

# **EVALUASI HASIL RADIOGRAF *CRANIUM* PROYEKSI ANTERO POSTERIOR MENGGUNAKAN VARIASI KV DI INSTALASI RADIOLOGI RUMAH SAKIT HERMINA ARCAMANIK**

**Farhan Nurrohman<sup>1\*</sup>, Ardiana<sup>2</sup>, Dian Nuramdiani<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Politeknik Al Islam Bandung

Email : [nurrohmanfarhan@gmail.com](mailto:nurrohmanfarhan@gmail.com)

## **ABSTRAK**

Pemberian faktor eksposi dalam pemeriksaan radiologi merupakan kunci untuk menghasilkan radiograf yang berkualitas yang dapat memberikan informasi anatomi yang jelas dan akurat. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan informasi anatomi dari radiograf pemeriksaan *cranium* sebagai indikasi kualitas radiograf pada pemilihan beberapa faktor eksposi. Penelitian dilakukan di Rumah Sakit Hermina Arcamanik pada bulan April 2024. Metode penelitian yang digunakan adalah *cross-sectional* dengan pendekatan survei. *Phantom cranium* digunakan sebagai objek penelitian, dan faktor eksposi diatur pada variasi nilai tegangan tabung dari 60-80kV dengan nilai arus tabung diatur tetap pada 20mAs. Hasil radiograf dievaluasi untuk melihat detail anatominya dan dianalisis melalui uji Friedman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa informasi anatomi untuk setiap nilai tegangan tabung adalah 4.18 untuk 60kV, 3.91 untuk 65kV, 3.50 untuk 70kV, 2.27 untuk 75kV, dan 1.14 untuk 80kV. Nilai 60kV/20mAs memiliki nilai *mean rank* tertinggi menunjukkan bahwa faktor eksposi tersebut memberikan informasi detail anatomi yang paling optimal.

**Kata Kunci** : informasi anatomi, radiograf *cranium*, variasi kV.

## ***THE EVALUATION OF CRANIUM RADIOGRAF USING ANTERO POSTERIOR PROJECTION WITH DIFFERENT kV AT RADIOLOGICAL DEPARTMENT OF HERMINA HOSPITAL IN ARCAMANIK***

### **ABSTRACT**

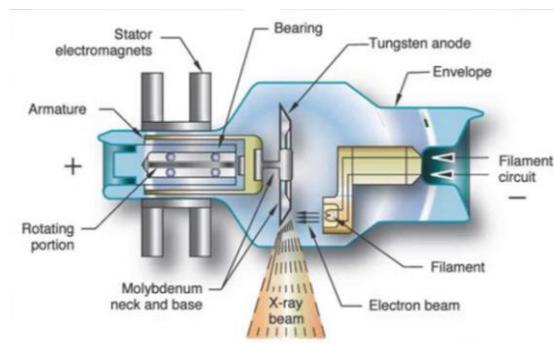
*The usage of exposure factors in radiological examination becomes the key to produce qualified radiographs in providing accurate anatomical information. This study aimed to determine the anatomical information differences of radiographs resulted from cranium examination as an indication of radiograph quality in the selection of several exposure factors. The study was conducted at Hermina Arcamanik Hospital in April 2024 using cross-sectional method. A phantom cranium was used as the object, and the exposure factor was set at a variation of the tube voltage from 60 kV to 80kV with the tube current value fixed at 20mAs. The radiographs were evaluated for anatomical details and analyzed by the Friedman test. The results showed that the anatomical information for each tube voltage value was 4.18 for 60kV, 3.91 for 65kV, 3.50 for 70kV,*

2.27 for 75kV, and 1.14 for 80kV. The value of 60kV/20mAs has the highest mean rank value indicating that this exposure factor provides the most optimal anatomical detail.

**Keywords :** anatomical information, cranium radiograph, kV variation.

## PENDAHULUAN

Menurut BAPETEN No. 4 Tahun (2020), radiologi adalah cabang ilmu kedokteran yang mencakup semua modalitas yang menggunakan radiasi untuk diagnosis dan prosedur terapi dengan menggunakan panduan radiologi, termasuk teknik pencitraan dan penggunaan sinar-X serta bahan radioaktif. Sinar-X dianggap sebagai sumber daya listrik yang tinggi karena merupakan sinar utama untuk menghasilkan gambar radiograf (Indrati, et al., 2017). Hasil citra radiografi dapat membantu menjelaskan bagian-bagian tubuh manusia. Radiograf hasil pemeriksaan radiologi sangat penting untuk memastikan adanya kelainan pada tubuh manusia (Frank, Eugene, Long, Rollins, & Smith, 2016). Untuk menghasilkan citra radiograf yang baik yang dapat memberikan informasi terbaik dibutuhkan faktor eksposi yang harus sesuai dengan objek.



Gambar 1. Skema Tabung Sinar-X (Spaeth, 2019).

Tegangan tabung ( $kV$ ), arus tabung (mA), dan waktu ekspos adalah beberapa faktor eksposi yang memengaruhi dan menentukan kualitas dan kuantitas penyinaran radiasi sinar-X yang dibutuhkan untuk membuat gambar radiograf. Pengaturan faktor eksposi yang tepat dapat menghasilkan kontras radiograf yang optimal, artinya hasil citra dapat menunjukkan pengaruh derajat kehitaman yang jelas antar organ yang berbeda kerapatan. Kualitas radiasi atau daya tembus sinar-X yang dihasilkan ditentukan oleh tegangan tabung. Semakin tinggi  $kV$  yang digunakan, semakin banyak daya tembus sinar, dan sebaliknya. Ketika  $kV$  meningkat, densitas foto meningkat, sedangkan kontras rendah dan sinar hambur meningkat. Hasil radiografi yang hitam atau gelap dapat disebabkan oleh faktor eksposi yang berlebihan. Sedangkan memberikan faktor eksposur yang tidak cukup akan menyebabkan hasil putih (terang) (Sari & Fransiska, 2018). Tegangan tabung yang biasa digunakan untuk radiodiagnostik berkisar antara 50-80  $kV$  untuk setiap kenaikan atau penurunan 10  $kV$ , mAs (miliampere second) dapat naik atau turun sebanyak 50% (Rasad, 2018). Arus tabung menentukan jumlah elektron yang akan melewati target. Dengan demikian, sinar-X yang memiliki intensitas dan energi yang cukup untuk melewati organ tertentu dihasilkan. Kuantitas sinar-X yang dihasilkan ditentukan oleh waktu, yang menentukan lamanya penyinaran (Fahmi, Firdausi, & Budi, 2008). Salah satu teknik pemeriksaan radiologi yaitu teknik radiografi *cranium*. Menurut Lampignano & Kendrick (2018), teknik radiografi *cranium* adalah teknik pencitraan *cranium* dengan menggunakan sinar-X untuk memperoleh radiograf guna membantu menegakkan diagnosis. Pada pemeriksaan *cranium* dibutuhkan ketajaman dan detail yang tinggi agar informasi yang didapat pada radiograf terlihat jelas. Pemeriksaan radiograf *cranium* memiliki satu atau lebih proyeksi. Proyeksi yang digunakan salah satunya adalah proyeksi *Antero Posterior* (AP).

Menurut Frank, Eugene, Long, Rollins, & Smith (2016), faktor eksposi yang digunakan untuk pemeriksaan radiografi *cranium* menggunakan tegangan tabung sebesar 73 kV. Nilai ini merupakan nilai standar yang biasa digunakan untuk melakukan pemeriksaan *cranium*. Adapun berdasarkan hasil survei di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Hermina Arcamanik, standar operasional penggunaan faktor eksposi pada pemeriksaan *cranium* adalah dengan menggunakan tegangan tabung sebesar 66 kV dengan 20 mAs. Namun kenyataan yang sering terjadi di lapangan, pemeriksaan *cranium* tidak menggunakan faktor eksposi yang sudah distandarkan oleh keduanya, melainkan bervariasi dalam rentang 60-76 kV tergantung pada ketebalan objek.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai tegangan tabung yang tepat untuk mendapatkan informasi anatomi yang jelas sebagai indikasi kualitas radiograf pada pemeriksaan radiologi *cranium* berdasarkan variasi nilai kV yang digunakan.

### METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah *cross-sectional*. Data diperoleh melalui metode survei dengan menggunakan kuisioner untuk menanyakan keyakinan, pendapat, karakteristik, dan perilaku responden sebelumnya atau saat ini (Sugiyono, 2018). Pengambilan data dikumpulkan pada bulan April 2024 di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Hermina Arcamanik. Pengumpulan data dimulai dengan pengambilan gambar radiograf *phantom cranium* menggunakan *Computed Radiography* (CR) pada rentang nilai kV antara 60-80 kV. Setiap pengambilan gambar radiograf dilakukan dengan menaikkan tegangan tabung menjadi 5 kV dengan arus yang tetap pada 20 mAs.

Citra radiograf yang dihasilkan untuk setiap variasi nilai kV selanjutnya dibaca dan dievaluasi oleh responden. Responden yang dimaksud adalah tiga orang dokter spesialis radiologi, yang akan memberikan nilai detail setiap anatomi yang ditunjukkan oleh radiograf. Anatomi yang dinilai terdiri dari *Tubula Externa*, *Tubula Interna*, *Diploe*, *Rima Orbita*, *Petrous Ridge*, *Maxilla*, *Mandibula*, *Suptum Nasi*, *Inferior Nasal Concha*, *Sinus Ethmoid*, dan *Sinus Maxilla*. Adapun instrumen evaluasi yang digunakan berupa lembar penilaian dengan skala *likert* dengan nilai 1-5. Skala *Likert* digunakan untuk mengukur pendapat, sikap, dan persepsi seseorang atau sekelompok tentang fenomena sosial (Sugiyono, 2016). Hasil penilaian responden diolah dan dianalisis menggunakan program SPSS menggunakan uji Friedman. Setelah itu, dibuat kesimpulan.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Hermina Arcamanik, penelitian tentang evaluasi hasil radiograf *cranium* proyeksi AP dilakukan dengan variasi nilai kV. Dalam penelitian ini, *phantom cranium* digunakan sebagai objek untuk melakukan pengambilan gambar (*rontgen*) sebanyak lima kali dengan variasi nilai eksposi yang berbeda dengan FFD 100 cm. Variasi tegangan tabung adalah 60 kV, 65 kV, 70 kV, 75 kV, dan 80 kV, dengan arus tabung yang tetap sebesar 20 mAs. Dari lima variasi tegangan kV tersebut diperoleh hasil gambar radiograf seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Menggunakan *Computed Radiography*, proses digitalisasi citra menggunakan *plat imaging* (IP). Dalam hal ini, *plat imaging* (IP) disinari dalam kaset dan kemudian dimasukkan ke dalam alat pembaca CR. Elektron yang tertangkap pada plat CR distimulasi menjadi cahaya biru yang dikirim ke PMT (*photomultiplier tube*) yang selanjutnya dirubah kedalam bentuk signal analog. Selanjutnya signal analog dirubah menjadi digital oleh ADC (*Analog Digital Converter*) dan dikirim ke komputer untuk ditampilkan dalam monitor (Utami, Asih Puji, dkk, 2018). Citra yang dihasilkan oleh CR termasuk dalam tipe citra digital. Tipe citra digital adalah citra yang dihasilkan melalui pengolahan citra menggunakan komputer dengan merepresentasi citra secara numerik. Gambar ditampilkan dalam bentuk matrik yang terdiri dari baris dan kolom. Elemen gambar, juga dikenal sebagai pixel,

menunjukkan nilai tingkat keabuan, atau tingkat gelap, elemen gambar. Perangkat CR dapat menghasilkan citra yang dapat mencegah diagnosis. Oleh karena itu semua perangkat CR harus memenuhi standar yang telah ditetapkan. (Arnefia & Suryono, 2014).

Hasil radiograf yang dihasilkan kemudian dibaca dan dievaluasi oleh tiga orang dokter spesialis radiologi untuk dinilai detail anatomi yang ditampilkannya. Adapun bagian anatomi *cranium* yang dievaluasi adalah *Tubula externa, tubula interna, diploe, rima obrita, petrous ridge, maxilla, mandibula, suptum nasal, inferior nasal concha*, dan *2 sinus paranasal* yaitu *sinus ethmoid, sinus maxilla*. Dalam rongga hidung berisi udara (*sinus paranasal*) terdapat *sinus frontalis, sinus edmoidalis, sinus sphinoidalis* dan *sinus maksilaris* (Grays, 2015).

Penilaian setiap anatomi menggunakan instrumen penilaian berupa kuisioner skala *Likert* yang memiliki rentang nilai 1 hingga 5 untuk setiap variasi nilai *kV*. Data rekapan hasil kuisioner penilaian radiograf dari seluruh dokter spesialis radiologi ditunjukkan dalam Tabel 1, dan selanjutnya diolah secara manual dengan menggunakan persamaan (1) dan dinyatakan dalam presentase nilai detail anatomi sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel 2.

$$\text{Persentase nilai detail anatomi} = \frac{n}{15} \times 100\% \quad (1)$$

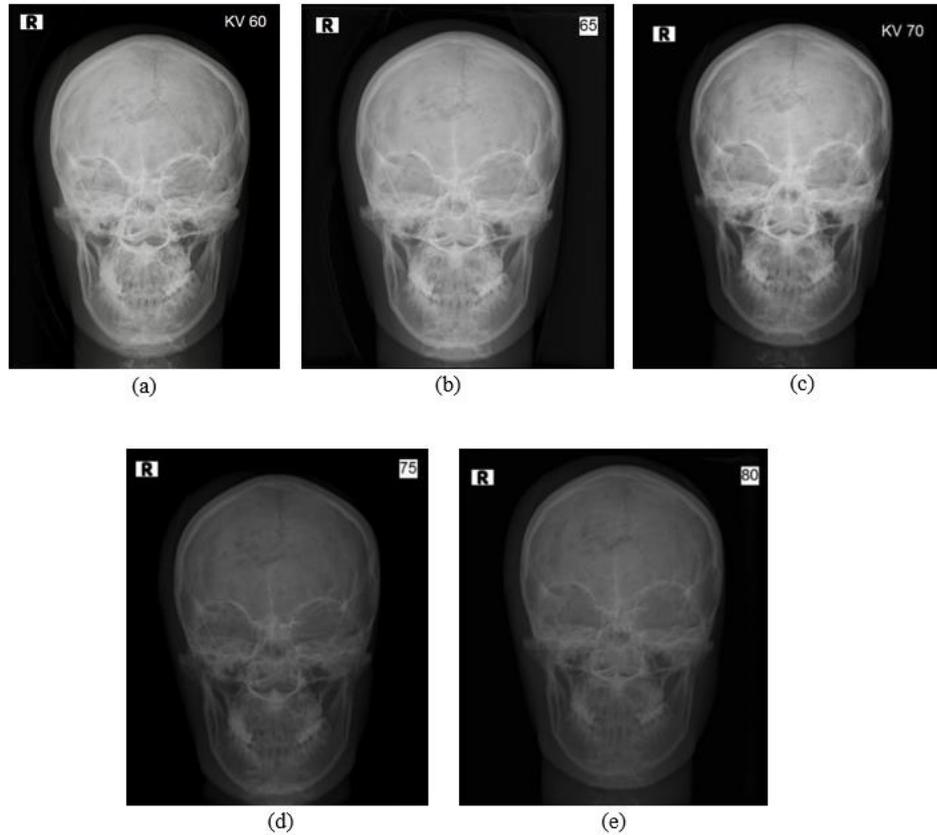
Dengan *n* adalah total nilai dari seluruh responden, dan 15 merupakan nilai maksimal yang diperoleh dari hasil kali antara nilai tertinggi dengan jumlah responden.

Tabel 1 menunjukkan terdapat perbedaan penilaian antara ketiga responden terhadap detail anatomi yang ditunjukkan oleh radiograf yang dihasilkan berdasarkan variasi nilai tegangan tabung. Rekap penilaian responden 1 menghasilkan nilai rata-rata penilaian untuk setiap *kV* relatif sama yang menunjukkan bahwa anatomi sangat tegas dan jelas dalam menunjukkan strukturnya sehingga mudah dianalisis. Rekap penilaian responden 2 menunjukkan bahwa untuk nilai tegangan tabung 60 *kV*, 65 *kV*, dan 70 *kV* menunjukkan bahwa anatomi yang dihasilkan radiograf sangat tegas dan jelas dalam menunjukkan strukturnya sehingga mudah dianalisis, pada tegangan 75 *kV* radiograf menunjukkan anatomi yang cukup jelas tetapi sulit dianalisis, sedangkan pada *kV* 80 anatomi yang ditunjukkan jelas dan dapat menunjukkan strukturnya dan dapat dianalisis. Adapun rekap penilaian responden 3 menunjukkan bahwa nilai tegangan tabung 60 *kV*, 65 *kV*, 70 *kV*, dan 75 *kV* menunjukkan bahwa anatomi yang dihasilkan radiograf sangat tegas dan jelas dalam menunjukkan strukturnya sehingga mudah dianalisis, namun pada tegangan 80 *kV* radiograf menunjukkan anatomi yang cukup jelas tetapi sulit dianalisis.

Dari Tabel 1 dan Tabel 2 diketahui bahwa pada nilai tegangan tabung 60 *kV*, penilaian terhadap anatomi yang ditampilkan oleh radiograf *cranium* memiliki nilai dan persentase yang relatif lebih tinggi dibandingkan pada nilai tegangan tabung lainnya. Demikian pula dari Gambar 2, pengaturan tegangan tabung yang mampu menampakkan kontras citra yang paling tajam ditunjukkan oleh citra dengan pengaturan tegangan tabung sebesar 60 *kV* (a). Kedua hal ini berarti pada pengaturan nilai tegangan tabung 60 *kV*, radiograf yang dihasilkan dapat memberikan informasi yang tegas dan jelas pada setiap anatomi yang dianalisis.

Uji Friedman dilakukan untuk melihat pengaruh variasi *kV* terhadap informasi anatomi radiograf *cranium*. Uji Friedman merupakan metode nonparametrik yang digunakan untuk rancangan acak kelompok lengkap untuk melihat ada atau tidaknya pengaruh variasi nilai *kV* (tegangan tabung) terhadap informasi anatomi radiograf *cranium*. Pada pengujian ini peneliti menggabungkan secara keseluruhan dari hasil penilaian responden lalu menjumlahkan hasil ketiga responden yaitu menjumlahkan hasil penilaian citra pada nilai tegangan 60 *kV*, 65 *kV*, 70 *kV*, 75 *kV*, dan 80 *kV*. Hasil statistik Uji Friedman dari penelitian ini dengan *p-value* < 0,05 dapat diketahui bahwa ada

pengaruh variasi *kV* terhadap informasi anatomi radiograf *cranium* sebagaimana yang ditunjukkan oleh Tabel 3.



Gambar 2. Citra Radiograf *Cranium* dengan variasi nilai tegangan tabung yang digunakan (a) 60 *kV*, (b) 65 *kV*, (c) 70 *kV*, (d) 75 *kV*, dan (e) 80 *kV*

Tabel 1. Hasil penilaian responden terhadap radiograf *cranium*

Anatomi	<i>kV</i> 60			<i>kV</i> 65			<i>kV</i> 70			<i>kV</i> 75			<i>kV</i> 80		
	Responden			Responden			Responden			Responden			Responden		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Tubula Externa</i>	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	4
<i>Tubula Interna</i>	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	4
<i>Diploe</i>	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	4
<i>Rima Orbita</i>	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4	5	3	3
<i>Petrous Ridge</i>	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4	5	3	3
<i>Maxilla</i>	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	4
<i>Mandibula</i>	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4
<i>Suptum Nasal</i>	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4	4	5	2	3
<i>Inferior Nasal Concha</i>	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4	4	5	3	4
<i>Sinus Ethmoid</i>	4	5	5	4	5	5	4	3	5	4	3	3	4	2	3
<i>Sinus Maxilla</i>	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5

Tabel 2. Persentase nilai detail anatomi

No	Anatomi	60 kV	65 kV	70 kV	75 kV	80 kV
1	<i>Tubula Externa</i>	100%	100%	100%	86,66%	86,66%
2	<i>Tubula Interna</i>	100%	100%	100%	86,66%	86,66%
3	<i>Diploe</i>	100%	100%	100%	86,66%	86,66%
4	<i>Rima Orbita</i>	100%	100%	93,33%	86,66%	73,33%
5	<i>Petrous Ridge</i>	100%	100%	93,33%	86,66%	73,33%
6	<i>Maxilla</i>	100%	100%	100%	100%	80%
7	<i>Mandibula</i>	100%	100%	100%	100%	86,66%
8	<i>Suptum Nasi</i>	100%	93,33%	93,33%	86,66%	66,66%
9	<i>Inferior Nasal Concha</i>	100%	93,33%	93,33%	86,66%	80%
10	<i>Sinus Ethmoid</i>	93,33%	86,66%	80%	66,66%	60%
11	<i>Sinus Maxilla</i>	100%	100%	100%	100%	86,66%

Tabel 3. Hasil Statistik Uji Friedman

Nilai kV	N	Min	Max	Mean	Std.Dev	Chi Square	Df	P-Value	Mean Rank	Keterangan
kV 60	11	14	15	14.91	.302	36.871	4	0.001	4.18	Ada pengaruh
kV 65	11	14	15	14.73	.467				3.91	Ada pengaruh
KV 70	11	13	15	14.45	.688				3.50	Ada pengaruh
KV 75	11	10	15	13.27	1.421				2.27	Ada pengaruh
KV 80	11	9	13	11.82	1.401				1.14	Ada pengaruh

Tabel 3 menunjukkan hasil analisis terhadap data penilaian citra radiograf hasil pemeriksaan radiologi *cranium* dengan menggunakan beberapa variasi nilai tegangan tabung yang diberikan oleh tiga orang dokter spesialis radiologi. Penilaian dilakukan terhadap detail anatomi yang mampu ditunjukkan oleh citra radiograf hasil pengaturan faktor eksposi tegangan tabung dari 60-80 kV dan pengaturan nilai arus tabung yang tetap sebesar 20 mAs. Analisis statistik uji friedman menunjukkan bahwa dengan menggunakan nilai *p-value* < 0,05, *mean rank* tertinggi (4.18) diperoleh pada tegangan 60 kV sedangkan *mean rank* terendah (1.14) diperoleh pada tegangan 80 kV. Adapun nilai *mean rank* lainnya berturut-turut 3.91, 3.50, dan 2.27 diperoleh untuk nilai tegangan 65 kV, 70 kV, dan 75 kV. Nilai *mean rank* tersebut menunjukkan bahwa terdapat pengaruh antara variasi kV yang digunakan terhadap informasi radiograf *cranium*. *Mean rank* yang dihasilkan setiap variasi nilai kV tersebut berbanding terbalik dengan nilai kV yang digunakan, oleh sebab itu tidak bisa dijadikan acuan bahwa setiap kenaikan kV akan menghasilkan radiograf yang optimal jika tanpa disertai dengan kombinasi nilai mAs.

Daya tembus sinar-X biasanya terkait dengan besaran kV, semakin tinggi kV yang digunakan, semakin besar kemampuan sinar-X untuk melewati material yang dilewatinya, dan sebaliknya. Jumlah kV biasanya menunjukkan kualitas radiasi. Ketika kV meningkat, densitas foto meningkat, sedangkan kontras rendah dan sinar hambur meningkat. Pada pemeriksaan radiodiagnostik yang menggunakan kV antara 50 dan 80 kV, setiap kenaikan atau penurunan 10 kV dapat menurunkan atau menaikkan mAs (milliampere second) sekitar 50%. (Rasad, 2018). Nilai mAs menunjukkan jumlah sinar-X yang dihasilkan, sehingga radiografer dengan nilai mAs tinggi akan menghasilkan sinar-X yang banyak, dan sebaliknya. (Rasad, 2018).

Untuk mendapatkan hasil radiograf yang optimal, radiografer harus menyesuaikan faktor eksposi untuk setiap pemeriksaan sesuai dengan kebutuhan dan mempertimbangkan perlindungan radiasi pasien agar mereka aman dari paparan radiasi. Pengaturan faktor eksposi dapat dioptimalkan untuk membantu dokter menentukan diagnosis penyakit melalui informasi anatomi yang dapat ditunjukkan oleh gambar radiograf yang dihasilkan.

### SIMPULAN

Berdasarkan evaluasi hasil radiograf pemeriksaan *cranium* dengan menggunakan variasi faktor eksposi dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara variasi nilai *kV* yang digunakan terhadap hasil citra radiograf dalam menunjukkan informasi detail anatomi. Dari beberapa nilai variasi tegangan tabung yang digunakan dengan pengaturan nilai arus yang tetap, nilai tegangan tabung 60 *kV* (20 mAs) menunjukkan informasi detail anatomi *cranium* yang paling baik dengan nilai *mean rank* sebesar 4.18.

Untuk penelitian selanjutnya disarankan terkait pemilihan nilai *kV* dapat disesuaikan dengan ketebalan objek dan direkomendasikan menggunakan rentang nilai antara 60-70 *kV* supaya informasi anatomi terlihat jelas dan tegas sehingga mudah dianalisis.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada penanggung jawab Instalasi Radiologi Rumah Sakit Hermina Arcamanik, Bandung, yang sudah memberikan ijin menjadi tempat pengambilan data penelitian. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada semua pihak atas dukungan dan partisipasinya dalam penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Bapeten. (2020). *Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir No 4 Tahun 2020 Keselamatan Radiasi pada Penggunaan Sinar-X dalam Radiologi Diagnostik dan Intervensional*. Jakarta: BPTN. Available online at <https://jdih.bapeten.go.id/unggah/dokumen/peraturan/1028-full.pdf>
- Bontrager, K. L., & Lampignano, J. P. (2014). *Handbook of Radiographic Positioning and Techniques*. St. Louis: Elsevier. Available online at <https://archive.org/details/bontragershandbo0000bont>
- Indrati, R., Masrochah, S., Susanto, E., Kartikasari, Y., Wibowo, A. S., Darmi, A. B., & Rasyid, M. E. (2017). Proteksi radiasi bidang radiodiagnostik dan intervensional. *Magelang: Inti Medika Pustaka*. Available online at <https://scholar.google.com/scholar?cluster=10647895261036160556&hl=en&oi=scholar>
- Lampignano, J. P., & Kendrick, L. E. (2018). *Radiographic Positioning and Related Anatomy*. St. Louis: Elsevier. Available online at [https://archive.org/details/textbookofradiog0000bont\\_y7o7](https://archive.org/details/textbookofradiog0000bont_y7o7)
- Frank, Eugene D, Long, Bruce W, Smith, Barbara J, (2016). *Merril's Atlas of Radiographic Positioning and Procedures* (13th ed.). St. Louis: Elsevier. Available online at <https://archive.org/details/merrillsatlasofr0000fran>
- Rasad, Sjahriar. (2018). *Radiologi Diagnostik*. Jakarta: FK UI. Available online at <https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=1145577>

- Sari, A. W., & Fransiska, E. (2018). Pengaruh faktor eksposi dengan ketebalan objek pada pemeriksaan foto thorax terhadap citra radiografi. *Journal of Health (JoH)*, 5(1), 17-21. <https://doi.org/10.30590/vol5-no1-p17-21>
- Sugiyono, P. D. (2019). Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D (M. Dr. Ir. Sutopo. S. Pd. ALFABETA, cv. Available online at <https://scholar.google.com/scholar?cluster=14139717248943287621&hl=en&oi=scholar>
- Suryaningmara, W. B., Sumadi, W. J., Saputra, H., & Ekawati, N. P. (2023). *Karakteristik Klinik Patologi Tumor-Tumor Tulang Rawan di RSUP Sanglah Tahun 2016-2020*. Medina Udayana, 22-25. <https://doi.org/10.24843/MU.2023.V12.i01.P05>
- Utami, A. P., Saputro, S. D., & Felayani, F. (2018). *Radiologi Dasar I*. Magelang: Inti Medika Pustaka. Available online at <https://radiologi.unisayogya.ac.id/wp-content/uploads/2020/06/Radiologi-Dasar-1.pdf>
- Ningtias, D.R, Suryono, S., & Susilo. (2016). Pengaruh Kualitas Citra Digital. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia* 12 (2) (2016) 161-168. <https://doi.org/10.15294/jpfi.v12i2.5950>
- Spaeth, A. B. (2019). Diagram Tube Housing Ray. Available online at [https://scholar.google.com/scholar?hl=id&as\\_sdt=0%2C5&q=Spaeth%2C+A.+B.+%282019%29.+Diagram+Tube+Housing+Ray.&btnG=](https://scholar.google.com/scholar?hl=id&as_sdt=0%2C5&q=Spaeth%2C+A.+B.+%282019%29.+Diagram+Tube+Housing+Ray.&btnG=)
- Arnefia Mei Yusnida, Suryono Suryono, (2014). *Uji Image Uniformity Perangkat Computed Radiography Dengan Metode Pengolahan Citra Digital*. Youngster Physics Journal. Available online at <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/bfd/article/view/7062>
- Grays, (2015). *The Anatomical Basis of Clinical Practice*. Londong, UK. Elsevier. Available online at [https://archive.org/details/graysanatomyanat0000unse\\_h3w0](https://archive.org/details/graysanatomyanat0000unse_h3w0)