

Peningkatan Kualitas Citra Radiograf Panoramik Menggunakan Metode Filter Laplacian

Haritsul Haq¹, Sri Oktamuliani^{1,*}, Wulandani Liza Putri^{2,3}, Gunawan^{2,3}, Surma Adnan^{2,3}

¹Laboratorium Fisika Medis, Departemen Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas
Kampus Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

²Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Andalas
Jalan Perintis Kemerdekaan No.77. Jati, Padang, 25129, Indonesia

³Rumah Sakit Gigi dan Mulut Universitas Andalas
Jalan Perintis Kemerdekaan No.77. Jati, Padang, 25129, Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 5 juni 2024
Direvisi: 10 juli 2024
Diterima: 14 agustus 2024

Kata kunci:

Citra Panoramik
Filter Laplacian
SSI
CNR
CIR
SF
Metriks Kualitas Citra

ABSTRAK

Telah dilakukan peningkatan kualitas citra radiograf panoramik menggunakan metode filter Laplacian. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas citra radiograf panoramik (Acteon X-Mind Prime 3D) di Instalasi Radiologi RSGM Universitas Andalas. Studi ini menggunakan data sekunder dari 46 citra panoramik berformat .BMP yang dilakukan dengan menerapkan filter Laplacian dan menilai kualitas citra melalui *Structural Similarity Index* (SSI), *Contrast-to-Noise Ratio* (CNR), *Contrast Improvement Ratio* (CIR), dan *Spatial Frequency* (SF). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai SSI sebesar $0,636 \pm 0,0732$, CNR $5,36 \pm 0,412$, CIR $0,740 \pm 0,124$, SF $0,605 \pm 0,0983$. Hasil ini berarti CNR menunjukkan kontras citra yang baik, SSI menunjukkan ketidaksamaan antara citra asli dan citra setelah diproses filter Laplacian, CIR menunjukkan peningkatan kontras yang baik, sementara nilai SF sebesar 0,749 mengindikasikan kemampuan citra untuk menampilkan detail struktur yang masih kurang karena tidak mencapai angka 1. Hasil uji *skewness* dan *Shapiro-wilk* mengindikasikan bahwa SSI dan SF terdistribusi tidak normal, sementara CIR dan CNR terdistribusi normal. Analisis T-Test dilakukan terhadap data metriks CIR dan CNR yang menunjukkan signifikansi penelitian ini menunjukkan bahwa metode filter Laplacian secara signifikan $p < 0,001$. Dengan demikian, penggunaan metode filter Laplacian secara signifikan meningkatkan kualitas citra radiograf panoramik.

Keywords:

Panoramic Image
Laplacian Filter
SSI
CNR
CIR
SF
Image Quality Metrics

Penulis Korespondensi:

Sri Oktamuliani
Email:
srioktamuliani@sci.unand.ac.id

Image quality enhancement of panoramic radiographs using the Laplacian filter method has been carried out. This study aims to improve the quality of panoramic radiography images (Acteon X-Mind Prime 3D) in the radiology installation of RSGM Andalas University. This study used secondary data from 46 panoramic images in .BMP format, which were performed by applying Laplacian filter and evaluating image quality by Structural Similarity Index (SSI), Contrast-to-Noise Ratio (CNR), Contrast Improvement Ratio (CIR) and Spatial Frequency (SF). The results showed that the SSI value was 0.636 ± 0.0732 , CNR 5.36 ± 0.412 , CIR 0.740 ± 0.124 , SF 0.605 ± 0.0983 . These results mean that CNR shows good image contrast, SSI shows dissimilarity between the original image and the image after Laplacian filter processing, CIR shows good contrast improvement, while the SF value of 0.749 indicates that the image's ability to display structural details is still lacking. Skewness and Shapiro-Wilk tests indicate that SSI and SF are abnormally distributed, while CIR and CNR are normally distributed. T-test analysis was performed on the CIR and CNR metrics data, which showed that the significance of this study indicated that the Laplacian filter method was significant $p < 0.001$. Thus, the use of the Laplacian filter method significantly improves the image quality of panoramic radiographs.

Copyright © 2024 Author(s).

I. PENDAHULUAN

Citra panoramik merupakan citra sinar-X dua dimensi (2-D) yang mencakup seluruh mulut, termasuk gigi, rahang atas, rahang bawah dan jaringan lunak di sekitarnya, membantu dokter gigi mengidentifikasi berbagai kelainan dan patologi. Dalam radiograf panoramik, pengaturan *kilovolt peak* (kVp) dan *miliampere second* (mAs) sangat penting untuk menghasilkan gambar yang berkualitas dan mengurangi dosis radiasi bagi pasien (Wibowo dkk., 2016). Faktor-faktor lain yang mempengaruhi kualitas citra, seperti jenis perangkat yang digunakan, teknik akuisisi, gerakan pasien selama pengambilan citra, dan posisi yang kurang tepat serta tahapan pemrosesan citra, harus diperhatikan. Tantangan utama dalam radiograf panoramik adalah mencapai ketajaman citra yang lebih jelas dan bebas artefak yang dapat mengganggu interpretasi. Keberadaan artefak dalam citra dapat berpotensi menyebabkan informasi penting terabaikan atau bahkan memberikan kesan kelainan yang pada kenyataannya tidak ada. Kejelasan citra adalah hal esensial yang memungkinkan batas-batas objek terlihat dengan jelas dan detailnya terekspressikan dengan baik (Pratamasunu dkk., 2016).

Metode pemrosesan citra digital, seperti peningkatan kontras, penajaman (*sharpening*) dan peningkatan kejelasan (*enhancement*) memberikan peluang baru dalam meningkatkan kualitas citra radiograf panoramik. Filter laplacian adalah salah satu metode yang digunakan dalam pemrosesan citra untuk meningkatkan ketajaman, detail dalam citra, dan digunakan untuk menyoroti wilayah dengan perubahan intensitas piksel serta meningkatkan perbedaannya. Filter laplacian juga sering digunakan untuk mendeteksi tepi, karena laplacian digunakan untuk menghitung turunan kedua dari citra, dan mengukur laju perubahan turunan pertama. Salah satu kekurangan panoramik ialah keterbatasan dari focal trough. Hal ini karena adanya jarak antara focal trough dan reseptor citra dapat menghasilkan distorsi dan perbesaran citra akhir yang menyebabkan hasil citra tepi dari panoramik tidak jelas. Beberapa metode dan parameter untuk peningkatan kualitas citra radiograf, diantaranya *Structural Similarity Index* (SSI), *Relative Enhancement in Contrast* (REC), *Contrast Improvement Ratio* (CIR), *Entropy* (E), *Spatial Frequency* (SR), *Contrast to Noise Ratio* (CNR) dan *Mean Square Error* (MSE) yang merupakan parameter yang digunakan dalam kompresi citra untuk menentukan kualitas citra hasil rekonstruksi. Semakin rendah nilai MSE maka semakin bagus hasil citra (Aryani dkk., 2021). Kemudian berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan Tamtama, (2021) mengulas mengenai perbandingan metode untuk deteksi tepi (Laplacian) dengan beberapa pendekatan kategori yang berbeda menyatakan bahwa penggunaan deteksi tepi efisien terhadap suatu citra berdasarkan beberapa kategori.

Filter Laplacian adalah filter turunan yang fungsinya dapat mendeteksi area yang memiliki perubahan cepat (*rapid changes*) seperti tepi (*edge*) pada citra. Penerapan laplacian digunakan untuk meningkatkan tepian dari citra, mendeteksi tepi, pengurangan noise, mengekstraksi fitur serta meningkatkan detail dan mengurangi keburaman dari citra (Wilianti & Agoes, 2019). Filter Laplacian merupakan differensial dari fungsi Gaussian. Filter Gaussian dirumuskan dengan :

$$H(x, y) = \frac{1}{s} e^{-\frac{x^2+y^2}{s^2}} \quad (1)$$

dimana s menyatakan lebar dari fungsi Gaussian yang digunakan.

Filter Laplacian dirumuskan dengan

$$H = \frac{d^2}{dx dy} G(x, y) \quad (2)$$

$$\nabla^2(x, y) = \frac{\partial^2 f(x, y)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f(x, y)}{\partial y^2} \quad (3)$$

karena turunan dari orde berapapun adalah linier, maka laplacian adalah sebuah operasi linier dan memiliki variabel kedua. Untuk mengekspresikan persamaan ini dalam bentuk *central difference*, maka

$$\frac{\partial^2 f}{\partial^2} = f(x + I, y) + f(x - I, y) - 2f(x, y) \quad (4)$$

dan sama halnya dalam arah y

$$\frac{\partial^2 f}{\partial^2 y} = f(x, y + 1, y) + f(x, y - 1, y) - 2f(x, y) \quad (5)$$

dari tiga persamaan sebelumnya, Laplacian diskrit dari dua variabel adalah

$$\nabla^2 f(x, y) = f(x + 1, y) + f(x - 1, y) + f(x, y + 1) + f(x, y - 1) - 4f(x, y) \quad (6)$$

Persamaan ini dapat diimplementasikan dengan konvolusi kernel pada Gambar 1.

0	1	0	1	1	1	0	-1	0	-1	-1	-1
1	-4	1	1	-8	1	-1	4	-1	-1	9	-1
0	1	0	1	1	1	0	-1	0	-1	-1	-1

Gambar 1 Kernel Laplacian
(Sumber : Gonzales, Rafael C., Woods, 2018)

II. METODE

Penelitian ini mempersiapkan citra radiograf panoramik sebelum melanjutkan ke proses filter Laplacian, pemangkasan citra untuk menghilangkan informasi pasien yang tidak relevan seperti informasi tegangan tabung (kV), arus tabung (mA), dan waktu penyinaran (s). Diambil sebanyak 46 data sekunder citra radiograf panoramik. Jumlah data ini diperoleh dari hasil penghitungan rumus besar sampel Komparatif-Numerik-Berpasangan, rumusnya ialah sebagai berikut :

$$n = \left(\frac{[Z_\alpha + Z_\beta]s}{x_1 - x_2} \right)^2 + (n \times 10\%) \quad (7)$$

dimana n adalah jumlah sampel. Z_α adalah kesalahan tipe satu, nilai standar alpha 5% hipotesis satu arah yaitu 1,64. Z_β adalah kesalahan tipe dua nilai standar beta 20% yaitu 0,84. $x_1 - x_2$ adalah selisih minimal skor kualitas hidup yang dianggap bermakna antara sesudah dan sebelum diproses, ditetapkan sebesar 10. dan S adalah simpang baku selisih skor kualitas hidup antara sesudah dan sebelum diproses, berdasarkan kepustakaan yaitu 20. ($n \times 10\%$) merupakan antisipasi drop out (Dahlan, 2010). maka :

$$n = \left(\frac{[1,96 + 0,84]20}{69,5 - 60,9} \right)^2 = \left(\frac{2,8 \times 20}{8,6} \right)^2$$

$$n = 6,512^2 \quad n = 42 + (n \times 10\%),$$

$$\text{maka } n = 46$$

Contoh hasil citra radiograf panoramik dapat dilihat pada Gambar 2 kiri. Citra ini berformat RGB (red, green, blue), dengan ukuran citra 2200 x 1288.

Setelahnya dilakukan dengan penerapan filter Laplacian yang dilakukan dengan menggunakan software *python* 3.12. Proses dimulai dengan masukan citra *grayscale* (citra skala abu-abu) yang merupakan larik nilai piksel 2D. Setiap piksel mempunyai nilai piksel yang berkisar antara 0 (hitam) hingga 255 (putih) (Hendri, 2014). Kemudian diterapkan kernel Laplacian yaitu kernel 3x3 dengan nilai [-1, -1, -1], [-1, 9, -1], [-1, -1, -1]. Pada proses ini dilakukan teori konvolusi, teori ini adalah menerapkan kernel laplacian ke citra masukan menggunakan konvolusi. Operasi konvolusi dilakukan dengan menggeser kernel konvolusi piksel per piksel. Konvolusi 2 fungsi $f(x)$ dan $g(x)$ didefinisikan :

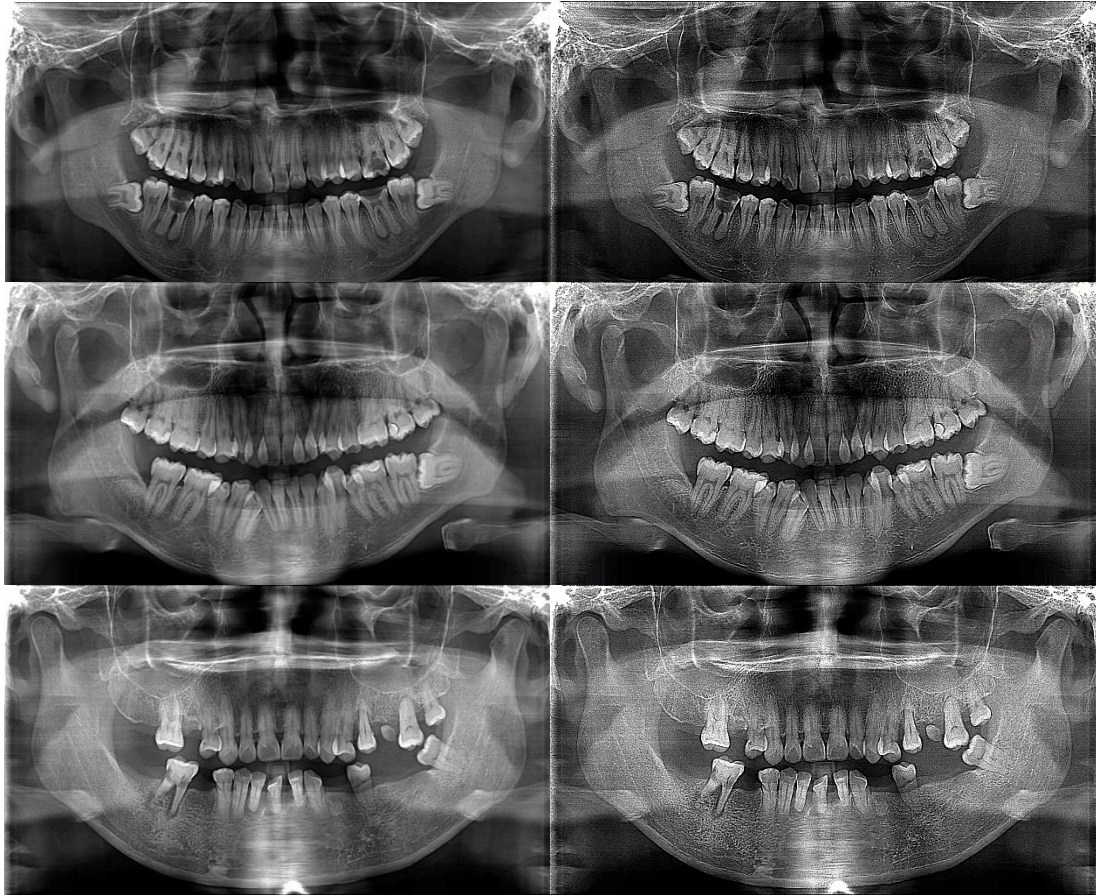
$$h(x) = f(x) * g(x) \quad (8)$$

dimana $f(x)$ adalah citra masukan, $g(x)$ adalah kernel konvolusi, tanda * menyatakan operator konvolusi, dan $h(x)$ adalah jumlah perkalian kedua fungsi pada setiap titik yang merupakan hasil konvolusi. Kemudian dihasilkan citra keluaran yang disebut citra Laplacian, yang dilanjutkan dengan uji kualitas citra dengan parameter uji metrik *structural similarity Index* (SSI), *contrast-to-noise ratio*

(CNR), *spatial frequency* (SF), dan *contrast improvement ratio* (CIR) untuk menilai perbedaan antara hasil asli dan citra setelah diproses filter Laplacian (Sitinjak, 2020).

III. HASIL DAN DISKUSI

Penelitian ini dilakukan untuk meningkatkan kualitas citra dan mengoptimalkan kualitas citra radiograf panoramik gigi. Data yang digunakan yaitu 46 data hasil citra radiograf panoramik gigi. Jumlah data ini diperoleh dari rumus besar sampel komparatif. Hasil pengolahan citra untuk peningkatan kualitas citra menggunakan metode filter Laplacian ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2 (kiri) Citra asli panoramik, (kanan) Citra Laplacian

Berdasarkan Gambar 2 hasil peningkatan kualitas citra dengan metode filter Laplacian menampilkan hasil citra yang lebih jelas dan lebih baik kualitasnya, sehingga jaringan-jaringan dapat terlihat lebih jelas. Riadi dkk., (2017) menyatakan dalam penelitiannya metode deteksi tepi (Laplacian) memiliki rata-rata nilai kontras sebesar 24 yang tertinggi dibanding dengan lainnya dan nilai kontras terendah adalah operator Sobel dan Prewitt.

3.1.1 Analisis nilai SSI, CNR, CIR, dan SF

Analisis metrik kualitas citra mencakup pengukuran nilai SSI, CNR, CIR, dan SF sebagai indikator penilaian kualitas citra, yang penting untuk memahami evaluasi citra secara kuantitatif. Hasil pengukuran nilai metrik citra panoramik dapat dilihat pada Tabel 1. Secara rinci, tabel tersebut menyajikan statistik deskriptif untuk masing-masing metrik, termasuk jumlah sampel, rata-rata, median, standar deviasi, *variance*, nilai minimum, nilai maksimum, *skewness*, dan uji *Shapiro-Wilk*.

Tabel 1 Hasil uji analisis metrik kualitas citra

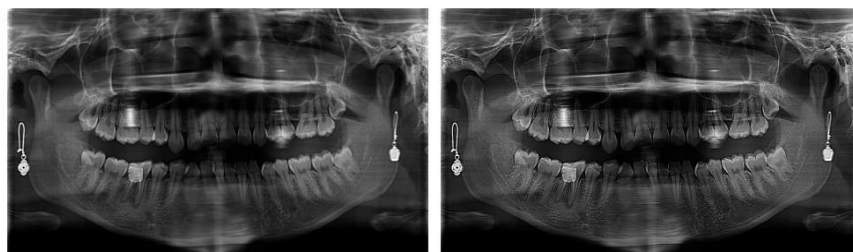
No.	Deskriptif	SSI	CNR	CIR	SF
1	Jumlah sampel	46	46	46	46
2	Mean	0,636	5,36	0,740	0,605
3	Median	0,644	5,36	0,740	0,594
4	Standar Deviasi	0,0732	0,412	0,124	0,0983
5	Variance	0,00536	0,170	0,0153	0,00966
6	Minimum	0,173	4,56	0,370	0,399
7	Maximum	0,711	6,46	1,10	1,04
8	Skewness	-5,79	0,901	-0,203	1,85
9	Shapiro Wilk W	0,399	0,937	0,961	0,860

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat nilai rata-rata, nilai tengah, *variance*, nilai minimum dan maksimum dari masing-masing metrik. Analisis T-Test akan dilakukan terhadap data dari metrik yang berdistribusi normal. Hal ini dilihat berdasarkan nilai standar deviasi, *skewness*, dan *shapiro-Wilk*. Dalam hal ini, semakin besar nilai deviasi maka semakin banyak kumpulan data. Nilai ini dikatakan normal apabila nilai signifikansi lebih dari 0,05. Kemudian *skewness* merupakan gambaran distribusi data yang dapat dikatakan normal apabila nilainya mendekati nol. Selanjutnya *shapiro-Wilk* digunakan untuk uji normalitas data karena sampelnya kurang dari 50. Jika nilai *shapiro-Wilk* berada dibawah tingkat signifikansi, hal ini menunjukkan bahwa data berdistribusi tidak normal. Nilai standar deviasi menunjukkan bahwa semua data berdistribusi normal karena nilai masing-masing metrik lebih besar dari 0,05. Kemudian nilai *shapiro-Wilk* menunjukkan bahwa semua data juga berdistribusi normal karena nilai *shapiro-Wilk* yang menunjukkan diatas nilai signifikansi. Sedangkan nilai *skewness* dari masing-masing metrik SSI -5,79, CNR 0,901, CIR -0,203, SF 1,85. Dari nilai data ini menunjukkan bahwa data yang berdistribusi normal dari nilai standar deviasi, *skewness*, dan *shapiro-wilk* hanya terdapat pada metrik CNR dan dilakukan T-Test.

Tabel 2 Uji T-Test metrik CNR dan CIR

No.	T-Test	Statistik	<i>df</i>	<i>p</i>	Mean difference
1	CNR	88,2	45,0	<0,001	5,36
2	CIR	40,05	45,0	<0,001	0,740

Berdasarkan Tabel 2 nilai statistik 88,2 menunjukkan bahwa rata-rata nilai metrik lebih tinggi dari nilai yang diharapkan, dan nilai *df* yang mengindikasikan bahwa derajat kebebasannya adalah 45, dan nilai *p* yang sangat kecil yaitu < 0,01 yang menunjukkan bahwa perbedaan yang signifikan antara rata-rata metrik dengan nilai yang diharapkan, serta nilai mean difference 5,36 yang menunjukkan rata-rata perbedaan antara metrik dan nilai yang diharapkan. Dari data-data ini menunjukkan bahwa rata-rata citra laplacian secara signifikan berbeda dari nilai yang diharapkan. Secara umum, semakin tinggi nilai CNR maka semakin baik kontrasnya dan semakin rendah tingkat kebisingan. Nilai CNR berkisar antara 2 hingga 10. Citra yang menunjukkan nilai CNR yang tinggi akan mudah untuk didiagnosis (Muttaqin, 2017). Nilai CNR pada Gambar 3 di 6,424, menunjukkan bahwa nilai cukup tinggi dan memiliki kualitas yang baik.



Gambar 3 Metrik kualitas citra perbandingan citra asli dan citra Laplacian (SSI 0,686, CNR 6,424, CIR 0,528, SF 0,749)

Nilai SSI berkisar antara -1 hingga 1. Dimana nilai 1 menunjukkan 2 gambar identik, 0 menunjukkan tidak adanya kesamaan, dan nilai -1 menunjukkan kesamaan sepenuhnya terbalik (Sumarna dkk., 2021). Nilai SSI pada Gambar 3 di 0,686. Hal ini menunjukkan bahwa citra 1 memiliki ketidaksamaan antara citra asli dengan citra setelah diproses filter Laplacian. Secara umum, semakin

nilai CIR yang diperoleh, maka semakin besar peningkatan kontras yang dicapai. Nilai CIR berkisar antara 0 hingga 1. Nilai CIR pada Gambar 3 di 0,528, menunjukkan bahwa citra memiliki kontras yang baik. Secara umum, semakin tinggi nilai SF, maka semakin tinggi kemampuan citra untuk menampilkan detail struktur dalam suatu citra. Nilai SF berkisar antara 0,1 hingga 2,5. Nilai SF pada Gambar 3 di 0,749, menunjukkan bahwa citra memiliki detail struktur yang masih kurang baik.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian peningkatan kualitas citra radiograf panoramik gigi dengan penerapan pendekatan visual dan metrik ketajaman, kami menilai tingkat ketajaman citra sebelum dan setelah penerapan filter Laplacian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan metode filter Laplacian secara signifikan meningkatkan kualitas citra radiograf panoramik gigi secara kuantitatif dan kualitatif. Secara kuantitatif, penggunaan filter Laplacian menghasilkan nilai metrik kualitas citra yang lebih tinggi, seperti CNR, CIR, dan SF menunjukkan peningkatan kontras dan kualitas citra secara keseluruhan. Di samping itu, secara kualitatif, citra yang telah diproses dengan filter Laplacian juga dinilai lebih jelas dan berkualitas baik secara visual. Dengan demikian, penelitian ini berhasil mencapai tujuannya untuk mengoptimalkan kualitas citra radiograf panoramik gigi melalui penerapan metode filter Laplacian.

DAFTAR PUSTAKA

- Aryani, N. P., Anggara, A. D., Akhlis, I., & Nisa, K. A. (2021). Unnes Physics Education Journal Terakreditasi SINTA 3 Analisis Pengaruh Penggunaan Faktor Eksposi Terhadap Kualitas Citra Radiografi Phantom Air Berdasarkan Nilai Mean Square Error (MSE) N P Aryani¹, A D Anggara², Isa Akhlis² and K A Nisa^{1*}. *UPEJ Unnes Physics Education Journal*, 11(1), 115–119. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/upej>
- Dahlan, M. S. (2010). *Besar Sampel dan Cara Pengambilan Sampel* (A. Suslia (ed.); III). Salemba Medika.
- Gonzales, Rafael C., Woods, R. E. (2018). *Digital Image Processing* (IV).
- Hendri. (2014). Kompresi citra dari format BMP ke format PNG. *Jurnal TIME*, 3(1), 27–31.
- Muttaqin, R. (2017). Uji banding kualitas citra radiograf sistem radiografi digital modifikasi terhadap computed radiography system dengan metode Contrass to Noise Ratio. *Journal of Physics Communication*, 1(1), 68–73.
- Pratamasunu, G. Q. O., Arifin, A. Z., Yuniarti, A., Wijaya, A. Y., Khotimah, W. N., & Navastara, D. A. (2016). Segmentasi Citra Panoramik Gigi Menggunakan Similaritas Antar Gray Level Berdasarkan Index of Fuzziness. *JUTI: Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, 14(1), 83. <https://doi.org/10.12962/j24068535.v14i1.a513>
- Riadi, I., Yudhana, A., & Sulisty, W. Y. (2017). Analisis Perbandingan Nilai Kualitas Citra Pada Metode Deteksi Tepi. *JURNAL RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 1(3), 345–351.
- Sitinjak, S. (2020). Pengujian Modifikasi Kernel Konvolusi Untuk Penajaman Dan Penghalusan Citra Berwarna. *Faktor Exacta*, 13(2), 96. <https://doi.org/10.30998/faktorexacta.v13i2.6585>
- Sumarna, H. B., Utami, E., & Hartanto, A. D. (2021). Tinjauan Literatur Sistematis tentang Structural Similarity Index Measure untuk Deteksi Anomali Gambar. *Creative Information Technology Journal*, 7(2), 75. <https://doi.org/10.24076/citec.2020v7i2.248>
- Tamtama, G. I. W. (2021). Perbandingan dan Analisis Untuk Algoritma Deteksi Tepi Pada Jaringan Saraf Tiruan. *CESS (Journal of Computer Engineering, System and Science)*, 6(1), 67. <https://doi.org/10.24114/cess.v6i1.19003>
- Wibowo, A. S., Wibowo, G. M., & Prabowo, A. (2016). Analisis Perubahan kV dan mAs terhadap Kualitas Gambar dan Dosis Radiasi pada Pemeriksaan Multislice Computed Tomography Abdomen dalam Kasus Tumor Abdomen di Instalasi Radiologi RSUD dr. Saiful Anwar Malang. *Jurnal Imejng Diagnostik (JImeD)*, 2(1), 129–133. <https://doi.org/10.31983/jimed.v2i1.3170>
- Wilianti, A. S., & Agoes, S. (2019). Pengolahan Citra untuk Perbaikan Kualitas Citra Sinar-X Dental Menggunakan Metode Filtering. *Jetri : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 17(1), 31–46. <https://doi.org/10.25105/jetri.v17i1.4492>