

Skripsi

**ANALISIS NILAI SNR DAN CNR *PHANTOM* HASIL PEMERIKSAAN
CT-SCAN DENGAN METODE *AXIAL* DAN *HELICAL*
DI RS HAJI MAKASSAR**

AGUS SALIM

H021 19 1054



**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**ANALISIS NILAI SNR DAN CNR *PHANTOM* HASIL PEMERIKSAAN
CT-SCAN DENGAN METODE *AXIAL* DAN *HELICAL*
DI RS HAJI MAKASSAR**



SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
Pada Program Studi Fisika Departemen Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin*

AGUS SALIM

H021191054

**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2023

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS NILAI SNR DAN CNR *PHANTOM* HASIL PEMERIKSAAN
CT-SCAN DENGAN METODE *AXIAL* DAN *HELICAL*
DI RS HAJI MAKASSAR**

Disusun dan diajukan oleh:

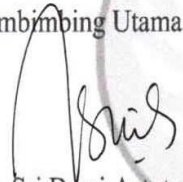
AGUS SALIM
H021191054

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin
Pada November 2023


Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,


Pembimbing Utama


Dr. Sri Dewi Astuty, S.Si., M.Si.
NIP. 19750513 199903 2 001

Pembimbing Pertama


Bannu, S.Si., M.Si.
NIP. 19730502 199802 1 002

Ketua Program Studi,


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

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Agus Salim
NIM : 11021191054
Program Studi : Fisika
Jenjang : S1

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa karya tulisan saya yang berjudul:

ANALISIS NILAI SNR DAN CNR *PHANTOM* HASIL PEMERIKSAAN CT-SCAN DENGAN METODE *AXIAL* DAN *HELICAL* DI RS HAJI MAKASSAR

Adalah karya tulis berdasarkan hasil pemikiran dan penelitian saya, bukan merupakan hasil pengambil alihan tulisan maupun pemikiran orang lain. Jika terdapat karya orang lain dalam skripsi ini, maka akan dicantumkan sumber yang benar dan jelas. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, jika dikemudian hari terdapat ketidakbenaran dan penyimpangan dalam pernyataan ini, maka saya berhak menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 17 November 2023

Yang Menyatakan



AGUS SALIM
11021191054

ABSTRAK

Kualitas citra dari setiap hasil pemeriksaan dalam diagnostik seperti penggunaan modalitas CT-scan perlu diperhatikan optimasinya. Salah satu parameter yang sangat krusial adalah terbentuknya noise yang dapat mengganggu penegakan diagnosa penyakit. Kualitas citra CT-scan dapat dipengaruhi oleh beberapa indikator yaitu low kontras, resolusi spasial, termasuk besar kecilnya nilai SNR dan CNR. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kualitas citra berdasarkan nilai SNR dan CNR yang diselidiki dengan beberapa variasi pengukuran yaitu metode helical-axial, variasi tegangan dan nilai FOV. Objek phantom yang digunakan sebagai pengganti pasien digunakan jenis polymethyl methacrylate (PMMA). Pemilihan variasi untuk tegangan tabung pada kisaran 80 kV, 100 kV, 120 kV, dan 140 kV serta variasi nilai FOV yaitu 20 cm, 23 cm dan 25 cm. Parameter lainnya yang diatur adalah waktu rotasi 1 s, arus tabung 85 mA dan slice thickness 5 mm. Hasil yang diperoleh yaitu terjadi peningkatan nilai SNR terhadap kenaikan tegangan tabung dengan nilai maksimum sebesar 17,68 dan nilai CNR sebesar 15,33 pada tegangan 140 kV. Namun nilai SNR dan CNR relative konstan untuk semua FOV yaitu dalam rentang 7,95 – 17,68. Hasil evaluasi yang diperoleh berimplikasi bahwa kombinasi faktor tegangan dan nilai FOV untuk suatu hasil citra yang berkualitas menjadi optimal pada tegangan yang tinggi dengan variasi nilai FOV pada rentang yang lebih luas.

Kata Kunci: *CT-scan, SNR, CNR, helical*

ABSTRACT

The image quality of any diagnostic examination such as the use of CT-scan modality needs to be optimized. One of the most crucial parameters is the formation of noise that can interfere with the diagnosis of disease. CT-scan image quality can be affected by several indicators, namely low contrast, spatial resolution, including the size of the SNR and CNR values. This study aims to analyze image quality based on SNR and CNR values investigated with several measurement variations, namely the helical-axial method, voltage variations and FOV values. The phantom object used as a patient substitute is polymethyl methacrylate (PMMA). Variation selection for tube voltage in the range of 80 kV, 100 kV, 120 kV, and 140 kV and FOV value variations are 20 cm, 23 cm and 25 cm. Other parameters set were rotation time of 1 s, tube current of 85 mA and slice thickness of 5 mm. The results obtained are an increase in SNR value against the increase in tube voltage with a maximum value of 17.68 and CNR value of 15.33 at a voltage of 140 kV. However, the SNR and CNR values are relatively constant for all FOVs in the range of 7.95 – 17.68. The evaluation results obtained imply that the combination of voltage factor and FOV value for a quality image result is optimal at high voltage with a wider range of FOV values.

Keywords: *CT-scan, SNR, CNR, helical*

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji bagi Allah *Subhanahu Wa ta'ala* Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, Pemberi Petunjuk, Yang Maha Mengetahui dan Maha Kuasa Atas Segala Sesuatu. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada manusia panutan Nabi dan Rasul yang paling mulia yakni Rasulullah *Shallallahu 'Alaihi Wasallam*, kepada para keluarga, sahabat beliau dan orang-orang sholeh yang senantiasa mencintai Rasulullah. Allah SWT berfirman dalam Al-Qur'an

إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا.

“*Sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan.*” (Qs. Al- Insyirah: 6)

Cukup panjang perjalanan yang penulis lalui, mulai dari proses studi literatur, penelitian, hingga perampungan penulisan skripsi. Segala kemudahan dari penelitian maupun penulisan skripsi ini tidak lepas dari pertolongan Allah *Subhanahu Wa ta'ala* dan do'a dari orang-orang yang tulus dan mencintai penulis sehingga skripsi yang berjudul “**ANALISIS NILAI SNR DAN CNR PHANTOM HASIL PEMERIKSAAN CT-SCAN DENGAN METODE AXIAL DAN HELICAL DI RS HAJI MAKASSAR**” yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin bisa dirampungkan. Dalam proses penyelesaian skripsi ini, banyak hambatan dan rintangan yang penulis dapatkan, namun berkat do'a dan bimbingan dari berbagai pihak, baik materi, dukungan moral maupun spritual, Alhamdulillah penulis dapat melewatinya. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, izinkan penulis haturkan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada pihak-pihak yang Allah takdirkan dan izinkan untuk membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. **Diri Sendiri**, pertama penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tak terkira kepada diri sendiri, yang selalu tetap berjuang, tidak mudah putus asa, yang

tetap berusaha, yang sering kali gagal tapi tetap berdiri dengan kaki sendiri untuk bangkit dari kegagalan yang sifatnya hanya sementara. Terima kasih **AGUS**, saya bangga padamu.

2. **Ibu dan Bapak.** Skripsi ini penulis persembahkan untuk kedua orang tua tercinta penulis, yang selalu menjadi orang tua terhebat, sosok yang begitu berharga. Sosok yang menjadi alasan penulis untuk mampu menyelesaikan skripsi ini. Untuk Wanita terhebatku **Ibu Linawati**, wanita tercantik sampai kapanpun di mata penulis sebagai malaikat yang Allah kirimkan untuk penulis, yang selalu memberi banyak perhatian, yang mengajarkan arti kesabaran dalam berjuang, yang selalu mengkhawatirkan anaknya, wanita hebat dalam hidup penulis dan tidak akan pernah ada wanita sehebat beliau di mata penulis. Untuk superhero **Bapak Muh Sakir**, bapak yang luar biasa, bapak yang mencontohkan banyak hal pada anak-anaknya terkhusus penulis, arti yang namanya perjuangan, pantang menyerah dalam mencapai impian yang selalu mengutamakan pendidikan anaknya, yang tidak kenal lelah meski ditengah terik matahari, tidak pantang mengeluh demi bisa menyekolahkan anak-anaknya. Semoga kebahagiaan dan kesehatan senantiasa membersamai **Ibu dan Bapak**.
3. Untuk kakak-kakak penulis, kakak pertama penulis (**Kk Najmawati** dan suami **Kk Ruslan**) dan kakak kedua penulis **Kk Majid**, terima kasih telah memberi sponsor dalam hidup penulis, masukan-masukan, kemudahan yang diberikan dengan adanya laptop dan yang dapat penulis gunakan untuk menyelesaikan skripsi ini, terima kasih telah mensponsori hidup penulis, utamanya dalam penelitian dan keperluan skripsi penulis, terima kasih juga yang menanggung makan dan jajan selama diperantauan ini, memberi semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
4. Untuk keponakan penulis **Inara** dan **Farah**, yang selalu menjadi *moodbooster* untuk secepatnya menyelesaikan skripsi ini agar penulis dapat pulang secepatnya.

5. Kepada keluarga tercinta (**Nenek, Tante, Om, dan Sepupu**) yang selalu memberikan doa, semangat dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan pendidikan dengan baik.
6. Untuk **Dr. Sri Dewi Astuty, S.Si., M.Si** selaku dosen pembimbing utama dan **Bannu, S.Si., M.Si** selaku pembimbing pertama yang dengan sabar, tulus, dan ikhlas meluangkan waktu, tenaga dan pikiran ditengah kesibukan dan prioritasnya untuk membimbing, mengarahkan, serta memotivasi penulis selama penyusunan skripsi ini.
7. Untuk **Prof. Dr. Syamsir Dewang, MS** dan **Prof. Dr. Nurlaela Rauf, M.Sc.** selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktunya dalam memberikan kritikan dan saran yang membangun demi penyempurnaan penulisan skripsi ini.
8. **Bapak/Ibu Dosen pengajar** Departemen Fisika Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin yang telah membekali ilmu dan pengetahuan kepada penulis selama perkuliahan.
9. **Bapak/Ibu Staff Pegawai** Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin terutama **Staf Departemen Fisika: Pak Syukur, Ka' Rana, dan Ibu Evi** yang telah membantu selama perkuliahan dan berbagai persuratan baik dalam persuratan penenelitian maupun penyusunan skripsi ini.
10. Untuk **RSUD Haji Makassar** yang telah menjadi tempat penulis melakukan penelitian, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
11. Untuk **Ibu Ulfa Rosyida, S.Si** dan **Pak Hamran Thahir, Amd.Rad** yang telah membantu penulis dalam penelitian tugas akhir penulis, tempat belajar dan membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
12. Untuk teman-teman **Fisika 2019** yang tidak dapat penulis tuliskan namanya satu persatu, yang telah mendukung dan berjuang bersama selama masa perkuliahan, terima kasih atas semua kenangan dan pembelajaran hidup yang telah diajarkan kepada penulis, semoga teman-teman senantiasa dalam lindungan Allah dan sukses dunia akhirat. Terima kasih orang-orang hebat.

13. Untuk teman-teman **b19bang** dan **HMGF19** yang telah kebersamai penulis memulai mengenal dunia organisasi yang manfaatnya dapat penulis terapkan dalam menyelesaikan skripsi ini.
14. Untuk **Himafi FMIPA Unhas** yang telah menjadi wadah pembelajaran penulis tentang banyak hal yang bisa penulis terapkan terkhusus dalam penyelesaian skripsi ini.
15. Untuk komunitasku yang sangat luar biasa **Onevision** dan **TIENS Internasional** yang telah memberi wadah dalam belajar bukan hanya tentang hidup sendiri tapi bagaimana bisa bermanfaat bagi banyak orang. Komunitas yang mengajarkan tentang pentingnya tujuan hidup (impian), pengembangan diri, pola pikir, paradigma kerja, pentingnya *positive thinking* dan banyak hal lain yang bisa saya dapatkan dan bisa mengubah saya dari orang yang *introvert*, tidak percaya diri, *negative thinking*, hanya peduli dengan diri sendiri, tidak paham tentang paradigma kerja dan tidak peduli dengan impian bisa perlahan berubah dan bisa semakin paham. Semua yang saya dapatkan bisa saya terapkan dalam dunia perkuliahan terkhusus dalam penyelesaian skripsi ini.
16. Untuk mentor-mentorku di komunitas **Onevision** dan **TIENS Internasional** (**bu selvi, bu rahmi, pak Ahmad, bu Mitha, pak Risky, pak Idris, pak Dayat, pak Rusydi dan mentor dunia akhirat bapak Hasibuan Kanata**) terima kasih tak terhingga sudah membimbing dan membantu penulis dalam membangun pola pikir penulis dan selalu memberi visi jangka panjang tentang hidup sehingga penulis bisa tetap semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
17. Untuk teman-teman dan adik-adik **Sahabat Aqsho** dan **teman-teman asrama blok b (Adi, Ali, Syahrul, Erik, Kk Wandu)** yang telah membantu dan mendorong penulis untuk tetap semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
18. Untuk **Kk Safrullah, S.Si** dan **Kk Agung Perwira Negara, S.Si** yang telah membantu dan mendorong penulis untuk tetap semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
19. Untuk *patner* kerja tugas akhir **Pryandi M Tabaika, Nabila AR Lamaniu dan Septia Ulum Pajri** yang membantu dan memberi masukan-masukan pada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

20. Untuk sobat **ELINS, TEORI, MATERIAL dan OPTIK 2019** yang tidak bisa saya sebut satu per satu yang menjadi teman *sharing* penulis mengenai hal-hal yang menyangkut perkuliahan, yang banyak memberi saran dan masukan kepada penulis, yang banyak memberi bantuan dan dukungan kepada penulis.
21. Untuk sepupu-sepupu tak sedarah **KKNT Kakao Bulukumba Posko 6** telah menjadi teman yang baik dan mendoakan penulis. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah memberikan doa, semangat, serta dukungan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik, doa yang baik Insyaa Allah akan kembali kepada kalian, semoga selalu diberikan kesuksesan dunia dan akhirat, diberikan kesehatan dan senantiasa dalam lindungan Allah dimana pun kalian berada.

Penulis memohon maaf apabila dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Semoga skripsi ini dapat membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Wassalamualaikum warahmatullahi Wabarakatuh

Makassar, 17 November 2023



Agus Salih

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
DAFTAR ISI.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	3
I.3 Tujuan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
II.1 Sinar-X.....	4
II.2 Pesawat <i>CT-Scan (Computed Tomography Scan)</i>	6
II.3 Kualitas Citra	8
II.4 <i>Signal to Noise Ratio (SNR)</i>	9
II.5 <i>Contrast to Noise Ratio (CNR)</i>	10
II.6 Akuisisi Data	10
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	13
III.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	13
III.2 Alat dan Bahan Penelitian	13
III.3 Prosedur Penelitian	14
III.4 Bagan Alir Penelitian	16
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	17
IV.1 Hasil dan pembahasan.....	17
BAB V PENUTUP.....	31
V.1 Kesimpulan.....	31
V.2 Saran.....	31
DAFTAR PUSTAKA.....	32

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Computed Tomography merupakan salah satu peralatan *radiodiagnostik* yang digunakan untuk mengenali dan melihat kelainan diberbagai area tubuh manusia secara peririsan. Pemanfaatan teknologi yang semakin canggih termasuk dalam bidang kesehatan membuat perkembangan teknologi CT-Scan hingga pada jumlah dan ketebalan *slice* yang semakin detail. Pada aspek pencitraan, sangat perlu dijamin kualitas hasil *scanning* karena menjadi utama dalam penilaian atau *diagnosis* penyakit pasien. Beberapa indikator seperti pilihan mode *scanning*, parameter *scanning*, peningkatan kontras, resolusi spasial dan temporal, teknik rekonstruksi *multi-planar* yang canggih, pengurangan artefak, dan waktu *scanning* yang semakin cepat. Dengan teknologi yang semakin canggih membuat Amerika Serikat diperkirakan dalam setahunnya terdapat sekitar 62 juta orang yang menjalani CT-Scan. Dibandingkan dengan alat diagnostik yang lain, CT-Scan menggunakan dosis yang lebih tinggi dengan dosis yang lebih signifikan hasil CT-Scan *thorax* dan *abdominopelvic* [1].

Pada CT-Scan, dengan memilih volume pemindaian yang tepat dan menggunakan parameter yang sesuai seperti waktu rotasi, *pitch*, celah dan lebar irisan dapat meminimalkan dosis radiasi yang dihasilkan. Pada Teknik CT-Scan, terdapat dua mode *scanning* yang tersedia yaitu *axial* dan *helical*. Namun, untuk mode *axial* tidak umum digunakan, kecuali untuk melihat kelainan pada pasien bayi yang harus diminilkan penerimaan dosis yang biasanya terjadi pada mode *helical*. Keuntungan mode *helical* saat ini, pada dasarnya sudah memperlihatkan juga citra dalam secara perpotong atau mode *axial*. Metode pengurangan dosis melalui pilihan faktor eksposi yang lebih rendah maupun waktu *scanning* yang lebih cepat belum menjamin kualitas gambar yang baik, tetapi perlu pula ditentukan melalui parameter *noise*, kontras, artefak, dan resolusi spasial. Adapun untuk menghitung *noise* dan kontras secara obyektif dapat dilakukan dengan menghitung *Signal to noise ratio* (SNR) dan *Contrast to noise ratio* (CNR) [1].

CT-Scan sebagai pencitraan diagnostik yang kompleks menggunakan sistem komputerisasi dalam akuisisi data dari analog menjadi citra digital. Dibandingkan dengan foto pesawat sinar-X radiografi umum seperti *roentgen*, hasil citra yang dihasilkan dari pesawat CT-Scan lebih detail karena citra yang dihasilkan berupa citra potongan-potongan organ yang diperiksa. Dengan potongan-potongan yang lebih detail, memudahkan saat pembacaan diagnosa. Parameter dosis yang menjadi acuan dalam penggunaan CT-Scan disebut *Computer Tomography Dose Index* (CTDI) karena merupakan akumulasi dari dosis yang dideteksi oleh semua detektor dalam *gantry* selama satu putaran penuh. Saat ini CT-Scan dimanfaatkan untuk pemeriksaan hampir semua organ tubuh manusia [2],[3].

Pesawat CT-Scan memerlukan program *Quality Control* (QC) untuk menjamin kualitas citra CT-Scan dengan tetap menjaga dosis agar berada di bawah batas yang diizinkan. Kontrol terhadap keluaran pesawat akan menjamin paparan radiasi selama pemeriksaan. Program QC juga menjamin pengaturan faktor eksposi terutama untuk tegangan yang tinggi akan menghasilkan citra yang berkualitas. Dalam hal ini salah satu parameter yang dinilai terkait kualitas citra adalah *noise* yang merupakan variasi penyimpangan dari setiap piksel pada citra, yang keseragamannya harus sama. Citra yang dihasilkan dari pesawat CT-Scan akan mengalami penurunan resolusi kontras jika *noisenya* tinggi. Nilai *noise* pada CT-Scan dihitung pada daerah *Region of Interest* (ROI). *CT Number* dapat dinyatakan dalam *Hounsfield Unit* (HU) suatu obyek yang tergambar dalam citra dan merupakan pendekatan nilai densitas obyek tersebut. Misalkan untuk obyek air memiliki nilai 0 HU, tulang +1000 HU dan udara -1000 HU [4].

Uji kesesuaian adalah langkah untuk memastikan pesawat sinar-X dalam kondisi andal, baik untuk kegiatan *radiodiagnostik* maupun *intervensional* dan memenuhi peraturan perundang-undangan. Tujuan dilakukannya agar tidak berdampak negatif pada pasien, radiografer dan lingkungan dalam penerimaan dosis radiasi yang berlebihan. Uji kesesuaian pesawat sinar-X untuk radiologi diagnostik dan *intervensional* diatur berdasarkan Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 9 Tahun 2011 tentang uji kesesuaian pesawat sinar-X radiologi diagnostik dan *intervensional* [5,3].

Dari penelitian sebelumnya tentang, “Analisis Kualitas Gambar dan Dosis Radiasi dalam Prosedur Tomography Komputasi Heliks dan Volume Lebar Otak Dewasa”. Pada penelitian ini berisi tentang analisa kualitas citra dan dosis radiasi yang dilakukan pada 54 pasien yang dibagi menjadi dua kelompok antara pemindaian *helical* dan volume lebar. Hasil dari penelitian tersebut adanya perbedaan kualitas citra dan dosis berdasarkan nilai CTDIvol dan DLP metode pemindaian *helical* dan pemindaian volume lebar. Pemindaian *helical* menghasilkan nilai CTDIvol dan DLP yang lebih tinggi dibandingkan pemindaian volume lebar. Selain itu nilai (SNR) lebih baik pada pemindaian *helical* karena *noise* yang dihasilkan lebih rendah sehingga kualitas citranya pun lebih bagus. Karena volume lebar memberikan dosis yang lebih rendah dibandingkan dengan *helical*, sehingga metode ini digunakan sebagai protokol untuk CT-otak [6].

Seingga berdasarkan latar belakang diatas, didapatkan judul “Analisis nilai SNR dan CNR *phantom* hasil pemeriksaan CT-Scan dengan metode *axial* dan *helical* di RS Haji Makassar. Pada penelitian ini berisi tentang analisa kualitas citra berdasar nilai SNR dan CNR yang diukur menggunakan CT-Scan dengan metode *axial* dan *helical* untuk pengaruh variasi tegangan, dan FOV.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana nilai SNR dan CNR citra pemeriksaan CT-Scan pada *head Phantom* pada variasi FOV dan tegangan dengan metode *axial* dan *helical*?
2. Bagaimana pengaruh nilai SNR dan CNR dari kedua mode *scanning axial* dan *helical* pada variasi tegangan dan FOV terhadap penegakan kualitas citra ?

I.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menentukan nilai SNR dan CNR citra pemeriksaan CT-Scan pada *head Phantom* pada variasi FOV dan tegangan dengan metode *axial* dan *helical*
2. Menganalisis profil nilai SNR dan CNR antara metode *axial* dan *helical* pada variasi tegangan dan FOV

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Sinar-X

A. Pengertian Sinar-X

Sinar-X adalah gelombang elektromagnetik yang memiliki energi antara 100 eV sampai 100 keV. Sinar-X memiliki sifat daya tembus yang sangat besar, panjang gelombang yang sangat pendek, dan memiliki efek yang dapat menghitamkan film. Karena memiliki sifat-sifat tersebut, sinar-X banyak digunakan dalam bidang radiografi. Salah satu penerapannya dalam radiografi adalah bidang *radiodiagnostik*. Manusia memiliki susunan tubuh yang kompleks, tidak hanya memiliki perbedaan pada tingkat kepadatan saja tetapi juga memiliki perbedaan unsur pembentuk. Pemeriksaan kesehatan yang menggunakan sinar-X menyebabkan terjadinya perbedaan tingkat penyerapan sinar-X. Bagian tubuh yang paling banyak menyerap sinar-X dibanding otot atau daging adalah tulang. Selain itu, bagian struktur organ yang sakit lebih banyak menyerap sinar-X dibanding struktur tubuh lain seperti daging dan tulang yang normal [5],[7].

B. Terjadinya Sinar-X

Dalam penggunaan sinar-X diharapkan dapat menghasilkan kualitas citra yang baik, pancaran radiasi yang maksimal dengan dosis radiasi pasien. Dosis radiasi merupakan jumlah radiasi yang terdapat dalam medan radiasi atau jumlah energi radiasi yang diterima oleh obyek yang dilaluinya. Sinar-X diproduksi dalam tabung yang hampa udara, didalamnya terdapat filament sebagai katoda dan bidang target sebagai anoda. Filamen dipanaskan sehingga membentuk awan-awan elektron. Antara anoda dan katoda diberi beda potensial yang tinggi, yang menyebabkan elektron bergerak dengan kecepatan tinggi hingga menumbuk bidang target [8],[9].

Hasil dari peristiwa ini selanjutnya terbentuk radiasi sinar-X yang berkisar 1% dari jumlah energi yang disalurkan dan 99% akan membentuk panas pada katoda. Sinar-X yang dipancarkan dari sistem pembangkit sinar-X merupakan pancaran foton dari interaksi elektron dengan inti atom di anoda. Pancaran foton

tiap satuan luas disebut penyinaran atau *exposure*. Foton yang dihasilkan dari sistem pembangkit sinar-X dipancarkan ketika elektron menumbuk anoda. Beda tegangan antara katoda dan anoda menentukan besar energi sinar-X, juga mempengaruhi pancaran sinar-X. Dilihat dari spektrumnya sinar-X dibedakan menjadi 2 yaitu sinar-X spektrum energi kontinu (Sinar- X *bremstrahlung*) dan sinar-X spektrum dua buah garis tajam (Sinar-X Karakteristik) [7],[8].

C. Sifat-sifat sinar-X

Sifat sinar-X memiliki beberapa sifat berikut [7] :

1. Daya Tembus

Sinar-X memiliki daya tembus bahan atau massa yang padat dengan daya tembus yang sangat besar seperti tulang dan gigi. Semakin tinggi tegangan tabung (besarnya KV) yang digunakan, makin besar daya tembusnya. Makin rendah berat atom atau kepadatan suatu benda, makin besar daya tembusnya.

2. Hamburan

Radiasi Hambur Apabila berkas sinar-X melalui suatu bahan atau suatu zat, maka berkas tersebut akan bertebaran ke segala jurusan, yang akan menimbulkan radiasi sekunder (radiasi hambur) pada bahan atau zat yang akan dilaluinya. Hal ini akan mengakibatkan pada gambaran radiograf serta film akan terjadi pengaburan kelabu secara menyeluruh. Maka dari itu untuk mengurangi akibat radiasi hambur ini, antara subjek dan film *rontgen* diletakkan *grid*.

3. Daya Serap

Penyerapan Sinar-X dalam radiografi akan diserap oleh bahan atau suatu zat sesuai dengan berat atom atau kepadatan bahan atau zat tersebut.

4. Efek fotografik

Efek ini membuat Sinar-X dapat menghitamkan emulsi film (emulsi perak bromida) setelah diproses secara proses kimiawi (dibangkitkan) di dalam kamar gelap.

5. Fluorosensi

Pendar *fluor* (*Fluorosensi*) Sinar-X akan menyebabkan bahan-bahan tertentu seperti kalsium-tungstat atau zink-sulfid memedarkan cahaya

(*luminisensi*), bila bahan tersebut dikenai radiasi sinar-X. *Luminisensi* dibagi menjadi 2 jenis, yaitu :

- a) *Fluorosensi* *Fluorosensi* akan memancarkan cahaya sewaktu ada radiasi sinar-X saja.
- b) *Fosforisensi* Pemuncaran cahaya akan berlangsung beberapa saat walaupun radiasi sinar-X sudah dimatikan (*after-glow*).

6. Ionisasi

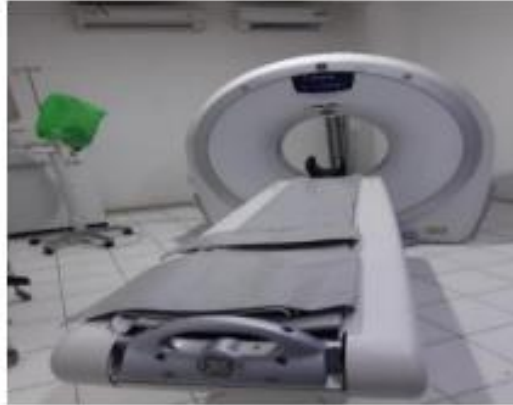
Ionisasi efek primer sinar-X yang apabila mengenai bahan atau zat akan menimbulkan ionisasi partikel-partikel bahan atau zat tersebut.

7. Efek Biologik

Efek biologik Sinar-X akan menimbulkan perubahan-perubahan biologik pada jaringan. Efek tersebut digunakan dalam pengobatan radioterapi.

II.2 Pesawat CT-Scan (Computed Tomography Scan)

Pesawat CT-Scan (*Computed Tomography Scan*) merupakan Salah satu alat *radiodiagnostik* yang digunakan untuk mendiagnosa penyakit pada tubuh bagian dalam serta untuk mengetahui kelainan apa yang terjadi di dalam tubuh manusia. Pesawat CT-Scan mendiagnosis menggunakan radiasi pengion terutama sinar-X. Sinar-X mampu memancarkan cahaya pada tubuh manusia menjadi obyek yang transparan. Sinar yang mengenai tubuh manusia bagian dalam menghasilkan informasi yang jelas sehingga membuat kelainan bagian tubuh bagian dalam lebih mudah diketahui tanpa perlu melakukan operasi bedah. Selain memberikan dampak positif bagi manusia, perkembangan CT-Scan yang semakin canggih juga memberikan dampak *negative* bagi manusia karena adanya radiasi pengion yang dihasilkan dari CT-Scan. Radiasi yang berlebihan dapat merusak DNA sel-sel tubuh, sehingga meningkatkan resiko terjadinya kanker pada paseian. Namun, resiko ini masih sangat kecil pada orang-orang yang menjalani proseder CT-Scan hanya sesekali [9],[10].



Gambar II. 1 Pesawat CT-Scan

Berdasarkan jumlah alat diagnostik terkhusus CT-Scan, ketersediaan CT Scan di RS Indonesia yang diperoleh dari Direktorat Jenderal Bina Upaya Kesehatan menunjukkan Indonesia memiliki 57 CT Scan. Selain itu, CT-Scan (*Computed Tomography Scan*) sebagai alat penunjang diagnostik yang menggunakan sinar-X. Adapun teknik yang digunakan yaitu teknik tomografi dan menerima instruksi yang kemudian disimpan dalam memori untuk pemeriksaan organ tubuh manusia. Pada tahun 1972, CT-Scan diperkenalkan untuk pertama kalinya. Berjalannya waktu, CT-Scan telah berkembang menjadi alat pencitraan diagnostik yang sangat penting untuk beberapa aplikasi medis [2].

Perkembangan CT-Scan semakin pesat, mulai dari waktu *Scanning* berkembang semakin cepat sejalan dengan perkembangan teknologi komputer yang telah ada. Dengan bertambahnya cepatnya waktu *Scanning*, maka dikembangkan pula jumlahnya. Secara perkembangan teknologi CT Scan sebagai berikut [11],[12]:

1. Generasi Pertama : Rotate, Pencil Beam
2. Generasi Kedua : Rotate/Translate, Narrow Fan Beam
3. Generasi Ketiga : Rotate, Wide Fan Beam
4. Generasi Keempat: *Rotate/Stationary*
5. Generasi Kelima : *Stationary/Stationary*
6. Generasi Keenam: *Helical*
7. Generasi Ketujuh : *Multislice*
8. Generasi Kedelapan : *Dual Source CT*
9. Generasi Kesembilan : *Mobile/Portable CT Scan*

II.3 Kualitas citra

Kualitas citra yang berkualitas memberikan diagnosa yang akurat, hal ini agar meminimalisir kesalahan diagnosa akibat dari kualitas citra yang buruk. Kualitas citra dapat dijaga dengan melakukan QC dari perangkat *Computed Radiography* (CR). QC dilakukan saat tes penerimaan maupun uji fungsi rutin. Beberapa uji kontrol dalam *CT Scan* yaitu uji resolusi kontras, uji resolusi spasial maupun penghapusan *noise*. Dalam hal ini fisikawan medik memegang peranan penting sebagai petugas QC di instalasi radiologi. Salah satu program QC pada pemakaian pesawat *CT-Scan* adalah uji nilai *noise* pada berbagai posisi fantom. QC dilakukan dengan menggunakan fantom sebagai bahan pengganti pasien. Sebagian besar bahan penyusun fantom adalah air, air direkomendasikan sebagai bahan untuk menentukan *CT Number* karena penyusun jaringan lunak pada tubuh manusia merupakan air lebih dari 90%. Selain itu untuk kegiatan penelitian *International Atomic Energy Agency* (IAEA) menyarankan penggunaan fantom sebagai bahan pengganti pasien. Hal ini bertujuan agar pengukuran saat penelitian bisa dilakukan berulang-ulang, sehingga nilai yang didapatkan akan semakin akurat [13],[4].

Komponen yang mempengaruhi kualitas citra pada *CT-Scan* adalah resolusi spasial, resolusi kontras, dan *noise*. Resolusi spasial adalah kemampuan untuk dapat membedakan obyek yang berukuran kecil dengan densitas yang berbeda pada latar belakang yang sama. Kontras resolusi adalah kemampuan untuk menampilkan obyek dalam ukuran 2-3 mm yang memiliki perbedaan densitas. *Noise* adalah *fluktuasi* dari *standar deviasi* nilai *CT Number* pada jaringan atau materi. keseluruhan komponen yang mempengaruhi kualitas citra ini bergantung pada *Slice thickness* yang digunakan. *Noise* menggambarkan penurunan resolusi kontras suatu citra pesawat *CT-Scan*, Nilai *noise* dihitung pada daerah *Region of Interest* (ROI). *Noise* pada citra pesawat *CT-Scan* bisa diketahui dari nilai *standar deviasi* ROI maksimum dengan ROI minimum. *CT Number* dapat dinyatakan dalam Hounsfield Unit (HU) pada suatu material yang sama sesuai dengan standar yang sudah ditetapkan [4].

Menurut perka Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) no.2 tahun 2018 tentang uji kesesuaian pesawat sinar-X radiologi diagnostik dan intervensional, batas toleransi nilai *noise* yang diperbolehkan adalah ≤ 2 HU.

Adapun besar kecilnya nilai *standar deviasi* hasil citra pesawat CT-Scan disebabkan beberapa factor yaitu ; ukuran obyek, faktor eksposi (arus, tegangan dan waktu rotasi), *Field Of View (FOV)*, *pitch*, rekonstruksi matriks, *slice thickness*, dan rekonstruksi kernel. *Slice thickness* adalah tebalnya irisan atau potongan citra dari obyek yang diperiksa *Slice thickness* mempunyai pengaruh langsung terhadap resolusi spasial citra yang dihasilkan. Resolusi spasial adalah kemampuan untuk menampakkan obyek/organ dengan tingkat kontras yang tinggi. Semakin tipis irisan maka resolusi spasial citra semakin bagus, demikian pula sebaliknya. Namun semakin tipis suatu irisan, *noise* semakin besar metode kerja CT-Scan [14],[15].

Slice thickness bisa diibaratkan sebuah roti tawar yang diiris tebal akan menghasilkan sedikit irisan. Jika diiris tipis akan menghasilkan banyak irisan. Jika roti itu diiris tebal-tebal, maka jika didalam roti itu ada kismis yang ukurannya lebih kecil dari irisan, bisa saja kismis tidak akan terlihat karena didalam irisan. Jika diiris tipis- tipis maka kismis akan terlihat. Fenomena ini menjelaskan bagaimana pengaruh ukuran *Slice thickness* terhadap kualitas citra. Semakin tipis *Slice thickness* semakin baik kualitasnya. Tetapi, disatu sisi ukuran *Slice thickness* yang semakin tipis akan menghasilkan *noise* yang tinggi. Selain itu. dengan mempertipis irisan maka jumlah irisan akan bertambah banyak sehingga semakin besar radiasi yang diterima oleh pasien. Sehingga untuk aplikasi klinis, perlu dilakukan optimasi digunakan. Untuk pemeriksaan kepala, CT Scan dianggap sebagai *gold standard*. Indikasi pemeriksaan CT Scan kepala antara lain: tumor, trauma, *corpus alienum*, *stroke*, dan lain-lain [14],[16].

II.4 Signal to Noise Ratio (SNR)

Kualitas citra dari hasil *scanning* dapat menjadi jelas atau tidak salah satunya dipengaruhi oleh tingkat nilai *signal to noise ratio* (SNR). Parameter ini menggambarkan tingkat perbandingan antara besarnya amplitude sinyal dengan *noise*. SNR yang meningkat akan menyebabkan *noise* menurun sehingga kualitas yang dihasilkan semakin bagus. Namun, biasanya SNR yang meningkat akan membuat dosis radiasi juga akan meningkat. sinyal yang diukur dengan derau yang juga masuk dalam hasil pengukuran. Persamaan menghitung SNR dapat dilakukan dengan persamaan di bawah ini [17].

$$SNR = \frac{(Mean ROI_1) - (Mean ROI_2)}{\sqrt{\frac{(SD ROI_1)^2 + (SD ROI_2)^2}{2}}} \quad (1)$$

Dimana :

ROI₁ : ROI obyek

ROI₂ : ROI *background*

II.5 Contrast to Noise Ratio (CNR)

Kontras adalah perbedaan SNR antara organ yang saling berdekatan. CNR yang baik dapat menunjukkan perbedaan antara daerah yang terdapat penyakit dan daerah yang sehat. Semakin besar nilai kontras maka sinyal akan semakin mudah dibedakan dengan latar. Selain itu CNR dapat diartikan sebagai nilai perbandingan antara jarak sinyal dari latar di sekitar sinyal dengan *noise* yang berada di daerah latar. Adapun persamaannya adalah dibawah ini [17], [18].

$$CNR = \frac{Mean ROI_1 - Mean ROI_2}{SD ROI_2} \quad (2)$$

Dimana :

ROI₁ : ROI obyek

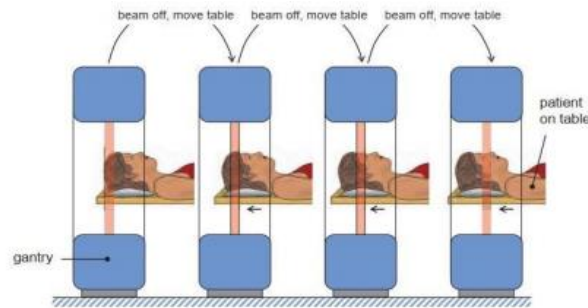
ROI₂ : ROI *background*

II.6 Akuisisi Data

Akuisisi data adalah pengelompokan informasi yang didapatkan dari pemeriksaan pasien untuk diolah sehingga menghasilkan gambar CT-Scan. Adapun gambar dibawah ini menunjukkan prinsip kerja dari akuisisi data. Pada akuisisi data terdapat dua metode yang biasanya digunakan yaitu [12].

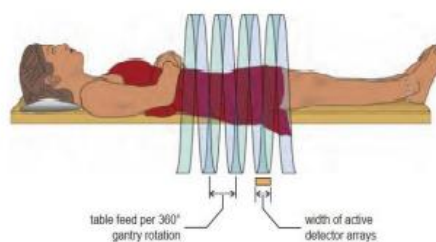
1. Metode *slice by slice* atau *sequence* atau juga bisa disebut *axial* yaitu metode prinsipnya tabung sinar-X dan detektor bergerak mengelilingi pasien dan mengumpulkan data proyeksi dari pasien, pada pengambilan data ini meja pemeriksaan dalam posisi berhenti. Kemudian meja pemeriksaan pasien bergerak untuk menuju ke posisi ke dua dan proses *Scanning* kedua berlangsung dan begitu selanjutnya hingga pemeriksaan berakhir. Dari metode *scanning* yang sering berhenti setiap

posisi selesai membuat waktu *scanning* mode *axial* ini lebih lama dibandingkan mode *helical* [6],[12].



Gambar II.2 Akuisisi data metode sekuensial

2. Metode *helical* atau *spiral* yaitu akuisisi data dilakukan dengan meja yang bergerak dengan tabung sinar-X yang berputar pula sehingga sinar-X mengelilingi pasien dan membentuk suatu *spiral* atau *helical*. Data untuk rekonstruksi citra pada setiap *slice* diperoleh dengan *interpolasi*. Lamanya proses ini ditentukan oleh beberapa luas obyek yang akan diambil gambarnya, jenis organ atau jaringan. Pada tipe ini sudah menggunakan *multi-slice* sehingga waktu yang dibutuhkan untuk satu pengambilan gambar lebih singkat karena satu kali putaran gantry bisa menghasilkan dua atau lebih potongan gambar dan gambar yang dihasilkan lebih detail dari pada metode *slice by slice* yang menggunakan *single* detektor [6],[12].



Gambar II.3 Akuisisi data metode spiral

Selain itu, metode *helical* dapat diartikan sebagai langkah *evolusioner* mendasar dalam pengembangan dan penyempurnaan teknik pencitraan CT yang sedang berlangsung. Metode ini menjadi hal baru karena dapat menghasilkan data volume yang mencakup seluruh organ dalam sekali tarikan napas tanpa misregistrasi detail anatomi dan gambar yang tumpang tindih dapat direkonstruksi

secara sewenang-wenang. Teknik ini adalah pencapaian besar dibandingkan dengan teknik akuisisi data *step-and-shoot* sebelumnya yang hanya menyediakan beberapa irisan untuk organ yang diminati. Data volume menjadi dasar untuk aplikasi seperti CT *angiografi*, yang telah merevolusi penilaian penyakit vaskular. Kemampuan untuk memperoleh data volume juga membuka jalan bagi penggunaan teknik pemrosesan gambar 3D seperti reformasi *multi-planar*, proyeksi intensitas maksimum, tampilan berbayang permukaan atau teknik *rendering volume* (VRT) di CT [19].

Teknik pemindaian *axial* dan *helical* dalam melihat kualitas gambar pada CT-Scan telah menghasilkan data yang kontradiksi atau bertentangan. Pada tahun 1998, sebuah *study* dari Kuntz et al menemukan kualitas gambar yang serupa antara 2 teknik pemindaian. Tidak lama dari *study* Kuntz et al ditahun yang sama sebuah *study* yang sama oleh Bahner et al menemukan bahwa teknik pemindaian berurutan mengembalikan kualitas gambar yang lebih baik, terutama struktur kecil dengan kontras jaringan rendah. Straten dkk menunjukkan hasil yang kontradiksi terkait dengan dosis radiasi yang diterima pasien/obyek dengan mode *helical* atau *spiral*. Kualitas gambar yang bagus dari mode *helical* memiliki peningkatan dosis radiasi pasien, terutama ketika menggunakan pemindain CT *multi-slice*. Selain itu, penemuan oleh Abdeen et al menunjukkan nilai DLP yang jauh lebih tinggi, mewakili dosis radiasi yang lebih tinggi selama pemindaian *helical* [20].

Kualitas gambar dikatakan baik ditunjukkan dengan rendahnya *Noise* atau nilai *Image Noise* dalam batas standar yang bisa diterima. *Image Noise* merupakan faktor yang dapat mempengaruhi kualitas gambar CT-Scan. Semakin tinggi nilai *Image Noise* maka dapat dikatakan bahwa kualitas gambaran CT-Scan akan menurun. Salah satu penggunaan parameter yang mempengaruhi *Noise* adalah mAs. Apabila nilai mAs semakin tinggi maka *Noise* akan semakin rendah sedangkan nilai mAs semakin rendah maka *Noise* yang dihasilkan akan semakin tinggi pada gambaran CT-Scan. Kualitas gambar yang kurang optimal akibat adanya *Noise*, dapat membuat radiolog menjadi kesulitan dalam menegakkan diagnosa. Hal ini juga dapat menyebabkan kesalahan dalam menegakkan diagnosa [12].