

## ANALISIS PENGARUH VARIASI FAKTOR EKSPOSI PADA CT SCAN TERHADAP KUALITAS CITRA DAN DOSIS RADIASI PADA PEMERIKSAAN ABDOMEN

Amelia Noveranty<sup>1</sup>, Sri Purwaningsih<sup>2</sup>, Yoza Fendriani<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi, 36361, Indonesia

<sup>2</sup> Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jambi, 36361, Indonesia

email: yozafendriani@unja.ac.id

### ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang analisis pengaruh variasi faktor eksposi pada CT Scan terhadap kualitas citra dan dosis radiasi pada pemeriksaan abdomen. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi faktor eksposi terhadap kualitas citra dan dosis radiasi pada pemeriksaan abdomen. Penelitian dilakukan di Instalasi Radiologi RSUD Raden Mattaher Jambi dengan menggunakan pesawat CT Scan Hitachi Scenaria 128 Slices serta phantom air sebagai objek penelitian. Variasi tegangan tabung yang digunakan yaitu 80 kV, 100 kV, dan 120 kV dengan variasi kuat arus 100 mA, 200 mA, dan 300 mA selama 1 detik pemindaian. Dari scanning yang dilakukan menghasilkan data dosis radiasi yang ditunjukkan oleh nilai CTDIvol serta data citra berupa citra digital dengan format DICOM, kemudian diolah menggunakan software RadiAnt DICOM Viewer untuk mendapatkan nilai ROI objek dan ROI background yang digunakan untuk menghitung nilai Contrast to Noise Ratio (CNR). Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah variasi tegangan tabung dan kuat arus tabung berpengaruh terhadap nilai CTDIvol karena tegangan tabung menentukan energi sinar-X yang dipancarkan oleh tabung sinar-X, sedangkan kuat arus tabung menentukan jumlah elektron yang mengalir dari katoda ke anoda, yang pada gilirannya mempengaruhi jumlah foton sinar-X yang dihasilkan. Ketika tegangan tabung dan kuat arus ditingkatkan secara bersamaan, efeknya akan saling memperkuat, menghasilkan dosis radiasi yang jauh lebih tinggi. Variasi tegangan tabung dan kuat arus tabung menghasilkan nilai CNR yang meningkat seiring dengan peningkatan nilai tegangan tabung dan kuat arus. Hal tersebut dikarenakan tegangan tabung yang tinggi meningkatkan energi sinar-X, yang seharusnya meningkatkan kemampuan sinar-X untuk menembus jaringan dan meningkatkan kontras citra. Selain itu, peningkatan kuat arus akan meningkatkan jumlah sinar-X yang dihasilkan, yang dapat mengurangi noise dan meningkatkan nilai CNR. Untuk mencapai kualitas citra yang optimal dengan nilai CNR yang tinggi dan stabil perlu adanya keseimbangan yang tepat antara tegangan tabung dan kuat arus tabung.

**Kata Kunci:** CT Scan; Faktor eksposi; Kualitas citra; dosis radiasi; abdomen

### ABSTRACT

**[Title: Analysis of The Effect Of Variation Exposure Factors in CT Scan On Image Quality And Radiation Dose in Abdominal Examination]** Research has been conducted on analyzing the effect of variations in exposure factors in CT scans on image quality and radiation dose in abdominal examinations. The purpose of this study was to determine the effect of exposure factor variation on image quality and radiation dose in abdominal examination. The research was conducted at the Radiology Installation of Raden Mattaher Hospital Jambi by using Hitachi Scenaria 128 Slices CT Scan and water phantom as the object of research. The tube voltage variations used were 80 kV, 100 kV, and 120 kV with current strength variations of 100 mA, 200 mA, and 300 mA for 1-second scanning. The scanning resulted in radiation dose data indicated by the CTDIvol value and image data in the form of digital images in DICOM format, then processed using RadiAnt DICOM Viewer software to obtain the object ROI and background ROI values used to calculate the Contrast to Noise Ratio (CNR) value. The results obtained from this study are that variations in tube voltage and tube current strength affect the CTDIvol value because the tube voltage determines the X-ray energy emitted by the X-ray tube, while the tube current strength determines the number of electrons flowing from the cathode to the anode, which in turn affects the number of X-ray photons produced. When the tube voltage and current strength are increased simultaneously, the effects will reinforce each other, resulting in a much higher radiation dose. The variation of tube voltage and tube current strength results in CNR values that increase as the values of tube voltage and current strength increase. This is because high tube voltage increases the X-ray energy, which should increase the ability of X-rays to penetrate tissue and improve image contrast. In addition, increasing the current strength will increase the number of X-rays produced, which can reduce noise and increase the CNR value. To achieve optimal image quality with a high and stable CNR value, there needs to be a proper balance between tube voltage and tube current strength.

**Keywords:** CT Scan; Exposure factors; Image quality; Radiation dose; Abdomen

## PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan teknologi, penggunaan alat-alat medis di dunia kedokteran sangat berperan penting untuk keperluan pencitraan dalam radiodiagnostik. Beberapa pemeriksaan yang menggunakan alat-alat medis memanfaatkan sumber radiasi, salah satunya *Computed Tomography Scanner* (CT Scan), yang merupakan salah satu alat yang digunakan untuk mendiagnosa suatu penyakit pada bagian dalam tubuh manusia dengan memanfaatkan radiasi sinar-X, tanpa harus melakukan pembedahan (Siregar et al., 2020).

Citra yang dihasilkan dari pesawat CT Scan berupa citra digital, yaitu citra yang diproses menggunakan komputer dengan cara mempresentasikan citra secara numerik (Yusnida, 2014). CT Scan menghasilkan kualitas citra yang sangat baik, ditandai dengan *noise* yang relatif rendah, resolusi spasial yang tinggi, dan kontras yang sangat tinggi (Rozanah et al., 2015).

Pada saat melakukan scanning, tabung sinar-X yang terdapat pada pesawat CT Scan berputar di sekitar pasien dan menghasilkan irisan tipis dari segala arah yang menyebabkan distribusi dosis radiasi sangat besar. Sehingga perlu dilakukan pengukuran besarnya dosis radiasi untuk mencegah dosis radiasi yang akan diterima pasien secara berlebihan (Harmayeni et al., 2019). Dosis radiasi yang diberikan kepada pasien dapat diketahui melalui data *Computed Tomography Dose Index volume* (CTDIvol) dan *Dose Length Product* (DLP) yang ditampilkan pada monitor CT Scan pada saat melakukan pemeriksaan (Alzufri, 2023).

Parameter scan yang berpengaruh terhadap kualitas citra dan dosis radiasi pada pemeriksaan CT Scan, yaitu faktor eksposi. Faktor eksposi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kuantitas dan kualitas dari penyinaran radiasi sinar-X yang diperlukan dalam pembuatan citra radiografi. Faktor eksposi terdiri dari tegangan tabung (kV), kuat arus (mA), dan waktu rotasi (s) (Nurhayati et al., 2019). Pada saat melakukan *scanning*, faktor eksposi berpengaruh terhadap *noise* citra serta berpengaruh terhadap dosis radiasi yang diterima pasien. Oleh karena itu, diperlukan optimasi parameter *scan* yaitu dengan mengukur variasi parameter *scan* sehingga dosis radiasi yang diterima pasien dapat diminimalkan serta kualitas citra yang dihasilkan masih mampu untuk menegakkan diagnosis (Riyanto et al., 2019).

Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Herlinda (2019) tentang analisis pengaruh kuat arus dan tegangan terhadap kualitas citra CT Scan Siemens Perspective di RSUP Dr. M. Djamil Padang. Pada penelitian ini, penetapan parameter

*scan* yang digunakan adalah parameter untuk pemeriksaan CT Scan kepala dengan phantom diletakkan pada meja pemeriksaan. Penelitian mendapatkan hasil bahwa peningkatan tegangan tabung dapat meningkatkan nilai *uniformity* dan menurunkan nilai *noise*. Selain itu, penambahan arus tabung akan menurunkan nilai *noise* dan menurunkan nilai *uniformity*. Selanjutnya penelitian oleh Sukanta et al. (2022) tentang analisa perubahan kV terhadap kualitas citra dan CTDI yang mendapatkan hasil bahwa terdapat pengaruh perbedaan variasi kV terhadap CTDI dengan hubungan signifikan yang sangat kuat dan searah yaitu semakin tinggi nilai kV maka semakin tinggi pula nilai CTDI yang dihasilkan.

Berdasarkan beberapa penelitian yang relevan tersebut, pada penelitian ini akan dilakukan analisis pengaruh variasi faktor eksposi terhadap dosis radiasi dan kualitas citra pada pemeriksaan CT Scan abdomen. Penelitian ini menggunakan phantom air, pesawat CT Scan Hitachi Scenaria 128 Slices, dan dengan beberapa variasi tegangan tabung dan kuat arus. Meskipun telah banyak penelitian yang mengkaji parameter CT Scan terhadap kualitas citra dan dosis radiasi, namun penelitian yang berfokus pada pemeriksaan abdomen masih terbatas. Dengan demikian, melalui penelitian ini diharapkan dapat menemukan strategi optimasi parameter *scan* yang dapat menghasilkan kualitas citra yang memadai untuk diagnosis abdomen yang akurat, sambil tetap meminimalkan dosis radiasi yang diterima pasien.

## METODE

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian dengan metode kuantitatif, yaitu jenis data yang dapat diukur dan dihitung secara langsung serta dapat dinyatakan dalam angka-angka melalui hasil eksperimen. Penelitian dilakukan di Instalasi Radiologi RSUD Raden Mattaher Jambi. Penelitian ini menggunakan alat pesawat CT Scan Hitachi Scenaria 128 Slices, phantom sebagai suatu pemodelan dari tubuh manusia untuk dijadikan objek pada pencitraan medis, serta *software* RadiAnt DICOM Viewer untuk mengolah data yang digunakan pada analisis kualitas citra.

### Pemindaian Citra

Setelah persiapan komponen selesai dilakukan, selanjutnya adalah pelaksanaan pemindaian citra. Phantom diletakkan pada meja pemeriksaan CT Scan dengan posisi yang tepat sesuai protokol pemeriksaan abdomen. Kemudian dilakukan *setting* pada konsol komputer yaitu melakukan input data pasien yang mana pada penelitian ini digunakan nama "TES PHANTOM" dan ID pasien yang

ditentukan oleh radiografer. Setelah itu dipilih jenis pemeriksaan abdomen dan membuat rekonstruksi batas area yang akan diradiasi. Langkah selanjutnya dilakukan setting parameter *scan* yang digunakan yaitu tegangan tabung (kV), kuat arus (mA), dan waktu rotasi (s). Variasi tegangan tabung yang digunakan yaitu 80 kV, 100 kV, dan 120 kV. Variasi kuat arus yang digunakan yaitu 100 mA, 200 mA, dan 300 mA. Pada penelitian ini digunakan waktu rotasi konstan selama 1 detik. Untuk ketebalan irisan ditetapkan nilai 5 mm untuk setiap *scanning* yang dilakukan.

Setelah dilakukan *setting* pada parameter *scan*, kemudian dilakukan *scanning* phantom pada area citra yang telah dipilih dan diperoleh data citra dengan format *Digital Imaging and Communication Medicine* (DICOM) yang nantinya akan diolah menggunakan *software* RadiAnt DICOM Viewer. Selain itu, juga diperoleh data nilai dosis radiasi berupa nilai CTDIvol yang terlihat pada konsol komputer.

**Analisis Data**

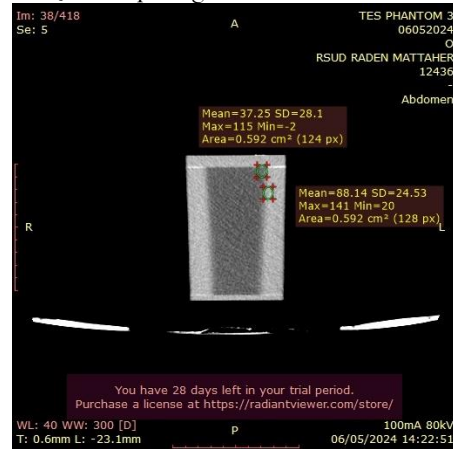
a. Menentukan Nilai CNR

Citra yang dihasilkan dalam format DICOM kemudian diolah menggunakan *software* RadiAnt DICOM Viewer untuk mendapatkan nilai mean objek, mean *background*, dan standar deviasi (SD) dengan membuat dua buah *Region of Interest* (ROI) pada citra tersebut. *Region of Interest* (ROI) adalah area spesifik dalam citra yang mengandung informasi diagnostic yang paling relevan (Pratomo et al., 2020). Pada konteks ini, ROI ditentukan berdasarkan intensitas pada citra. Pada penelitian ini, ROI objek ditunjukkan pada daerah yang lebih gelap, sedangkan ROI *background* ditunjukkan pada daerah yang lebih terang.

Berikut tahapan yang dilakukan dalam pengolahan data menggunakan *software* RadiAnt DICOM Viewer:

1. Langkah pertama, dijalankan *software* RadiAnt DICOM Viewer
2. Kemudian dimasukkan data citra dalam format DICOM
3. Setelah itu, untuk menampilkan gambar dapat dipilih *slice* atau potongan gambar dari 418 *slices* yang ada. Analisis citra yang akan dilakukan menggunakan potongan gambar ke-37 dikarenakan pada potongan tersebut dapat dibedakan antara ROI objek dan ROI *background*.
4. Kemudian dipilih pola "Ellipse" untuk membuat ROI berbentuk lingkaran pada 2 titik yang berbeda dengan diameter sekitar 5 mm<sup>2</sup>.

5. Setelah diposisikan ROI pada area yang dipilih, akan didapatkan nilai *mean* objek, *mean background*, dan standar deviasi (SD) yang ditunjukkan pada gambar berikut.



**Gambar 1.** Pembuatan ROI pada Citra

6. Setelah didapatkan data tersebut, kemudian dihitung nilai CNR menggunakan persamaan berikut.

$$CNR = \frac{|\bar{X}_{ob} - \bar{X}_{bg}|}{\sigma} \tag{1}$$

dimana,

$\bar{X}_{ob}$  = nilai rata-rata ROI objek (HU)

$\bar{X}_{bg}$  = nilai rata-rata ROI *background* (HU)

$\sigma$  = nilai standar deviasi pada ROI *background*

Nilai CNR yang diperoleh harus lebih besar dari 1 untuk protokol kepala dan perut orang dewasa, agar perbedaan kontras antara jaringan dapat terlihat dengan jelas (Nurhayati, 2019).

b. Menentukan Nilai CTDIvol

CTDIvol dianalisis berdasarkan hasil *scanning* phantom sesuai protokol pemeriksaan abdomen. CTDIvol merupakan besaran untuk menentukan besarnya dosis keluaran radiasi pesawat CT *Scan* dengan satuan mGy. Nilai CTDIvol akan muncul pada konsol komputer setelah dilakukan *scanning* pada phantom menggunakan pesawat CT *Scan*.

Untuk analisis nilai CTDIvol berdasarkan faktor eksposi dilakukan dengan membuat tabel pada Microsoft Excel kemudian disajikan dalam bentuk grafik. Nilai CTDIvol yang diperoleh akan diverifikasi sesuai dengan keputusan Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) tahun 2021 Nomor 1211/K/V/2021 tentang Penetapan Nilai Tingkat Panduan Diagnostik Indonesia untuk Modalitas Sinar-X CT Scan dan Radiografi Umum. Pada penelitian ini dilakukan jenis pemeriksaan CT abdomen nonkontras. BAPETEN menetapkan nilai

batas ambang untuk pemeriksaan abdomen nonkontras sebesar 17 mGy.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

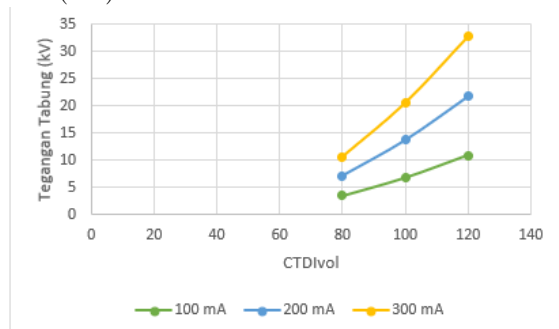
1. Dosis Radiasi (CTDIvol)

Dalam pemeriksaan menggunakan pesawat CT Scan, CTDIvol memiliki peranan penting dalam mengukur dosis radiasi yang diterima pasien.

Kuat Arus (mA)	Waktu Rotasi (s)	Tegangan (kV)	CTDIvol (mGy)
100	1	80	3,5
		100	6,8
		120	10,9
200	1	80	7,1
		100	13,7
		120	21,8
300	1	80	10,6
		100	20,5
		120	32,7

**Tabel 1.** Nilai CTDIvol pada variasi tegangan tabung dan kuat arus

Berdasarkan Tabel 1, variasi tegangan tabung (kV) dengan variasi kuat arus (mA) mendapatkan hasil nilai CTDIvol yang juga bervariasi dan cenderung meningkat. Nilai CTDIvol terendah didapatkan pada tegangan tabung 80 kV dengan kuat arus 100 mA, yaitu 3,5 mGy. Sedangkan nilai CTDIvol tertinggi pada tegangan tabung 120 kV dengan kuat arus 300 mA yaitu 32,7 mGy. Berikut grafik nilai CTDIvol berdasarkan variasi tegangan tabung (kV) dan kuat arus (mA).



**Gambar 2.** Nilai CTDIvol pada variasi tegangan tabung dan kuat arus

Analisis data dalam tabel menghasilkan grafik yang menunjukkan pola kenaikan nilai CTDIvol secara konsisten seiring dengan peningkatan nilai tegangan tabung (kV) dan kuat arus (mA). Nilai CTDIvol pada variasi tegangan tabung (kV) dan kuat arus (mA) konstan 100 mA secara keseluruhan masih berada dibawah ambang batas yang ditetapkan oleh Perka BAPETEN Nomor 1211/K/V/2021 tahun 2021, yaitu 17 mGy.

Gambar 2 menunjukkan bahwa variasi tegangan tabung (kV) dan kuat arus (mA) berbanding lurus dengan nilai CTDIvol yang dihasilkan. Hal ini disebabkan oleh tegangan tabung menentukan energi sinar-X yang dipancarkan oleh tabung sinar-X. Semakin tinggi tegangan tabung maka semakin tinggi pula energi sinar-X yang dihasilkan. Sinar-X dengan energi yang tinggi memiliki daya penetrasi yang kuat, sehingga mampu menembus jaringan tubuh yang lebih dalam. Hal ini berarti lebih banyak sinar-X yang diserap oleh jaringan, yang menghasilkan dosis radiasi yang tinggi bagi pasien. Oleh karena itu, peningkatan tegangan tabung secara langsung meningkatkan nilai CTDIvol.

Selain itu, kuat arus tabung (mA) juga mempengaruhi nilai CTDIvol. Kuat arus tabung menentukan jumlah elektron yang mengalir dari katoda ke anoda, yang mana mempengaruhi jumlah foton yang sinar- X yang dihasilkan. Semakin tinggi nilai kuat arus tabung (mA) yang diberikan, semakin banyak foton sinar-X yang dihasilkan, yang berarti jumlah radiasi yang diberikan kepada pasien juga meningkat. Ketika tegangan tabung dan kuat arus ditingkatkan secara bersamaan, efeknya akan saling memperkuat, menghasilkan dosis radiasi yang jauh lebih tinggi. Seperti yang terlihat pada tegangan tabung 120 kV dengan kuat arus 100 mA, didapatkan nilai CTDIvol sebesar 10,9 mGy. Sedangkan pada tegangan 120 kV dengan kuat arus 300 mA, didapatkan nilai CTDIvol 32,7 mGy.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Nurhayati dkk (2019) juga menunjukkan hasil bahwa setiap kenaikan tegangan tabung dan kuat arus yang diberikan, maka akan menghasilkan nilai CTDIvol yang semakin besar. Pada penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa pada tegangan tabung 120 kV dan kuat arus 100 mA, nilai CTDIvol yang dihasilkan sebesar 12,9 mGy. Sedangkan pada tegangan tabung 120 kV dan kuat arus 300 mA, didapatkan nilai CTDIvol sebesar 38,7 mGy. Hasil dari penelitian oleh Nurhayati dkk (2019) secara keseluruhan memiliki kesamaan dengan hasil yang didapatkan pada penelitian ini. Nilai CTDIvol yang didapatkan meningkat seiring dengan peningkatan nilai tegangan tabung (kV) dan kuat arus (mA) yang diberikan. Namun, terdapat beberapa perbedaan antara kedua penelitian tersebut yaitu waktu rotasi, jenis dan kualitas pesawat CT Scan yang digunakan, serta teknik pengambilan gambar yang menyebabkan perbedaan hasil yang terukur.

Penggunaan tegangan tabung dan kuat arus yang tinggi dapat menghasilkan gambar yang lebih detail dan berkualitas baik dibandingkan dengan tegangan tabung dan kuat arus yang rendah, namun juga dapat meningkatkan dosis radiasi yang diterima

oleh pasien. Dosis radiasi yang tinggi dapat mempengaruhi risiko kesehatan pada pasien dalam jangka panjang, seperti dapat mengalami kerusakan pada DNA, risiko kanker, serta penurunan fungsi organ tertentu dalam jangka panjang (Huruoby et al., 2023). Oleh karena itu, penting bagi dokter maupun radiografer untuk dapat memilih tegangan tabung dan kuat arus yang tepat untuk diberikan kepada pasien pada saat pemeriksaan, dengan tetap mempertimbangkan keseimbangan antara kualitas gambar dan dosis radiasi.

**2. Kualitas Citra (CNR)**

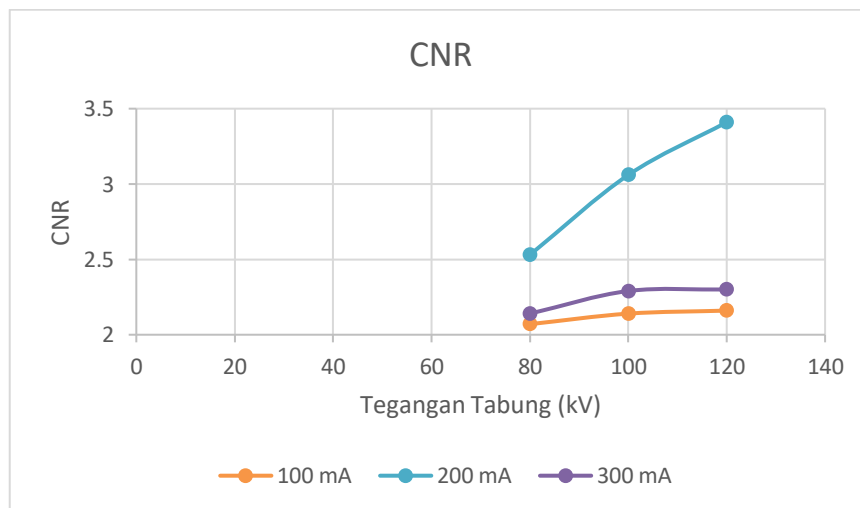
Kualitas citra akan ditinjau melalui nilai *Contrast to Noise Ratio* (CNR) yang dapat dihitung

menggunakan persamaan (1). CNR mengukur kemampuan citra untuk menampilkan perbedaan kontras antara struktur yang berbeda di dalam tubuh. Semakin tinggi nilai CNR, maka semakin baik kualitas citra, karena struktur yang berbeda akan terlihat lebih jelas dan terdefinisi. Untuk protokol CT Scan kepala dan perut pada orang dewasa, nilai CNR yang baik harus lebih besar dari 1 agar perbedaan kontras antara jaringan terlihat dengan jelas (Nurhayati, 2019). Hasil perhitungan menggunakan persamaan (1) tersebut ditampilkan pada tabel 2.

Kuat Arus (mA)	Tegangan Tabung (kV)	Area ROI (cm <sup>2</sup> )	ROI Objek		ROI Background		CNR
			Mean (HU)	SD	Mean (HU)	SD	
100	80	0,592	37,25	28,1	88,14	24,53	2,07
	100	0,526	18,05	16,79	76,81	27,41	2,14
	120	0,597	24,63	22,37	94,26	32,11	2,16
200	80	0,559	25,1	22,72	83,45	23,04	2,53
	100	0,552	20,98	16,96	95,47	24,33	3,06
	120	0,559	33,74	24,9	84,24	31,61	3,41
300	80	0,557	26,54	26,58	79,39	24,64	2,14
	100	0,557	31,78	22,49	90,46	25,61	2,29
	120	0,522	21,38	22,81	92,63	30,97	2,30

**Tabel 2.** Nilai CNR pada variasi tegangan tabung dan kuat arus

Tabel 2 menampilkan hasil nilai CNR berdasarkan variasi tegangan tabung (kV) dan kuat arus (mA). Nilai CNR yang dihasilkan tidak stabil seiring dengan peningkatan nilai tegangan tabung dan kuat arus.



**Gambar 3.** Nilai CNR pada variasi tegangan tabung dan kuat arus

Gambar 3 menampilkan grafik nilai CNR yang berbanding lurus dengan nilai tegangan tabung (kV) dan kuat arus (mA) yang diberikan. Pada variasi tegangan tabung (kV) dan kuat arus konstan 100 mA, didapatkan nilai CNR paling rendah pada

tegangan tabung 80 kV yaitu sebesar 2,07. Sedangkan nilai CNR paling tinggi pada tegangan tabung 120 kV yaitu 2,16. Hal ini menunjukkan bahwa pada tegangan tabung 120 kV kontras gambar

terhadap *noise* sangat tinggi, sehingga gambar yang dihasilkan lebih jelas dan lebih detail.

Selanjutnya pada variasi tegangan tabung (kV) dan kuat arus konstan 200 mA didapatkan nilai CNR yang juga mengalami peningkatan seiring peningkatan nilai tegangan tabung yang diberikan. Nilai CNR paling rendah pada tegangan tabung 80 kV yaitu 2,53 dan nilai CNR paling tinggi pada tegangan tabung 120 kV yaitu 3,41. Peningkatan ini menunjukkan tren yang jelas bahwa tegangan tabung lebih tinggi berkontribusi pada peningkatan nilai CNR.

Pada variasi tegangan tabung dengan kuat arus konstan 300 mA, didapatkan nilai CNR paling rendah pada tegangan tabung 80 kV yaitu 2,14. Yang mana hasil tersebut sama dengan nilai CNR pada tegangan 100 kV dan kuat arus konstan 100 mA. Sedangkan nilai CNR paling tinggi pada tegangan tabung 120 kV yaitu 2,30.

Secara keseluruhan, nilai CNR yang dihasilkan berdasarkan variasi tegangan tabung dan kuat arus masih memenuhi standar yang ditetapkan oleh BAPETEN tentang kualitas citra. Standar BAPETEN menetapkan bahwa nilai CNR harus lebih dari 1,0 diperlukan untuk memastikan bahwa citra memiliki kontras yang cukup untuk membedakan antara struktur jaringan struktur jaringan yang berbeda dengan jelas, serta memiliki tingkat *noise* yang rendah untuk menghasilkan interpretasi yang akurat.

Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Nurhayati (2019), setiap kenaikan nilai tegangan tabung yang dilakukan, nilai CNR yang dihasilkan mengalami kenaikan dan penurunan yang tidak tetap. Sedangkan pada variasi kuat arus menghasilkan nilai CNR yang lebih besar dibandingkan dengan variasi tegangan tabung. Pada penelitian tersebut, didapatkan hasil nilai CNR pada tegangan tabung 120 kV dengan kuat arus 100 mA sebesar 1,40. Sedangkan pada tegangan 140 kV didapatkan nilai CNR 0,16 dan hanya berbeda 0,1 dengan nilai CNR pada tegangan tabung 100 kV yaitu 0,17. Kemudian pada kuat arus 200 mA dan tegangan 120 kV didapatkan nilai CNR cenderung tinggi yaitu 3,51. Pada kuat arus 300 mA dan tegangan 120 kV didapatkan nilai CNR sebesar 3,49. Nilai tersebut menunjukkan nilai CNR yang tidak stabil jika nilai kuat arus dan tegangan tabung dinaikkan secara bersamaan.

Hasil dari penelitian oleh Nurhayati dkk (2019) secara keseluruhan memiliki kesamaan dengan hasil yang didapatkan pada penelitian ini. Nilai CNR yang didapatkan tidak stabil seiring peningkatan nilai tegangan tabung dan kuat arus. Namun, terdapat beberapa perbedaan antara kedua

penelitian tersebut yaitu waktu rotasi, jenis dan kualitas pesawat CT *Scan* yang digunakan, jenis phantom yang digunakan, posisi peletakan phantom saat melakukan *scanning*, serta teknik pengambilan gambar yang menyebabkan perbedaan hasil CNR yang terukur.

Tegangan tabung yang tinggi dapat meningkatkan energi sinar-X, yang seharusnya meningkatkan kemampuan sinar-X untuk menembus jaringan dan meningkatkan kontras citra. Namun, pada tegangan yang sangat tinggi, peningkatan energi sinar-X juga dapat meningkatkan jumlah radiasi yang tersebar, yang dapat meningkatkan *noise* dalam citra. Selain itu, variasi dalam kuat arus tabung (mA) juga mempengaruhi CNR. Peningkatan kuat arus akan meningkatkan jumlah sinar-X yang dihasilkan yang dapat mengurangi *noise* dan meningkatkan nilai CNR. Namun, kombinasi tegangan tabung yang sangat tinggi dengan kuat arus yang tinggi juga meningkatkan dosis radiasi yang diterima oleh pasien.

Hasil penelitian ini juga diperkuat oleh penelitian yang telah dilakukan oleh Herlinda (2019), variasi tegangan tabung akan mempengaruhi kualitas dan kuantitas sinar-X. Semakin tinggi nilai tegangan tabung yang diberikan, maka akan semakin meningkat energi foton sinar-X dan semakin pendek panjang gelombang yang akan dihasilkan, sehingga akan menurunkan atenuasi sinar-X.

Untuk mencapai kualitas citra yang optimal dengan nilai CNR yang tinggi dan stabil perlu adanya keseimbangan yang tepat antara tegangan tabung dan kuat arus tabung. Pengaturan ini harus disesuaikan dengan jenis pemeriksaan, ukuran pasien, dan area tubuh yang diperiksa. Penggunaan protokol yang dioptimalkan dan sistem kontrol eksposur otomatis (*Automatic Exposure Control* atau AEC) dapat membantu dalam menyesuaikan parameter ini secara dinamis untuk setiap pasien, sehingga menghasilkan kualitas citra yang baik dengan dosis radiasi yang minimal (Alzufri, 2023).

## KESIMPULAN DAN SARAN

Variasi faktor eksposi yaitu tegangan tabung dan kuat arus berpengaruh terhadap dosis radiasi (CTDIvol). Peningkatan tegangan tabung dapat meningkatkan energi sinar-X yang meningkatkan daya penetrasi dan jumlah radiasi yang diserap oleh jaringan tubuh sehingga meningkatkan nilai CTDIvol yang dihasilkan. Demikian pula dengan peningkatan kuat arus, yang mana meningkatkan jumlah sinar-X yang dihasilkan sehingga akan meningkatkan nilai CTDIvol. Variasi tegangan tabung 120 kV pada kuat arus 200 mA, serta tegangan tabung 100 kV dan 120 kV pada kuat arus 300 mA menghasilkan nilai

CTDI<sub>vol</sub> yang melebihi batas ambang yang ditetapkan oleh Perka BAPETEN tahun 2021 untuk pemeriksaan abdomen nonkontras, yaitu 17 mGy.

Variasi tegangan tabung dan kuat arus menghasilkan nilai *Contrast to Noise Ratio* (CNR) yang tidak stabil. Hal ini dikarenakan tegangan tabung yang tinggi akan meningkatkan energi sinar-X dan juga dapat meningkatkan jumlah radiasi yang tersebar sehingga *noise* dalam citra akan meningkat juga. Sedangkan pada peningkatan kuat arus meningkatkan jumlah sinar-X yang dihasilkan, yang mana dapat mengurangi *noise* dan meningkatkan CNR. Pada variasi tegangan tabung 80 kV, 100 kV, dan 120 kV pada variasi kuat arus 100 mA, 200 mA, dan 300 mA menghasilkan nilai CNR diatas 1. Hal ini sesuai dengan ketentuan Perka BAPETEN tentang kualitas citra.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alzufri, H. S., & Nurmiati, D. 2023. Pengaruh Parameter CT Untuk Optimasi Dosis Radiasi dan Kualitas Citra CT Scan pada Pemeriksaan Kepala dan Abdomen di RS Sentra Medika Cibinong. Prosiding Seminar Si-INTAN, 3(1), 17-22.
- BAPETEN. 2021. Penetapan Nilai Tingkat Panduan Diagnostik Indonesia untuk Modalitas Sinar-X CT Scan dan Radiografi Umum.
- Harmayeni., Milvita, D., & Sandy, K. Y. P. 2019. Analisis Nilai CTDI di Udara dengan Variasi Faktor Eksposi dan Tebal Slice pada Pesawat CT-Scan Merek GE Optima 660. Jurnal Fisika Unand, 8(1), 52-56.
- Herlinda, S., Fitriyani, D., Marzuki. 2019. Analisis Pengaruh Kuat Arus dan Tegangan Terhadap Kualitas Citra Computed Tomography (CT) Scan Siemens Perspective di RSUP Dr. M. Djamil Padang. Positron, 9(1), 39-43.
- Huruoby, P. S., Diartama, A., Sukadana, I. K. 2023. Analisis Nilai CTDI<sub>vol</sub> Dan DLP Pada Pemeriksaan CT Scan Brain Non Kontras Dewasa Untuk Periode Januari – Desember 2022 di Instalasi Radiologi RS X Jakarta Pusat. Jurnal Rumpun Ilmu Kesehatan, 3(1), 280-293.
- Nurhayati, A. Y., Nariswari, N. N., Rahayuningsih, B., & Hariadi, Y. C. 2019. Analisis Variasi Faktor Eksposi dan Ketebalan Irisan Terhadap CTDI dan Kualitas Citra Pada Computed Tomography Scan. Berkala Sainstek, 7(1), 7-12.
- Pratomo, A. H., Kaswidjanti, W., Mu'arifah, S. 2020. Implementasi Algoritma Region of Interest (ROI) untuk Meningkatkan Performa Algoritma Deteksi dan Klasifikasi Kendaraan. Jurnal Teknik Informasi dan Ilmu Komputer, 7(1), 155-162.
- Riyanto, S., Budi, W. S., & Anam, C. 2019. Pengaruh Arus Tabung Terhadap Noise dan Kualitas Citra pada Pesawat CT Scan. Berkala Fisika, 22(3), 105-109.
- Rozanah., Budi, W. S., Arifin, Z. 2015. Perbandingan Kualitas Citra CT Scan pada Protokol Dosis Tinggi dan Dosis Rendah untuk Pemeriksaan Kepala Pasien Dewasa dan Anak. Youngster Physics Journal, 4(1), 117-126.
- Siregar, E. S. B., Sutapa, G. N., Sudarsana, I. W. B. 2020. Analisis Dosis Radiasi Pasien pada Pemeriksaan CT Scan Menggunakan Aplikasi Si-INTAN. Buletin Fisika. 21(2), 53-59.
- Sukanta, I. G. E., Pratista, M. S., Wirajaya, I. W. A., & Diarthama, A. A. A. 2022. Analisa Perubahan Kv Terhadap Kualitas Citra Dan CTDI. JRI (Jurnal Radiografer Indonesia), 5(1), 36-41.
- Yusnida, A. M., & Suryono, S. 2014. Uji Image Uniformity Perangkat Computed Radiography dengan Metode Pengolahan Citra Digital. Youngster Physics Journal, 3(4), 251-256.