

Analisis Variasi *Slice Thickness*, Arus dan Tegangan Tabung Terhadap Kualitas Citra CT Scan *Multislice* di Rumah Sakit Islam Yogyakarta PDHI

S Indrawati^{1,3}, A R Mas'uul² dan N Handayani¹

¹Program Studi Fisika Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta, Jl. Laksda Adisucipto, Yogyakarta

²Instalasi Radiologi Rumah Sakit Islam Yogyakarta PDHI, Jl. Jogja-Solo Km.12,5

³E-mail: silviana172022@gmail.com

Abstrak. Penelitian ini berfokus pada penentuan kualitas citra CT Scan yang baik sehingga bermanfaat untuk proses diagnosa kondisi pasien. Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan menggunakan *water phantom* SIEMENS untuk protokol pemeriksaan kepala dengan memvariasikan besarnya *slice thickness*, arus, dan tegangan tabung. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh *slice thickness*, arus dan tegangan tabung terhadap kualitas citra CT Scan. Adapun variasi *slice thickness* yang digunakan yaitu 2, 4, 6, dan 8 mm. Variasi arus tabung yang dilakukan sebesar 60, 80, dan 120 mAs, sedangkan besarnya variasi tegangan yang digunakan yaitu 80, 110, dan 130 kV. Proses analisis kualitas citra CT Scan dilakukan menggunakan metode *Signal to Noise Ratio* (SNR) dan *Volume Computed Tomography Dose Index* (CTDIvol). Hasil dari penelitian ini adalah semakin besar *slice thickness*, arus dan tegangan yang digunakan akan mendapatkan nilai SNR yang semakin meningkat. Selain itu, peningkatan arus dan tegangan tabung akan meningkatkan jumlah radiasi (CTDIvol) pada detektor dan pasien. Peningkatan nilai SNR dan CTDIvol akan menyebabkan berkurangnya nilai artefak dan *noise* pada citra, hal ini mengakibatkan kualitas citra CT Scan semakin baik serta kontras antar organ akan terlihat jelas. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa nilai SNR dan CTDIvol masing-masing dalam kategori baik dan aman digunakan untuk pemeriksaan pasien.

Kata kunci: *Slice Thickness, Arus Tabung, Tegangan Tabung*

Abstract. This research focuses on determining good CT scan image quality so that it is useful for diagnosing the patient's condition. Data collection in this study was carried out using a SIEMENS water phantom for the head examination protocol by varying the slice thickness, current, and tube voltage. This study aims to analyze the influence of slice thickness, tube current, and voltage on CT scan image quality. The variations in slice thickness used are 2, 4, 6, and 8 mm. The tube current variations used were 60, 80, and 120 mAs, while the voltage variations used were 80, 110, and 130 kV. The CT scan image quality analysis process is carried out using the Signal to Noise Ratio (SNR) and Volume Computed Tomography Dose Index (CTDIvol) methods. The result of this research is that the greater the slice thickness, the current and voltage used will increase the SNR value. Additionally, increasing tube current and voltage will increase the amount of radiation (CTDIvol) at the detector and patient. Increasing the SNR and CTDIvol values will reduce the value of artifacts and noise in the image, this will result in better CT scan image quality and the contrast between organs will be clearly visible. From the research results it can be concluded that the SNR and CTDIvol values are each in the good category and are safe to use for patient examinations.

Keywords: *Slice Thickness, Tube Current, Tube Voltage*

1. Pendahuluan

Bidang radiologi tomografi berkembang pesat setelah penemuan sinar-X oleh Wilhem Conrad Roentgen pada tahun 1895. Sinar-X adalah suatu radiasi yang mampu menembus dan memvisualisasikan bagian dalam suatu objek tanpa menyebabkan kerusakan fisik pada objek yang diperiksa [1]. Enam dekade setelah penemuan sinar-X dan mesin sinar-X tepatnya pada tahun 1971, Godfrey Hounsfield mengembangkan alat pencitraan baru yaitu *Computed Tomography Scan* (CT Scan). Berbeda dari mesin sinar-X yang menghasilkan gambaran tubuh dalam bentuk dua dimensi, CT Scan mampu menghasilkan gambaran tubuh dalam bentuk tiga dimensi [2]. Konsep dasar dari CT Scan yaitu mengambil serangkaian sinar-X pada berbagai sudut, sehingga mampu menghasilkan gambaran bagian dalam objek. CT Scan beroperasi menggunakan sinar-X dan teknologi komputer untuk menghasilkan citra tubuh, seperti organ, tulang dan jaringan tubuh secara tiga dimensi dalam bentuk irisan (*slice*). Setiap *slice* yang dihasilkan merupakan gambaran menyeluruh tentang kondisi anatomi pasien. Kelebihan CT Scan yaitu mampu memberikan gambaran yang lebih realistik serta informatif sehingga dapat membantu tenaga medis dan dokter untuk menganalisis penyakit secara akurat [3].

Modalitas CT Scan sangat membantu proses diagnosis penyakit dan abnormalitas jaringan dalam tubuh manusia. Citra CT Scan harus memiliki kualitas yang optimal agar anatomi dan organ dalam tubuh dapat terlihat jelas, sehingga memudahkan proses diagnosis yang dilakukan oleh dokter. Kualitas citra CT Scan dipengaruhi oleh beberapa parameter yaitu *slice thickness*, arus dan tegangan tabung serta waktu rotasi [4]. Pada pemeriksaan CT Scan apabila penggunaan variasi *slice thickness*, besar arus dan tegangan tabung yang digunakan untuk pemeriksaan pasien tidak sesuai, maka citra yang diperoleh menjadi tidak tepat. Hal ini dikarenakan jika penggunaan *slice thickness*, arus, dan tegangan maka intensitas sinar-X yang dihasilkan terlalu tinggi menyebabkan radiasi yang dipancarkan berlebihan sehingga hasil citra pada film sinar-X tidak ada kontras. Sebaliknya citra tidak dapat terbaca sama sekali apabila intensitas sinar-X yang dipancarkan terlalu rendah untuk menembus objek sehingga tidak dapat ditangkap oleh film sinar-X [5].

Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh [4] tentang analisis faktor eksposi dan ketebalan irisan terhadap CTDI dan kualitas citra pada *Computed Tomography Scan*. Penelitian ini membahas mengenai efek variasi parameter *scan* yaitu faktor eksposi (tegangan tabung, arus-waktu rotasi) dan ketebalan irisan terhadap CTDI (*Computed Tomography Dose Index*) dan kualitas citra pada CT Scan Philips dan *phantom* philips Brilliance 16 series. Hasil penelitian ini didapatkan bahwa faktor eksposi mempunyai pengaruh yang lebih besar pada nilai CTDIvol dibandingkan dengan ketebalan irisan yang tidak berpengaruh pada nilai CTDIvol. Pada variasi arus-waktu rotasi tidak selalu menyebabkan kenaikan nilai CNR yang dihasilkan, sedangkan pada variasi tegangan tabung dan ketebalan irisan yang semakin besar, maka nilai CNR yang dihasilkan juga semakin besar. Berikutnya penelitian yang dilakukan oleh [6] tentang pengaruh *slice thickness* terhadap *Signal to Noise Ratio* (SNR) dari hasil penyinaran CT Scan di RSUP Prof. Dr. I.G.N.G Ngoerah. Penelitian ini menggunakan CT Scan Canon Aquilion dan *phantom* Toshiba Aquilion Asteion. Hasil penelitian ini diperoleh bahwa variasi *slice thickness* berpengaruh pada nilai SNR, dimana semakin besar *slice thickness* maka nilai SNR semakin meningkat dan kualitas citra semakin baik.

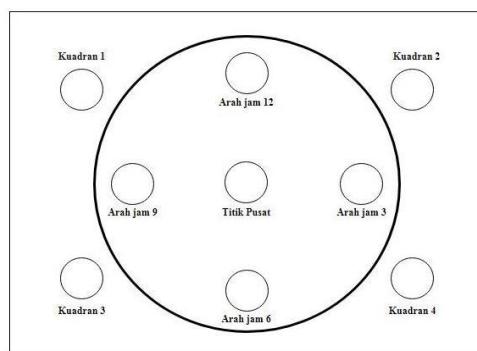
Berdasarkan beberapa penelitian yang relevan tersebut, pada penelitian ini akan menganalisis pengaruh beberapa parameter *scan* yaitu *slice thickness*, arus dan tegangan tabung terhadap kualitas citra CT Scan. Pengambilan data akan dilakukan untuk protokol pemeriksaan kepala dengan memvariasikan besarnya *slice thickness*, arus dan tegangan tabung pada *water phantom* SIEMENS. Data yang diperoleh akan diolah menggunakan beberapa metode diantaranya SNR, dan CTDIvol. Melalui penelitian ini diharapkan dapat menentukan optimasi parameter *scan* untuk kualitas citra CT Scan dengan tingkat kontras serta ketajaman citra yang lebih baik, namun meminimalisir dosis radiasi yang diterima oleh pasien.

2. Metode

Penelitian dilakukan di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Islam Yogyakarta PDHI. Penelitian ini menggunakan alat CT Scan merk SIEMENS Somatom go.Now 32 slices, *water phantom* SIEMENS sebagai objek pemodelan dari tubuh manusia, komputer untuk menampilkan hasil citra CT Scan dalam bentuk digital, serta *software* bawaan yaitu SIEMENS Healthineers untuk merekonstruksi citra.

Pengambilan data pada penelitian ini dimulai dengan memasang *water phantom* pada meja pemeriksaan dengan bantuan *phantom holder*. Posisi peletakan *water phantom* pada bagian *gantry* CT Scan dipandu menggunakan sinar laser penanda agar berada pada posisi yang tepat. Faktor eksposi akan dilakukan untuk dua variasi, yaitu variasi tegangan dengan arus konstan dan variasi arus tabung dengan tegangan konstan. Variasi tegangan yang digunakan adalah 80, 110, dan 130 kV dengan arus tabung konstan yaitu 80 mAs. Variasi arus tabung yang digunakan yaitu 60, 80, dan 120 mAs dengan tegangan konstan yakni 110 kV. *Slice thickness* yang digunakan bervariasi yaitu 2, 4, 6, dan 8 mm untuk kedua variasi faktor eksposi. Selanjutnya dilakukan *scanning* pada *water phantom* untuk masing-masing besar *slice thickness* dengan kedua variasi faktor eksposi tersebut.

Data hasil *scanning* akan dikirim ke komputer untuk diolah dan direkonstruksi. Pengolahan data untuk menentukan nilai SNR dilakukan dengan menempatkan ROI (*Region of Interest*) seragam pada 5 titik bagian *water phantom* dan 4 ROI seragam pada bagian luar (kuadran), seperti yang terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Posisi penempatan ROI untuk perhitungan SNR

Kemudian dihitung nilai rata-rata untuk *mean* objek dan standar deviasi *background* dari masing-masing citra. Setelah mendapatkan nilai rata-rata dari keduanya, dilakukan perhitungan nilai SNR menggunakan persamaan (1) [7]. Selain itu, dilakukan perhitungan CTDIvol menggunakan persamaan (2) [8] untuk mengetahui pengaruh tegangan tabung terhadap kualitas citra CT Scan. Nilai CTDIvol yang didapatkan akan dibandingkan dengan nilai standar yang telah ditetapkan pada Perka BAPETEN Nomor 1211/K/V/2021, batas CTDIvol untuk protokol pemeriksaan kepala sebesar 60 mGy [9].

$$SNR = \frac{\mu}{\sigma} \quad (1)$$

dengan

μ = nilai mean objek (HU)

σ = nilai standar deviasi *background* (HU).

$$CTDI_{vol} = CTDI_w \frac{NT}{1} = \frac{CTDI_w}{Pitch} \quad (2)$$

CTDIvol adalah ukuran dosis rata-rata yang diserap oleh *phantom* pada keluaran *scanning* tertentu. *Pitch* adalah perbandingan besar pergerakan meja untuk satu kali *gantry* 360° dengan lebar berkas terkolidasi NT [8].

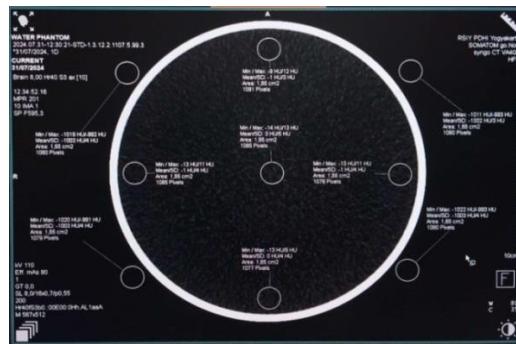
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengaruh Variasi Slice Thickness Terhadap Kualitas Citra CT Scan

Pengaruh variasi slice thickness pada citra dapat dihitung dengan menghitung nilai SNR. Diawali dengan membentuk 5 ROI sebesar 1.65 cm² pada bagian *water phantom* dan 4 ROI sebesar 1.65 cm² pada bagian kuadran. Berikut pengukuran SNR untuk variasi tegangan dan arus tabung.

3.1.1 Variasi Tegangan (Arus Konstan)

Tegangan yang digunakan pada pengujian ini adalah 80, 110, dan 130 kV dengan arus konstan yaitu 80 mAs. Citra yang diperoleh pada variasi tegangan ditunjukkan pada Gambar 2. Nilai SNR dihitung menggunakan persamaan (1), dan hasil SNR yang diperoleh untuk setiap *slice thickness* pada variasi tegangan ditunjukkan pada Tabel 1.

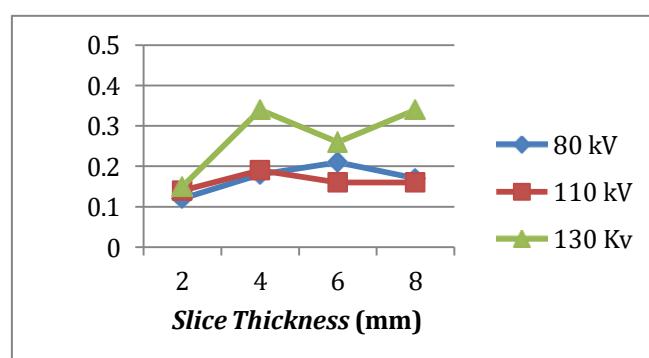


Gambar 2. Citra CT Scan pada variasi tegangan

Tabel 1. Nilai SNR pada variasi *slice thickness* dan tegangan pada arus konstan

<i>Slice thickness</i> (mm)	Tegangan (kV)	μ (HU)	σ_b (HU)	SNR
2	80	-1.2	9.5	0.12
	110	-0.8	5.5	0.14
	130	-1.6	10.25	0.15
4	80	-1.6	8.75	0.18
	110	-1	5.25	0.19
	130	-2.4	7	0.34
6	80	-1.4	6.5	0.21
	110	-0.8	5	0.16
	130	-2	7.5	0.26
8	80	-1.4	8	0.17
	110	-0.6	3.75	0.16
	130	-2	5.75	0.34

Berdasarkan Tabel 1, nilai SNR yang diperoleh bervariasi untuk setiap variasi *slice thickness* dan tegangan yang digunakan. Nilai SNR terbaik untuk tegangan 80 kV terletak pada *slice thickness* 6 mm sebesar 0.21, dan untuk variasi tegangan 110 kV nilai SNR yang baik diperoleh pada *slice thickness* 4 mm yaitu 0.19. Selain itu, pada variasi tegangan 130 kV nilai SNR terbaik didapatkan di *slice thickness* 8 mm yang menghasilkan nilai 0.34. Berikut grafik nilai SNR untuk variasi *slice thickness* dan tegangan tabung (kV) yang terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik nilai SNR pada variasi tegangan

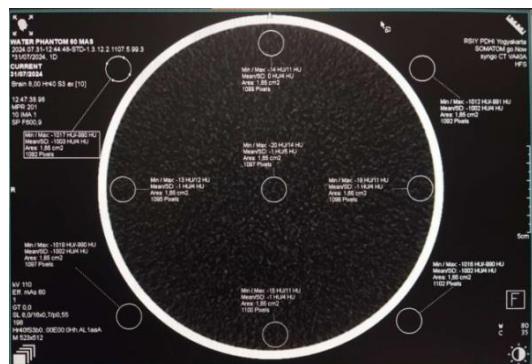
Gambar 3 menunjukkan bahwa kenaikan SNR bergantung pada tegangan dan *slice thickness* yang relatif lebih besar. Hal ini disebabkan peningkatan tegangan tabung berpengaruh terhadap dosis, *noise*, dan kualitas citra CT Scan. Tegangan tabung yang semakin meningkat akan menghasilkan foton sinar-X dengan energi yang lebih besar, yang mengakibatkan dosis radiasi yang diterima pasien akan meningkat dan *noise* pada citra akan menurun sehingga detail objek akan terlihat jelas [10]. Selain tegangan, besarnya *slice thickness* juga berpengaruh terhadap nilai SNR. Semakin tebal *slice thickness* objek, maka *noise level* pada citra yang akan berkurang [11], karena pada *slice thickness* yang tebal memiliki energi rata-rata yang lebih besar untuk menembus objek, dibandingkan dengan *slice thickness* yang tipis [12]. Pada *slice thickness* yang tebal akan menimbulkan artefak (gangguan pada tampilan citra CT Scan), sebaliknya jika *slice thickness* semakin tipis maka akan menghasilkan detail citra yang tinggi, namun citra yang dihasilkan juga akan memiliki *noise* yang tinggi [13].

Tegangan dan *slice thickness* saling berhubungan dengan kualitas citra CT Scan. Salah satu cara untuk meminimalkan timbulnya artefak pada penggunaan *slice thickness* yang besar adalah dengan menaikkan tegangan tabung (kV), akibatnya energi sinar-X yang dipancarkan semakin tinggi. Foton-foton sinar-X dengan energi yang lebih tinggi ini akan lebih mudah menembus objek dan terdeteksi oleh detektor, sehingga menghasilkan citra dengan lebih sedikit artefak dari efek berkas [14].

Penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan tebal *slice thickness* berbanding lurus dengan peningkatan pada nilai SNR. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh [6] bahwa variasi *slice thickness* berpengaruh secara signifikan pada peningkatan SNR yang diperoleh. *Slice thickness* yang meningkat akan menyebabkan nilai SNR yang diperoleh akan semakin besar, hal ini akan mempengaruhi kualitas citra CT Scan.

3.1.2 Variasi Arus (Tegangan Konstan)

Arus yang digunakan pada pengujian ini yaitu sebesar 60, 80, dan 120 mA dengan tegangan konstan yakni 110 kV. Citra yang diperoleh pada variasi arus ditunjukkan pada Gambar 4. Besarnya nilai SNR dihitung menggunakan persamaan (1), dan hasil SNR yang diperoleh untuk setiap slice thickness pada variasi arus dapat dilihat pada Tabel 2.

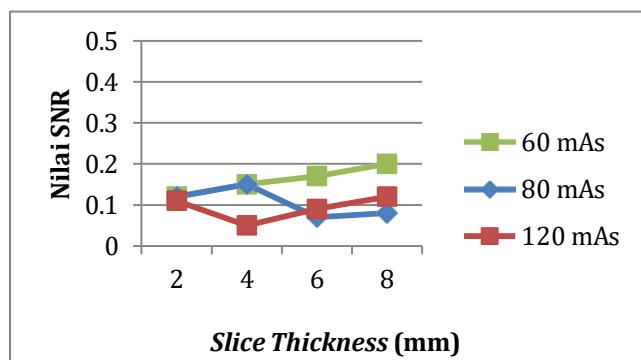


Gambar 4. Citra CT Scan pada variasi arus tabung

Tabel 2. Nilai SNR pada variasi *slice thickness* dan arus pada tegangan konstan 110 kV

<i>Slice thickness</i> (mm)	Arus (mAs)	μ (HU)	σ_b (HU)	SNR
2	60	-1	8.25	0.12
	80	-1.2	10	0.12
	120	-0.8	7	0.11
	4	60	-1	0.15
		80	-1	0.15
		120	-0.8	0.05

Berdasarkan Tabel 2, nilai SNR yang diperoleh bervariasi untuk setiap variasi *slice thickness* dan arus tabung yang dilakukan. Pada variasi arus tabung 60 mAs memperoleh nilai SNR terbaik pada *slice thickness* 8 mm sebesar 0.2. Untuk variasi arus tabung 80 mAs nilai SNR terbaik didapatkan pada *slice thickness* 4 mm yaitu 0.15, sedangkan pada variasi arus tabung 120 mAs nilai SNR terbaik terletak pada *slice thickness* 8 mm sebesar 0.12. Grafik nilai SNR pada variasi arus ditunjukkan pada Gambar 5 berikut ini.

**Gambar 5.** Grafik nilai SNR pada variasi arus

Gambar 5 menunjukkan bahwa kenaikan nilai SNR bergantung pada peningkatan variasi arus dan *slice thickness* yang digunakan. Selain itu, pada variasi arus 60 mAs terjadi peningkatan SNR secara konstan seiring peningkatan *slice thickness*. Hal ini disebabkan oleh semakin tebalnya *slice thickness* maka nilai *noise* yang diperoleh pada citra akan berkurang, tetapi detail citra yang diperoleh akan menurun [10]. Sebaliknya, semakin tipis *slice thickness*, maka akan semakin baik detail citra yang diperoleh, serta akurasi dan klasifikasi yang ditampilkan juga tinggi, namun dengan *slice thickness* yang semakin tipis akan menghasilkan *noise* yang tinggi pada citra [15]. Oleh karena itu, pemilihan *slice thickness* harus diperhatikan sesuai dengan kebutuhan klinis yang diperlukan. Ketika diperlukan pemeriksaan menggunakan *slice thickness* yang tipis, salah satu cara untuk mengurangi nilai *noise* adalah dengan menaikkan arus tabung.

Kenaikan arus tabung akan meningkatkan jumlah elektron yang dipancarkan, sehingga intensitas radiasi yang mencapai detektor akan bertambah. Hal ini akan meningkatkan nilai SNR dan mengurangi *noise* pada citra, akibatnya kualitas citra CT Scan yang dihasilkan semakin baik [16]. Sebaliknya jika arus tabung (mAs) dikurangkan, maka akan terjadi peningkatan nilai *noise* pada citra. Salah satu parameter kualitas citra adalah nilai *noise*. Kualitas citra CT Scan yang baik adalah citra yang memiliki sedikit *noise*.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *slice thickness* yang semakin besar akan mempengaruhi nilai *noise* pada citra CT Scan, selain itu peningkatan arus tabung akan mempengaruhi *noise* yang dihasilkan. Semakin besar kenaikan arus tabung maka akan terjadi penurunan nilai *noise*. Hasil ini didukung oleh penelitian yang telah dilakukan [5], bahwasannya kenaikan arus tabung berbanding

terbalik dengan *noise* diperoleh, dimana ketika arus tabung dinaikkan maka akan terjadi penurunan nilai *noise*. Hal ini terjadi karena semakin besar arus tabung yang diberikan maka jumlah foton yang diproduksi akan lebih banyak, sehingga terjadi peningkatan jumlah foton yang diterima oleh detektor.

3.2 Pengaruh Arus Tabung Terhadap Kualitas Citra CT Scan

Arus tabung berpengaruh terhadap kualitas citra CT Scan, dimana arus akan mempengaruhi dosis radiasi (CTDI_{vol}) yang diterima oleh pasien. Variasi arus tabung yang digunakan yaitu 60, 80, dan 120 mAs dengan *slice thickness* tetap 2 mm serta tegangan konstan sebesar 110 kV. Nilai CTDI_{vol} untuk variasi arus tabung ditunjukkan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Nilai CTDI_{vol} pada variasi arus dengan tegangan tetap

<i>Slice thickness</i> (mm)	Arus (mAs)	CTDI _{vol} (mGy)
2	60	10.1
	80	13.5
	120	20.5

Berdasarkan Tabel 3, didapatkan hasil bahwa nilai CTDI_{vol} meningkat seiring dengan peningkatan arus tabung. Nilai CTDI_{vol} tertinggi berada pada arus 120 mAs yaitu sebesar 20.5 mGy, sedangkan nilai CTDI_{vol} terendah terdapat pada arus 60 mAs yakni 10.1 mGy. Hasil ini menunjukkan bahwa nilai CTDI_{vol} masih berada di bawah batas ambang yang ditetapkan pada Perka BAPETEN Nomor 1211/K/V/2021 Tahun 2021, yaitu sebesar 60 mGy untuk pemeriksaan kepala.

Secara keseluruhan hasil penelitian ini peningkatan arus tabung (mA) berbanding lurus dengan peningkatan dosis radiasi (nilai CTDI_{vol}). Hal ini disebabkan arus tabung yang lebih tinggi memicu emisi elektron yang lebih banyak dari katoda menuju anoda, sehingga menghasilkan lebih banyak foton sinar-X. Akibatnya, pasien maupun detektor akan terpapar radiasi dalam jumlah yang lebih besar [17]. Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh [4] yang menunjukkan bahwa seiring peningkatan arus tabung, maka akan menghasilkan nilai CTDI_{vol} yang semakin besar. Pada penelitian tersebut, hasil CTDI_{vol} yang didapatkan untuk variasi tegangan tetap 120 kV dan kuat arus 100 mA sebesar 12.9 mGy, sedangkan pada tegangan tetap 120 kV dan kuat arus 300 mA diperoleh hasil CTDI_{vol} yakni 18.7 mGy.

3.3 Pengaruh Tegangan Tabung Terhadap Kualitas Citra CT Scan

Tegangan tabung memiliki pengaruh pada kualitas citra, yang dapat dihitung menggunakan besarnya CTDI_{vol} yang dihasilkan. Variasi tegangan yang dilakukan adalah 80, 110, dan 130 kV dengan *slice thickness* tetap 2 mm serta arus konstan 80 mAs. Berikut CTDI_{vol} untuk variasi tegangan tabung yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai CTDI_{vol} pada variasi tegangan tabung

<i>Slice Thickness</i> (mm)	Tegangan (kV)	CTDI _{vol} (mGy)
2	80	5.61
	110	13.5
	130	28.9

Berdasarkan Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai CTDI_{vol} berbanding lurus dengan peningkatan tegangan tabung. Nilai CTDI_{vol} terendah berada pada tegangan 80 kV sebesar 5.61 mGy, dan CTDI_{vol} terendah terdapat pada tegangan 130 kV yaitu sebesar 28.9 mGy. Hasil CTDI_{vol} pada pengujian ini tidak melebihi batas standar yang ditetapkan oleh BAPETEN yaitu sebesar 60 mGy untuk protokol pemeriksaan kepala.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa selain peningkatan arus, tegangan tabung juga berpengaruh terhadap kualitas citra CT Scan. Meningkatnya tegangan tabung akan menghasilkan energi sinar-X yang semakin tinggi untuk dipancarkan. Sinar-X dengan energi

yang tinggi memiliki daya penetrasi yang kuat, sehingga mampu menembus jaringan tubuh lebih dalam. Hal ini membuat lebih banyak jaringan yang terpapar oleh radiasi sinar-X, akibatnya pasien menerima dosis radiasi yang lebih besar [17]. Penggunaan tegangan tabung yang besar dapat menghasilkan kualitas citra yang baik, namun dapat beresiko terhadap kesehatan pasien.

Untuk itu pemilihan tegangan tabung harus sesuai prinsip ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*), sehingga memperoleh hasil citra yang terbaik dengan dosis yang minimum dan waktu yang sesingkat-singkatnya [18]. Hal ini akan menurunkan resiko dari efek negatif sinar-X yang diterima pasien, seperti kerusakan sel DNA, risiko kanker serta penurunan fungsi organ tertentu dalam jangka panjang [19].

4. Simpulan

Variasi *Slice thickness* berpengaruh terhadap kualitas citra CT Scan. Peningkatan *slice thickness* akan meningkatkan nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR), dikarenakan ketika *slice thickness* semakin meningkat akan menyebabkan nilai *noise* berkurang. Selain *slice thickness*, nilai SNR juga dipengaruhi oleh variasi tegangan dan arus tabung. Peningkatan arus tabung akan menghasilkan intensitas sinar-X yang lebih besar, sehingga sinar-X yang ditangkap oleh detektor juga semakin besar. Sama halnya dengan meningkatkan tegangan tabung menyebabkan energi sinar-X yang dipancarkan akan semakin besar, dan radiasi sinar-X yang diserap oleh detektor semakin banyak. Hal ini mengakibatkan terjadinya penurunan noise pada citra sehingga nilai SNR akan meningkat.

Variasi arus dan tegangan tabung berpengaruh terhadap dosis radiasi. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan dosis radiasi (CTDIvol) berbanding lurus baik dengan peningkatan arus tabung ataupun tegangan tabung. Peningkatan dosis radiasi yang diperoleh pada penelitian ini masih berada di bawah batas ambang yang ditetapkan pada Perka BAPETEN Nomor 1211/K/V/2021 Tahun 2021 sebesar 60 mGy untuk protokol kepala. Hal ini menunjukkan bahwa tidak terjadi penyimpangan pada CT Scan di Rumah Sakit Islam Yogyakarta PDHI, sehingga aman untuk digunakan untuk pemeriksaan kepada pasien.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Rumah Sakit Islam Yogyakarta PDHI yang telah memfasilitasi tempat pengambilan data untuk penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta atas bantuan dana penelitian yang diberikan kepada penulis sesuai dengan SK No. B-4329/Un.02/L3/TL/09/2024.

Daftar Pustaka

- [1] Rachman A 2015 Aplikasi Teknik Computed Tomography (CT) Scan dalam Penelitian Porositas Tanah dan Perkembangan Akar *Jurnal Sumberdaya Lahan* **9(2)**: 85-96
- [2] Maqbool M 2017 *An Introduction to Medical Physics* (Switzerland: Springer)
- [3] Puspita M I, Utama H N, dan Felayani F 2013 Teknik Pemeriksaan *Computed Tomography Scanning* (CT-Scan) Thoraks dengan Kasus Massa Plumo di Instalasi Radiologi RSPAU Dr. Hardjolukito *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kesehatan* **4(2)**: 9-13
- [4] Nurhayati A Y, Nariswati N N, Rahayuningsih B, dan hariasi Y C 2019 Analisis Faktor Eksposi dan Ketebalan Irisan Terhadap CTDI dan Kualitas Citra Pada Computed Tomography Scan *BERKALA SAINTEK* **7(1)**: 7-12
- [5] Riyanto S, Budi, W S, dan Anam C 2019 Pengaruh Arus Tabung Terhadap Noise Dan Kontras Citra Pada Pesawat CT Scan *Berkala Fisika* **22(3)**:105-109
- [6] Kusumaningsih L P R, Suryatika I B M, Trisnawati N L P, dan Irhas R 2023 Pengaruh *Slice Thickness* terhadap *Signal to Noise Ratio* (SNR) dari Hasil Penyinaran CT Scan di RSUP Prof. Dr. I.G.N.G Ngoerah *Kappa Journal* **7(2)**: 326-330
- [7] Sookpeng S, Martin C J, dan Butdee C 2019 The Investigation of Dose and Image

- Quality of Chest Computed Tomography Using Different Combinations of Noise Index and Adaptive Statistic Iterative Reconstruction Level *Indian Journal of Radiology and Imaging* **29(1)**: 53-60
- [8] Bushberg J T, Seibert J A, Leidholdt E M, dan Boone J M 2012 *The Essential Physics of Medical Imaging, Third Edition* (Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins)
- [9] BAPETEN 2021 *Keputusan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor: 1211/K/V/2021 Tentang Penetapan Nilai Tingkat Panduan Diagnostic Indonesia (Indonesian Diagnostic Reference Level) Untuk Modalitas CT Scan Dan Radiografi Umum*
- [10] Listiyani I, Nismayanti A, Maskur, Kasman, Ulum M S, dan Samad S 2021 Analisis Noise Level Hasil Citra CT Scan pada Phantom Kepala dengan Variasi Tegangan Tabung dan Ketebalan Irisan *Gravitas* **20(1)**: 5-9.
- [11] Almuslimiati, Milvita D, dan Prasetyo H 2019 Analisis Nilai Noise dari Citra Pesawat CT-Scan Pada Beberapa Rekonstruksi Kernel dengan Variasi Slice Thickness *Jurnal Fisika Unand* **8(1)**: 57-63.
- [12] Lestari A A, Susanto H, dan Arifin Z 2014 Analisis Noise Level Hasil Citra CT Scan Pada Tegangan Tabung 120 kV Dan 135 kV Dengan Variasi Ketebalan Irisan (Slice Thickness) *Youngster Physics Journal* **3(3)**: 189-196.
- [13] Bontrager K L, dan Lampignano J P 2014 *Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy, Eighth Edition* (St. Louis: Elsevier)
- [14] Boas F E, dan Fleischmann D 2012 CT Artifacts : Causes and Reduction Techniques *Imaging in Medicine* **4(2)**: 229-240
- [15] Balingger P W 2003 *Merill's Atlas of Radiographic Position and Radiologic Procedures, Tenth Edition* (Missouri : Mosby)
- [16] Mustafidah T, Rulaningtyas R, Muzammil A, dan Katherine 2022 CT-Scan Image Optimization with Tube Current Variation in Some Kernel Filters Based on Signal to Noise Ratio (SNR) Value *Hellenic Journal of Radiology* **7(4)**: 2-11
- [17] Noveranty A, Purwaningsih S, dan Fendriani Y 2024 Analisis Pengaruh Variasi Faktor Eksposi Pada CT Scan Terhadap Kualitas Citra dan Dosis Radiasi Pada Pemeriksaan Abdomen *Journal Online Of Physics* **9(3)**: 53-59.
- [18] Akhadi M 2020 *Sinar-X Menjawab Masalah Kesehatan* (Yogyakarta: Deepublish)
- [19] Horuoby P S, Diartama A A A, dan Sukadana I K 2023 Analisis Nilai CTDIvol dan DLP Pada Pemeriksaan CT Sacn Brain Non Kontras Dewasa Untuk Periode Januari – Desember 2022 Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit X Jakarta Pusat *Jurnal Rumpun Ilmu Kesehatan* **3(3)**: 280-293.