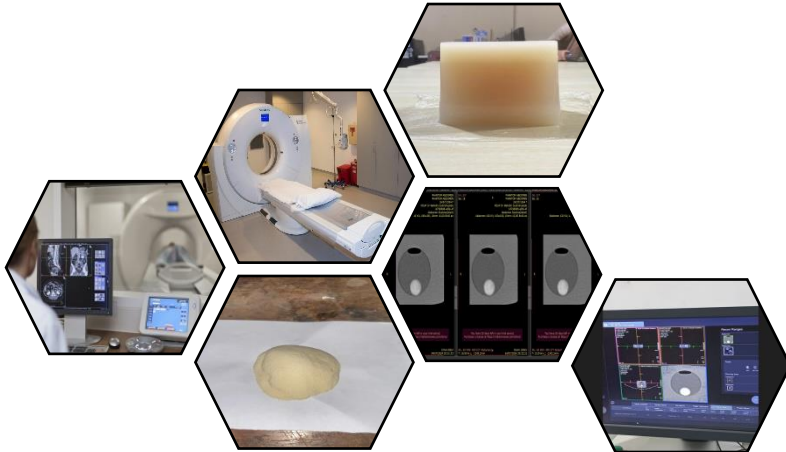


ANALISIS NILAI NOISE, RESOLUSI DAN KONTRAS CITRA CT SCAN PADA OBJEK PHANTOM RAHIM BUATAN



**MUTIARA GUNAWAN
H021 20 1036**



**PROGRAM STUDI FISIKA
TAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITASA HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

Optimized using
trial version
www.balesio.com

**ANALISIS NILAI NOISE, RESOLUSI DAN KONTRAS CITRA CT SCAN
PADA OBJEK PHANTOM RAHIM BUATAN**

**MUTIARA GUNAWAN
H021201036**



**PROGRAM STUDI FISIKA
MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

ANALISIS NILAI NOISE, RESOLUSI DAN KONTRAS CITRA CT SCAN PADA OBJEK PHANTOM RAHIM BUATAN

MUTIARA GUNAWAN
H021 20 1036

Skripsi

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Studi Fisika

pada



Optimized using
trial version
www.balesio.com

**PROGRAM STUDI FISIKA
DEPARTEMEN FISIKA
MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

SKRIPSI

ANALISIS NILAI NOISE, RESOLUSI DAN KONTRAS CITRA CT SCAN PADA OBJEK PHANTOM RAHIM BUATAN

MUTIARA GUNAWAN

H021 20 1036

Skripsi,

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Sarjana Fisika pada 9 September
2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

pada

Program Studi Fisika
Departemen Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin
Makassar

Mengesahkan:
Pembimbing Tugas Akhir,

Mengetahui:
Ketua Program Studi,



y. S.Si. M.Si.
19903 2 001



Prof. Dr. Arifin, M.T.
NIP. 19670520 199403 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Analisis Nilai Noise, Resolusi dan Kontras Citra CT Scan pada Objek Phantom Rahim Buatan" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing Dr. Sri Dewi Astuty, S.Si, M.Si. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa Sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 11 September 2024



Optimized using
trial version
www.balesio.com

UCAPAN TERIMA KASIH

Bismillahirrahmanirrahim

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah *Subhanahu wa Ta'ala* karena berkat rahmat-Nya dan hidayah-Nya sehingga penelitian ini dan skripsi ini dapat penulis rampungkan. Shalawat serta salam semoga dilimpahkan kepada baginda Rasulullah *shallallahu alaihi wasallam* beserta keluarga beliau dan sahabat hingga akhir zaman. Penulis skripsi yang berjudul **“Analisis Nilai Noise, Resolusi dan Kontras Citra CT-Scan Pada Objek Phantom Rahim Buatan”** merupakan upaya penulis memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan dan memperoleh gelar Sarjana Sains di Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin. Selain itu, skripsi ini juga diharapkan dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan peneliti lain untuk menambah wawasan.

Proses penyelesaian skripsi ini merupakan suatu rangkaian perjuangan yang cukup panjang bagi penulis. Selama proses penelitian maupun penyusunan skripsi ini, tidak sedikit hambatan maupun kendala yang penulis hadapi. Do'a dan dukungan dari berbagai pihak merupakan hal yang berarti, sehingga penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan oleh penulis. Oleh karena itu, dengan tulus dan ikhlas, penulis mengucapkan terima kasih sebanyak-banyaknya. Pada kesempatan ini, dengan segala kerendahan hati penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Superhero dan panutanku, Ayahanda **HERRY GUNAWAN** terima kasih untuk segala hal yang selalu diperjuangkan untuk kehidupan penulis, beliau mampu mendidik penulis, memotivasi, mengajarkan rasa rendah hati dan memberikan dukungan hingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai sarjana.
2. Surgaku, Ibunda **SITTI ROHANI** yang tidak henti-hentinya memberikan kasih sayang, cinta, dukungan dan selalu memberikan motivasi, serta mendoakan untuk kebaikan anak-anaknya. Menjadi suatu kebanggaan memiliki orang tua yang mendukung anaknya untuk mencapai cita-cita. Terima kasih telah memperjuangkan segalanya sehingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai sarjana
3. Belahan Jiwaku dan Cinta Pertamaku, Embah **WARSINEM** terima kasih untuk kasih sayang, cinta, dukungan, do'a dan didikannya kepada penulis. Terima kasih telah mengajarkan penulis rasa sabar, ikhlas dan kuat dalam menghadapi apapun dan menjalani semuanya dengan legowo sehingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai sarjana.



ni Astuty, S.Si, M.Si selaku pembimbing utama. Penulis penghargaan setinggi-tingginya dan banyak terima kasih atas kesediaannya yang telah meluangkan banyak waktu, in dalam memberikan bimbingan dan motivasi kepada penulis, penyusunan sampai penyelesaian skripsi ini.

5. Bapak **Prof. Dr. Syamsir Dewang, MS, F.Med** dan **Prof. Dr. Dahlang Tahir, S.Si., M.Si** selaku dosen penguji, terima kasih atas segala arahan dan saran, serta kemudahan yang diberikan kepada penulis demi kesempurnaan skripsi ini.
6. Bapak **Bannu, S.Si, M.Si** selaku Penasehat Akademik (PA) yang senantiasa memberikan arahan, dukungan dan bimbingan dari awal masa studi hingga penyusunan skripsi ini.
7. **Bapak/Ibu Dosen** Departemen Fisika yang telah membimbing dan memberikan ilmunya kepada penulis, pada waktu masa perkuliahan.
8. Seluruh **Pegawai** dan **Jajaran Staff** Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, terkhusus kepada **Pegawai** dan **Staff Departemen Fisika** yang telah membantu dalam pengurusan administrasi perkuliahan penulis.
9. Bapak **Purwanto** dan **Kak Syihab** selaku pembimbing di RSUP Wahidin Sudirohusodo yang membantu penulis dalam pengerjaan tugas akhir (skripsi), terima kasih atas bantuan, tenaga dan motivasi terhadap penulis. Terima kasih karena penulis dapat menyelesaikan BAB IV penulis dengan baik dan sempurna.
10. **Seseorang** yang pernah bersama penulis yang tidak dapat penulis sebutkan namanya, terima kasih untuk pembelajaran dalam hal memperjuangkan sesuatu yang harus kita gapai. Terima kasih untuk rasa sayang yang pernah diberikan pada penulis, kepergianmu menjadikan penulis sosok yang tangguh pada saat proses penyusunan penelitian skripsi dan menjadikan penulis menjadi pribadi yang lebih baik. Terima kasih telah menjadi bagian yang menyenangkan dan menyakitkan dari proses pendewasaan penulis. Semoga **Allah SWT** selalu memberikan mu kemudahan dalam berproses dan tercapainya cita-citamu.
11. Terima kasih untuk teman seperjuangan penulis terkhusus **Farda, Mifta, Pani,** dan **Muti** telah menemani dan mendengarkan curahan penulis selama penulisan skripsi. Terima kasih atas dukungan dan banyak hal-hal positif yang telah diberikan kepada penulis. Semoga kalian semua selalu diberikan rasa cinta dan kedamaian dalam hidup, dan dimudahkan segala urusannya. Semoga cita-cita kalian bisa tercapai, sampai bertemu dipuncak keberhasilan semua.
12. **Keluarga Besar** penulis, terima kasih atas dukungan, bantuan dan do'a selama proses perkuliahan.
13. **Sahabat-sahabat** penulis, terima kasih atas dukungan, bantuan, do'a dan selama proses perkuliahan.



uk para konco ku, terkhusus **Ainun, Novi, Waode, Tasya,**
iti, Ebi dan Novra telah menemani dan membantu penulis
 aian penelitian tugas akhir (skripsi). Terima kasih telah
 yak motivasi dibalik rasa keputus asaan penulis kemarin dan
 senyuman penulis yang manis ini. Semoga kalian semua

- selalu diberikan rasa cinta dan kedamaian dalam hidup dan memudahkan segala urusannya. Sampai bertemu dipuncak keberhasilan semua.
15. **Teman Resonansi** yang telah menemani penulis semasa perkuliahan hingga penyelesaian tugas akhir, terima kasih untuk motivasinya dan bantuan-bantuan kecilnya. Semoga kalian semua diberikan kemudahan dalam segala urusannya. Sampai bertemu dipuncak keberhasilan semuanya.
 16. **Terakhir** tidak lupa ku ucapkan banyak terima kasih untuk **Diri Ku (Mutiar Gunawan)**, terima kasih telah berjuang sejauh ini, terima kasih selalu menyakinkan diri dalam menjalani kehidupan ini, terima kasih telah membuktikan bahwa kamu mampu menyelesaikan dan memperbaiki segala kekacaun satu per satu, terima kasih untuk segala halnya. Kamu mampu melakukan yang terbaik untuk dirimu sendiri. Semoga **Allah SWT** selalu memudahkan langkah mu dalam berproses menjadi versi terbaik dirimu, semoga hal-hal baik selalu menghampirimu dan kebahagiaan yang tak terhingga. **I proud of u, u did it.**

Penulis,



Mutiara Gunawan



ABSTRAK

Kontrol kualitas radiasi maupun kualitas citra memegang peranan penting dalam uji kelayakan klinis suatu modalitas pesawat radiologi. *Quality Control* (QC) dilakukan untuk mematuhi standar yang diijinkan baik terhadap keluaran radiasi maupun hasil citra yang optimal untuk mendukung penegakan diagnosa. CT-scan merupakan salah satu perangkat diagnostik yang memerlukan pengujian QC citra medis yang kompleks karena memiliki banyak indikator penilaian seperti resolusi spasial, *low kontras*, keseragaman noise, *uniformity* dan linieritas. Salah satu implementasi edukasi untuk penelitian terkait penggunaan radiasi adalah uji kualitas citra menggunakan phantom rahim buatan berbahan dasar agar, plastisin dan gel. Bagian dalam phantom diasumsikan sebagai jaringan kista (gumpalan darah lebih fluid), lesi (gumpalan darah lebih padat) dan kantung rahim (berisi air). Penelitian bertujuan untuk mengetahui kualitas citra CT-Scan phantom rahim berdasarkan nilai level noise, resolusi spasial (SNR) dan *low kontras* (CNR dan MTF). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tegangan 80 – 120 kV menghasilkan nilai SNR antara 5,72 – 6,60. Nilai CNR untuk jaringan kantung rahim berisi cairan sebesar 6,77, untuk jaringan lesi sebesar 19,56 dan untuk jaringan kista sebesar 192,15. Karakteristik nilai CTN untuk setiap objek yang diuji mendekati nilai jaringan yang sebenarnya dengan hasil uji kualitas citra phantom meningkat dengan penambahan tegangan, sehingga untuk tujuan edukasi hasil tersebut dapat dikembangkan.

Kata Kunci: Phantom rahim buatan, resolusi spasial, low kontras, level noise



ABSTRACT

Radiation quality control and image quality play an important role in the clinical feasibility test of a radiology modality. Quality Control (QC) is carried out to comply with the permitted standards for both radiation output and optimal image results to support diagnosis. CT-scan is one of the diagnostic devices that requires complex medical image QC testing because it has many assessment indicators such as spatial resolution, low contrast, noise uniformity, uniformity and linearity. One of the educational implementations for research related to the use of radiation is image quality testing using an artificial uterine phantom made from agar, plasticine and gel. The inside of the phantom is assumed to be cyst tissue (more fluid blood clots), lesions (denser blood clots) and uterine sacs (filled with water). The study aims to determine the quality of CT-Scan images of uterine phantoms based on noise level, spatial resolution (SNR) and low contrast (CNR and MTF). The results showed that a voltage of 80 – 120 kV produced an SNR value between 5.72 – 6.60. The CNR value for the fluid-filled uterine sac tissue was 6.77, for the lesion tissue was 19.56 and for the cyst tissue was 192.15. The characteristics of the CTN value for each object tested approached the actual tissue value with the results of the phantom image quality test increasing with the addition of voltage, so that for educational purposes these results can be developed.

Keywords: Artificial uterine phantom, spatial resolution, low contrast, noise level



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR TABEL	3
DAFTAR GAMBAR	4
DAFTAR LAMPIRAN	5
BAB I PENDAHULUAN	6
1.1 Latar Belakang	6
1.2 Tujuan Penelitian	8
1.3 Manfaat Penelitian	8
BAB II METODE PENELITIAN.....	9
2.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	9
2.2 Alat dan Bahan Penelitian	9
2.2.1 Alat Penelitian	9
2.2.2 Bahan Penelitian.....	9
2.3 Prosuder Penelitian	9
2.3.1 Pembuatan <i>Phantom</i>	9
2.3.2 Pemindaian Citra <i>CT-Scan</i> menggunakan <i>Phantom</i> Rahim buatan ..	11
2.4 Bagan Aliran	14
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN	15
3.1 <i>Field of View</i> (FOV)	15
3.2 Karakteristik citra berdasarkan nilai CT <i>number</i> (HU) setiap objek.....	16
3.2.1 <i>Field of View</i> (FOV)	17
3.2.2 <i>Field of View</i> (FOV)	17
3.2.3 <i>Field of View</i> (FOV)	18
3.2.4 <i>Field of View</i> (FOV)	19
3.2.5 <i>Field of View</i> (FOV)	20



3.5 CNR (<i>Contrast-to-Noise Ratio</i>)	21
3.6 <i>Modulation Transfer Function</i> (MTF)	22
BAB IV KESIMPULAN	25
4.1 Kesimpulan.....	25
4.2. Saran.....	25
DAFTAR PUSTAKA	26
LAMPIRAN	29



DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Data hasil nilai CT Number	17
2. Data hasil pengukuran nilai SNR	20
3. Data Hasil Pengukuran CNR	21



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Pembuatan Phantom Rahim	10
2. Pesawat Citra CT-Scan	11
3. Phantom Rahim Buatan.....	15
4. Hasil Citra berdasarkan variasi FOV	16
5. Nilai CT <i>number</i> (HU).....	16
6. Pada gambar diatas merupakan nilai CT <i>Number</i> penentuan nilai mean dan Standar deviasi dari ROI pada objek dan <i>background</i>	17
7. Grafik <i>Level Noise</i>	18
8. Analisis Grafik <i>Uniformity</i>	19
9. Intensitas Piksel pada <i>Homogeneity Noise</i>	20
10. Nilai MTF pada tegangan 120 kV	23



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Proses scan Phantom pada CT Scan	29
2. Hasil Profil Citra	29
3. Hasil penentuan Nilai CTN pada <i>software</i> Radiant DICOM	30
4. Hasil perhitungan <i>Level Noise</i>	31
5. Hasil Analisis nilai Uniformity	33
6. <i>Homogeneity Noise</i>	36
7. Grafik MTF	36



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kualitas radiasi memegang peranan penting dalam suatu uji kelayakan penggunaan klinis suatu modalitas radiologi. Hal ini ditunjang dalam suatu mekanisme yaitu *Quality Control* (QC). QC dilakukan untuk menjamin bahwa penggunaan radiasi lebih terkontrol dengan memperhatikan sistem proteksi dan sistem pencitraan yang mampu menegakkan diagnosa. Salah satu implementasi edukasi dan penelitian dalam penggunaan radiasi dan prinsip *quality control*, yaitu dengan melakukan riset yang menguji kualitas radiasi dan kualitas citra menggunakan jaringan buatan dalam penggunaan klinis jaringan buatan disebut dengan *phantom* (Anugrah et al., 2020).

Phantom merupakan perangkat yang mewakili tubuh manusia yang telah digunakan dalam fisika medis dan fisika kesehatan sejak awal. Gambar sinar-X manusia pertama diambil oleh Prof. Wilhelm Roentgen pada tahun 1896. Namun, efek berbahaya dari dosis tinggi radiasi menjadi kendala karena *eritema* dan *squamation* sel adalah efek samping umum yang terkait dengan penggunaan awal radiasi medis. Akibatnya, fisikawan mengembangkan *Phantom* untuk melakukan pengukuran dosimetri dan untuk menguji sistem kualitas. Berbagai macam *phantom* diperlukan untuk menilai dengan tepat karakteristik sistem pencitraan radiasi (Dewerd & Kissick, n.d. 2014).

Phantom dosimetri telah dirancang khusus untuk menilai sifat dosimetri CT dan sistem sinar-X konvensional (Dewerd & Kissick, n.d. 2014). Karakteristik bahan pembuatan phantom harus memiliki beberapa sifat, seperti sifat fisik, sifat optik (nilai serap), sifat mekanik (elastisitas) dan sifat radiologi (Anugrah et al., 2020). *Phantom* cair paling mudah dibuat dan dikarakterisasi, tetapi *phantom* padat dapat digunakan sebagai model pengganti dari jaringan tubuh manusia (pasien). Desain dan komposisi *phantom* yang menggunakan bahan dasar agar-agar cukup menjanjikan untuk pembuatan *phantom* karena memiliki struktur yang mirip dengan jaringan yang ada pada manusia, terutama jaringan lunak, tidak mudah mencair dan dapat digunakan berkali-kali (Putri et al., 2021). *Phantom* berbahan dasar agar-agar juga dapat disimpan dalam waktu yang lebih lama (lebih dari 3 bulan) tanpa perubahan sifat akustik dan mekanisnya dalam toleransi 1-2% karena kehilangan air (Manickam et al., 2014).



Dosimetri kualitas citra yang merupakan program jaminan kualitas CT-Scan k menjamin keakuratan hasil diagnostik. Dalam prakteknya ra CT-Scan sangat tergantung dengan penggunaan *phantom* Kathon, 2022). Otoritas perlindungan radiasi internasional IAEA memberikan arahan tes penerimaan dan tes secara berkala sehubungan dengan dosis radiasi dan kualitas gambar. Di

beberapa negara tes QA kualitas gambar dan dosis wajib dilakukan (Gulliksrud et al., 2014).

Alat radiologi diagnostik yang disebut *Computed Tomography* (CT) Scan menggunakan metode tomografi untuk menghasilkan citra digital yang terdiri dari lembaran jaringan tubuh pasien. Tabung sinar-X yang diputar di sekitar tubuh pasien menghasilkan proyeksi data yang dikumpulkan dan ditangkap oleh sistem detektor setelah sinar-x ditransmisikan ke tubuh pasien pada berbagai sudut. Proses ini dikenal sebagai citra CT-Scan. Serangkaian data detektor digunakan oleh computer untuk menghasilkan gambar bidang tomografi dari objek. Pengujian kualitas citra yang merupakan program jaminan kualitas CT-Scan perlu dilakukan untuk menjamin keakuratan hasil diagnostik. Dalam prakteknya pengujian kualitas citra CT-Scan sangat tergantung dengan penggunaan *phantom* kualitas citra CT-Scan (Wahyuni & Amalia, 2022).

Computed Tomography (CT) Scan salah satu modalitas yang banyak digunakan untuk menghasilkan citra radiografi dari objek tubuh bagian dalam dengan menggunakan paparan sinar-X berenergi tinggi. Prinsip dasar CT-Scan serupa dengan prinsip perangkat radiografi yang sudah lebih umum dikenal orang. Kedua perangkat ini menghasilkan gambar dengan menggunakan intensitas radiasi setelah melewati suatu objek. Tidak seperti gambar yang dihasilkan oleh metode radiografi, informasi gambar CT-Scan tidak tumpang tindih, yang memungkinkan citra menghasilkan gambar yang menunjukkan informasi tentang tampak melintas objek yang disinari. Pada bidang medis, CT-Scan telah digunakan secara luas, namun gambar yang dihasilkan masih belum sempurna. Pengolahan gambar atau *image processing* pada CT-Scan dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan kualitas gambar yang lebih baik (Fatimah Azhara et al., 2023).

Parameter terpenting sehubungan dengan kualitas gambar citra CT adalah *noise* gambar, CT number, keseragaman, resolusi spasial, dan resolusi kontras rendah. Resolusi kontras rendah adalah kemampuan untuk membedakan objek dengan kepadatan yang sedikit berbeda. Potensi penyelesaian suatu objek tergantung pada tingkat kontras pada objek tersebut (Gulliksrud et al., 2014). CT-Scan adalah sistem pencitraan medis yang sangat kompleks, ada kemungkinan terjadinya kesalahan kalibrasi, kegagalan sistem pembangkit dan deteksi sinar-X dan *mis-alignment*. Untuk memastikan kualitas citra CT-Scan dalam keadaan baik, pesawat CT-Scan memerlukan program pengendalian kualitas (QC). Program QC menjaga dosis tetap di bawah batas aman (Milvita & Prasetyo, 2019).

Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kualitas *Computed Tomography* (CT) Scan menggunakan *phantom* Rahim buatan sendiri, resolusi dan kontras pada suatu citra pesawat CT-Scan, dan diatur pada variasi tegangan, variasi FOV dan tebal irisan dalam waktu rotasi 1 detik. Pada penelitian ini, digunakan *phantom* yang terdiri dari bahan agar bacteriological, *glycerin*, tepung



1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan karakteristik *Phantom* rahim buatan berdasarkan nilai CTN dengan variasi tegangan, FOV, dan *slice thickness*.
2. Menganalisis nilai noise, resolusi dan kontras citra phantom dengan variasi tegangan.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan phantom edukasi untuk uji *Quality control* (QC) pada berbagai modalitas khususnya untuk identitas respon jaringan lunak buatan.
2. Memberikan informasi nilai CTN jaringan buatan yang mendekati jaringan sebenarnya berdasarkan komposisi dan densitas *phantom* yang dibuat.

