

*Original paper*

## UJI CT NUMBER CITRA FANTOM BERBAHAN DASAR GELATIN DAN KAYU BAKAU (*RIZHOPORA SPP*) UNTUK APLIKASI OBJEK HATI

*Nanda Saharani<sup>1</sup>, Syamsir Dewang<sup>1\*</sup>, Sri Dewi Astuty<sup>1</sup>, Siti Ainun Marwah<sup>1</sup>, Purwanto<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin

<sup>2</sup>Instalasi Radiologi, RSUP Wahidin Sudirohusodo, Indonesia

Email: [dewang1163@gmail.com](mailto:dewang1163@gmail.com)

*Received: 1 Januari 2024; revised: 11 Januari 2024; accepted: 15 Januari 2024*

### ABSTRAK

*CT adalah peralatan diagnostik yang dapat menampilkan citra cross-section dari tubuh manusia dengan memanfaatkan penyerapan radiasi sinar-X. Faktor eksposi seperti tegangan tabung merupakan bagian penting pada hasil citra yang diperoleh. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai CT Number dan kualitas citra CT menggunakan fantom buatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai CTN dan kualitas citra CT menggunakan fantom buatan. Fantom dibuat dari bahan-bahan alami seperti batang pohon bakau minyak (*Rhizophora spp*), gelatin, Polyvinil Alkohol (PVA), dan aquades. Citra CT fantom dianalisis dengan parameter CNR dan SNR pada variasi tegangan tabung 70 kV, 90 kV, dan 110 kV. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai CTN fantom buatan sesuai dengan nilai CTN organ tubuh manusia. Nilai CNR fantom buatan jaringan lunak mengalami penurunan dengan peningkatan tegangan tabung, sedangkan nilai SNR mengalami peningkatan dengan peningkatan tegangan tabung. Kesimpulan, fantom buatan ini dapat digunakan untuk mengetahui nilai CTN dan kualitas citra CT. Namun, perlu diperhatikan bahwa nilai CNR dan SNR fantom buatan jaringan lunak dapat bervariasi tergantung pada tegangan tabung.*

**Kata Kunci:** *CT Scan, Fantom, CTN, CNR, SNR, Rhizophora spp, Gelatin, Polyvinil Alkohol (PVA)*

### PENDAHULUAN

CT adalah peralatan diagnostik yang dapat menampilkan gambar *cross-section* dari tubuh manusia dengan memanfaatkan penyerapan radiasi sinar-X. Teknologi CT terbaru dapat memanipulasi hasil gambar dan dapat menurunkan dosis [1]. Selama beberapa dekade terakhir, pemanfaatan CT *scan* dalam radiologi diagnostik telah meningkat, dikarenakan kemajuan teknologi yang pesat, waktu pencitraan yang singkat, dan ketersediaan CT yang

luas [2]. Penggunaan pesawat CT *scan* yang menghasilkan kualitas citra yang baik akan memberikan diagnosa yang akurat. Hal ini agar meminimalisasi kesalahan diagnosa akibat dari kualitas citra yang buruk. Kualitas citra dapat dijaga dengan melakukan *Quality Control (QC)* secara rutin [3].

Fantom berperan penting di bidang fisika medis dalam meniru sifat atenuasi dan penyerapan jaringan manusia terhadap radiasi pengion. Alat ini dimanfaatkan

dalam QC, studi radiografi, dan pekerjaan dosimetrik di bidang pencitraan medis dan radioterapi [4]. Fantom yang diproduksi oleh pabrikan di pasaran memiliki harga yang sangat mahal dan harus diimpor terlebih dahulu. Oleh sebab itu, banyak penelitian yang telah mendesain fantom menggunakan bahan-bahan alami yang mudah ditemukan dengan harga yang lebih terjangkau [5].

Secara umum, fantom dibuat untuk mensimulasikan dan menunjukkan sifat jaringan lunak manusia. Bahan fantom harus memiliki beberapa sifat, seperti sifat fisik, sifat optik (nilai serapan), sifat mekanik (elastisitas), dan sifat radiologis. Pengenalan fantom berukuran dewasa yang meniru tubuh manusia pada awal tahun 1960 memungkinkan kelanjutan pendekatan inovatif dalam fabrikasi fantom untuk studi radiasi [6].

Penelitian pembuatan fantom telah dilakukan oleh Anugrah dkk. [7] dengan menggunakan *Rizhopora spp* dan gelatin. Penelitian tersebut bertujuan untuk menentukan ikatan kimia yang penting dalam menentukan kuat pembentukan ikatan, HVL, MFP, koefisien atenuasi linier dan koefisien atenuasi massa dari komposit gelatin dengan PVA sebagai pengikat dan penambahan papan partikel *Rhizophora spp* sebagai pengisi. Parameter-parameter ini akan digunakan untuk mengidentifikasi jenis jaringan tubuh manusia yang cocok untuk fantom dalam penelitian ini [7].

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai CT Number (CTN) dan kualitas citra CT Scan menggunakan fantom buatan pada parameter *contrast-to-noise ratio* (CNR) dan *signal-to-noise ratio* (SNR), menggunakan variasi tegangan tabung 70 kV, 90 kV, dan 110 kV. Pada penelitian ini, digunakan fantom buatan yang terdiri dari batang pohon bakau minyak (*Rhizophora spp*), gelatin, Polyvinil Alkohol (PVA), dan *aquades* sebagai bahan pembuatannya.

## BAHAN DAN METODE

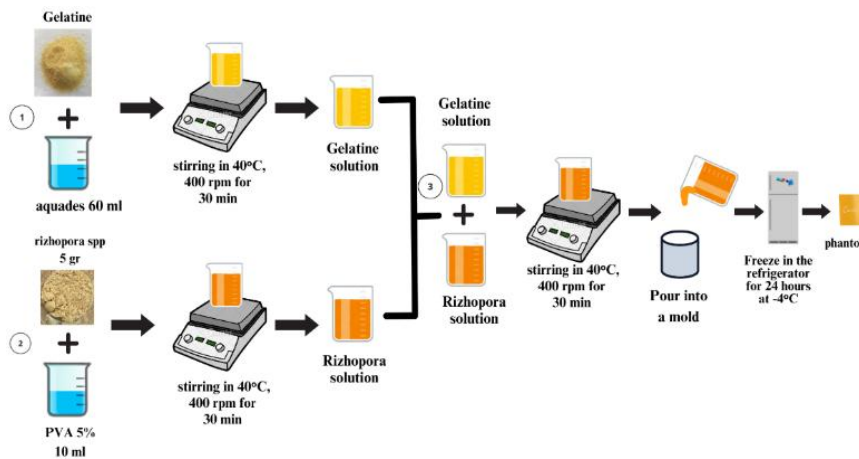
### Preparasi sampel

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2023 – Juni 2024, bertempat di Laboratorium Material dan Energi, Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin. Gambar 1 menampilkan proses pembuatan fantom. *Rizhopora spp*, Gelatin, *Aquades* dan PVA (Merck) disiapkan untuk penelitian ini. *Rizhopora spp* kemudian diserut, diblender dan di-mesh menggunakan ayakan 100, sehingga membentuk bubuk kecil. Konsentrasi gelatin dalam penelitian ini divariasikan 5 gr, 7 gr, 9 gr, 11 gr, 13 gr, dilarutkan dengan 25 ml *aquades* dan diaduk pada suhu 40 °C dengan kecepatan konstan 400 rpm selama 30 menit untuk melarutkan gelatin.

Selanjutnya, *Rizhopora spp* sebanyak 5 gr dicampur dengan larutan PVA 5%, sebanyak 10 ml kemudian diaduk pada suhu 40°C dengan kecepatan 400 rpm selama 30 menit untuk membentuk larutan *Rizhopora spp*. Larutan gelatin dan larutan *Rizhopora spp* diaduk pada suhu 40°C, dengan kecepatan 400 rpm selama 30 menit menjadi larutan fantom. Larutan *fantom* dituangkan ke dalam cetakan plastik dan disimpan dalam lemari es selama 24 jam.

### Pemindaian terhadap CT Scan menggunakan fantom buatan

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2024 RSUP Wahidin Sudirohusodo, Kota Makassar, Sulawesi Selatan. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui karakteristik fantom berdasarkan nilai CTN dan kualitas citra CT *scan* menggunakan fantom buatan sendiri dengan parameter CNR dan SNR.



**Gambar 1.** Proses pembuatan fantom.

Sebelum pengambilan data, pesawat CT-Scan dilakukan pemanasan atau *warning up*. Selanjutnya fantom diletakkan pada stand yang statik agar fantom tidak bergerak ketika meja bergerak memasuki gantry. Sebelum *scanning*, fantom di atas meja pemeriksaan diposisikan dengan cara mengatur garis tengah panjang, lebar dan kedalaman fantom yang tepat pada pertengahan gantry. *Scanning* dilakukan dengan satu kali rotasi, dalam waktu 2 detik dengan pengaturan tegangan tabung yang divariasikan 70 kV, 90 kV, dan 110 kV.

Hasil citra yang diperoleh diolah menggunakan aplikasi RadiAnt DICOM Viewer dengan cara menentukan asumsi jenis gambar yang akan dipilih yaitu yang menampilkan beberapa objek yang berbeda untuk memperoleh nilai CTN. Penetapan posisi *Region of Interest* (ROI) untuk setiap objek tersebut menggunakan luasan yang sama baik untuk objek maupun *background*, sehingga diperoleh level nilai *mean* dan SD (*noise*) yang serupa. Selanjutnya nilai-nilai tersebut ditabulasikan sesuai dengan variasi dalam penelitian. Data yang diperoleh digunakan untuk menghitung nilai CNR dan SNR, seperti yang ditunjukkan pada Persamaan (1) dan (2).

$$CNR = \frac{mean\ ROI_1 - mean\ ROI_2}{SD\ ROI_2} \quad (1)$$

$$SNR = \frac{(mean\ ROI_1 - mean\ ROI_2)}{\sqrt{\frac{(SD\ ROI_1)^2 + (SD\ ROI_2)^2}{2}}} \quad (2)$$

Dimana :

*Mean ROI<sub>1</sub>* = Signal ROI objek

*Mean ROI<sub>2</sub>* = Signal ROI *background*

SD *ROI<sub>1</sub>* = *Noise* ROI objek

SD *ROI<sub>2</sub>* = *Noise* ROI *background*

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis CT Number pada fantom buatan

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini, yaitu nilai *mean* objek dan *background* dari masing-masing citra untuk setiap variasi tegangan tabung yang ditunjukkan pada Tabel 1. Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai CTN pada sampel 1 menunjukkan organ paru pada manusia dengan rentang nilai -500 HU – 100 HU. Pada sampel 2 juga menunjukkan organ paru dengan rentang nilai -500 HU sampai dengan – 100 HU. pada sampel 3 menunjukkan lemak dengan rentang nilai -100 HU sampai dengan -50 HU. Pada sampel 4 menunjukkan organ ginjal dengan rentang nilai +20 HU sampai dengan +30 HU. Pada sampel 5 menunjukkan organ hati dengan rentang nilai +40 HU sampai dengan +60 HU [8].

**Tabel 1.** Data hasil nilai CTN dari ROI tiap posisi dengan variasi tegangan tabung.

Sampel	Tegangan			Jenis organ
	70 kV	90 kV	110 kV	
1	-265,52	-257,83	-242,39	Paru
2	-220,94	-222,06	-219,66	Paru
3	-98,29	-88,71	-79,32	Lemak
4	23,27	26,17	27,23	Ginjal
5	40,87	41,73	42,1	Hati
Background	-999,65	-997,07	-997,26	-

Nilai HU pada citra CT Scan umumnya meningkat seiring dengan naiknya tegangan tabung. Hal ini disebabkan karena sinar-X berenergi tinggi yang dihasilkan dari tegangan tabung tinggi lebih mudah menembus jaringan padat dan menghasilkan nilai HU lebih tinggi. Namun, hubungan ini tidak selalu linear. Pada rentang tegangan tabung yang rendah, peningkatan tegangan tabung akan menghasilkan peningkatan nilai HU yang lebih besar dibandingkan dengan rentang tegangan tabung yang lebih tinggi [9].

**Analisis CNR dan SNR pada citra fantom**

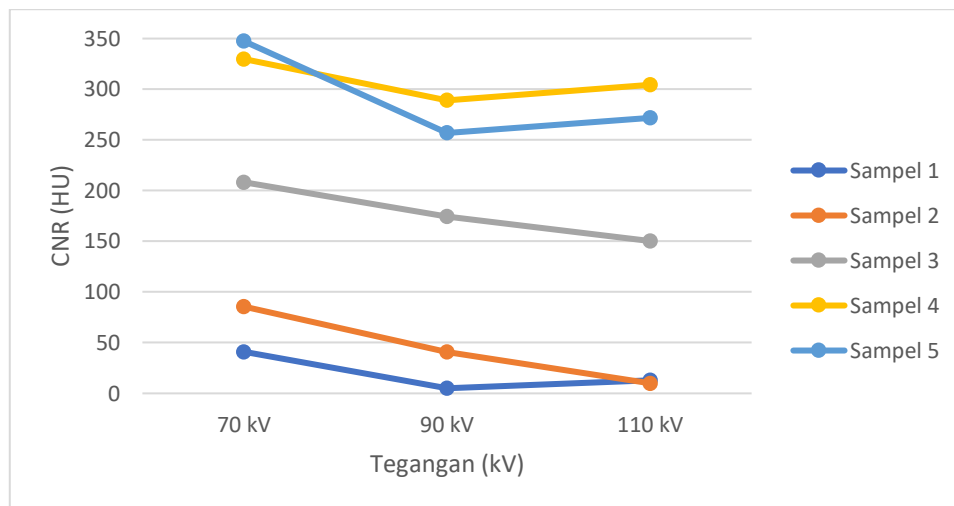
Tabel 2 menunjukkan data hasil pengukuran nilai CNR dengan variasi tegangan tabung. Secara umum, semakin tinggi nilai tegangan tabung semakin tinggi nilai CNR. Pemanasan filament yang terjadi pada tabung sinar-X akan menghasilkan elektron yang menumbuk anoda akan semakin banyak sehingga energi foton akan

semakin besar. Variasi nilai tegangan akan mempengaruhi kualitas dan kuantitas sinar-X. Semakin tinggi nilai tegangan semakin meningkat energi foton sinar-X dan semakin pendek panjang gelombang yang dihasilkan, sehingga akan menurunkan atenuasi sinar-X. Atenuasi sinar-X ini akan mempengaruhi HU.

Gambar 2 menunjukkan grafik hasil perhitungan nilai CNR dengan variasi tegangan 70 kV, 90 kV, dan 110 kV. Pada grafik tersebut peningkatan tegangan tabung menyebabkan penurunan CNR. Hal ini disebabkan pada jaringan lunak dengan CT Scan memiliki beberapa keterbatasan, salah satunya adalah sifat jaringan lunak yang kontrasnya rendah dan bervariasi. Oleh karena itu, menyebabkan nilai CNR sulit dioptimalkan, meskipun nilai SNR telah meningkat. Selain itu, pada 5 sampel fantom, deteksi optimal hanya dapat dicapai pada energi sinar-X 60 kV. Pada energi yang lebih tinggi, efek penghamburan sinar-X menjadi dominan, sehingga menurunkan kualitas gambar. Ini berakibat pada nilai CNR yang tidak optimal.

**Tabel 2.** Data hasil pengukuran nilai CNR dengan variasi tegangan tabung.

Tegangan Tabung (kV)	Nilai CNR				
	1	2	3	4	5
70	41,03	85,61	208,26	329,81	347,41
90	5,04	40,81	174,16	289,04	304,6
110	12,76	9,96	150,3	256,85	271,72



**Gambar 2.** Grafik CNR variasi tegangan tabung.

**Analisis nilai SNR pada fantom buatan**

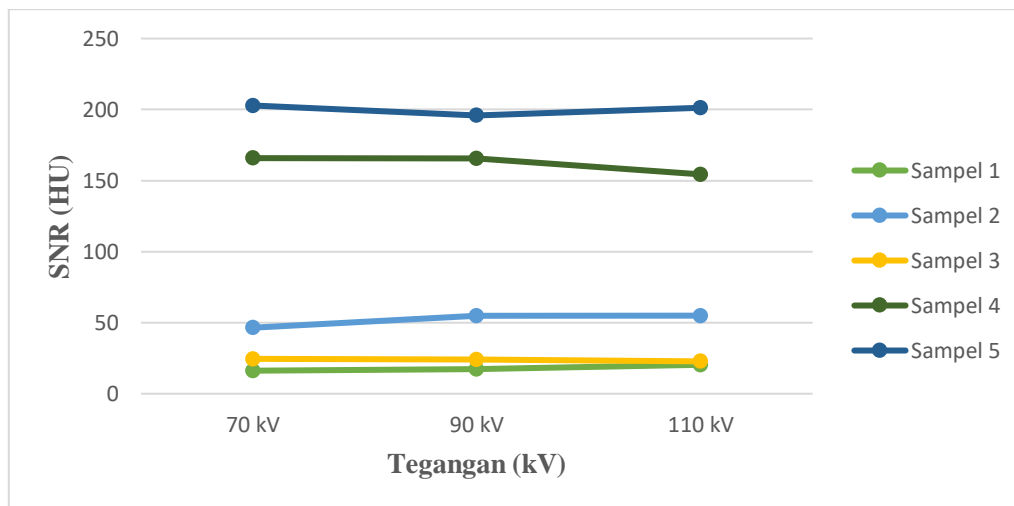
Tabel 3 dan Gambar 3 menunjukkan grafik hasil perhitungan nilai SNR. Pada sampel 1, 2, 3, dan 5 mengalami peningkatan nilai SNR dari variasi tegangan 70 kV sampai 110 kV. Hal ini disebabkan peningkatan sinyal lebih signifikan dibandingkan peningkatan *noise* dengan meningkatnya tegangan tabung. Kenaikan tegangan tabung akan menghasilkan elektron yang semakin cepat bergerak dari katoda menuju anoda sehingga energi bekas radiasi sinar-X yang dilewatkan akan semakin tinggi yang berimplikasi peningkatan nilai pada citra. Sedangkan sampel 5 mengalami penurunan nilai SNR. Hal itu disebabkan dari nilai *mean* dan SD penempatan ROI pada citra dari objek dan *background* yang dihasilkan.

**KESIMPULAN**

Nilai CTN citra fantom buatan pada sampel 1 dan 2 menunjukkan organ paru, pada sampel 3 menunjukkan lemak, pada sampel 4 menunjukkan organ ginjal dan pada sampel 5 menunjukkan organ hati. Berdasarkan hasil analisis, nilai CNR pada fantom buatan jaringan lunak mengalami penurunan dengan peningkatan tegangan tabung dari 70 kV ke 110 kV. Sebaliknya, nilai SNR pada fantom buatan jaringan lunak mengalami peningkatan dengan peningkatan tegangan tabung, kecuali pada sampel 5 yang mengalami penurunan SNR. Peningkatan SNR ini disebabkan oleh peningkatan sinyal yang lebih signifikan dibandingkan peningkatan *noise* dengan meningkatnya tegangan tabung. Penurunan SNR pada sampel 5 kemungkinan disebabkan oleh penempatan ROI yang kurang tepat pada citra.

**Tabel 3.** Data hasil pengukuran nilai SNR dengan variasi tegangan tabung.

Tegangan Tabung (kV)	Nilai SNR				
	1	2	3	4	5
70 kV	16,23	46,49	24,56	165,83	202,89
90 kV	17,26	54,75	24,25	165,57	195,86
110 kV	20,38	54,97	22,78	154,43	201,15



**Gambar 3.** Nilai SNR variasi tegangan tabung.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Irsal M & Winarno G. Pengaruh Parameter Milliampere-Second (mAs) terhadap Kualitas Citra Dan Dosis Radiasi Pada Pemeriksaan CT scan Kepala Pediatrik. *Jurnal Fisika Flux: Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat*. 2020;17(1):1-8.
- [2] MirDerikvand A, Bagherzadeh S, MohammadSharifi A. Assessment and comparison of radiation dose and cancer risk in thoracic diagnostic and radiotherapy treatment planning CT scans. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*. 2023;16(4):100717.
- [3] Hutami IAPA, Sutapa GN, Paramarta IBA. Analisis pengaruh slice thickness terhadap kualitas citra pesawat CT scan di RSUD Bali Mandara. *Buletin Fisika*. 2021;22(2):77-83.
- [4] Kabir NA, Okoh FO, Yusof MFM. Radiological and physical properties of tissue equivalent mammography phantom: Characterization and analysis methods. *Radiation Physics and Chemistry*. 2021;180:109271.
- [5] Marashdeh MW, Tajuddin AA, Bauk S, Hashim R. Dosimetric evaluation of Rhizophora spp. binderless particleboard phantom for diagnostic X-ray energy. *Radiation Physics and Chemistry*. 2017;136:23–29.
- [6] Zuber SH, Hashikin NAA, Yusof MFM, Aziz MZA, Hashim R. Influence of Different Percentages of Binders on the Physico-Mechanical Properties of Rhizophora spp. Particleboard as Natural-Based Tissue-Equivalent Phantom for Radiation Dosimetry Applications. *Polymers (Basel)*. 2021;13(11):1868.
- [7] Anugrah MA, Suryani S, Ilyas S, Mutmainna I, Fahri AN, Jusmawang, Tahir D. Composite gelatin/Rhizophora SPP particleboards/PVA for soft tissue phantom applications. *Radiation Physics and Chemistry*. 2020;173:108878.
- [8] Yueniwati Y. *Pencitraan pada stroke*. Universitas Brawijaya Press. 2016.
- [9] Sukanta IGE, Pratista MS, Wirajaya IWA, Diarthama AAA. Analisa perubahan kV terhadap kualitas citra dan CTDI. *Jurnal Radiografer Indonesia*. 2022;5(1):36-41.