



Analisis Kualitas Citra Tegangan 48 kV dan 50 kV Pesawat Sinar-X Pada Pasien Covid-19 dengan Menggunakan Software Image-J

Jumardin Jumardin^{1,*}, Hidayat DG Manarang¹, Eka Putriani Umar¹, Sitti Normawati², Supri Harmiati³

¹Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar
Jl. Sultan Alauddin No.63, Romangpolong, Kec. Somba Opu, Kabupaten Gowa, 92113, Sulawesi Selatan, Indonesia

²Program Studi Radiologi, Politeknik Muhammadiyah Makassar, Jl. DR. Ratulangi No.101, Kota Makassar, 90132, Sulawesi Selatan, Indonesia

³Instalasi Radiologi, Rumah Sakit Umum Daerah Kabupaten Majene, Jl. Poros Majene-Mamuju, Banggae, 91415, Sulawesi Barat, Indonesia

*E-mail korespondensi: jumardin.jumardin@uin-alauddin.ac.id

Article Info:

Received: 27-11-2024

Revised: 12-12-2024

Accepted: 13-12-2024

Keywords:

Covid-19;

FFT;

Histogram;

Image-J;

SNR



The process of analysing the quality of radiographic images produced by X-rays with 48 kV and 50 kV tube voltages in Covid-19 patients using ImageJ software has been carried out. The images analysed are the results of thoracic radiographic examinations using the same electric current strength in Covid-19 patients with 48 kV and 50 kV voltage variations. The image results come from converting the analogue format to digital format for further processing. The analysis method employs the FFT (Fast Fourier Transform) method and histogram analysis. Image quality was assessed based on pixel distribution, contrast and SNR (Signal to Noise Ratio) parameters. Visualisation of the distribution can be seen based on histogram analysis. In the histogram, the prominent intensity shows the pixel intensity and the peak width shows the contrast range in the image. If the histogram graph is distributed in the minimum area, the image tends to be dark and vice versa, if the histogram graph is more in the maximum area, the image tends to be bright. The results show that the 48 kV voltage has a more even distribution but has low contrast and SNR values compared to the 50 kV voltage. The results of this study provide an overview of the selection of kinetic parameters in patients and optimisation of X-ray technical parameters to obtain maximum image quality in radiographic diagnosis.

PENDAHULUAN

Global pandemi Coronavirus disease 2019 (COVID-19) merupakan suatu masa yang kelam buat masyarakat dunia. Coronavirus merupakan penyakit infeksi pernapasan akut yang dapat merenggut nyawa manusia. Penyakit ini pertama kali di temukan di kota Wuhan, provinsi Hubei, China [1]. Covid-19 penyakit menular yang disebabkan oleh virus Sars-Cov-2, penularannya dapat melalui hewan dan manusia namun lebih banyak melalui penularan manusia ke manusia. Dibandingkan dengan penyakit pernapasan lainnya, tingkat kematian kasus COVID-19 diperkirakan lebih rendah dibandingkan dengan penyakit SARS dan MERS [2]. Gejala Covid-19 dapat diindikasikan dengan memperhatikan gejala-gejala seperti sesak dada, diare, sesak napas, kelelahan, demam, batuk darah, nyeri otot, sakit tenggorokan dan kondisi dahak serta beberapa pasien mengalami penyakit ini tanpa gejala [3]. Maka dari itu, dilakukan metode diagnosis pada seseorang untuk mengkonfirmasi pasien tersebut terjangkit penyakit Covid-19.

Metodenya diperlukan pemeriksaan penunjang spesifik seperti pemeriksaan PCR (*Polymerase Chain Reaction*) [4] dan pemeriksaan radiografi toraks untuk lebih lanjut seberapa besar tingkat *severity* pasien [5], [6], [7]. Radiografi toraks menghasilkan citra digital radiografi di area dada seperti paru-paru, jantung dan tulang rusuk. Tenaga medis menggunakan teknik pencitraan menggunakan foto rontgen untuk meninjau keadaan paru-paru dan saluran pernapasan pasien [8], [9]. Selain foto Rontgen, penggunaan CT-Scan juga dapat digunakan untuk mendiagnosis penyakit Covid-19 [10]. Namun, prosedur penggunaannya lebih banyak dan administrasi yang cukup mahal. Sehingga, penggunaan metode pemindaian foto toraks merupakan teknik layanan kesehatan dengan biaya terjangkau.

Foto X-ray atau Rontgen merupakan prosedur pemindaian menggunakan pesawat sinar-X dengan hasil citra 2 dimensi. Foto Rontgen merupakan salah satu metode yang digunakan untuk teknologi diagnosis pada toraks, tangan, kaki dan organ tubuh lainnya. Dalam dunia kedokteran, pemanfaatan hasil radiografi sangat diperlukan dalam meneguhkan diagnosis pasien [11]. Pada kasus pasien Covid-19, pengidentifikasian gangguan yang terjadi pada paru-paru pasien, teknik pemeriksaan radiografi foto toraks merupakan salah satu teknik foto radiologi diagnostik [12]. Pemeriksaan radiologi toraks membantu penilaian dan prosedur penanganan penyakit Covid-19 yang memberikan gambaran yang akurat dalam memantau perkembangan penyakit serta penegakan diagnosis pada pasien yang terinfeksi Covid-19 oleh dokter [13].

Kemudahan dalam diagnosis penyakit dapat terjadi jika kualitas citra radiografi pasien dapat terlihat dengan jelas. Kualitas radiograf meliputi densitas, kontras, ketajaman, detail dan artefak [11]. Hal vital yang mempengaruhi kualitas citra adalah faktor eksposi. Faktor eksposi terdiri dari tegangan listrik (kV), arus tabung (mA) dan waktu (s). Dengan adanya pengaturan faktor eksposi, maka dapat dihasilkan kontras radiografi yang dapat menunjukkan perbedaan derajat kehitaman yang jelas antara organ dalam yang mempunyai kerapatan berbeda [14]. 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 [15]. Arus tabung (mAs) merupakan banyaknya jumlah elektron yang dihasilkan untuk menembus bahan. Semakin tinggi arus tabung yang dipakai berpengaruh terhadap peningkatan intensitas sinar-X, 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 elektron dari tabung tidak dapat dikendalikan sehingga ketajaman citra menjadi berkurang [16].

Beberapa penelitian terdahulu menggunakan metode korelasi *Grey-Level-CO-Occurance Matrix* (GLCM) untuk analisis kualitas citra Covid-19 [17]. Dalam metode GLCM memberikan gambaran hubungan spasial antara pasangan piksel yang memiliki intensitas abu-abu dalam citra. Tekstur gambar memberikan pola intensitas piksel dalam komposisi objek dalam gambar citra. Korelasi ini berupa linearitas antara tingkat keabuan dari satu piksel tertentu. Visualisasi citra apabila tekstur dengan nilai korelasi yang lebih tinggi menunjukkan hubungan tekstur yang lebih seragam sedangkan nilai yang lebih rendah menunjukkan tekstur gambar dan perubahan dan variasi intensitas piksel yang lebih cepat [18]. Sehingga, metode ini sangat berguna dalam mengekstraksi gambar seperti kontras dan homogenitas citra sinar-X.

Dalam kasus citra Covid-19 dapat diamati dengan cara memperhatikan distribusi intensitas keabuan dalam citra dan dapat diamati dengan variasi yang semakin besar. Dua variabel ini seperti komposisi *grey scale* dan kontras dapat diamati dengan mudah melalui analisis histogram yang memberikan informasi variasi yang berada pada citra dan tingkat intensitas *grey scale* pada citra. Ketika kondisi hasil pencitraan memiliki variasi yang cukup besar, dapat dilakukan filter citra dengan menggunakan analisis FFT. Analisa FFT memungkinkan untuk memberikan informasi untuk membedakan infeksi Covid-19 dimana distribusi piksel

penyakit Covid-19 dapat melebihi kondisi pasien normal dengan cara membandingkan dengan nilai rata-rata dan standar deviasi citra [19]. Kedua metode analisis ini dapat dipermudah dengan menggunakan perangkat lunak seperti Image-J atau Matlab.

Wayne Rasband dari *National Institutes of Health* (NIH) mengembangkan perangkat lunak berupa *Image-J* yang sangat berguna dalam mengidentifikasi karakteristik dari hasil citra. Keberadaan perangkat lunak ini membantu dalam bidang kesehatan dalam menentukan kualitas citra radiografi berdasarkan parameter kontras dan ketajaman gambar menggunakan salah satu fungsi dari aplikasi *Image-J* yaitu histogram [20]. Histogram merupakan salah satu fitur yang terdapat pada aplikasi *Image-J*. Citra histogram adalah sebuah grafik yang memberikan informasi atau menunjukkan frekuensi suatu intensitas warna. Sumbu horizontal pada grafik histogram menunjukkan intensitas warna yang dipakai (0-255) dan untuk sumbu vertikal menunjukkan jumlah titik yang menggunakan warna yang bersangkutan [21].

Penggunaan *software Image-J* dalam analisis digital foto toraks telah banyak digunakan dalam dunia kesehatan dan biologi [22]. Penggunaan *software* bertujuan menampilkan, menganalisis, memproses, menyimpan dan mencetak gambar. *Software* untuk mengukur jarak dan sudut serta mengkalkulasi area dan pixel. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kualitas citra foto toraks pasien Covid-19 menggunakan pesawat *Digital Radiography* (DR) pada tegangan tabung (kV) sebesar 48 kV dan 50 kV dan arus sebesar 8 mAs dengan metode analisis histogram dan FFT (*Fast Fourier Transform*) menggunakan *software Image-J*. Setelah melakukan analisis histogram, data histogram rata-rata piksel dan standar deviasi dapat dijadikan acuan untuk mengukur *Signal to Noise Ratio* (SNR). Tingkat SNR ini dapat dijadikan acuan dalam pemilihan analisis citra untuk memperbaiki melalui metode filtering.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini diperuntukkan untuk melatih pemahaman mengenai kualitas citra radiografi *Chest Posterior Anterior* (PA). Penelitian memanfaatkan data sekunder yang berasal dari instalasi Radiologi, Rumah Sakit Umum Majene, Sulawesi Barat. Metode penelitian menggunakan hasil citra dengan penggunaan variabel epoksi tegangan sebesar 48 kV dan 50 kV dengan kuat arus dalam pengaturan konstan pada pesawat sinar-X. Analisis data akan dikelompokkan berdasarkan tegangan yang digunakan pada pasien wanita Covid-19. Sehingga, penelitian ini dapat memberikan pandangan berupa pengaruh parameter tegangan terhadap kualitas citra dengan dilandasi faktor usia pasien dan pengaruh penyakit Covid-19 terhadap hasil pencitraan.

Tabel 1. Sampel dan parameter eksposi pasien Covid-19.

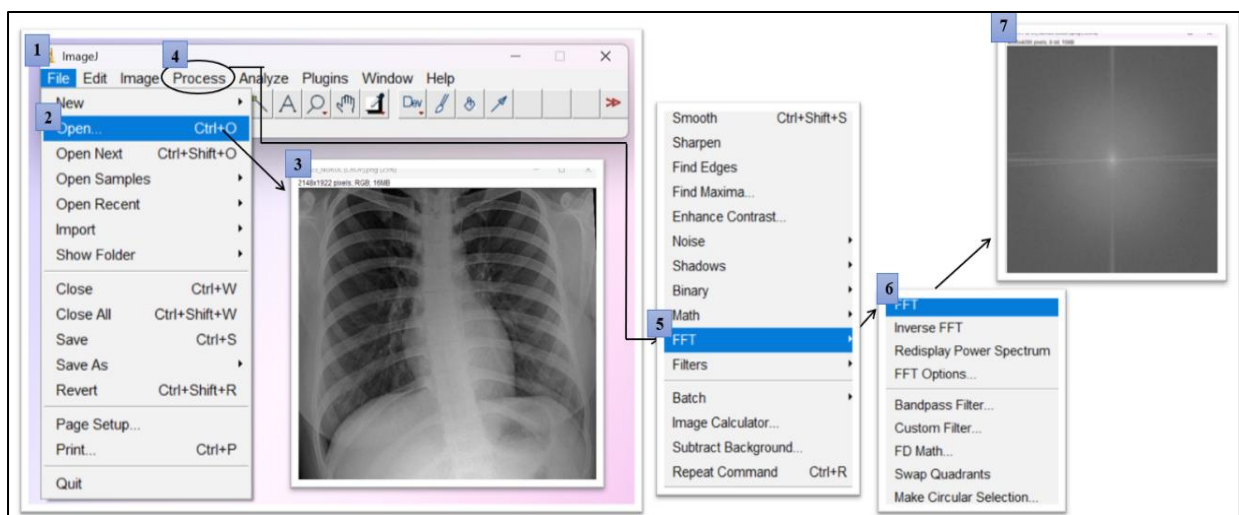
Usia Pasien (Tahun)	Parameter Eksposi	
	Tegangan Tabung (kV)	Kuat Arus Listrik (mAs)
23	48	8
32		
32		
38		
46		
26	50	8
33		
34		
44		
49		

Tahapan prosedur memperoleh citra foto radiografi pasien dengan cara menggunakan metode *Chest Posterior Anterior* pasien dengan keadaan terlentang di meja pemeriksaan. Sebelum prosedur pemindaian toraks, pasien diberikan arahan berupa pasien harus dalam keadaan

menahan nafas, agar *thorax* mengembang maksimal, sehingga struktur terlihat lebih jelas. Teknik penyinaran sinar-X dipancarkan dari belakang tubuh (punggung) menuju bagian depan (perut) yang menepel pada film sinar-X. Posisi ini memastikan citra yang dihasilkan menunjukkan tampilan paru-paru dan jantung dalam proyeksi yang mendekati bentuk asli. Kemudian, setelah sinar-X ditembakkan, citra langsung ditinjau untuk memastikan kualitas gambar dan menghindari pengulangan yang dapat meningkatkan paparan radiasi [12].

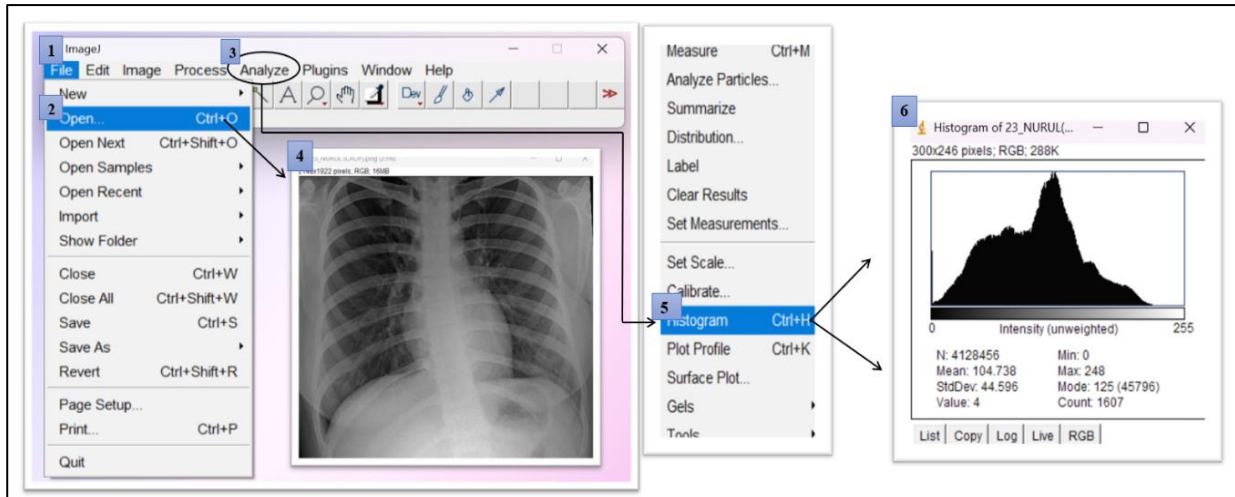
Perangkat lunak Image-J dapat menganalisis, menampilkan, mengedit, memproses dan menyimpan dan mencetak gambar dalam berbagai format seperti TIFF, GIF, JPEG, BMP, DICOM, FITS dan RAW serta digunakan dalam menganalisis citra radiografi. Fitur yang digunakan pada penelitian ini adalah FFT untuk mengelola citra menggunakan FFT (*Fast Fourier Transform*) untuk pemrosesan sinyal dan histogram untuk analisa statistik kualitas citra. *Software Image-J* dapat didapatkan dengan akses gratis di <https://wsr.imagej.net/distros/win/ij154-win-java8.zip>.

Kualitas gambar dapat dianalisis menggunakan *software Image-J* dalam metode analisis gambar FFT untuk memahami karakteristik gambar sinar-X. Pertama-tama dengan membuka aplikasi *Software Image-J*. Lalu, membuka file foto radiografi atau bisa dengan *shortcut control + O* pada *keyboard*. Kemudian, setelah foto radiografi yang telah terbuka dipilih menu *Process*. Setelah itu, memilih pilihan FFT yang kemudian memilih menu FFT untuk menampilkan citra radiografi FFT. Untuk citra dengan kontras yang rendah atau tinggi dapat digunakan metode *filtering* menyesuaikan kebutuhan dalam diagnosis pasien.



Gambar 1. Analisis FFT citra radiografi.

Histogram memudahkan dalam memahami distribusi piksel secara merata pada radiografi. Gambar 2 merupakan langkah-langkah yang digunakan dalam menentukan tingkat keabuan berdasarkan perbedaan tegangan. Langkahnya berupa dengan cara membuka *software Image-J* terlebih dahulu dan memilih menu *File* dan masukkan file citra yang akan dianalisis. Kemudian, file radiograf yang dimasukkan dianalisis dengan memilih menu *Analisis* di aplikasi. Setelah memilih menu *Analisis*, lalu pilih *Analisis Histogram*. Selanjutnya, grafik histogram akan ditampilkan pada menu histogram dengan sumbu horizontal menunjukkan intensitas warna yang digunakan (0 hingga 255) dan sumbu vertikal menunjukkan jumlah titik yang menggunakan warna tersebut. Histogram memudahkan analisis statistik dalam menentukan sebaran piksel pasien, kontras dan *noise* pada citra.



Gambar 2. Analisis histogram.

Setelah melakukan analisis histogram, data histogram rata-rata piksel dan standar deviasi dapat dijadikan acuan untuk mengukur *Signal to Noise Ratio* (SNR) dengan persamaan sebagai berikut.

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

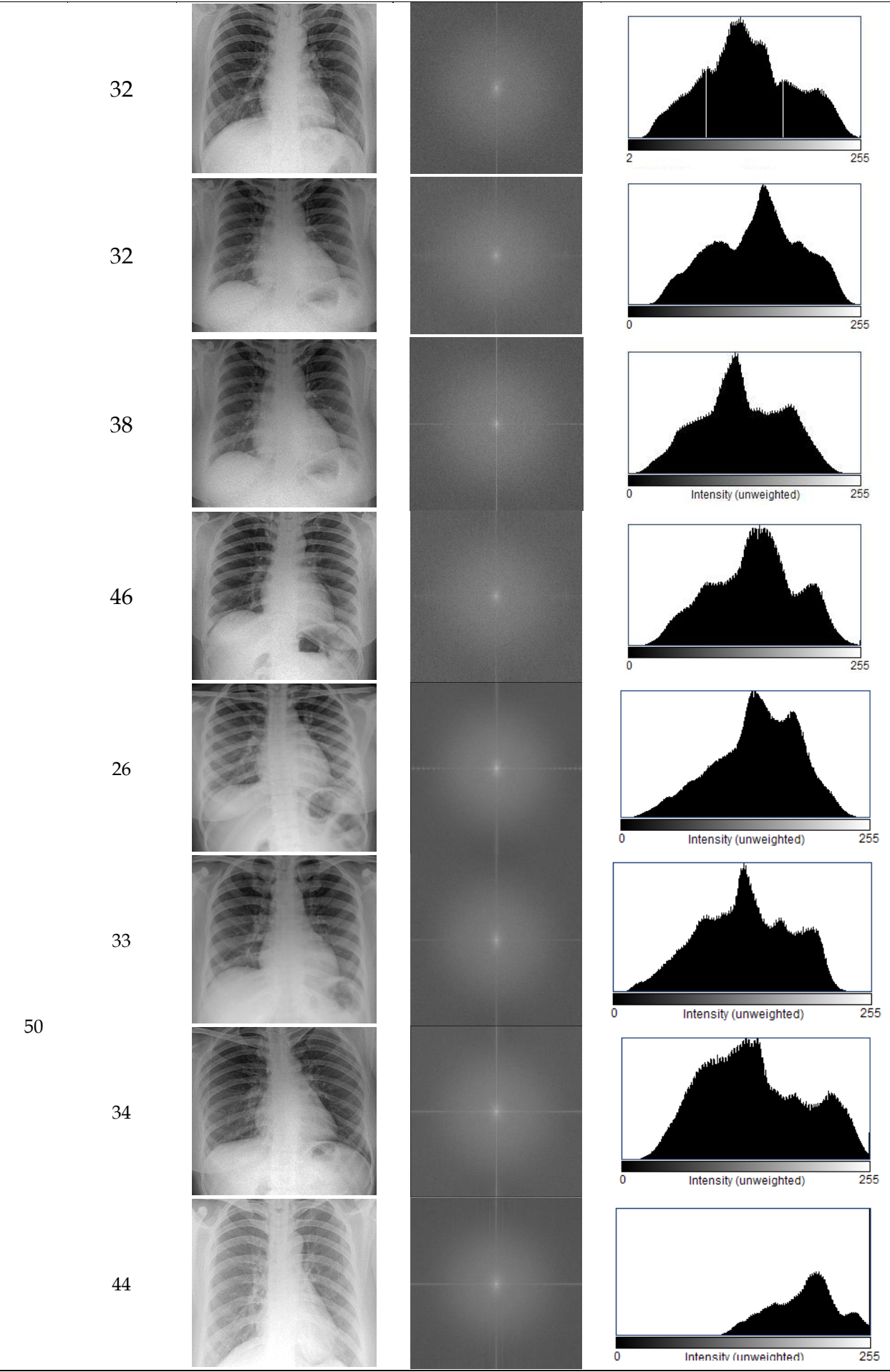
dengan μ adalah rata-rata piksel citra dan σ adalah standar deviasi dari nilai piksel citra [23].

HASIL DAN PEMBAHASAN

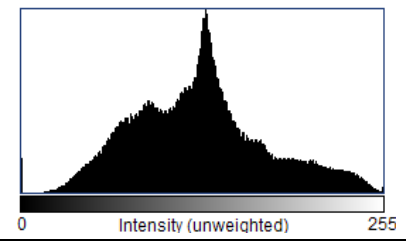
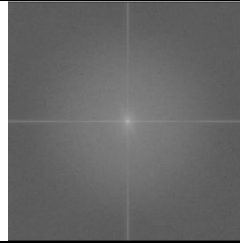
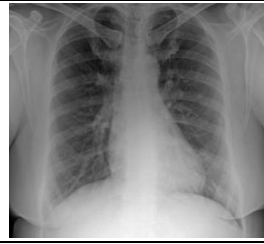
Software Image-J dapat digunakan untuk menampilkan grafik histogram intensitas warna pada hasil pencitraan radiografi. Gambar pada Tabel 2 merupakan hasil citra radiografi foto toraks Covid-19 yang dianalisa menggunakan *software Image-J*. Gambar 2 berupa gambar FFT (*Fast Fourier Transform*) dan grafik histogram. Gambar FFT digunakan untuk meningkatkan kualitas citra dengan mengaburkan atau mempertajam gambar untuk mendapatkan gambar bebas dari *noise* dengan tingkat keburaman berdasarkan kondisi *toraks* pasien [24]. Sementara itu grafik histogram mendeskripsikan sebaran intensitas sinar-X yang dihasilkan pada tegangan ketika berinteraksi dengan tubuh pasien dan memiliki pola penyerapan yang berbeda sesuai densitas kondisi tubuh pasien. Kemudian, perbedaan ini divisualisasikan dalam berupa derajat keabuan. Derajat keabuan berada pada skala 0 (hitam) hingga 255 (putih) [25], daerah hitam berada pada bagian yang memiliki densitas rendah seperti paru-paru dan daerah putih berada pada bagian densitas tinggi seperti daerah tulang dan jantung. Gambaran pada dibawah ini, gambaran toraks pasien, FFT dan pola sebaran citra toraks pasien Covid-19 menggunakan tegangan 48 kV dan 50 kV.

Tabel 2. Analisa citra radiografi menggunakan FFT dan histogram.

kV	Umur (Tahun)	Citra Radiografi Toraks	FFT	Histogram
48	23			

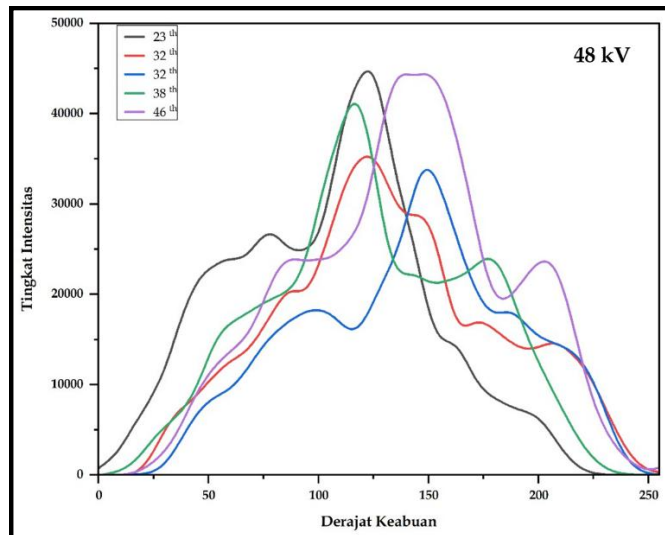


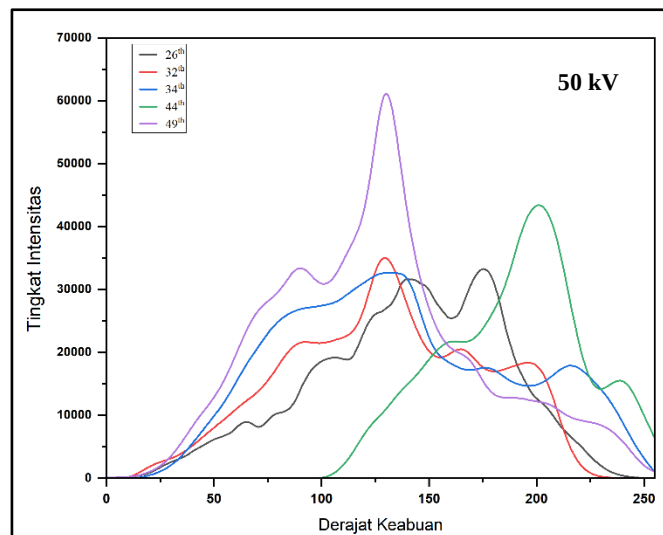
49



Hasil FFT memberikan kemudahan dalam memperbaiki kualitas citra dengan menghasilkan gambar bebas dari *noise* dengan tingkat keburaman berdasarkan kondisi pasien. FFT memberikan interpretasi gambaran seberapa baik proses pemindaian suatu sistem optik dapat mentransferkan berbagai tingkat detail dari objek yang digambar dan FFT invers memberikan hasil filter gambar menggunakan analisis FFT [24]. Selain hal itu, terdapat faktor pendukung yang harus diperhatikan untuk menghasilkan kualitas citra yaitu faktor geometri, faktor sistem perekaman bayangan, efek paralaks, karakteristik film yang digunakan dan faktor pergerakan pasien saat prosedur pencitraan dilakukan [26]. FFT memberikan pengaruh terhadap citra sinar-X. Gambar citra Tabel 2 membentuk ketajaman yang mungkin tidak terlihat pada domain spasial, sehingga mempermudah diagnosis dan penilaian kondisi pasien [19]. Sebagai contoh pada tegangan 48 kV pasien 23 tahun dan pada tegangan 30 kV pasien 49 tahun terlihat FFT yang tajam korelasi dengan hasil citra yang dapat terlihat dengan jelas. Distribusi ini juga terlihat pada kurva histogram dengan puncak-puncak intensitas yang tinggi.

Idealnya, tanpa adanya pasien, jumlah sinar-X yang mengenai sebagian detektor akan sama persis. Namun, terdapat variasi kecil dalam jumlah foton per milimeter persegi, misalnya nilai rata-rata piksel. Variasi ini memperkenalkan fluktuasi statistik ke dalam intensitas sinyal setiap piksel, yang direpresentasikan sebagai *noise* dalam gambar. Jika jumlah sinar-X yang dihasilkan per satuan area dipetakan, akan didapatkan distribusi Poisson dalam interpretasi kurva histogram dengan rata-rata dan variasi pada pemindaian citra dapat terhitung dalam pemodelan berbagai kejadian [27]. Sebagai perbandingan penggunaan tegangan 48 kV dan 50 kV dalam distribusi citra. Gambar 3 di bawah ini memberikan interpretasi kemudahan dalam perbandingan intensitas sinyal setiap piksel.





Gambar 3. Perbandingan distribusi derajat keabuan ciitra pasien Covid -19 tegangan 48 kV dan 50 kV

Berdasarkan pengamatan perbandingan distribusi Gambar 3. Pada tegangan 48 kV menunjukkan keseragaman terhadap pendistribusian derajat keabuan terhadap frekuensi distribusi. Distribusi puncak derajat keabuan berada pada 117 sampai 114 (dilihat pada Tabel 3). Kondisi pasien dengan umur yang mudah memiliki tingkat pendekatan pendistribusian di daerah ke wilayah gelap dan peningkatan usia akan bergeser ke arah tingkat pendistribusian pada wilayah putih (255). Berdasarkan intensitas *grey* tertinggi berada pada ambang distribusi piksel pertengahan berada pada pasien 23 tahun dan 32 tahun, sehingga pasien dengan usia ini penggunaan tegangan 48 kV menunjukkan citra dengan baik. Namun, pada distribusi awal pasien dengan umur 32 tahun tidak terdistribusi dengan baik karena pengukuran pikselnya tidak berada pada kondisi minimum (0).

Karakteristik pendistribusian tingkat keabuan pasien dengan tegangan tabung 50 kV menunjukkan variasi terhadap pendistribusian keabuan terhadap frekuensi distribusinya. Distribusi puncak derajat keabuan 0 sampai 225 menvisualisasikan citra toraks pasien dengan tegangan 50 kV lebih dominan terhadap nilai keabuan dan tidak menunjukkan pendistribusian piksel merata. Anomali pendistribusian terjadi pada usia 44 tahun dengan menunjukkan keadaan hasil citra toraks dengan tingkat keabuan terbesar dari penggunaan tabung 50 kV. Citra toraks pasien usia 33 tahun memiliki intensitas tertinggi pada daerah pertengahan pada *grey level*, sehingga pasien usia 33 tahun direkomendasikan dapat menggunakan tegangan 50 kV dalam pencitraan toraks. Perbandingan lainnya distribusi awal pasien dengan umur 34 intensitas piksel kondisinya dalam keadaan keabuan mendominasi pada citra disebabkan menunjukkan distribusi kehitaman dengan tingkat intensitas berada di titik (0) dan pada umur pasien 44 tidak terdistribusi secara baik karena pengukuran pikselnya menunjukkan mulai pada ukuran di titik *grey scale* 94. Sehingga, interpretasi penelitian ini memberikan pandangan bahwa umur tidak memiliki peran penting dalam penentuan kualitas citra pasien namun kondisi densitas pasien lebih memiliki kontribusi dalam menentukan parameter eksposi. Pemilihan parameter eksposi ini disesuaikan untuk pasien yang lebih muda guna tidak menghasilkan efek samping kedepannya.

Perbandingan tegangan 48 kV dan 50 kV memiliki perbedaan besar intensitas *grey scale*. Tegangan 48 kV memiliki keseragaman berada pada tingkat intensitas tertinggi sebesar dari 34,913 sampai 45,796 dibandingkan dengan tegangan 50 kV dengan rentang intensitas tertinggi 33,947 sampai 899,421 menunjukkan distribusi dengan puncak-puncak yang tinggi. Sehingga, penggunaan tegangan 50 kV menunjukkan kontras yang lebih besar dibandingkan dengan citra dengan menggunakan tegangan 48 kV. Namun, pada tegangan 50 kV tidak terdistribusi dengan merata pada setiap pasien Covid-19. Intensitas keabuan mendominasi hasil citra pada pasien

umur 44 tahun, sehingga hal ini dapat berpeluang menyulitkan dalam analisis tingkat lanjut dalam memastikan kondisi pasien yang dilakukan oleh dokter.

Penggunaan tegangan tinggi dan rendah memiliki konsekuensi pada hasil citra. Tegangan tinggi menghasilkan interaksi sinar-X dengan tubuh pasien berupa efek hamburan Compton [28]. Efek hamburan Compton dapat mengurangi kontras citra dengan menambah sinyal latar belakang. Hamburan ini terjadi ketika sinar-X berinteraksi dengan jaringan di luar bidang pandang dan kemudian tersebar ke detektor. Akibatnya, area yang seharusnya tampak gelap, seperti hanya berisi udara, menunjukkan intensitas sinyal yang lebih tinggi di dekat struktur padat seperti tulang. Namun, efek ini dapat ditingkatkan pada bagian kalimotor untuk memperbaiki kualitas kamera [29]. Efek ini terlihat jelas terlihat pada gambar sinar-X model foto toraks pasien Covid-19 pada tegangan 50 kV, di mana daerah dan tulang tampak lebih terang karena hamburan Compton.

Pandangan ketika menggunakan tegangan 48 kV pada pasien Covid-19 citra foto toraks. Efek fotolistrik berperan penting dalam penyerapan sinar-X pada energi rendah [30], jaringan dan tulang pada energi rendah mampu menyerap sinar-X dengan baik. Sehingga, struktur yang tervisualisasi berbeda untuk setiap bagian dan terlihat dengan jelas dengan detail dan ketajaman lebih tinggi. Hal ini dikarenakan sinar-X dengan energi yang rendah memberikan kontraks lebih baik antara jaringan lunak dan tulang [31]. Namun untuk kondisi sinar-X dengan energi rendah berpeluang menghasilkan *noise* yang cukup besar dengan variasi acak lebih terlihat. Berdampak pada citra pasien kurang baik disebabkan tidak adanya intensitas sinar-X yang sampai pada detektor yang membuat kualitas citra dominan gelap. Oleh sebab itu, pemindaian perlu memerhatikan faktor kuat arus listrik dan tegangan yang digunakan untuk sinar-X dapat terbaca pada *detector* [32]. Akan tetapi, prosedur ini juga perlu memerhatikan dosis ekuivalen yang diterima pasien karena untuk menghasilkan gambar yang cukup terang melibatkan peningkatan dosis yang diterima pasien.

Berikut Tabel 3 disajikan dengan informasi mengenai rata-rata piksel pada pencitraan, standardeviasi, distribusi *grey level* dan intensitas *grey level* tertinggi dari analisis histogram. Data hasil analisis dapat dijadikan pembandingan mengenai pengaruh usia terhadap tegangan eksposi yang digunakan dalam pencitraan dengan menggunakan sinar-X dan gambaran umum mengenai pengaruh virus Covid-19 terhadap pencitraan.

Tabel 3. Hasil analisis histogram menggunakan Software Image-J.

Tegangan Tabung (kV)	Usia Pasien (Tahun)	Rata-Rata (Mean)	STD	Distribusi Gray Level		Intensitas Gray Level Tinggi
				Min	Max	
48	23	107,681	45,859	0	255	129 (45,796)
	32	132,350	49,426	2	255	124 (36,533)
	32	141,001	48,354	9	255	148 (34,913)
	38	124,075	46,114	0	255	117 (42,990)
	46	138,201	46,852	9	255	144 (46,394)
50	26	139,567	43,269	0	255	138 (40,077)
	33	159,830	45,427	6	254	129 (37,592)
	34	136,388	53,004	11	255	140 (33,438)
	44	190,322	33,947	94	225	201 (44,350)
	49	125,480	47,634	0	255	130 (69,126)

Analisis SNR dapat diperoleh dengan rata-rata piksel dibagi dengan standar deviasi *chest* sinar-X. SNR atau *Signal To Noise Rasio*, metode ini digunakan untuk membandingkan tingkat sinyal yang diinginkan dengan tingkat artefak di latar belakang. Hubungan antara SNR dan jumlah sinar-X yang terdeteksi memiliki beberapa faktor yang mempengaruhinya meliputi arus tabung dan waktu paparan tegangan tabung (kVp), ukuran pasien dan bagian tubuh mana yang

dilakukan pemindaian, geometri *grid* anti-hamburan dan efisiensi detektor. Arus tabung dan waktu paparan SNR sebanding dengan akar kuadrat dari hasil kedua variabel ini. Pada penelitian ini menggunakan tegangan arus konstan sebesar 8 mAs, sehingga SNR akan meningkat sebesar 2,83 kali pada penelitian ini, namun meningkat tidak secara linier [27].

Hubungan tegangan tabung dengan SNR memiliki linearitas terhadap penggunaan tegangan tinggi tabung yang meningkatkan berdasarkan penetrasi jaringan oleh sinar-X berenergi tinggi sehingga SNR semakin tinggi. Hasil analisis SNR pada Tabel 4 dapat memberikan pandangan bahwa tegangan eksposi 48 kV memiliki rata-rata angka SNR 2,7 dB dibandingkan dengan tegangan eksposi 50 kV yang memiliki rata-rata SNR sebesar 4,06 dB. Oleh karena itu, SNR tegangan 50 kV lebih besar dari tegangan 48 kV, membuat citra pada tegangan 50 kV memiliki ketajaman dan kejelasan terhadap perbedaan struktur dan penggambaran detail pada toraks pasien Covid-19 lebih baik daripada tegangan 48 kV. Perbedaan SNR dipengaruhi oleh efisiensi detektor. Ketika sensitivitas dari detektor tinggi berdampak pada peningkatan nilai SNR. Pengaruh SNR terhadap perubahan kondisi pasien Covid-19 dipengaruhi cairan yang berada pada rongga paru memberikan implikasi pengurangan kontras antara jaringan sehat dan yang terinfeksi, sehingga menurunkan SNR. Anomali kualitas citra pasien Covid-19 berdasarkan SNR terlihat pada pasien dengan usia 38 tahun pada tegangan 48 kV dan pasien usia 49 tahun pada tegangan 49 kV. Namun, pengaruh usia terhadap kualitas citra tidak memiliki sangkut paut ditandai dengan fluktuasi SNR baik pada tegangan 48 kV dan 50 kV. Hal ini didukung juga pada penelitian Fathunisa dkk., [33] bahwa tidak ada pengaruh usia terhadap penyerapan sinar-X. Akan tetapi, prosedur penggunaan sinar-X pada usia muda dan tua memiliki perlakuan berbeda, guna memerhatikan indeks probabilitas efek kedepannya pada pasien muda.

Tabel 4. Hasil perhitungan nilai SNR.

Tegangan Eksposi (kV)	Usia Pasien (Tahun)	μ , Rata-Rata Pixel (<i>Mean</i>)	σ , STD	SNR
48	23	107,681	45,859	2.348
	32	132,350	49,426	2.678
	32	141,001	48,354	2.916
	38	124,075	46,114	2.691
	46	138,201	46,852	2.950
	26	139,567	43,269	3.226
50	33	159,830	45,427	3.518
	34	136,388	53,004	2,573
	44	190,322	33,947	5.067
	49	125,480	47,634	2.634

KESIMPULAN

Citra radiografi toraks berdasarkan analisis FFT cenderung lebih bervariasi pada tegangan 50 kV dibandingkan dengan tegangan tabung 48 kV. Tegangan 48 kV menghasilkan distribusi intensitas piksel yang lebih merata, tetapi dengan kontras dan *Signal-to-Noise Ratio* (SNR) yang lebih rendah dibandingkan tegangan 50 kV. Sebaliknya, tegangan 50 kV menghasilkan citra dengan kontras dan SNR yang lebih baik, menjadikannya lebih optimal untuk mendukung proses diagnosis klinis pada pasien Covid-19. Peningkatan kualitas pada tegangan 50 kV dapat ditingkatkan dengan menggunakan *grid* anti-hamburan untuk distribusi yang lebih merata atau mengimbangi peningkatan dosis dengan optimisasi miliampere detik (mAs) dalam batas aman tanpa mengorbankan kualitas citra.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Shi dkk., "An overview of COVID-19," *J. Zhejiang Univ.-Sci. B*, vol. 21, no. 5, hlm. 343–360, Mei 2020, doi: 10.1631/jzus.B2000083.
- [2] N. Zhu dkk., "A Novel Coronavirus from Patients with Pneumonia in China, 2019," *N. Engl. J. Med.*, vol. 382, no. 8, hlm. 727–733, Feb 2020, doi: 10.1056/NEJMoa2001017.
- [3] Y. Alimohamadi, M. Sepandi, M. Taghdir, dan H. Hosamirudsari, "Determine the most common clinical symptoms in COVID-19 patients: a systematic review and meta-analysis," *J. Prev. Med. Hyg.*, hlm. E304 Pages, Agu 2020, doi: 10.15167/2421-4248/JPMH2020.61.3.1530.
- [4] A. Tahamtan dan A. Ardebili, "Real-time RT-PCR in COVID-19 detection: issues affecting the results," *Expert Rev. Mol. Diagn.*, vol. 20, no. 5, hlm. 453–454, Mei 2020, doi: 10.1080/14737159.2020.1757437.
- [5] G. N. Sutapa, A. Hanzani, W. B. Sudarsana, N. N. Ratini, N. L. P. Trisnawati, dan W. T. Baskoro, "Identifikasi Citra Radiografi Sinar-X Pemeriksaan Thorax Untuk Penderita Covid-19 Di Instalasi Radiologi RSUP Prof. I. G. N. G Ngoerah," *Kappa J.*, vol. 8, no. 2, Art. no. 2, Agu 2024, doi: 10.29408/kpj.v8i2.25290.
- [6] R. Ariza, A. D. Messah, F. Sinaga, A. Wahyudi, S. A. Pratama, dan I. Annisa, "Korelasi Gambaran Radiografi Toraks dengan Karakteristik Klinis Pasien Terkonfirmasi Covid-19," *ARTERI J. Ilmu Kesehat.*, vol. 2, no. 1, Art. no. 1, 2020, doi: 10.37148/arteri.v2i1.140.
- [7] D. E. Litmanovich, M. Chung, R. R. Kirkbride, G. Kicska, dan J. P. Kanne, "Review of Chest Radiograph Findings of COVID-19 Pneumonia and Suggested Reporting Language," *J. Thorac. Imaging*, vol. 35, no. 6, hlm. 354–360, Nov 2020, doi: 10.1097/RTI.0000000000000541.
- [8] N. Stogiannos, D. Fotopoulos, N. Woznitza, dan C. Malamateniou, "COVID-19 in the radiology department: What radiographers need to know," *Radiography*, vol. 26, no. 3, Art. no. 3, Agu 2020, doi: 10.1016/j.radi.2020.05.012.
- [9] F. Fyles, T. S. FitzMaurice, R. E. Robinson, R. Bedi, H. Burhan, dan M. J. Walshaw, "Dynamic chest radiography: a state-of-the-art review," *Insights Imaging*, vol. 14, no. 1, hlm. 107, Jun 2023, doi: 10.1186/s13244-023-01451-4.
- [10] N. Ullah, J. Khan, S. El-Sappagh, N. El-Rashidy, dan M. Khan, "A Holistic Approach to Identify and Classify COVID-19 from Chest Radiographs, ECG, and CT-Scan Images Using ShuffleNet Convolutional Neural Network," *Diagnostics*, vol. 13, no. 1, hlm. 162, Jan 2023, doi: 10.3390/diagnostics13010162.
- [11] A. B. Pramono, G. T. Mulyani, dan G. Martathama, "Pengaruh Penggunaan Grid terhadap Kualitas Hasil Rontgen Anjing dan Kucing Pasien RSH Prof. Soeparwi FKH UGM," *J. Sain Vet.*, vol. 42, no. 1, Art. no. 1, Apr 2024, doi: 10.22146/jsv.81941.
- [12] S. Normawati, J. Jumardin, dan S. Harmiati, "PENGARUH TEGANGAN TABUNG SINAR-X (kV) TERHADAP KUALITAS CITRA RADIOGRAFI FOTO TORAKS PASIEN COVID-19," *Media Ilm. Kesehat. Indones.*, vol. 2, no. 3, Art. no. 3, Sep 2024, doi: 10.58184/miki.v2i3.366.
- [13] R. Yasin & W. Gouda, "Chest X-ray findings monitoring COVID-19 disease course and severity," *Egypt. J. Radiol. Nucl. Med.*, no. 51, Art. no. 51, 2020.
- [14] S. Zelviani, "Kualitas Citra Pada Direct Digital Radiography Dan Computed Radiography," *Teknosains Media Inf. Sains Dan Teknol.*, vol. 11, no. 1, Art. no. 1, 2017, doi: 10.24252/teknosains.v11i1.7583.
- [15] N. P. E. Wibowo, S. Susilo, dan S. Sunarno, "UJI PROFISIENSI CITRA HASIL EKSPORI SISTEM RADIOGRAFI DIGITAL DI LABORATORIUM FISIKA MEDIK UNNES," *Unnes Phys. J.*, vol. 5, no. 1, Art. no. 1, 2016.
- [16] N. W. M. S. utami, Nyoman, dan I. P. E. Juliantara, "(PDF) Pengaruh Kombinasi Arus Tabung Sinar-X dan Waktu Eksposi Terhadap Contrast to Noise Ratio (CNR) dengan menggunakan Computed Radiography," *Bul. Fis.*, vol. 23, no. 1, Art. no. 1, 2021, doi: 10.24843/BF.2022.v23.i01.p04.

- [17] P. Pi dan D. Lima, "Gray level co-occurrence matrix and extreme learning machine for Covid-19 diagnosis," *Int. J. Cogn. Comput. Eng.*, vol. 2, hlm. 93–103, Jun 2021, doi: 10.1016/j.ijcce.2021.05.001.
- [18] N. Iqbal, R. Mumtaz, U. Shafi, dan S. M. H. Zaidi, "Gray level co-occurrence matrix (GLCM) texture based crop classification using low altitude remote sensing platforms," *PeerJ Comput. Sci.*, vol. 7, hlm. e536, Mei 2021, doi: 10.7717/peerj-cs.536.
- [19] Y. Du, "Analysis of Principle and Applications of FFT in Medical Imaging Dataset," *Highlights Sci. Eng. Technol.*, vol. 88, hlm. 796–803, Mar 2024, doi: 10.54097/67ac8v83.
- [20] F. Fitriani, S. Zelviani, dan S. Sahara, "PENGARUH TEGANGAN TABUNG (kV) PADA PEMERIKSAAN THORAX TERHADAP KUALITAS CITRA RADIOGRAFI DI BALAI BESAR KESEHATAN PARU MASYARAKAT MAKASSAR," *JFT J. Fis. Dan Ter.*, vol. 7, no. 2, Art. no. 2, 2020, doi: 10.24252/jft.v7i2.18067.
- [21] tole sutikno, kartika firdausy, dan eko prasetyo, "Perangkat Lunak Perbaikan Kualitas Citra Digital Model RGB Dan IHS Dengan Operasi Peningkatan Kontras," *Semin. Nas. Apl. Teknol. Inf.*, 2007.
- [22] J. Schindelin, C. T. Rueden, M. C. Hiner, dan K. W. Eliceiri, "The Image-J ecosystem: An open platform for biomedical image analysis," *Mol. Reprod. Dev.*, vol. 82, no. 7–8, Art. no. 7–8, 2015, doi: <https://doi.org/10.1002/mrd.22489>.
- [23] H. M. Labania, P. Rindayani, Kasman, Abd. Rahman, dan S. Ulum, "Analisis Kontras Digital Radiography Dengan Menggunakan ImageJ: (Analysis of Digital Radiography Contrast using ImageJ)," *Gravitasi*, vol. 20, no. 1, hlm. 10–18, Jul 2021, doi: 10.22487/gravitasi.v20i1.15521.
- [24] J. Coolen *dkk.*, "Methodology to create 3D models of COVID-19 pathologies for virtual clinical trials," *J. Med. Imaging*, vol. 8, no. S1, Jan 2021, doi: 10.1117/1.JMI.8.S1.013501.
- [25] Fitriani, Zelviani, dan Sahara, "Pengaruh Tegangan Tabung (Kv) Pada Pemeriksaan Thorax Terhadap Kualitas Citra Radiografi Dengan Analisis Aplikasi Image-J," *J. Fis. Dan Ter.*, vol. 07, no. 2, hlm. 139–148, 2020, doi: 10.24252/jft.v7i2.18267.
- [26] S. Zelviani, "Kualitas Citra Pada Direct Digital Radiography Dan Computed Radiography," *Teknosains Media Inf. Sains Dan Teknol.*, vol. 11, no. 1, Art. no. 1, 2017, doi: 10.24252/teknosains.v11i1.7583.
- [27] N. Barrie Smith dan A. G. Webb, *Introduction to medical imaging: physics, engineering and clinical applications*, Repr. dalam Cambridge texts in biomedical engineering. Cambridge: Cambridge University Press, 2012.
- [28] Z. Fatima, N. Ali, M. A. Williams, S. Dhar, dan M. Maqbool, "X-ray scattering and attenuation cross-sections and coefficients of bone, brain, lung, fat, and soft tissue for applications in dosimetry, cancer detection, and treatment," *Radiat. Phys. Chem.*, vol. 208, hlm. 110908, Jul 2023, doi: 10.1016/j.radphyschem.2023.110908.
- [29] N. Koshikawa, Y. Kikuchi, Y. Wakabayashi, T. Kobayashi, dan J. Kataoka, "High-contrast Compton camera: Challenges to high-quality and broadband imaging," *Appl. Phys. Lett.*, vol. 125, no. 17, hlm. 173701, Okt 2024, doi: 10.1063/5.0231745.
- [30] A. P. Sauter *dkk.*, "Correlation of image quality parameters with tube voltage in X-ray dark-field chest radiography: a phantom study," *Sci. Rep.*, vol. 11, no. 1, hlm. 14130, Jul 2021, doi: 10.1038/s41598-021-93716-5.
- [31] A. A. Oglat, "Comparison of X-ray films in term of kVp, mA, exposure time and distance using Radiographic Chest Phantom as a radiation quality," *J. Radiat. Res. Appl. Sci.*, vol. 15, no. 4, hlm. 100479, Des 2022, doi: 10.1016/j.jrras.2022.100479.
- [32] S. Herlinda, D. Fitriyani, dan M. Marzuki, "Analisis Pengaruh Kuat Arus dan Tegangan Terhadap Kualitas Citra Computed Tomography (CT) Scan Siemens Perspective di RSUP Dr. M. Djamil Padang," *POSITRON*, vol. 9, no. 1, hlm. 39, Mei 2019, doi: 10.26418/positron.v9i1.31138.

- [33] M. Fathunnisa, Pratiwi Sri Wardani, dan Devina Rayzy Perwitasari, "Analysis of the Effect of Age on the Absorption Dose of X-ray Radiation in Thorax Examination," *J. Inotera*, vol. 8, no. 2, hlm. 284–289, Sep 2023, doi: 10.31572/inotera.Vol8.Iss2.2023.ID255.