

Rancang Bangun Phantom Femur Menggunakan Material Gips sebagai Alternatif Tulang Manusia di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Simpang Lima Gumul Kediri

Designing Phantom Femur Using Gypsum Material as an Alternative to Human Bone in the Radiology Department of Simpang Lima Gumul Hospital Kediri

Vike Meidina¹, Yuniar Alam^{2*}, Ulfa Niswatul Khasanah³

^{1,2,3}Program Studi Fisika, Fakultas Ilmu Eksakta, Universitas Nahdlatul Ulama Blitar, Blitar, Indonesia 66111

Email: *yuniaralam@unublitar.ac.id

Received: 13st January 2026; Revised: 24th February 2026; Accepted: 07th March 2026

Abstrak – Penelitian rancang bangun phantom femur menggunakan material gips sebagai alternatif tulang manusia dengan tujuan mengevaluasi kesamaan karakteristik penyinaran antara phantom femur dan tulang manusia. Jumlah sampel yang digunakan sebanyak 6 dengan menggunakan komposisi gips, yang terbuat dari kalsium sulfat hemihidrat ($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$). Phantom femur yang digunakan berukuran panjang $\pm 2,5$ cm dengan diameter 14 cm. Kaset yang digunakan berukuran 30x40cm. Berdasarkan hasil uji di RSUD Simpang Lima Gumul, diperoleh nilai Hounsfield Unit (HU) phantom sebesar 1084,74 HU dan nilai Hounsfield Unit (HU) tulang asli sebesar 1598,8 HU, dengan selisih 32,15%. Nilai HU tulang pada pemindaian axial berkisar antara +800,15 HU hingga +1112,03 HU, dan pada pemindaian helikal berkisar antara +852,57 HU hingga +1188,28 HU dengan rentang batas toleransi antara +700 HU hingga +3000 HU. Hasil penelitian phantom femur dari gips memiliki nilai rata-rata sebesar 1084,74 HU dimana nilai ini masih dalam rentang toleransi tulang asli (700–3000 HU), sehingga menyerupai densitas radiologis tulang.

Kata kunci: Phantom femur; CT-Scan; Hounsfield Unit (HU); gips; tulang manusia.

Abstract – The purpose of this study was to evaluate the similarity of radiation characteristics between femur phantoms and human bones. A total of six samples were used, made of gypsum composed of calcium sulfate hemihydrate ($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$). The femur phantoms used were ± 2.5 cm long with a diameter of 14 cm. The cassette used measured 30x40cm. Based on the test results at Simpang Lima Gumul Regional General Hospital, the Hounsfield Unit (HU) value of the phantom was 1084.74 HU, and the Hounsfield Unit (HU) value of real bone was 1598.8 HU, with a difference of 32.15%. The HU value of the bone in axial scanning ranged from +800.15 HU to +1112.03 HU, and in helical scanning ranged from +852.57 HU to +1188.28 HU, with a tolerance range between +700 HU and +3000 HU. The femur phantom fabricated from gypsum demonstrated an average Hounsfield Unit value of 1084.74 HU, falling within the tolerance range of natural bone (700–3000 HU), thereby resembling the radiological density of bone.

Keywords: Phantom femur; CT Scan; Hounsfield Unit (HU); gyps; human bone.

1. Pendahuluan

Salah satu aspek penting dalam penggunaan CT-scan adalah Program *quality control* salah satu yang ada pada pemakaian pesawat CT-scan adalah uji ketepatan *CT Number* dan *uniformitas* pada berbagai posisi phantom dalam satuan HU (*Hounsfield Unit*) [1]. Sementara *uniformitas* dari *CT Number* dapat diartikan sebagai keseragaman nilai *CT Number* di beberapa titik pada citra CT scan [2]. Penggunaan utama *phantom CT scan* untuk memastikan bahwa mesin *CT scan* mampu menghasilkan gambar yang akurat dan konsisten. Proses ini dilakukan dengan memindai *phantom* menggunakan mesin *CT scan*, kemudian membandingkan

hasilnya dengan citra referensi atau standar yang telah diketahui sebelumnya. upaya peningkatan akurasi dan keandalan hasil pemindaian *CT scan*, pembuatan *phantom femur* berbahan gips yang dapat digunakan sebagai standar dalam evaluasi kinerja mesin *CT scan*. *Phantom* ini akan dirancang untuk meniru karakteristik anatomi dan densitas tulang *femur* [3] manusia, sehingga dapat digunakan dalam pengujian akurasi pencitraan [4], kalibrasi mesin, serta perbandingan kualitas hasil pemindaian dari berbagai mesin *CT scan*. Dengan adanya *phantom femur* ini, diharapkan proses diagnostik [5] dan penelitian medis yang berkaitan dengan tulang dapat lebih optimal dan terpercaya [6]. Gambar 1 menunjukkan sebuah *phantom* yang digunakan dalam kalibrasi atau pengujian kualitas gambar *CT scan*.



Gambar 1. *Phantom* kepala.

Sampel proses pembuatan *phantom* sebanyak enam kali, kurang tepatnya pengukuran dan faktor eksternal, di antaranya tidak tepat dalam penakaran resin dan katalis, pemilihan jenis resin dan katalis yang kurang sesuai, serta proses pengadukan yang kurang merata sehingga menyebabkan terbentuknya gelembung-gelembung udara dalam *phantom*. Selain itu, pemilihan cetakan harus disesuaikan. Di awal proses pembuatan penggunaan paralon menjadi alternatif, namun terjadi ketidaksesuaian dalam cetakan berupa retakan dan pecahnya *phantom* selama proses pengerasan. Percobaan ini membantu penyesuaian penggunaan alternatif lain, dengan media lapisan luar menggunakan triplek dan lapisan dalam menggunakan kardus berbentuk balok.

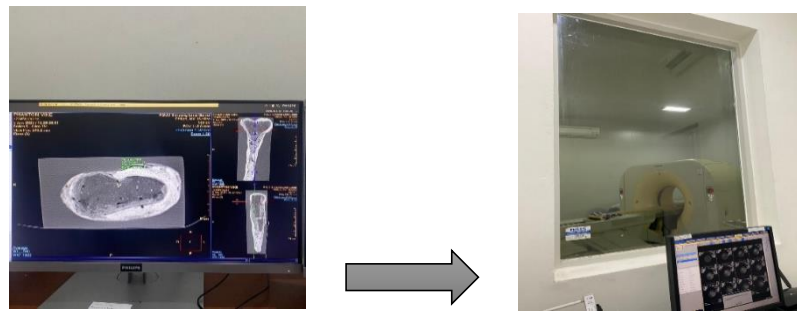
Phantom radiologi yang ideal harus dibuat dari bahan yang mudah diperoleh, sederhana dalam proses pembuatannya, serta mampu menghasilkan citra yang serupa setelah terpapar sinar-X. Saat ini, sebagian besar penelitian lebih banyak berfokus pada penggunaan material polimer atau komposit yang cenderung lebih mahal dan kompleks, sedangkan penelitian mengenai pengembangan *phantom femur* berbahan gips masih terbatas [7]. Poliester merupakan salah satu matriks polimer yang sering digunakan dalam pembuatan komposit, dengan bahan penguat berupa serat alam maupun sintesis.

Dalam bidang radiologi, penggunaan *phantom femur* menjadi penting sebagai model tiruan yang menyerupai struktur lutut manusia. *Phantom* ini digunakan dalam pengujian dan kalibrasi alat radiologi untuk meningkatkan akurasi citra sinar-X, dengan mempertimbangkan berbagai faktor seperti kondisi dan ketepatan citra [8]. Dalam pembelajaran radiologi, mahasiswa harus menguasai teknik pemeriksaan dengan berbagai posisi dan kondisi pasien. Praktikum di laboratorium sering kali memerlukan beberapa kali eksposur sinar-X [9] guna menghasilkan citra yang akurat. Namun, penggunaan objek manusia dalam praktikum berisiko karena paparan sinar-X yang berulang dapat memengaruhi *neurotransmitter* dan faktor genetik, sehingga berpotensi menyebabkan gangguan somatik maupun hereditas yang dipengaruhi oleh dominasi gen tertentu [10].

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan *phantom femur* berbahan gips sebagai alternatif material yang lebih terjangkau dan mudah didapat. Dengan menganalisis sifat mekanis dan struktural *phantom femur* berbahan gips, diharapkan penelitian ini dapat berkontribusi terhadap kemajuan teknologi medis, khususnya dalam bidang biomekanika dan ortopedi [11]. Selain itu, penelitian ini juga membuka peluang pengembangan *phantom* tulang yang lebih ekonomis, sehingga mendukung penelitian dan pendidikan medis di negara berkembang yang sering menghadapi keterbatasan sumber daya [12].

Berdasarkan spesifikasi *American Dental Association* (ADA) dalam penggunaan sifat klinis gips harus memenuhi lima karakteristik utama, yaitu waktu pengerasan (*setting time*), kehalusan permukaan, ekspansi saat pengerasan (*setting expansion*), kekuatan kompresi, serta stabilitas dimensi. *Femur* berartikulasi dengan *acetabulum* untuk membentuk sendi panggul serta berhubungan dengan tibia pada sendi lutut. Tulang ini memiliki struktur berbentuk pipa dengan satu batang. Panjang *femur* yang digunakan dalam penelitian ini memiliki panjang $\pm 2,5$ cm dengan diameter 4 cm. Pengujian *phantom* diletakkan

diatas meja pemeriksaan, kaset ukuran 30x 40 m dengan posisi *phantom antero posterior (AP)*, FFD 100 cm dan faktor eksposi dilakukan pencucian film yang sudah dieksposi, kemudian dilihat detail ketajaman, kontras dan *soft tissue*.



Gambar 2. Hasil pengujian *phantom*

Pada radiograf femur manusia ini digunakan faktor eksposi dengan kv 80 dan mAs 12. Phantom juga mempunyai struktur tulang yang tertutup dengan gel lunak dalam kulit yang didukung oleh material keras.

2. Material Dan Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dengan pendekatan *experimental research* yang bertujuan mengetahui tingkat kemiripan *material gips phantom femur dengan tulang manusia dengan menggunakan standar American Association of Physicists in Medicine (AAPM) No. 39* [1] dan PERMENKES RI [13] sebagai media simulasi. Beberapa tahapan yang dilakukan dalam analisis ini meliputi pembuatan *phantom femur* menggunakan material gips sebagai alternatif pengganti tulang manusia, dengan tujuan untuk mengetahui nilai *Hounsfield Unit (HU)* [14] serta melakukan pengujian phantom menggunakan pesawat *CT scan*.

Analisis dimulai dengan struktur *phantom femur* yang merupakan susunan internal dan eksternal phantom yang dirancang untuk menyerupai anatomi, geometri, dan karakteristik radiologis tulang femur manusia, sehingga phantom dapat digunakan sebagai media uji kualitas citra dan dosimetri pada CT-scan. Selanjutnya, deskripsi proses pembuatan phantom meliputi pembuatan cetakan, pencampuran bahan, dan pembentukan struktur akhir, guna memastikan prosedur yang tepat. Selanjutnya, dilakukan analisis radiografi digital dengan CT scan untuk mengevaluasi ketajaman gambar [15], kontras, dan kepadatan tulang [16], serta membandingkannya dengan femur manusia. Analisis kuantitatif menggunakan nilai *Hounsfield Unit (HU)* mengukur densitas *phantom*. Nilai HU *phantom* dibandingkan dengan tulang manusia. Uji validitas dan statistik dilakukan untuk menilai kesamaan visual dan numerik. Jika ada perbedaan signifikan, evaluasi bahan dan metode pembuatan dilakukan. Kesimpulan ditarik berdasarkan kesesuaian struktur radiografi dan nilai HU. *Phantom* dianggap layak jika menyerupai tulang manusia dan dapat digunakan untuk simulasi radiografi. Jika tidak, revisi diperlukan untuk meningkatkan kemiripan. Pendekatan ini memastikan *phantom* efektif untuk penelitian dan pelatihan radiografi.

Prosedur penelitian ini melakukan pengujian dengan menggunakan objek phantom. Hal awal dilakukan persiapan campuran gips dengan menentukan *setting time* dan rasio air-bubuk gips sesuai standar. Selanjutnya menimbang dan mencampur bahan secara manual atau dengan alat vakum (120 putaran, 1 menit). Tahap selanjutnya persiapan *phantom* dan CT-scan (a) menyiapkan phantom Phillips dan head holder, (b) menempatkan phantom di tengah gantry dengan sinar laser sebagai panduan, (c) mengatur pemindaian: 120 kVp, 2 detik, slice 3-10 mm, Window Width 100, Window Level 0. di lanjutkan tahap pengambilan dan analisis data dengan menentukan *regions of interest (ROI)* di pusat citra dan empat tepi (jam 12, 3, 6, 9), dan menghitung selisih nilai HU pusat dan tepi untuk menilai keseragaman citra. Penentuan standar lolos uji berdasarkan (1) CT pusat (ROI): $-4 \leq HU \leq 4$ (standar HU air), (2) Keseragaman pusat & tepi: $\Delta HU \leq 2$. Hasil analisis mengevaluasi akurasi dan keseragaman HU sebagai parameter utama kualitas citra.

Analisis dimulai dengan deskripsi proses pembuatan phantom, meliputi pembuatan cetakan, pencampuran bahan, dan pembentukan struktur akhir, guna memastikan prosedur yang tepat. Selanjutnya,

dilakukan analisis radiografi digital dengan CT scan untuk mengevaluasi ketajaman gambar, kontras, dan kepadatan tulang, serta membandingkannya dengan *femur* manusia.

3. Hasil Dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian, nilai *HU* pada phantom femur menunjukkan kesamaan dengan nilai *HU* pada tulang femur asli, sehingga gips dinilai layak digunakan sebagai bahan simulasi dalam penelitian ini. komposisi gips, yang terbuat dari kalsium sulfat hemihidrat ($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$). Bahan ini dipilih karena memiliki sifat-sifat tertentu yang membuatnya cocok untuk digunakan dalam bidang kedokteran ortopedi.

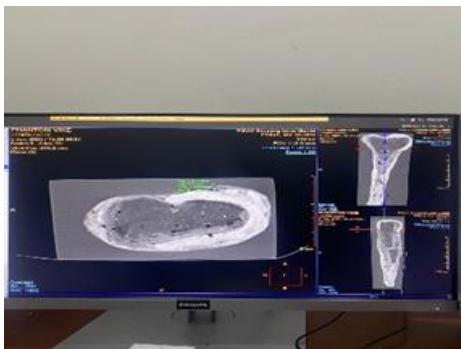
Tabel 1. Hasil pengamatan nilai *setting time*.

Kelompok	Mixing Time	Working Time	Final Setting	Setting Time
Ketepatan encer W = 80 ml P = 4,5 sendok makan	51 Detik	1 Menit 25 detik	25 menit	26 Menit 47 Detik
Ketepatan Kental W = 30 ml P = 4,5 sendok makan	60 Detik	1 Menit 50 detik	9 Menit 57 detik	11 Menit 47 detik

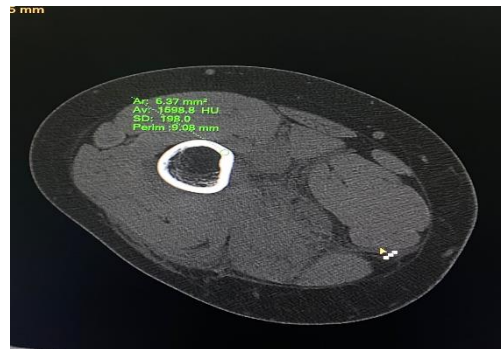
Ketelitian dalam pengukuran sangat penting saat mencampurkan gips dengan air. Pengukuran dilakukan secara cermat untuk memastikan perbandingan campuran yang tepat, sehingga mendukung tercapainya hasil yang diinginkan. Selain itu, konsistensi larutan gips juga berperan penting dalam proses pembentukan. Konsistensi yang sesuai memungkinkan larutan mengalir merata dalam cetakan dan mereproduksi detail dengan baik. Jika air terlalu banyak, larutan menjadi terlalu encer, sedangkan jika air terlalu sedikit, larutan akan terlalu kental. Pengadukan yang optimal merupakan bagian penting dari proses pencampuran gips dengan air. Pengadukan yang dilakukan dengan benar akan menghasilkan distribusi bahan yang merata serta mencegah terbentuknya gumpalan atau gelembung udara dalam larutan gips.

Hasil CT-scan phantom femur dan tulang femur asli

Tujuan dari pemindaian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana tingkat kesamaan densitas radiologis antara *phantom* dan tulang asli melalui analisis nilai *HU*. Struktur *phantom femur* dianalisis secara makroskopik melalui evaluasi geometri dan keseragaman permukaan, serta secara internal menggunakan citra CT-scan untuk menilai homogenitas dan distribusi densitas berdasarkan nilai *HU*.



Gambar 2. hasil phantom femur Gips.



Gambar 3. hasil tulang femur.

1. Nilai *HU* phantom (1084,74 *HU*) dan tulang asli (1598,8 *HU*), keduanya berada dalam rentang standar *HU* tulang asli (700 - 3000 *HU*).
2. Selisih *HU*: $1598,8 - 1084,74 = 514,06$ *HU*
3. Persentase deviasi: $514,06 \times 100\% \approx 32,15\%$.

Penelitian ini, memiliki rata-rata pada nilai *HU* pada *phantom femur* berbahan dasar gips diperoleh sebesar 1084,74 *HU*, yang masih berada dalam rentang standar *HU* tulang asli, yaitu 700 - 3000 *HU*. Hal ini menunjukkan bahwa phantom tersebut memiliki kemiripan densitas radiologis dengan tulang manusia. Namun demikian, nilai *HU phantom* masih lebih rendah sekitar 32,15% dibandingkan dengan nilai rata-rata *HU* tulang femur asli sebesar 1598,8 *HU*. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa kepadatan radiologis

phantom relatif lebih rendah daripada tulang asli. Oleh karena itu, untuk meningkatkan kesesuaian karakteristik phantom dengan tulang asli, disarankan dilakukan penyesuaian komposisi material atau desain struktur phantom agar nilai HU-nya lebih mendekati nilai tulang asli.

Berdasarkan Tabel 1, ditampilkan perbandingan antara dua jenis konsistensi adonan gips, yaitu encer dan kental, dalam hal waktu pencampuran (*mixing time*), waktu kerja (*working time*), waktu pengaturan awal (*setting time*), dan pengaturan akhir (*final setting*). Dari kedua jenis campuran tersebut, peneliti memilih konsistensi kental sebagai acuan karena memberikan hasil pengerasan yang lebih cepat. Hal ini menunjukkan bahwa rasio air terhadap serbuk gips memiliki pengaruh signifikan terhadap waktu pengerasan. Semakin kecil rasio air (semakin kental), maka proses pengikatan dan pengeringan berlangsung lebih cepat. Masih mengacu pada Tabel 1, nilai referensi yang umum digunakan dalam praktik menunjukkan bahwa rasio ideal campuran gips adalah sekitar 28 - 30 ml air untuk setiap 100 g bubuk gips. Adapun waktu pencampuran yang direkomendasikan berkisar antara 8 hingga 16 menit, dengan waktu pengaturan akhir rata-rata mencapai 20 menit setelah pencampuran. Berdasarkan hasil pemindaian CT dalam penelitian ini, citra radiograf yang dihasilkan oleh phantom berbahan dasar gips menunjukkan kemiripan dengan struktur tulang, ditandai dengan nilai densitas HU yang tinggi.

Selain itu, nilai CT Number diketahui dapat mengalami variasi seiring dengan peningkatan faktor eksposi serta perbedaan lokasi pengukuran ROI (*Region of Interest*), akibat adanya fluktuasi acak. Meskipun demikian, seluruh nilai HU yang diperoleh tetap berada dalam rentang toleransi yang direkomendasikan tertera pada tabel.

Tabel 2. *Hounsfield units - scale of HU.*

<i>Matter</i>	<i>Density (HU)</i>
<i>Air</i>	-1000
<i>Lung parenchyma (inspiration)</i>	-850 to -910
<i>Fat</i>	-50 to -100
<i>Water</i>	0
<i>White matter</i>	20 to 30HU
<i>Kidney</i>	20 to 40HU
<i>Spleen</i>	35 to 55HU
<i>Grey matter</i>	37 to 45HU
<i>Blood</i>	45 to 65HU
<i>Liver</i>	45 to 65HU
<i>Hematoma</i>	40 to 90HU
<i>Bone</i>	700 to 3000

Mengacu pada studi literatur, nilai HU tulang pada pemindaian axial berkisar antara +800,15 HU hingga +1112,03 HU, dan pada pemindaian helical berkisar antara +852,57 HU hingga +1188,28 HU, dengan rentang batas toleransi antara +700 HU hingga +3000 HU. Hasil ini menunjukkan bahwa phantom femur yang dibuat dengan bahan gips memiliki kemiripan dengan tulang manusia. Phantom femur ini berpotensi digunakan sebagai media simulasi, pembelajaran dan penelitian

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil Analisis phantom femur dari gips memiliki nilai rata-rata sebesar 1084,74 HU, masih dalam rentang toleransi tulang asli (700 - 3000 HU), sehingga menyerupai densitas radiologis tulang manusia.

Pustaka

- [1] H.-B. Moeller and I. Bachmann, *Specification And Acceptance Testing of Computed Tomography Scanners*. 1993. doi: 10.2307/40127640.
- [2] L. Munro, *Basic of Radiation Protection how to achieve ALARA: Working tips and guidelines*. 2004.
- [3] M. Wegner, N. A. Azbari, D. Krause, and E. Gargioni, "Development of an anthropomorphic phantom of the lower extremities for feasibility studies and verification of total-body irradiation," *Phys. Medica*, vol. 136, no. June, p. 105045, 2025, doi: 10.1016/j.ejmp.2025.105045.
- [4] Machmudah, A. Muttaqin, and A. Oktavia, "Uji Kualitas Citra Pesawat CT-Scan Menggunakan Phantom ACR (American College of Radiology) di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Universitas Andalas," *J. Fis. Unand*, vol. 14, no. 1, pp. 45–51, 2025, doi: 10.25077/jfu.14.1.45-51.2025.
- [5] A. Hardy Widiatmika, N. Putu Rita Jeniyanthi, N. Sri Wikanadi, P. Studi Teknik Radiologi Pencitraan, and A. Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Bali, "Uji Kendali Mutu Kualitas Citra Pesawat Ct Scan Multislice United Imaging Healthcare Di Unit Radiologi Rumah Sakit Balimed Buleleng Quality Control Test of United Imaging Healthcare Multislice CT Scan Image Quality in the Radiology Unit of Balimed Hospita," no. 2, pp. 157–167, 2025, [Online]. Available: <https://ejurnal.ung.ac.id/index.php/jjhsr/index>
- [6] S. Angella, D. Hulmansyah, and A. Annisa, "Optimalisasi Kualitas Citra Radiograf Menggunakandan Digital Radiography (DR) Pada Pemeriksaan Anatomi Thorax Proyeksi Antero - Posterior(AP)," *Innov. J. Soc. Sci. Res.*, vol. 5, no. 4, pp. 5885–5895, 2025, [Online]. Available: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative/article/view/20377>
- [7] T. Kurnianto, I. Maulana, and M. Rizky, "Reduksi Dosis Radiasi Pemeriksaan Femur Dengan Bioplastik Timbal : Pendekatan Citra Dan Anatomi Radiation Dose Reduction In Femur Examination Using Lead Bioplastics : An Imaging And Anatomical Approach," vol. 8, no. 2, pp. 73–84, 2025.
- [8] I. Hikmah, S. Indah Purnama, A. Prayugo Hariyanto, and dan Nur Afifah Zen, "Optimasi Dosis dan Kualitas Citra Pesawat CT-Scan pada Mata Menggunakan Shielding untuk Pencitraan CT-Scan Kepala," *J. Teor. dan Apl. Fis.*, vol. 11, no. 01, pp. 73–80, 2023.
- [9] N. Mutmainah, A. Anggraeni, and W. Mufida, "Prosedur Pemeriksaan CT Scan Kepala pada Pasien Non-Kooperatif Klinis Suspect Gangguan Mental Organik di Instalasi Radiologi RSUD Blora," *J. Penelit. Inov.*, vol. 5, no. 3, pp. 2561–2570, 2025, doi: 10.54082/jupin.1649.
- [10] F. Nurkolis *et al.*, "Pharmacoinformatics and cellular studies of algal peptides as novel functional molecules to modulate type-2 diabetes markers," *Clin. Nutr. ESPEN*, vol. 63, p. 1119, Oct. 2024, doi: 10.1016/j.clnesp.2024.07.444.
- [11] C. Saija *et al.*, "Development and Evaluation of a Reusable Self- Healing Phantom for Ultrasound-Guided Femoral Vascular Access".
- [12] F. Susanto, H. Sedya Utami, A. R. Alchamdani, A. N. Rahmasyifa, and F. Fatimah, "Penerapan Modifikasi Faktor Eksposi Aturan 10 kV Terhadap Kualitas Citra Radiografi Thorax Modalitas CR vs DR," *JRI (Jurnal Radiogr. Indones.)*, vol. 7, no. 1, pp. 1–6, 2024, doi: 10.55451/jri.v7i1.244.
- [13] kue tradisional khas Aceh, "Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Tentang Pelayanan Radiologi Klinik Dengan Rahmat Tuhan Yang Maha Esa Menteri Kesehatan Republik Indonesia," pp. 1–47, 2020.
- [14] M. Fatimah Azhara, S. Dewang, U. Rosyidah, S. Dewi Astuty, and B. Abdul Samad, "Analisis Modulation Transfer Function (MTF) Dan Contrast-To-Noise Ratio (CNR) Citra CT Scan Untuk Optimasi Kualitas Citra," vol. 28, no. 1, pp. 28–34, 2025.
- [15] Aliya Ambar Sari, Widya Mufida, and Muhammad Za'im, "Penggunaan Pitch Rendah pada Pemeriksaan CT Scan Kepala pada Kasus Trauma di RSUD Banyumas," *J. Kesehat. Amanah*, vol. 9, no. 2, pp. 233–244, 2025, doi: 10.57214/jka.v9i2.964.
- [16] M. Gunawan, S. Dewi Astuty, and S. Dewang, "Identifikasi Level Noise, Resolusi Spasial Dan Low Contrast Citra CT Scan Pada Objek Fantom Rahim Buatan," vol. 27, no. 2, pp. 80–88, 2024.