



## **Analisis Pengaruh Penggunaan Faktor Eksposi Terhadap Kualitas Citra Radiografi Phantom Air Berdasarkan Nilai Mean Square Error (MSE)**

**N P Aryani<sup>1</sup>, A D Anggara<sup>2</sup>, Isa Akhlis<sup>2</sup> and K A Nisa<sup>1\*</sup>**

**Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang  
Fakultas Kedokteran, Universitas Islam Sultan Agung, Semarang, Indonesia**

---

### **Info Artikel**

*Sejarah Artikel:*

Diterima Februari 2021

Disetujui April 2021

Dipublikasikan April 2021

*Keywords:*

*Citra Radiografi, Kualitas Citra, MSE, Mean Square Error*

---

### **Abstrak**

Dalam dunia kedokteran kualitas citra yang dihasilkan oleh modalitas pencitraan harus semaksimal mungkin dalam memberikan informasi karena berkaitan erat dengan penentuan diagnosa penyakit pada pasien. Baik buruknya kualitas citra radiografi dipengaruhi oleh faktor eksposi yang terdiri dari tegangan tabung (kV), arus tabung (mA) dan waktu paparan (s), dengan menggunakan faktor eksposi yang tepat maka akan didapatkan kualitas citra yang optimal. Kualitas dari suatu citra radiografi dapat dinilai melalui parameter MSE (Mean Square Error), dimana semakin kecil nilai MSE citra maka semakin bagus kualitas citra tersebut. Tujuan diadakannya penelitian ini adalah untuk mengetahui variasi yang tepat dari tegangan tabung (kV) dan arus-waktu tabung (mAs) yang tepat sehingga didapatkan kualitas citra yang optimal dengan noise yang rendah. Kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan adalah penggunaan tegangan tabung 75 kV dan arus-waktu 20 mAs menghasilkan kualitas citra yang optimal dan noise yang rendah.

### **Abstract**

*In the medical world, the image quality produced by imaging modalities should be as much as possible in providing information because it is closely related to determining the diagnosis of disease in patients. The good and bad quality of the radiographic image is influenced by exposure factors consisting of tube voltage (kV), tube current (mA) and exposure time (s), by using the right exposure factor, optimal image quality will be obtained. The quality of a radiographic image can be assessed through the MSE (Mean Square Error) parameter, where the smaller the MSE value of the image, the better the image quality. The purpose of this research is to determine the exact variation of tube voltage (kV) and tube current-time (mAs) so that optimal image quality is obtained with low noise. The conclusion from the results of the research that has been done is that the use of 75 kV tube voltage and 20 mAs time-current produces optimal image quality and low noise.*

©2021 Universitas Negeri Semarang

✉ Alamat korespondensi:  
E-mail: aininnisa14@students.unnes.ac.id

ISSN 2252-6935

### **PENDAHULUAN**

Dalam dunia medis, radiologi memiliki peranan penting dalam menunjang pemeriksaan atau menegakkan diagosa suatu penyakit. Pemeriksaan ataupun diagosa dilakukan menggunakan sinar-X dengan hasil berupa citra radiografi (Labania et al., 2021). Kualitas citra yang dihasilkan oleh suatu modalitas radiografi

harus semaksimal mungkin dalam memberikan informasi karena hal ini berkaitan dengan penentuan diagnosa penyakit pada pasien. Kualitas radiografi dapat dinilai melalui tiga hal yaitu densitas, kotras serta ketajaman objek (Apriantoro et al., 2018).

Kualitas citra yang dihasilkan oleh modalitas radiografi dipengaruhi tiga faktor penting yang disebut sebagai faktor eksposi. Faktor tersebut adalah (1) tegangan tabung (kV) yang merepresentasikan daya tembus energi

foton dalam tabung sinar-X, (2) arus tabung (mA) yang menunjukkan kuantitas foton yang dihasilkan, (3) waktu eksposi (s) yang merepresentasikan lamanya pemaparan (Dwi & Prasetya, 2020). Dengan adanya pengaturan faktor eksposi yang tepat maka dapat dihasilkan kontras radiografi yang optimal sehingga dapat menunjukkan perbedaan derajat kehitaman yang jelas antara organ yang mempunyai kerapatan berbeda (Zelviani, 2017).

Secara kuantitatif, kualitas dari citra medis khususnya citra sinar-X dipengaruhi oleh pengaturan arus tabung (mA). Arus tabung menentukan banyaknya jumlah electron yang dihasilkan untuk menembus bahan. semakin tinggi arus tabung yang digunakan maka intensitas sinar-X pun akan ikut meningkat, sebaliknya semakin rendah arus tabung yang digunakan maka akan semakin rendah pula intensitas sinar-X yang dihasilkan. Selain itu, pengaturan waktu paparan (s) juga mempengaruhi tingkat ketajaman citra sinar-X yang dihasilkan. Semakin lama waktu yang digunakan untuk eksposi akan menyebabkan penyebaran electron dari tabung tidak dapat dikendalikan sehingga ketajaman citra menjadi berkurang (Utami et al., 2020).

Wibowo et al (2016) menyebutkan bahwa tinggi rendahnya kontras citra radiografi dapat dipengaruhi oleh tegangan tabung yang digunakan. Tegangan tabung sinar-X atau beda potensial antara anoda dan katoda selain menentukan energi maximum sinar-X yang dihasilkan juga menentukan paparan sinar-X yang dihasilkan. Jika tegangan tabung yang digunakan terlalu rendah maka akan menyebabkan sinar-X yang keluar dari tabung tidak dapat menembus objek. Sebaliknya, jika tegangan tabung yang digunakan terlalu tinggi maka akan menghasilkan citra radiografi yang terlalu terang sehingga citra yang didapatkan kurang jelas.

Baik atau tidaknya kualitas suatu citra dapat dilihat dari nilai MSE (Mean Square Error) nya (Nugroho & Pamungkas, 2022). MSE didefinisikan sebagai sigma dari jumlah error antara citra hasil proses peningkatan kualitas dengan citra asli (I. W. A. W. Kusuma, 2020). Semakin kecil nilai MSE maka semakin bagus hasil peningkatan kualitas citra. Nilai MSE dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$MSE = \frac{1}{M \times N} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N ((f_a(i, j) - f_b(i, j))^2) \quad (1)$$

Dengan M dan N merupakan ukuran panjang dan lebar citra.

$f_a(i, j)$  = intensitas citra di titik (i, j)citra asli

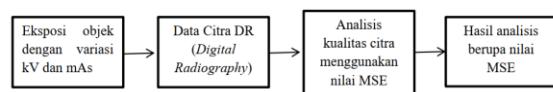
$f_b(i, j)$  = intensitas citra di titik (i, j)setelah kualitas ditingkatkan

Dwi (2020) menyebutkan bahwa kualitas citra yang baik akan memiliki resolusi spasial yang tinggi, nilai kontras yang tinggi, dan noise yang rendah. noise dari citra medis dapat dilihat dari besar kecilnya nilai MSE (Ningtias, 2022). Tujuan diadakannya penelitian ini adalah untuk mengetahui variasi yang tepat dari tegangan tabung (kV) dan arus-waktu tabung (mAs) yang tepat sehingga didapatkan kualitas citra yang optimal dengan noise yang rendah.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan menggunakan pesawat sinar-X yang dimiliki oleh Rumah Sakit Umum Kumala Siwi Kudus. Sumber sinar-X yang digunakan didapatkan dari sistem DR (Digital Radiography) dengan menggunakan variasi tegangan tabung (kV) dan arus-waktu tabung (mAs). Arus tabung yang digunakan adalah 20 mAs, 25 mAs, dan 32 mAs. Masing-masing dari arus tersebut kemudian diberikan 5 variasi tegangan tabung yaitu 60 kV, 65 kV, 70 kV, 75 kV, dan 80 kV.

Hasil eksposi phantom dari sistem DR kemudian di pindahkan ke komputer untuk dilakukan proses perbaikan menggunakan metode contrast stretching. Proses perbaikan dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Matlab. Setelah dilakukan perbaikan pada kualitas citra phantom, citra tersebut kemudian dianalisis berdasarkan nilai MSE (Mean Square Error) nya.



Gambar 1. Skema analisis uji resolusi kontras citra radiografi

## HASIL DAN PEMBAHASAN

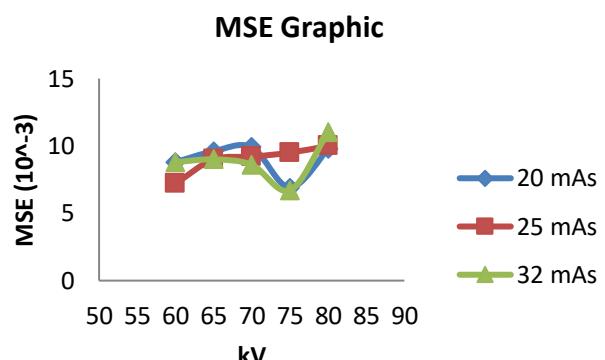
Analisis MSE (Mean Square Error) dilakukan untuk mengetahui variasi yang tepat dari tegangan tabung (kV) dan arus-waktu tabung (mAs) yang tepat sehingga didapatkan kualitas citra yang optimal dengan noise yang rendah. MSE didefinisikan sebagai sigma dari jumlah error antara citra hasil segmentasi dengan citra asli (A. W. Kusuma & Ellyana, 2018), semakin besar nilai MSE yang dihasilkan maka tampilan pada citra hasil akan semakin buruk. Sebaliknya, semakin kecil nilai MSE, maka tampilan pada citra akan semakin baik (I. W. A. W. Kusuma, 2020).

Ningtias (2022) menyebutkan bahwa nilai MSE dapat menunjukkan noise dari citra radiograf. Artinya semakin besar nilai MSE maka semakin besar pula noise citra, sebaliknya semakin kecil nilai MSE maka semakin sedikit noise yang terdapat dalam citra radiograf. Analisis nilai MSE dilakukan dengan menggunakan Graphical User Interface (GUI) yang ada di dalam bahasa pemrograman Matlab. Hasil perhitungan nilai MSE dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil perhitungan nilai MSE pada setiap faktor eksposi

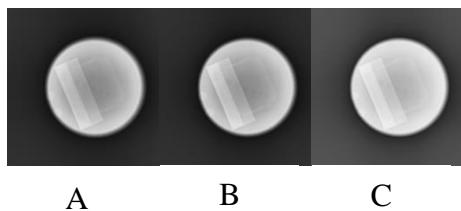
Arus - Waktu (mAs)	Tegangan Tabung (kV)	MSE
20	60	0.0088486
	65	0.0096669
	70	0.0099013
	75	0.0069195
	80	0.0098685
25	60	0.0072377

	65	0.0090221
	70	0.0092324
	75	0.0095262
	80	0.010816
32	60	0.0088752
	65	0.0090469
	70	0.0086979
	75	0.0067817
	80	0.011583



Gambar 2. Grafik hubungan antara tegangan tabung sinar X dengan nilai MSE citra

Dari hasil simulasi Matlab, berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 2 citra dengan tegangan tabung 75 kV dan arus-waktu 32 mAs memiliki nilai MSE yang paling kecil yaitu sebesar 0.0067817. Antara citra dengan faktor eksposi 75kV; 32mAs dan 75kV; 20 mAs memiliki nilai MSE yang tidak terpaut jauh, keduanya sama-sama memiliki nilai MSE yang paling kecil.



Gambar 3. Citra dengan faktor eksposi A. 75 kV ; 20 mAs , B. 75 kV ; 32 mAs , C. 80 kV ; 32 mAs.

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa citra dengan faktor eksposi 75 kV ; 20 mAs dan citra dengan faktor eksposi 75 kV ; 32 mAs, citra yang dihasilkan tidak berbeda jauh, perbedaan diantara keduanya tidak begitu terlihat. Dengan nilai MSE yang kecil artinya kedua citra tersebut memiliki noise yang minimal. Selain itu, tingkat keabuan yang dimiliki citra tidak terlalu terang dan tidak juga terlalu gelap sehingga membuat objek dengan background pada citra dapat dibedakan dengan mudah.

Berbeda dengan citra dengan faktor eksposi 80 kV ; 32 mAs yang memiliki nilai MSE paling tinggi yaitu sebesar 0.011583. Citra yang dihasilkan memiliki tingkat kecerahan yang cukup tinggi sehingga membuat objek dengan background sukar untuk dibedakan. Dengan nilai MSE yang cukup tinggi artinya citra tersebut memiliki noise yang cukup besar.

Meskipun penggunaan faktor eksposi 75 kV; 20 mAs dengan 75 kV;32 mAs menghasilkan nilai MSE yang tidak terpaut jauh perbedaannya, namun ada beberapa hal yang perlu diperhatikan. Dengan penggunaan tegangan tabung yang sama yaitu 75 kV, penggunaan arus tabung 32 mAs akan menghasilkan kuantitas sinar-X yang lebih banyak dibandingkan dengan penggunaan arus tabung 20 mAs. Namun disisi lain Wita & Fransiska (2006) menyebutkan bahwa kenaikan nilai mAs akan berguna jika ketebalan objek juga meningkat. Hal ini dikarenakan seiring meningkatnya nilai mAs maka perubahan jumlah electron yang dihasilkan oleh filament juga berubah, dengan adanya peningkatan mA maka akan menambah intensitas sinar- X dan penurunan nilai mA akan membuat intensitas sinar- X juga akan ikut berkurang.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan tegangan tabung 75 kV dan arus-waktu 20 mAs akan menghasilkan kualitas citra yang optimal dan dosis radiasi yang minimal. Nilai MSE (Mean Square Error) yang kecil yaitu sebesar 0.0069195 menunjukkan bahwa citra tersebut mengandung sedikit noise. Penggunaan tegangan tabung 75 kV dan arus-waktu 32 mAs akan efektif jika ketebalan dari objek meningkat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Apriantoro, H. M., S. B., & Purwatiningsih. (2018). Optimizing Analysis of The Radiographic image and Entrance Surface Dose Using Computed Raiography in Chest Examination. Jurnal Teknologi Dan Kesehatan, 9(2), 23–27.
- Dwi, A., & Prasetya, N. (2020). Pengaruh Faktor Eksposi Digital Radiography (DR) terhadap Nilai Kontras pada Citra Phantom sebagai Organ Tiruan. Jurnal Fisika, 10(2), 19–26.
- Kusuma, A. W., & Ellyana, R. L. (2018). Penerapan Citra Terkompresi Pada Segmentasi Citra Menggunakan Algoritma K-Means. Jurnal Terapan Teknologi Informasi, 2(1), 65–74. <https://doi.org/10.21460/jutei.2018.21.65>
- Kusuma, I. W. A. W. (2020). Penerapan Metode Contrast Stretching, Histogram Equalization dan Adaptive Histogram Equalization utuk Meningkatkan Kualitas Citra Medis MRI. Jurnal Simetris, 11(1), 1–10.
- Labania, H. M., P. Rindayani, Kasman, Abd. Rahman, & S. Ulum. (2021). Analisis Kontras Digital Radiography Dengan Menggunakan ImageJ. Gravitasi, 20(1), 10–18. <https://doi.org/10.22487/gravitasi.v20i1.15521>
- Ningtias, D. R. (2022). Comparative Test of the Effect of X-Ray Tube Current Analysis and Exposure Time on CR (Computed Radiography) Image Quality. Journal of Informatics and Telecommunication Engineering, 6(1), 267–275. <https://doi.org/10.31289/jite.v6i1.7334>

Nugroho, W. R. L., & Pamungkas, D. P. (2022).  
Penerapan Metode 2D Median Filter pada  
Perbaikan Citra Daun Bawang Merah.  
Seminar Nasional Inovasi Teknologi, 88–95.

Utami, N. W. M. S., Ratini, N. N., & Juliantara, I. P. E. (2020). Pengaruh Kombinasi Arus Tabung Sinar-X dan Waktu Eksposi Terhadap Contrast to Noise Ratio (CNR) dengan menggunakan Computed Radiography Effect of Combination of X-Ray Tube Current and Exposure Time on Contrast to Noise Ratio (CNR) using Computed Radio. Buletin Fisika, 23(1), 26–33.

Wibowo, N. P. E., Susilo, & Sunarno. (2016). Uji Profisiensi Citra Hasil Eksposi Sistem Radiografi Digital di alboratorium Fisika Medik UNNEs. Unnes Physics Journal, 5(2), 27–31.  
<https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/upj/article/view/18537>

Wita, A., & Fransiska, E. (2006). Pengaruh Faktor Eksposi dengan Ketebalan Objek pada Pemeriksaan Foto Thorax Terhadap Gambaran Radiografi. Journal of Health, 5(1), 17–21.

Zelviani, S. (2017). Kualitas Citra pada Direct Digital Radiography dan Ccomputed Radiography. Jurnal Teknosains, 49–62.