

Optimasi Dosis dan Kualitas Citra Pesawat CT-Scan pada Mata Menggunakan Shielding untuk Pencitraan CT-Scan Kepala

Irmayatul Hikmah^{(1,a)*}, Sevia Indah Purnama^(1,b) Aditya Prayugo Hariyanto^(2,c), dan Nur Afifah Zen^(3,d)

⁽¹⁾Teknik Biomedis, Institut Teknologi Telkom Purwokerto, Banyumas, Indonesia, 53147

⁽²⁾ Departemen Fisika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia, 60111

⁽³⁾Teknik Telekomunikasi, Institut Teknologi Telkom Purwokerto, Banyumas, Indonesia, 53147

Email : ^(a)*irmayatul@ittelkom-pwt.ac.id, ^(b)sevia@ittelkom-pwt.ac.id, ^(c)adityaprayugo@gmail.com, ^(d)afifah@ittelkom-pwt.ac.id,

Diterima (12 November 2022), Direvisi (30 November 2022)

Abstract. A radiological examination that is commonly used in hospitals to detect the presence of tumors is to use a CT Scan (Computed Tomography Scanner). CT Scan is used to determine the location of the tumor accurately and determine the spread of the tumor to nearby tissues. In the case of the detection of tumors in the head area that provides high radiation doses, it allows the eye organs to be exposed to radiation that can damage healthy tissue. For this reason, shielding is needed to protect the eye organs so that they receive minimal radiation exposure. The shielding used is designed from a special material that reduces the radiation exposure received to the object behind it, namely the eye. This study aims to optimize the dose of x-ray radiation to the maximum in the examination of tumors in the head area by minimizing the radiation dose received by the eye organs and maintaining the quality of the tomographic image results from the CT scan. The steps of the method include making eye protection, measuring dosimetry and the value of Hounsfield Unit (HU), Calculation of Signal Noise to Ratio (SNR), and statistical test analysis. The results of dosimetry measurements showed that without shielding the dose received by the phantom eye was 52.81 mGy while the addition of shielding sample B with 5% lead Pb additive made the dose decrease to 41.26 mGy. The highest Hounsfield Unit (HU) value of 2806.44 was obtained in shielding with the addition of 5% Pb which showed good absorption of ionizing radiation. The calculation of the SNR value with shielding and without shielding gives good results where the image quality does not experience a significant decrease. Analysis of non-parametric statistical test obtained p value > 0.05 indicating shielding can reduce eye dose while maintaining image quality.

Keywords: shielding; dose optimization; head tomography; image quality.

Abstrak. Pemeriksaan radiologi yang umum digunakan di rumah sakit untuk mendeteksi adanya tumor adalah dengan menggunakan CT Scan (Computed Tomography Scanner). CT Scan digunakan untuk menentukan lokasi tumor dengan akurat dan mengetahui penyebaran tumor ke jaringan di sekitarnya. Pada kasus pendeteksian tumor di daerah kepala yang memberikan dosis radiasi tinggi, memungkinkan organ mata terdampak paparan radiasi yang dapat merusak jaringan sehat. Untuk itu diperlukan shielding atau perisai guna melindungi organ mata agar menerima paparan radiasi seminimal mungkin. Shielding yang digunakan didesain dari bahan khusus yang bersifat mereduksi paparan radiasi yang diterima kepada objek dibelakangnya yaitu mata. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimasi dosis radiasi sinar x secara maksimal pada pemeriksaan tumor di daerah kepala dengan meminimalkan dosis radiasi yang diterima organ mata serta mempertahankan kualitas citra tomography hasil pemeriksaan CT Scan. Tahapan metode yang dilakukan meliputi fabrikasi shielding mata, pengukuran dosimetri dan nilai Hounsfield Unit (HU), perhitungan Signal Noise to Ratio (SNR), dan analisis uji statistik. Dari hasil pengukuran dosimetri menunjukkan tanpa shielding dosis yang diterima mata phantom 52,81 mGy sedangkan penambahan shielding sampel B dengan zat aditif timbal Pb 5% membuat dosis mengalami penurunan sampai 41,26 mGy. Nilai Hounsfield Unit (HU) tertinggi sebesar 2806,44 didapat pada shielding dengan penambahan Pb 5% yang menunjukkan daya absorpsi yang baik terhadap radiasi pengion. Perhitungan nilai SNR dengan shielding dan tanpa shielding memberikan hasil yang

baik dimana kualitas citra tidak mengalami penurunan signifikan. Analisa uji statistik non parametrik diperoleh nilai $p > 0.05$ menunjukkan shielding dapat mereduksi dosis mata dengan tetap mempertahankan kualitas citra.

Kata kunci: shielding; optimasi dosis; tomography kepala; kualitas citra.

PENDAHULUAN

Pengujian CT Scan kepala dilakukan untuk mendiagnosis kelainan yang ada di dalam kepala tanpa dilakukan pembedahan. Pengujian CT Scan menggunakan radiasi pengion. Dengan energi sebesar 100 eV sampai 100 keV sinar-x mampu menembus benda dan mengionkan benda-benda yang dilaluinya. Dengan kemampuan tersebut sinar-x telah banyak dimanfaatkan di banyak bidang terutama bidang kedokteran. Radiasi sinar-x harus menjadi perhatian bagi tenaga medis dan pasien agar dapat memberikan manfaat yang ingin dicapai seperti untuk pencitraan (*imaging*) dengan mesin pemindai (CT scanner) untuk membuat citra tomografis bagian dalam tubuh manusia secara melintang [1].

Tindakan eksaminasi CT-scan kepala adalah pemeriksaan umum yang banyak dilakukan di rumah sakit. Pada CT Scan kepala, mata adalah organ terluar yang menerima dosis radiasi primer. Dampak dari dosis radiasi primer adalah munculnya efek deterministik dan efek stokastik. Efek deterministik adalah efek yang disebabkan karena kematian sel akibat paparan radiasi, sedangkan efek stokastik adalah efek yang terjadi akibat paparan radiasi dengan dosis berlebih yang menyebabkan terjadinya perubahan pada sistem biologik, baik pada tingkat molekul maupun sel [2].

Pada mata, paparan radiasi dapat menyebabkan Efek deterministik yaitu kematian sel yang dapat berakibat pada kebutaan [3]. Ini menjadi perhatian bagi praktisi dan akademisi untuk mengurangi dosis yang diterima mata tanpa mengurangi informasi citra yang ingin dicapai. Optimasi citra merupakan suatu teknik untuk menjaga kualitas citra supaya memberikan informasi

anatomi yang baik (*noise* rendah) tanpa pemberian dosis radiasi tinggi sehingga tidak merusak jaringan [4].

Penelitian yang telah dilakukan untuk mengurangi dosis radiasi yang diterima mata pernah dilakukan oleh Masdi dkk pada tahun 2013 terkait menganalisa dosis paparan radiasi di organ mata pada pemeriksaan nasofaring menggunakan CT Scan, didapatkan hasil bahwa dosis paparan radiasi yang diterima organ mata lebih besar dari nilai tingkat panduan dosis CT-Scan yang telah ditetapkan Perka BAPETEN [5]. Kemudian pada tahun 2021 Anindy dkk melakukan penelitian terkait estimasi dosis radiasi yang diterima lensa mata pasien *brain scanning* CT-Scan, didapatkan hasil bahwa penerimaan dosis radiasi lensa mata pasien *brain scanning* tidak ada yang melebihi nilai batas dosis yang ditetapkan Perka BAPETEN [6].

Dalam upaya mengurangi dosis supaya masih dibawah nilai batas dosis yang ditetapkan Perka BAPETEN dibuatlah inovasi shielding yang merupakan material perisai radiasi untuk menyerap radiasi yang ringan maupun tinggi. Salah satu material pembentuk shielding adalah Aluminium yang memiliki sifat kuat dan tahan korosi karena terdapat bentukan lapisan oksida pada permukaannya [7]. Timbal memiliki nomor atom tinggi, tingkat kepadatan yang tinggi, serta efektif dalam menyerap radiasi gamma berenergi tinggi sehingga dapat dijadikan juga material pembentuk shielding [8]. Graphite merupakan material moderator dan reflektor radiasi yang baik. Tingkat perbandingan tampang lintang penyerapan dan penyebaran yang tinggi menjadikannya sebagai material yang baik untuk pembentuk shielding [9].

Tabel 1. Komposisi shielding mata berbahan dasar SR dengan tambahan zat aditif berdasarkan variasi rasio massa

Nama Sampel	Katalis : SR	Aluminium Oksida	Timbal	Graphite
A	25 : 1	-	-	-
B	25 : 1	-	3	-
C	25 : 1	-	-	3
D	25 : 1	3	-	-

Parameter penting pembentuk kualitas citra sebuah radiograf adalah *image noise*. *Image noise* adalah perbedaan nilai-nilai pixel yang terdapat dalam sebuah matrix gambar. Semakin tinggi indeks *image noise*, kualitas gambar akan semakin menurun, sebaliknya semakin rendah indeks *image noise*, maka kualitas gambar akan semakin baik [10]. Dengan adanya penambahan shielding saat pengujian CT Scan, dikhawatirkan kualitas citra yang diperoleh menurun sebab dimungkinkan terbentuknya *noise* pada citra. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan optimasi dosis dengan penambahan shielding pada mata phantom saat pengujian CT scan kepala guna mereduksi dosis dengan optimal dan tetap mempertahankan kualitas citranya yang terbentuk.

METODE PENELITIAN

Fabrikasi Shielding Mata

Pembuatan *shielding* mata menggunakan material berbahan dasar *silicone rubber* (SR) dengan tambahan timbal, graphite, dan aluminium oksida untuk meningkatkan atenuasi dari shielding. Ada empat jenis komposisi shielding pada penelitian ini. Komposisi itu ditunjukkan pada **Tabel 1**. Semua material diukur massanya dalam total massa 250 gram dengan merujuk pada **Tabel 1**. Selanjutnya, SR di masukan ke dalam gelas plastik kemudian di tambahkan katalis dan diaduk hingga merata yang disebut sebagai sampel A. Sampel A di ultrasonik selama 5 menit (pengaturan suhu di matikan)

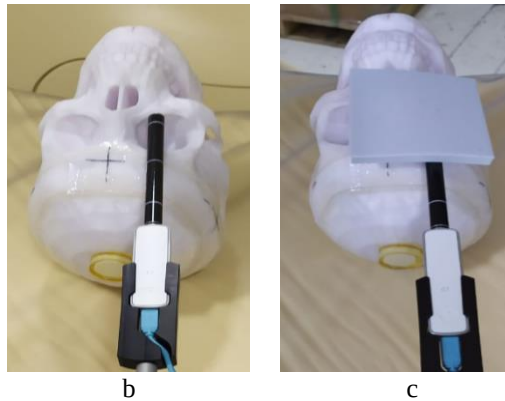
untuk mengurangi gelembung yang terbentuk selama pengadukan. Selanjutnya, sampel A di tuang pada cetakan akrilik dengan ukuran $10 \times 10 \text{ cm}^2$. Pembuatan sampel B – D menggunakan prosedur yang sama, dan diakhiri dengan penambahan zat aditif (timbal, graphite, dan aluminium oksida) serta dilakukan prosedur ultrasonik.

Pengukuran Dosimetri dan Nilai Hounsfield Unit

Pengukuran dosimetri menggunakan *Computed Tomography* (CT) Scanner Phillips Brilliance 16 Slice menggunakan protokol CT kepala dan alat ukur dosimetri multimeter x-ray X2 Prestige. Pengukuran dosimetri CT kepala menggunakan metode arus tabung tetap 295 mA, tegangan 120 kV, *Field of View* (FOV) 231, dan pitch 0.6713. Pengujian dosimteri mata menggunakan phantom kepala bahan PMMA menggunakan 3D Printer milik Laboratorium Fisika Medis dan Biofisika, Departemen Fisika ITS. Prosedur pengambilan data ditunjukkan oleh **Gambar 1**.



a



Gambar 1. Skema (a) pengambilan CT kepala, (b) peletakan multimeter sinar-X untuk mengukur dosis mata tanpa shielding, (c) menggunakan shielding.

Penentuan nilai angka CT atau *Hounsfield Unit* (HU) menggunakan perangkat lunak terbuka Image – J dengan plugin SPICE-CT (<https://imagej.nih.gov/ij/plugins/spice-ct/index.html>).

Signal Noise to Rasio (SNR)

Kualitas citra dievaluasi menggunakan parameter SNR pada organ otak yang terletak tepat di bawah shielding. Pemilihan ini didasarkan atas penurunan kualitas citra yang ekstrem terjadi pada area di bawah shielding. Penentuan nilai SNR mengikuti **Persamaan 1** [11].

$$SNR = \left| \frac{\text{nilai rerata objek}}{\text{standard deviasi}} \right| \quad (1)$$

Analisis Uji Statistik

Analisis statistik dilakukan dengan menggunakan uji t tidak berpasangan (*independent t test*) [12]. Jika p-value < 0,05 hasilnya dianggap signifikan secara statistik atau terdapat perbedaan pada informasi citra anatomi sedangkan bila p-value > 0,05 menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua model tersebut [13] [14].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara singkat hasil dari setiap tahapan penelitian adalah sebagai berikut:

Pengujian Dosis nilai Hounsfield Unit (HU) dari Sampel Shielding

Pengukuran nilai HU dari sampel ini menjadi karakteristik fundamental dan penting karena menyatakan nilai absorpsi dari bahan atau shielding yang telah dibuat. Berikut ini hasil nilai HU dari sampel yang ditunjukkan oleh **Tabel 2**.

Tabel 2. Nilai HU sample yang diuji

No	Nama sampel	HU
1	Tanpa shielding	0
2	A	410,25
3	B	2806,44
4	C	2467,00
5	D	437,41

Catatan : Silicone rubber (SR)

Nilai HU tertinggi ditunjukkan oleh sampel B dengan penambahan zat aditif timbal. Sampel C tertinggi kedua dengan zat aditif graphite. Hal ini menunjukkan timbal dan graphite memiliki kemampuan absorpsi yang baik dalam menyerap radiasi pengion. Hasil pengukuran dosis ditunjukkan oleh **Tabel 3**.

Tabel 3. Nilai dosis mata tanpa shielding dan dengan shielding menggunakan modalitas CT Scanner 120 kV Mode manual

No	Nama sampel	Dosis mata (mGy)
1	Tanpa shielding	52,81
2	A	49,98
3	B	41,26
4	C	47,47
5	D	50,03

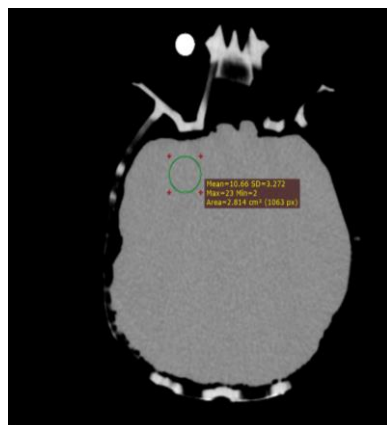
Catatan : Silicone rubber (SR)

Dari **Tabel 3** menunjukkan bahwa dosis mengalami penurunan setelah pemberian

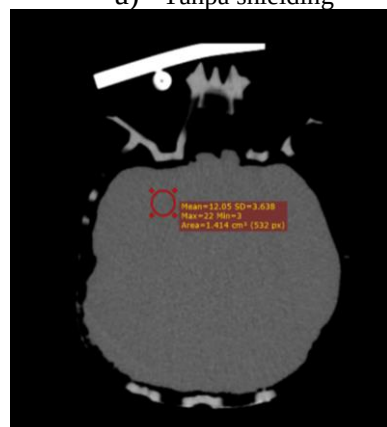
shielding. Artinya shielding dapat bekerja untuk mereduksi dosis yang diterima mata. Selain itu, pengurangan dosis terbesar di terima oleh sampel B dengan penambahan zat aditif timbal Pb 5%. Dari data ini nantinya akan dibandingkan nilai kualitas citranya antara tanpa shielding dan dengan menggunakan shielding. Batas dosis mata yang diizinkan adalah dibawah 150mGy oleh BAPETEN [6].

Kualitas citra phantom kepala dengan dan tanpa shielding

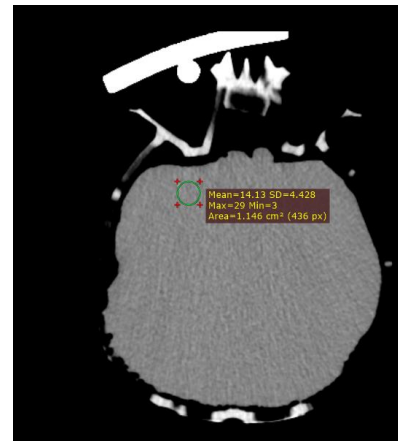
Analisis kualitas citra dari phantom kepala dengan dan tanpa shielding ditunjukkan oleh perubahan nilai HU dari bagian otak untuk tujuan diagnosis otak. Gambar analisis kualitas citra ditunjukkan oleh **Gambar 2**.



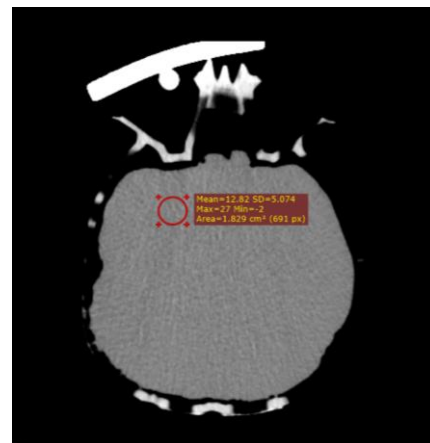
a) Tanpa shielding



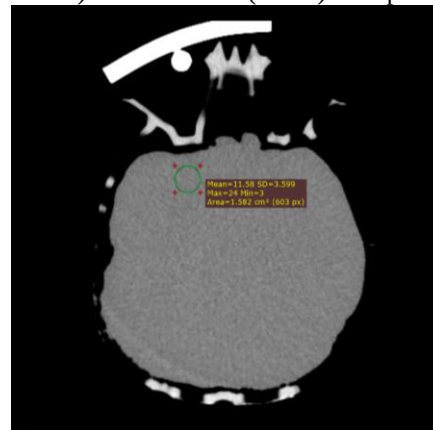
b) Menggunakan shielding
SR : Katalis (25 : 1)



c) SR : Katalis (25 : 1) : Pb 5%



d) SR : Katalis (25 : 1) : Graphite



e) SR : Katalis (25 : 1) : Al3O4 3%

Gambar 2. Hasil analisis kualitas citra dari phantom kepala bagian otak dengan shielding dan tanpa shielding.

Dari **Gambar 2** menunjukkan bahwa dengan dan tanpa shielding nilai HU otak tidak berubah secara signifikan dengan analisis uji statistik non parametrik dengan nilai $p > 0.05$ ini memberikan hasil yang

menjanjikan bahwa shileding telah dibuat dapat mereduksi dosis mata dengan mempertahankan kualitas citra bagian otak untuk diagnosis kelainan pada otak.

Tabel 3. Hasil analisis kualitas citra dengan shielding dan tanpa shielding.

Citra	Rata-rata HU	SNR
Tanpa shielding	10,66	3.258
A	12,05	3.312
B	14,13	3.191
C	12,82	2.527
D	11,58	3.218

Nilai noise berbanding terbalik dengan nilai dosis yang mengenai detektor. Metode pengukuran nilai noise dapat digunakan dalam pengoptimalan kualitas citra. Untuk mengetahui noise pada citra dilakukan perhitungan Signal to Noise Ratio (SNR) yaitu nilai mean dibagi standar deviasi [15]. Citra dengan nilai SNR tinggi menunjukkan kualitas citra yang baik. **Tabel 3** menunjukkan bahwa nilai SNR di setiap variasi shielding dengan tanpa shielding memberikan hasil yang baik. Artinya kualitas citra tidak mengalami penurunan yang berarti.

Hasil persentase perbedaan kualitas citra antara tanpa dan menggunakan shielding ditunjukkan oleh **Tabel 4**.

Tabel 4. Persentase perbedaan nilai SNR antara citra tanpa dan menggunakan shielding.

Nama sampel	Persentase perbedaan
Tanpa shielding	0
A	1.667
B	3.659
C	20.822
D	1.240

Dari **Tabel 4** menunjukkan bahwa shielding A, B, dan D memberikan hasil yang tidak berbeda jauh dengan tanpa shielding dengan persentase perbedaan $< 5\%$. Sedangkan

untuk shielding C memberikan hasil yang berbeda jauh $> 5\%$. Penggunaan shielding C dengan penambahan zat aditif graphite tidak direkomendasikan untuk optimasi dosis mata dengan mempertahankan kualitas citranya.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini diperoleh penambahan shielding membuat dosis yang diterima mata mengalami penurunan. Shielding sampel B dengan zat aditif timbal Pb 5% paling efektif dengan nilai HU 2806,44, dosis yang diterima mata sebesar 41,26 mGy dan SNR paling tinggi yaitu 3191. Dengan dan tanpa shielding, nilai HU tidak berubah secara signifikan dengan nilai uji statistik non parametrik $p > 0.05$ menunjukkan shileding yang ditambahkan dapat mereduksi dosis mata dengan tetap mempertahankan kualitas citra.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan Terimakasih kepada Kemenristekdikti yang telah memberikan hibah penelitian skema PDP tahun anggaran 2022 sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. A. E. Noor and I. Normahayu, "Dosis Radiasi dari Tindakan CT-SCAN Kepala," *J. Environ. Eng. Sustain. Technol.*, vol. 1, no. 2, Art. no. 2, November 2014.
- [2] R. Hidayatullah, "Dampak Tingkat Radiasi Pada Tubuh Manusia," *J. Mutiara Elektromedik*, vol. 1, no. 1, Art. no. 1, 2017.
- [3] M. R. Nuansa, "Profil Dosis Efektif Mata Pada Pemeriksaan Radiografi

- Panoramik Konvensional Dan Digital,” skripsi, Universitas Airlangga, 2020.
- [4] S. Rosidah, A. Soewondo, and M. S. Adi, “Optimasi Kualitas Citra Radiografi Abdomen Berdasarkan Body Mass Index dan Tegangan Tabung pada Computed Radiography,” *J. Epidemiol. Kesehat. Komunitas*, vol. 5, no. 1, pp. 23–31, Februari 2020.
- [5] M. Masdi, E. Setiawati, and C. Anam, “Analisis Penerimaan Dosis Radiasi di Organ Mata Pada Pemeriksaan Nasofaring Menggunakan CT SCAN,” *Youngster Phys. J.*, vol. 2, no. 4, Art. no. 4, Oct. 2013.
- [6] A. D. Fanis, D. Milvita, and N. Nuraeni, “Estimasi Dosis Radiasi Lensa Mata Menggunakan TLD-100 pada Pasien Brain Scanning CT-Scan Merek Siemens Somatom Perspective,” *J. Fis. Unand*, vol. 10, no. 1, Art. no. 1, Feb. 2021.
- [7] A. H. Tsurayya, Y. A. Sari, and G. S. Wijaya, “Pemodelan BNCT Shielding Berbahan Parafin dan Aluminium Untuk Fasilitas Menggunakan Simulator MCNP,” *J. Ilmu Fis. Dan Ter.*, vol. 6, no. 5, Art. no. 5, Oct. 2017.
- [8] T. Sasmi, I. Wijaya, D. Ratnasari, and A. Marzuki, “Kajian Bahan Kaca Boro-tellurite untuk Shielding Radiasi Gamma Pada Kedokteran Nuklir Pengganti Bahan Konvensional,” *Proc. Natl. Conf. PKM Cent.*, vol. 1, no. 1, Art. no. 1, Jun. 2021.
- [9] F. Nurlaili, M. Azam, K. S. Firduasi, and W. Widarto, “Optimasi Shielding Neutron Pada Thermalizing Column Reaktor Kartini,” *Berk. Fis.*, vol. 11, no. 4, pp. 119–125, 2008.
- [10] A. S. Wibowo, G. M. Wibowo, and A. Prabowo, “Analisis Perubahan kV dan mAs terhadap Kualitas Gambar dan Dosis Radiasi pada Pemeriksaan Multislice Computed Tomography Abdomen dalam Kasus Tumor Abdomen di Instalasi Radiologi RSUD dr. Saiful Anwar Malang,” *J. Imejing Diagn. JImeD*, vol. 2, no. 1, Art. no. 1, Jan. 2016.
- [11] R. A. P. Putra, P. Rahardjo, and P. Pramono, “Analysis Of ASIR Variation Effect to SNR on Unenhanced Abdominal CT SCAN in Urilithiasis,” *J. Vocat. Health Stud.*, vol. 4, no. 2, Art. no. 2, Nov. 2020.
- [12] A. Kurniawati, C. Badri, and J. Ardiyanto, “Desain Phantom Air Untuk Kalibrasi CT Number dan Keseragaman CT Number Pada Pesawat CT Scan,” *J. Imejing Diagn. JImeD*, vol. 1, no. 1, Art. no. 1, Jul. 2015.
- [13] A. N. Arifah, Y. Kartikasari, and E. Murniati, “Analisis Perbandingan Nilai Signal to Noise Ratio (SNR) pada Pemeriksaan MRI Ankle Joint dengan Menggunakan Quad Knee Coil dan Flex/Multipurpose Coil,” *J. Imejing Diagn. JImeD*, vol. 3, no. 1, Art. no. 1, Jan. 2017.
- [14] E. D. Endarti, J. Ardianto, and A. N. Kurniawan, “Analisis Informasi Citra Anatomi MSCT Scan Orbita Potongan Axial dengan Variasi Kernel dengan Window Sinus Dan Window Base Orbita Pada Kasus Trauma,” *JRI J. Radiogr. Indones.*, vol. 2, no. 2, Art. no. 2, Nov. 2019.
- [15] M. Irsal, M. R. Alfajri, V. D. Ananta, K. Anwar, and S. Sriyatun, “Optimasi Penggunaan Faktor Eksposi Pemeriksaan Ossa Manus dengan Kualitas Citra Objektif dan Subjektif,” *J. Kesehat.*, vol. 12, no. 3, Art. no. 3, Nov. 2021.

Irmayatul dkk: Optimasi Dosis dan Kualitas Citra Pesawat CT-Scan pada Mata Menggunakan Shielding untuk Pencitraan CT-Scan Kepala