra Radiografi Untuk Mencari Nilai SNR Pelvis



Gambar 5. Hasil Citra Radiografi Untuk Mencari Nilai CNR Pelvis



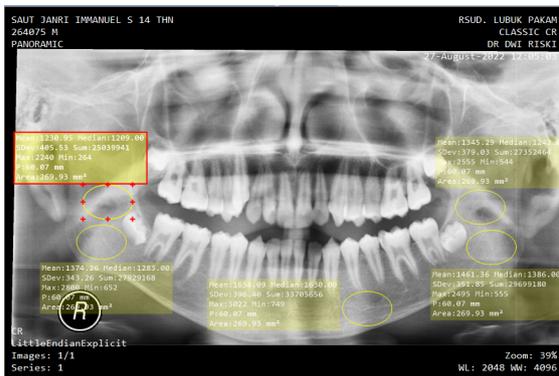
Gambar 6. Hasil Citra Radiografi Untuk Mencari Nilai SNR Clavicula



Gambar 7. Hasil Citra Radiografi Untuk Mencari Nilai CNR Clavicula



Gambar 8. Hasil Citra Radiografi Untuk Mencari Nilai SNR Molar



Gambar 9. Hasil Citra Radiografi Untuk Mencari Nilai CNR Molar

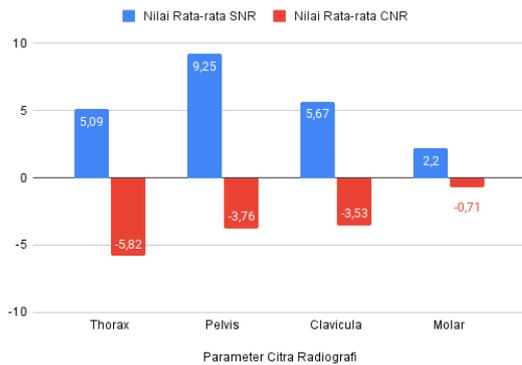
Dari hasil citra yang telah di input ke *microdicom* seperti yang terlihat pada Gambar.2 sampai Gambar.9 didapatkan nilai Mean sinyal (untuk mencari nilai SNR), nilai Mean background (untuk mencari nilai CNR), dan Sdev. Pencarian nilai SNR dan CNR setiap hasil citra dilakukan pada 5 titik, dari lima titik tersebut didapati 5 nilai SNR

dan CNR dari setiap hasil citra, dari ke-5 nilai SNR dan CNR tersebut di cari nilai rata-ratanya untuk setiap hasil citra. Nilai rata-rata SNR dan CNR yang telah diperoleh di rangkap dalam Tabel.5 berikut.

Tabel 5. Nilai Rata-rata SNR dan CNR Citra Radiografi (a) Thorax, (b) pelvis, (c) Clavicula, (d) Molar

No	Parameter Citra Radiografi	Nilai Rata-rata SNR	Nilai Rata-rata CNR
1.	Thorax	5,09	-5,82
2.	Pelvis	9,25	-3,76
3.	Clavicula	5,67	-3,53
4.	Molar	2,20	-0,71

Dari data yang ada pada tabel 1 yaitu kumpulan dari nilai rata-rata SNR dan CNR seluruh parameter citra radiografi maka dapat diperolehh grafik seperti pada Gambar.10 berikut.



Gambar 10. Grafik Nilai Rata-rata SNR dan CNR Citra Radiografi (a) Thorax, (b) pelvis, (c) Clavicula, (d) Molar

Dilihat dari data yang telah diperoleh bahwasannya nilai SNR dan CNR suatu citra radiografi memiliki perbedaan yang signifikan. Tinggi rendahnya nilai SNR dan CNR pada suatu objek dan background citra radiografi disebabkan oleh banyaknya perpaduan warna pada citra tersebut. Jika didalam warna hitam terdapat banyak warna

putih, bintik-bintik serta garis (*noise*) maka nilai SNR dan CNR akan mengecil. Demikian sebaliknya jika suatu citra tidak memiliki banyak bintik dan garis putih maka nilai SNR dan CNR akan membesar.

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu menganalisa hasil kualitas citra sinar-X dengan parameter yang berbeda pada radiografi kemudian dianalisa menggunakan *Software Microdicom* untuk mencari nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) dan *Contras to Noise Ratio* (CNR).

Pengukuran atau perhitungan mengenai SNR dan CNR pernah dilakukan, dimana didalam penelitian tersebut diperoleh hasil yaitu adanya perbedaan antara nilai SNR, CNR dan Spatial Resolution (Ii & Pustaka, n.d.). Berdasarkan hasil penelitian dalam studi lain mengatakan bahwa Semakin tinggi nilai SNR, maka semakin baik kualitas gambar yang dihasilkan. Dengan kata lain, citra yang memiliki nilai SNR tertinggi adalah citra yang optimal dalam kualitasnya, sedangkan untuk CNR semakin tinggi nilai kontras, semakin mudah objek dapat dipisahkan dari background (Louk & Suparta, 2014). Penelitian ini dibuat agar mempermudah dalam pembacaan hasil SNR dan CNR dengan menggunakan *Software Microdicom*.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian dapat ditarik kesimpulan bahwasannya:

1. Perangkat lunak *Microdicom* relatif mudah digunakan untuk menganalisis hasil rontgen dengan nilai SNR dan CNR.
2. Nilai SNR dan CNR yang berbeda diperoleh dari data yang ada seperti hasil rontgen *Thorax*, *Pelvis*, *Clavicula* dan *Molar*.
3. Berdasarkan rata-rata nilai SNR dan CNR masing-masing citra, parameter citra radiografi dengan nilai SNR tertinggi adalah citra *Pelvis* dengan nilai SNR 9,25, sedangkan parameter citra radiografi dengan nilai CNR tertinggi adalah

citra *Molar* dengan nilai CNR sebesar -0,71.

5. DAFTAR PUSTAKA

- A-, S., -, S., Ketut Swakarma, I., Setiawan, R., & Wibowo, E. (2014). Kajian Sistem Radiografi Digital Sebagai Pengganti Sistem Computed Radiography Yang Mahal (Halaman 40 S.D. 43). *Jurnal Fisika Indonesia*, 17(50), 40–43. <https://doi.org/10.22146/Jfi.24423>
- Agus, K., Pramana, C., Putu, N., Jeniyanthi, R., Bagus, I., & Dharmawan, G. (2022). Magnetic Resonance Imaging: Studi Literature Review. *Jurnal Radiografer Indonesia (Jri)*, 5(1), 48–53.
- Akhadi, M. (2020). Sinar-X Menjawab Masalah Kesehatan. In *Deepublish Publisher*.
- Arifah, A. N., Kartikasari, Y., & Murniati, E. (2017). Analisis Perbandingan Nilai Signal To Noise Ratio (Snr) Pada Pemeriksaan Mri Ankle Joint Dengan Menggunakan Quad Knee Coil Dan Flex/Multipurpose Coil. *Jurnal Imejing Diagnostik (Jimed)*, 3(1), 220–224. <https://doi.org/10.31983/Jimed.V3i1.3188>
- Azis, Y., & Nababan, S. (2019). *Analisa Faktor Ma Pada Pesawat X-Ray*. 3(2), 32–37.
- Cabanac, G., Labbé, C., & Magazinov, A. (2021). *Tortured Phrases: A Dubious Writing Style Emerging In Science. Evidence Of Critical Issues Affecting Established Journals*. <http://arxiv.org/abs/2107.06751>
- Danilo Gomes De Arruda. (2021). *No Title*. 6.
- Dewi, R., Prasetio, H., Milvita, D., Rahayu, D., Pardi, P., & Mustofa, Y. (2020). Kalibrasi Tld Badge Di Udara Dan Permukaan Fantom Menggunakan Sumber Radiasi Pesawat Sinar-X Konvensional. *Jurnal Fisika Unand*, 9(2), 257–263. <https://doi.org/10.25077/jfu.9.2.257-263.2020>

- Fitriyani, F., Suharyana, Muhtarom, & Riyatun. (2017). Penfitriyani, F., Suharyana, Muhtarom, & Riyatun. (2017). Pengaruh Focus Film Distance Terhadap Kesesuaian Berkas Radiasi Pada Pesawat X-Ray Simulator Di Instalasi Radioterapi RSUD Dr. Moewardi Surakarta. Prosiding Pertemuan Dan Presentasi Ilmiah Peneliti. *Prosiding Pertemuan Dan Presentasi Ilmiah Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Nuklir*, November, 151–154.
- Harahap, P. (2017). Harmonisa Pada Peralatan X-Ray Mobile 100 Ma. *Seminar Nasional Dan Expo Teknik Elektro*, 59–65.
- Ii, B. A. B., & Pustaka, T. (N.D.). *Bab Ii Tinjauan Pustaka 2.1 Landasan Teori 2.1.1 Interaksi Sinar-X Pada Pasien*.
- Lasiyah, N., Anam, C., Hidayanto, E., & Dougherty, G. (2021). Automated Procedure For Slice Thickness Verification Of Computed Tomography Images: Variations Of Slice Thickness, Position From Iso-Center, And Reconstruction Filter. *Journal Of Applied Clinical Medical Physics*, 22(7), 313–321. <https://doi.org/10.1002/acm2.13317>
- Louk, A., & Suparta, G. (2014). Pengukuran Kualitas Sistem Pencitraan Radiografi Digital Sinar-X. *Bierkala Mipa*, 24(2), 149–166.
- Matondang, Z. A. (N.D.). *Penerapan Metode Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (Clahe) Pada Citra Digital Untuk Memperbaiki Gambar X-Ray*.
- Ningtias, D. R., Suryono, S., & Susilo, S. (2016). Pengukuran Kualitas Citra Digital Computed Radiography Menggunakan Program Pengolah Citra. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 12(2), 161–168. <https://doi.org/10.15294/jpfi.v12i2.5950>
- Ofori, D. A., Anjarwalla, P., Mwaura, L., Jamnadass, R., Stevenson, P. C., Smith, P., Koch, W., Kukula-Koch, W., Marzec, Z., Kasperek, E., Wyszogrodzka-Koma, L., Szwer, W., Asakawa, Y., Moradi, S., Barati, A., Khayyat, S. A., Roselin, L. S., Jaafar, F. M., Osman, C. P., ... Slaton, N. (2020). No Title. *Molecules*, 2(1), 1–12. <http://Clik.Dva.Gov.Au/Rehabilitation-Library/1-Introduction-Rehabilitation%0ahttp://Www.Scirp.Org/Journal/Doi.Aspx?Doi=10.4236/As.2017.81005%0ahttp://Www.Scirp.Org/Journal/Paperdownload.Aspx?Doi=10.4236/As.2012.34066%0ahttp://Dx.Do i.Org/10.1016/J.Pbi.201>
- Pustaka, T., & D, D. S. (N.D.). *Ir - Perpustakaan Universitas Airlangga*. 9–42.
- Rahma A.W, A., Hidayanto, E., & Triadyaksa, P. (2019). *Komparasi Entrance Surface Air Kerma (Esak) Dengan Software Caldose_X Dan Metode Tube Output Pada Pasien Thorax Dewasa Dalam Pemeriksaan Radiografi Umum Berdasarkan Data Siintan*. 25(4), 9–25.
- Rani, D. E. (2016). Optimalisasi Number Of Excitation (Nex) Terhadap Signal To-Noise Ratio (Snr) Dan Kecepatan Waktu Scanning Pada Pemeriksaan Mri. *Perpustakaan Airlangga*.
- Ratio, N., Serat, S. N. R., Di, O., Telkom, P. T., Sto, T. B. K., Ruas, J., Elektronika, P. T., Elektro, J. T., Teknik, F., & Jakarta, U. N. (N.D.). *Yetha Vionita Arum Setyowati*. 1–11.
- 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 Effect Of X-Ray Tube Voltage Variation On Signal To Noise Ratio (Snr) By Application Of Anode Heel Effect Using Step. *Buletin Fisika*, 22, 20–28. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/buletinfisika/article/download/62737/36508/>
- Submitted, T., Fulfillment, R., & Saskatoon, S. (2016). *X-Ray Dose Dependence Of*

Dark Current In Amorphous Selenium-Alloy X-Ray Photoconductors A Thesis Submitted To The College Of In The Department Of Electrical And Computer Engineering.

- Utari, E. L., & Listyalina, L. (2019). Analisis Reprodusibilitas Akurasi Tegangan Di Pesawat Sinar-X Medis Pada Bagian Thoraks Manusia Reproductive Analysis Of Voltage Accuracy In Medical X-Ray Machine In Human Thoraks. *Seminar Nasional Unriyo [November]*, 29–36.
- Wendri, N. (2016). Menentukan Lama Penyinaran Terhadap Pemeriksaan Radiologi Dengan Radiasi Sinar-X. *Blogger.Com*, 37. [Http://Bawontriatmoko-Today.Blogspot.Com/2011/07/Sumber-Info-Ilmiah.Html](http://Bawontriatmoko-Today.Blogspot.Com/2011/07/Sumber-Info-Ilmiah.Html)
- Zelviani, S. (2017). Kualitas Citra Pada Direct Digital Radiography Dan Computed Radiography. *Jurnal Teknosains*, 14. [Https://Journal.Uin-Alauddin.Ac.Id/Index.Php/Teknosains/Article/View/7583](https://Journal.Uin-Alauddin.Ac.Id/Index.Php/Teknosains/Article/View/7583)