

Metode Histogram Equalization untuk Peningkatan Kualitas Citra dengan Menggunakan Studi Phantom Lumbosacral

Histogram Equalization Method for Image Quality Improvement Using Phantom Lumbosacral Study

Guntur Winarno¹, Muhammad Irsal^{1,2}, Claricia Alamanda Karenina¹✉, Gando Sari¹, Rinda Nur Hidayati²

¹Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Poltekkes Kemenkes Jakarta II

²Pusat Unggulan IPTEKS Poltekkes Kemenkes Jakarta II

ABSTRAK

Latar Belakang: Pemeriksaan lumbosacral sering kali menghasilkan kualitas citra yang kurang optimal. *histogram equalization* merupakan tahapan memanipulasi data citra digital untuk meningkatkan kualitas citra yang dapat diimplementasikan pada citra digital radiografi lumbosacral.

Tujuan: Mengevaluasi peningkatan kualitas citra digital radiografi lumbosacral dengan menggunakan *histogram equalization*.

Metode: Jenis penelitian ini adalah kuantitatif dengan pendekatan eksperimental. Jumlah sampel terdiri dari 1 *Kyouku's anthropomorphic phantom* yang dibagi menjadi citra lumbosacral proyeksi antero posterior (AP) dan lateral sebelum dan setelah direkonstruksi menggunakan *histogram equalization*. Kualitas citra dinilai dengan analisis grafik histogram, pengukuran nilai *signal to noise ratio* (SNR) merupakan parameter untuk menentukan kualitas citra radiografi, dan *visual grading analysis* (VGA) oleh 10 orang radiografer dianalisis dengan menggunakan Uji *Wilcoxon Signed-Rank*.

Hasil: Hasil kualitas citra menunjukkan bahwa analisis grafik histogram memiliki visual kecerahan yang meningkat, grafik histogram terdistribusi merata, dan nilai SNR meningkat setelah direkonstruksi dengan metode *histogram equalization*. Hasil VGA dengan menggunakan uji wilcoxon Signed-Rank setelah direkonstruksi kembali dengan metode *histogram equalization* pada proyeksi AP menunjukkan nilai 0,005 dan proyeksi lateral 0,074 dengan *p-value* > 0,05.

Kesimpulan: Terjadi peningkatan kualitas citra radiografi proyeksi AP dan lateral dengan menggunakan metode *histogram equalization*.

Kata Kunci: radiografi lumbosacral; kualitas citra; *histogram equalization*

ABSTRACT

Background: Lumbosacral examination often produces less optimal image quality. Histogram equalization is the stage of manipulating digital image data to improve image quality which can be implemented on digital lumbosacral radiography images.

Objective: To Evaluate the improvement of digital image quality for lumbosacral radiographs using histogram equalization.

Methods: This was quantitative research with an experimental approach. The number of samples was 1 *Kyouku's anthropomorphic phantom* which was divided into lumbosacral images of antero posterior (AP) and lateral projections before and after being reconstructed using histogram equalization. Image quality was assessed by histogram graph analysis, measurement of the signal to noise ratio (SNR) was a parameter to determine the quality of the radiographic image, and visual grading analysis (VGA) was done by 10 radiographers who were analyzed using the Wilcoxon Signed-Rank Test.

Results: The results of the image quality showed that the histogram graph analysis had increased visual brightness, the histogram graph was evenly distributed, and the SNR value increased after being reconstructed using the Histogram Equalization method. The VGA results using the Wilcoxon Signed-Rank test after being reconstructed using the histogram equalization method on the AP projection showed a value of 0.005 and a lateral projection of 0.074 with a *p-value* > 0.05.

Conclusion: There was an increase in the quality of the AP and lateral projection radiographic images using the histogram equalization method.

Keywords: Lumbosacral Radiography; Image Quality; Histogram Equalization

✉Corresponding author: clariciaalamanda22@gmail.com

Diajukan 22 Desember 2021 Diterima 26 Mei 2022 Diterima 20 Mei 2022

PENDAHULUAN

Radiografi digital terdiri dari sistem *computed radiography* (CR) dan *Direct digital radiography* (DDR) yang dibedakan berdasarkan bahan pelat detektor radiasi. Pelat detektor pada CR menggunakan *photostimulable phosphor* (PSP) dan pada DDR menggunakan *flat panel detector* (FPD) (Seeram, 2019).

Citra digital dihasilkan dari pembacaan nilai atenuasi sinar-X yang diterima oleh pelat detektor untuk diubah menjadi data digital yang disimpan di dalam sistem komputer (Carroll, 2019). Struktur citra digital berupa matriks dari kumpulan *pixel* yang diidentifikasi menurut baris dan kolom monokromatik.

Citra digital monokromatik dua dimensi adalah representasi biner dari *pixel*. Setiap piksel memiliki nilai spesifik yang disebut *pixel value*. Setiap nilai pada *pixel value* inilah menunjukkan parameter *grayscale level*, yaitu kecerahan dan kehitaman citra digital berdasarkan rentang kategori hitam sampai putih dan memiliki rentang dinamik (Carroll, 2019).

Penggunaan radiografi digital dapat menghasilkan citra secara mudah, cepat, optimal, dan dapat diolah sesuai kebutuhan. Namun, tidak menutup kemungkinan bahwa akuisisi klinis dapat menghasilkan kualitas citra digital yang rendah (Ahmad & Hadinegoro, 2012).

Berdasarkan studi internasional dihasilkan prevalensi sekitar 4–11% terjadinya penolakan citra akibat dari kualitas citra yang rendah pada CR dan DR (Atkinson *et al.*, 2019). Selain itu, terjadi penurunan kualitas citra karena pengaturan kolimasi, faktor eksposi sehingga menyebabkan terjadinya *under exposure* dan *over exposure* pada citra (Sung *et al.*, 2018). Oleh karena itu, perlu dilakukan peningkatan kualitas citra dengan merekonstruksi citra.

Peningkatan kualitas citra atau *image enhancement* (IE) merupakan metode manipulasi citra dengan menggunakan sistem komputer untuk merekonstruksi

kembali citra agar memiliki visual yang mudah dinilai oleh mata manusia sehingga mampu meningkatkan nilai diagnosis yang berkaitan erat dengan nilai kontras citra rendah (Russ & Neal, 2016). Kualitas citra dapat dinilai secara objektif dan objektif.

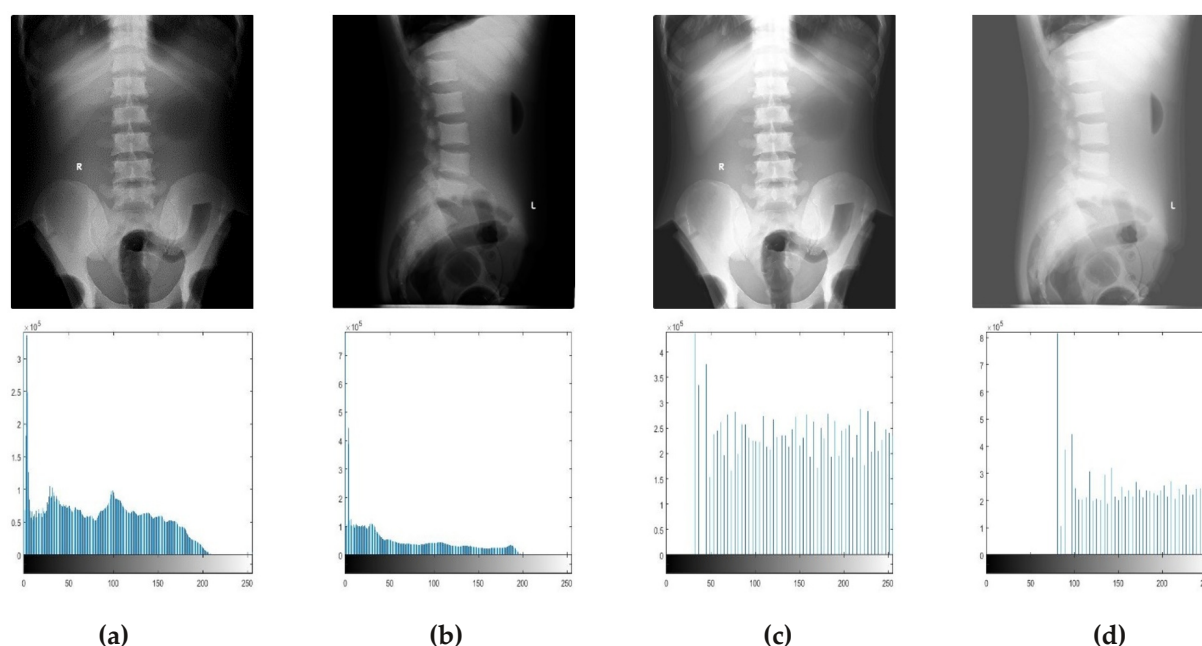
Penilaian objektif dapat melalui analisis grafik histogram citra dan perhitungan kebisingan *background* citra yang disebut *signal to noise ratio* (SNR) (Steffensen *et al.*, 2019). Sementara, penilaian subjektif dapat dilakukan melalui kuesioner *visual grading analysis* (VGA) (Precht *et al.*, 2019). Terdapat beberapa cara untuk melakukan peningkatan citra dengan menggunakan perangkat lunak (*Software*) pada komputer, salah satunya adalah metode *histogram equalization* (HE) (Aprilian *et al.*, 2020).

HE adalah program pengodean yang dijalankan melalui sistem komputer yang efektif meningkatkan kontras pada rentang *grayscale level* pada citra dengan menetapkan intensitas *pixel value* pada citra masukan sedemikian rupa sehingga citra keluaran berisi distribusi penyebaran intensitas *pixel value* yang seragam (Bagade & Shandilya, 2011). Nilai *pixel value* disajikan dalam grafik histogram yang menunjukkan probabilitas dan frekuensi kemunculan tingkat keabuan citra (Salem *et al.*, 2019).

Berdasarkan observasi literatur oleh penulis, terdapat penelitian nasional dan internasional pada rentang tahun 2011–2021 bahwa peningkatan kualitas citra sangat disarankan untuk menggunakan metode HE. Salah satu alasannya adalah peningkatan kontras citra yang optimal dibandingkan penggunaan teknik kecerahan dan kontras biasa (Rao, 2020).

Selain itu, penggunaannya mudah dan sederhana serta terbukti dapat meningkatkan kualitas citra pada foto thorax atau pada citra *soft tissue* (Akhlis & Sugiyanto, 2011). Oleh karena itu, dilakukan analisis peningkatan kualitas

citra menggunakan metode HE pada pemeriksaan radiografi lumbosacral proyeksi AP dan lateral.



Gambar 1. Citra lumbosacral dan grafik histogram asli (a) proyeksi AP (b) proyeksi lateral dan citra lumbosacral dan grafik histogram baru (c) proyeksi AP (d) proyeksi lateral

METODE

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimental. Tujuannya ialah mengevaluasi dan menganalisis metode HE untuk peningkatan kualitas citra lumbosacral menggunakan studi *phantom* lumbosacral.

Populasi pada penelitian ini menyasar pada citra digital radiografi menggunakan sistem CR dengan satu sampel *Kyoku's anthropomorphic phantom* bagian lumbosacral terhadap eksposi dua citra proyeksi AP dan lateral. Penelitian dilakukan di Laboratorium Radiologi Poltekkes Kemenkes Jakarta II.

Instrumen pada penelitian ini terdiri dari pesawat sinar-X merek *GE Healthcare* tipe *stationary* 500 mA, *Workstation* merek *Fujifilm FCR*, *Image Reader* merek *Fujifilm FCR Prima T2*, pelat CR ukuran 35x43 cm merek *Fujifilm FCR IP Cassette Type CC*, *Kyoku's anthropomorphic phantom*, laptop merek *ASUS X452E AMD E1*. Selain itu, digunakan perangkat lunak (*software*) *MATLAB R2015a*, *IMAGE J* versi *Windows 64 bit* tahun 2021, dan *IBM SPSS Statistic 25* untuk menganalisis dan mengevaluasi

data yang diperoleh.

Penelitian dilakukan dengan merekonstruksi kembali citra lumbosacral menggunakan metode HE oleh *MATLAB* dan dievaluasi menggunakan *IMAGE J* untuk mengetahui nilai mean *pixel value* dan standar deviasi sebagai acuan penilaian kualitas citra secara objektif. Kuesioner *VGA* dianalisis menggunakan uji statistik non-parametrik menggunakan *Uji Wilcoxon Signed-Rank* berdasarkan kriteria kualitas citra dari *European Guidelines on Quality Criteria for Diagnostic Radiographic Images*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kualitas Citra dengan Grafik Histogram

Penelitian dimulai dengan melakukan paparan radiasi pemeriksaan lumbosacral dengan menggunakan *Kyoku's anthropomorphic phantom* melalui sistem radiografi *computed radiography* (CR) yang menghasilkan citra digital radiografi lumbosacral proyeksi AP dan lateral. Citra tersebut dimasukkan ke dalam aplikasi *MATLAB* untuk memperlihatkan grafik histogram.

Pemasukan citra lumbosacral asli proyeksi AP dan lateral ke dalam aplikasi MATLAB menghasilkan *output* berupa grafik histogram dan citra lumbosacral yang sudah ter *re-size*. *Output* tersebut sesuai dengan penelitian [Aprilian, Sitorus, dan Ristian \(2020\)](#) dengan hasil citra lumbosacral yang telah terkonversi menjadi format jpg.

Gambar 1 menunjukkan perubahan bentuk grafik histogram citra lumbosacral menjadi melebar dan merata. Kecerahan visual citra lumbosacral baru terlihat lebih cerah dibandingkan citra lumbosacral asli yang tampak gelap ([Seeram, 2019](#)).

Grafik histogram berperan efektif untuk menilai kualitas citra. Hal tersebut dikarenakan grafik histogram merepresentasikan struktur karakteristik penyusun citra radiografi digital yang menunjukkan frekuensi kemunculan dari setiap intensitas *pixel value* dan dapat dijadikan sebagai parameter penilaian objektif dari kualitas citra radiografi digital ([Sung et al., 2018](#)).

Grafik histogram citra lumbosacral proyeksi AP dan lateral sesudah direkonstruksi kembali menggunakan metode Histogram Equalization (HE) menampilkan pengurangan variasi dari nilai intensitas *pixel value* yang terjadi apabila metode HE oleh aplikasi MATLAB berhasil direkonstruksi. Seperti yang dimuat oleh penelitian sebelumnya, hasil grafik histogram dari metode HE terdistribusi merata dan frekuensi histogram berkurang ([Saenpaen & Arwatchananukul, 2018](#)).

Analisis Kualitas Citra dengan SNR

Penilaian dilakukan dengan mengamati bentuk grafik histogram citra lumbosacral dan nilai *signal to noise ratio* (SNR) setelah direkonstruksi kembali menggunakan metode *Histogram Equalization* (HE). Tabel 1 menunjukkan nilai *meanpixel value* citra lumbosacral sebelum (*raw*) dan sesudah (*histeq*) direkonstruksi menggunakan metode HE

dengan proyeksi AP *raw* sebesar 74,83 menjadi AP *histeq* sebesar 129,79 dan proyeksi lateral *raw* sebesar 45,70 menjadi lateral *histeq* sebesar 140,79.

Tabel 1. Parameter citra lumbosacral dan nilai SNR

No	Citra	Parameter Citra		
		Mean	STDV	SNR
1.	AP <i>Raw</i>	74,83	58,91	1,27
2.	AP <i>Histeq</i>	129,79	71,58	1,81
3.	Lateral <i>Raw</i>	45,70	56,67	0,81
4.	Lateral <i>Histeq</i>	140,79	58,70	2,40

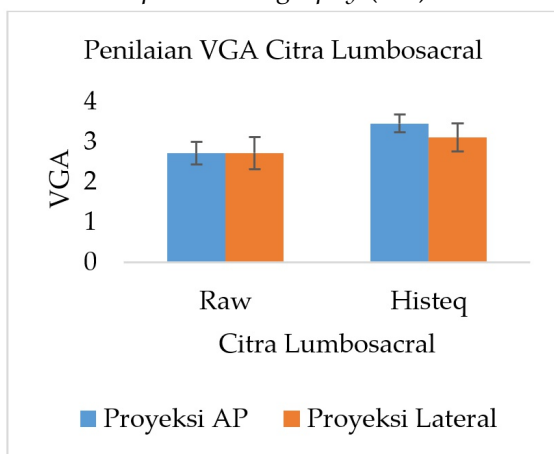
SNR didapatkan dari perbandingan antara nilai rata-rata *pixel value* dengan nilai standar deviasi citra ([D et al., 2021](#)). Nilai SNR tertinggi dijumpai pada citra lumbosacral sesudah direkonstruksi kembali menggunakan metode HE pada proyeksi AP *histeq* sebesar 1,81 dan proyeksi lateral *histeq* sebesar 2,40. Semakin tinggi nilai SNR, Semakin baik kualitas citra ([Gharehaghaji et al., 2019](#)).

Teori dari Carroll menyatakan idealnya citra radiografi memiliki nilai SNR tinggi yang berbanding terbalik dengan *noise* rendah untuk merepresentasikan kualitas citra radiografi yang optimal ([Carroll, 2019](#)). Oleh karena itu, citra radiografi lumbosacral proyeksi AP dan lateral sesudah direkonstruksi kembali menggunakan metode HE memiliki nilai SNR yang lebih tinggi dibandingkan dengan citra radiografi lumbosacral proyeksi AP dan lateral sebelum direkonstruksi kembali menggunakan metode HE.

Analisis Kualitas Citra dengan VGA

Penilaian citra lumbosacral secara subjektif dilakukan melalui kuesioner kriteria kualitas citra lumbosacral. Pembuatan kuesioner mengacu pada panduan dari *European Guidelines on Quality Criteria for Diagnostic Radiographic Images* dengan metode *visual grading analysis* (VGA).

Kuesioner metode VGA menggunakan pembobotan skala likert rentang skor 1–4. Skor 1 setara dengan citra kurang dan skor 4 setara dengan citra sangat baik. Penilaian dilakukan oleh 10 radiografer berpengalaman dengan lebih dari 5 tahun masa kerja yang familier terhadap citra digital radiografi sistem *computed radiography* (CR).



Gambar 2. Skor VGA citra lumbosacral

Gambar 2 menunjukkan skor VGA citra lumbosacral proyeksi AP *raw* sebesar 2,71 menjadi AP *histeq* sebesar 3,45 dan proyeksi lateral *raw* sebesar 2,717 menjadi lateral *histeq* sebesar 3,10. Menurut teori dari Precht, pemilihan penilaian menggunakan VGA lebih sederhana dan intuitif untuk mengukur kualitas gambar berdasarkan visibilitas dan struktur yang terlihat di dalam citra (Precht *et al.*, 2019).

Penilaian VGA dilakukan untuk mengetahui peningkatan kualitas citra lumbosacral setelah diolah menggunakan metode *histogram equalization* (HE). Penilaian VGA ini dilakukan secara subjektif melalui penilaian visual mata manusia (Steffensen *et al.*, 2019).

Penggunaan *Kyouku's anthropomorphic phantom* baik digunakan untuk mengevaluasi kualitas citra radiografi terhadap suatu metode yang memengaruhinya, yaitu metode *histogram equalization* (HE) pada penelitian ini (Chakraborty, 2008). Teori dari Precht menyatakan bahwa peningkatan skor VGA terhadap metode tertentu, yaitu

metode HE yang mengindikasikan adanya peningkatan kualitas citra (Precht *et al.*, 2019).

Tabel 2. Uji Wilcoxon Signed-Rank

No	Citra Lumbosacral	Sig
1.	AP Histeq–AP Raw	0,005
2.	Lateral Histeq–Lateral Raw	0,074

Analisis uji statistik non-parametrik dilakukan dengan menggunakan Uji *Wilcoxon Signed-Rank* menggunakan aplikasi IBM SPSS *Statistic* 25. Tabel 2 menunjukkan nilai signifikan proyeksi AP sebesar 0,005 dan proyeksi lateral sebesar 0,074 dengan *p-value* 0,005.

Uji statistik non-parametrik menggunakan uji *Wilcoxon Signed-Rank* dilakukan untuk melihat pengaruh antara dua kelompok citra. Kelompok tersebut ialah kelompok citra lumbosacral sebelum direkonstruksi dan kelompok citra sesudah direkonstruksi menggunakan metode HE (Precht *et al.*, 2019).

Berdasarkan Uji *Wilcoxon Signed-Rank* dengan *p-value* > 0,05 dihasilkan nilai signifikan pada citra lumbosacral proyeksi AP *histeq*–AP *raw* sebesar 0,005. Artinya, terdapat pengaruh penggunaan metode HE terhadap kualitas citra lumbosacral, ditandai dengan perubahan nilai *pixel value*, standar deviasi, dan nilai skor VGA (Alukic *et al.*, 2018; Asriningrum *et al.*, 2021).

Selanjutnya, citra lumbosacral proyeksi lateral *histeq*–lateral *raw* memiliki nilai signifikansi sebesar 0,074. Artinya, tidak ada pengaruh yang signifikan terhadap penggunaan metode HE.

Tidak adanya pengaruh tersebut disebabkan karena ketebalan objek (*thickness*) citra lumbosacral proyeksi lateral lebih tebal dibandingkan dengan proyeksi lumbosacral AP. Hal ini didasarkan pada penelitian dari Alzyoud tahun 2018 yang menyatakan bahwa meningkatnya ketebalan objek citra akan mengurangi kualitas citra digital radiografi. Meskipun telah direkonstruksi

kembali, tetapi citra tersebut masih memiliki nilai klinis (Alzyoud *et al.*, 2018).

PENUTUP

Hasil kualitas citra menunjukkan analisis grafik histogram memiliki visual kecerahan meningkat dan grafik histogram terdistribusi merata. Kemudian, nilai SNR meningkat setelah direkonstruksi dengan metode *histogram equalization*.

Hasil VGA menggunakan uji *Wilcoxon Signed-Rank* setelah direkonstruksi kembali dengan metode *histogram equalization* (HE) pada proyeksi AP menunjukkan nilai 0,005 dan proyeksi lateral 0,074 dengan *p-value* > 0,05. Oleh karena itu, terjadi peningkatan kualitas citra radiografi proyeksi AP dan lateral dengan menggunakan metode *histogram equalization*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, N., & Hadinegoro, A. (2012). Metode Histogram Equalization Untuk Perbaikan Citra Digital. *Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan, 2012*(Semantik), 439–445.
- Akhlis, I., & Sugiyanto. (2011). Implementasi Metode Histogram Equalization untuk Meningkatkan Kualitas Citra Digital. *Jurnal Fisika, 1*(2), 70–74.
- Alukic, E., Skrk, D., & Mekis, N. (2018). Comparison of anteroposterior and posteroanterior projection in lumbar spine radiography. *Radiology and Oncology, 52*(4), 468–474. <https://doi.org/10.2478/raon-2018-0021>
- Alzyoud, K., Hogg, P., Snaith, B., Flintham, K., & England, A. (2018). Impact of body part thickness on AP pelvis radiographic image quality and effective dose. *Radiography, 1*–7. <https://doi.org/10.1016/j.radi.2018.09.001>
- Aprilian, M., Sitorus, S. H., & Ristian, U. (2020). Coding: Jurnal Komputer dan Aplikasi Volume 08 , No . 02 (2020), Hal 55-66 ISSN 2338-493X Coding: Jurnal Komputer dan Aplikasi ISSN 2338-493X. *Coding: Jurnal Komputer Dan Aplikasi, 8*(2), 55–56.
- Asriningrum, S., Ansory, K., & Hasan, P. T. (2021). Faktor Ekspose 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>
- Atkinson, S., Med, B., Tech, R., Neep, M., Med, B., Tech, R., & Fasmirt, H. E. (2019). Reject Rate Analysis in Digital Radiography: An Australian Emergency Imaging Department Case Study. *Journal of Medical Radiation Sciences, 67*, 72–79. <https://doi.org/10.1002/jmrs.343>
- Bagade, S. S., & Shandilya, V. K. (2011). Use of Histogram Equalization in Image Processing for Image Enhancement. *International Journal of Software Engineering Research & Practices, 1*(2), 6–10.
- Carroll, Q. B. (2019). *Digital Radiography in Practice*. Charles C Thomas Publisher Ltd.
- Chakraborty, D. P. (2008). Validation and Statistical Power Comparison of Methods for Analyzing Free-response Observer Performance Studies. *Academic Radiology, 15*(12), 1554–1566. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2008.07.018>
- D, L., P, R., Kasman, Rahman, A., & Ulum, S. (2021). Analisis Kontras Digital Radiography Dengan Menggunakan ImageJ. *Gravitasi, 20*(1), 10–18. <https://doi.org/10.22487/gravitasi.v20i1.15521>
- Gharehaghaji, N., Khezerloo, D., & Abbasiazar, T. (2019). Image quality assessment of the digital radiography units in Tabriz, Iran: A phantom

- study. *Journal of Medical Signals and Sensors*, 9(2), 137–142. https://doi.org/10.4103/jmss.JMSS_30_18
- Precht, H., Hansson, J., Outzen, C., Hogg, P., & Tingberg, A. (2019). Radiographers' perspectives' on Visual Grading Analysis as a scientific method to evaluate image quality. *Radiography*, 25, S14–S18. <https://doi.org/10.1016/j.radi.2019.06.006>
- Rao, B. S. (2020). Dynamic Histogram Equalization for contrast enhancement for digital images. *Applied Soft Computing Journal*. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2020.106114>
- Russ, J. C., & Neal, F. B. (2016). *The Image Processing Handbook* (Seventh Ed). CRC Press Taylor & Francis Group, LLC. <https://doi.org/doi.org/10.1201/b18983>
- Saenpaen, J., & Arwatchananukul, S. (2018). A Comparison of Image Enhancement Methods for Lumbar Spine X-ray Image. *2018 15th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON)*, 798–801.
- Salem, N., Malik, H., & Shams, A. (2019). Medical Image Enhancement Based on Histogram algorithms. *Procedia Computer Science*, 163, 300–311. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.12.112>
- Seeram, E. (2019). *Digital Radiography Physical Principle and Quality Control* (Second Edi). Springer Nature Singapore Pte Ltd. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-3244-9>
- Steffensen, C., Trypis, G., Mander, G. T. W., & Munn, Z. (2019). Effectiveness of Adjusting Radiographic Technique Radiography: A Systematic Review Protocol. *The Joanna Briggs Institute*, 17(10), 2165–2173. <https://doi.org/10.11124/JBISRIR-2017-003888>
- Sung, J., Jin, H., Jung, H., Ho, S., & Rok, C. (2018). Image quality Assessment With Dose Reduction Using High kVp and Additional Filtration for Abdominal Digital Radiography. *Physica Medica*, 50(July 2017), 46–51. <https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2018.05.007>