

Skripsi

**VALIDASI DOSIS RADIASI DENGAN PENENTUAN DIAGNOSTIC
REFERENCE LEVEL (DRL) MENGGUNAKAN NILAI INDIKATOR
DOSIS PADA PEMERIKSAAN CT-SCAN**

**YESRIELY
H021181302**



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

**VALIDASI DOSIS RADIASI DENGAN PENENTUAN DIAGNOSTIC
REFERENCE LEVEL (DRL) MENGGUNAKAN NILAI INDIKATOR
DOSIS PADA PEMERIKSAAN CT-SCAN**

SKRIPSI



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

**YESRIELY
H021181302**

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

2023

HALAMAN PENGESAHAN

**VALIDASI DOSIS RADIASI DENGAN PENENTUAN DIAGNOSTIC
REFERENCE LEVEL (DRL) MENGGUNAKAN NILAI INDIKATOR DOSIS
PADA PEMERIKSAAN CT-SCAN**

Disusun dan diajukan oleh:

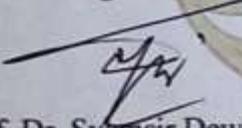
YESRIELY

H021181302

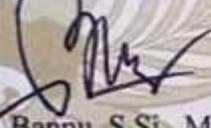
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin
Pada 16 Januari 2023
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

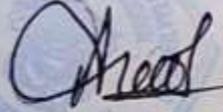
Pembimbing Utama


Prof. Dr. Syamsir Dewang, MS
NIP. 19630111 199002 1 002

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 : YESRIELY

NIM : H021181302

Program Studi : Fisika

Jenjang : S1

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa karya tulisan saya yang berjudul:

VALIDASI DOSIS RADIASI DENGAN PENENTUAN DIAGNOSTIC REFERENCE LEVEL (DRL) MENGGUNAKAN NILAI INDIKATOR DOSIS PADA PEMERIKSAAN CT-SCAN

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, 16 Januari 2023



Yesriely

H021181302

ABSTRAK

Computed Tomography Scanner (CT-Scan) merupakan modalitas radiodiagnostik yang menggunakan radiasi pengion dengan waktu yang singkat dalam mendeteksi anatomi manusia, sehingga modalitas CT-Scan perlu memperhatikan pemberian dosis yang sebanding dengan kualitas pencitraan diagnostik dengan penerapan prinsip ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*). Adapun upaya untuk menerapkan prinsip tersebut ialah dengan penggunaan Diagnostic Reference Level (DRL) untuk mengetahui tingkat pemberian dosis radiasi pada pemeriksaan dengan modalitas CT-Scan. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh *Diagnostic Reference Level* (DRL) *Typical Value* pada dua Rumah Sakit berbeda, dengan mengumpulkan data pasien menggunakan metode pendekatan *Deskriptif Retrospektif*, yakni mengumpulkan indikator dosis pasien berupa nilai *Volume Computed Tomography Dose Index* (CTDI_{vol}) dan nilai *Dose Length Product* (DLP) beserta informasi demografis pasien (jenis kelamin dan usia) dengan jenis pemeriksaan CT-Scan Non Kontras, yang diolah berdasarkan skenario pengelompokan usia, indikator dosis radiasi, dan jenis pemeriksaan, hingga telah didapatkan *Diagnostic Reference Level* (DRL) *Typical Value* dari pemeriksaan kepala, abdomen, dan thorax pada masing-masing Rumah Sakit Wahidin Sudirohusodo dan Rumah Sakit Haji Makassar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai yang didapatkan tersebut diketahui tidak melebihi nilai Diagnostic Reference Level Nasional dalam hal ini ialah Indonesia Diagnostic Reference Level (I-DRL).

Kata Kunci: *CT-Scan, Dosis Radiasi, Diagnostic Reference Level, Typical Value.*

ABSTRACT

Computed Tomography Scanner (CT-Scan) is a radiodiagnostic modality that uses ionizing radiation with a short time to detect human anatomy, so it is important for CT-Scan modality to pay attention to giving doses that are proportional to the quality of diagnostic imaging by applying the ALARA principle (As Low As Reasonably Achievable). The effort to apply this principle is by using a Diagnostic Reference Level (DRL) to determine the level of radiation dose in examinations with the CT-Scan modality. This study aims to obtain a Diagnostic Reference Level (DRL) Typical Value in two different hospitals, by collecting patient data using a Retrospective Descriptive approach, namely collecting patient dose indicators in the form of Volume Computed Tomography Dose Index ($CTDI_{Vol}$) values and Dose Length Product values (DLP) along with patient demographic information (gender and age) with the type of Non-Contrast CT-Scan examination, which is processed based on age grouping scenarios, radiation dose indicators, and type of examination, so that a Diagnostic Reference Level (DRL) Typical Value has been obtained from the examination head, abdomen and thorax at Wahidin Sudirohusodo Hospital and Haji Makassar Hospital. The results showed that the value obtained did not exceed the National Diagnostic Reference Level (I-DRL).

Keywords: *CT-Scan, Radiation Dose, Diagnostic Reference Level, Typical Value.*

KATA PENGANTAR

Salam Sejahtera,

Puji Syukur hanya bagi Tuhan Yesus Kristus atas segala berkat dan kasih setiaNya yang tiada berkesudahan boleh dirasakan. Puji Tuhan, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Validasi Dosis Radiasi dengan Penentuan Diagnostic Reference Level (DRL) menggunakan Nilai Indikator Dosis pada Pemeriksaan CT-Scan”**, sebagai salah satu syarat mendapatkan gelar sarjana pada Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin. Dalam penyelesaian skripsi ini, begitu banyak pelajaran dan rintangan yang didapatkan oleh penulis, namun dengan penyertaan dan pertolongan Tuhan Yesus Kristus, keluarga, kerabat, dan pihak lain yang ikut membantu penulis, maka penulis dapat melewati segala rintangan dan dapat menyelesaikannya hingga akhir. Oleh karena itu, izinkan penulis mengungkapkan rasa terima kasih terhadap pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Orang tua penulis, ibu **Marianis** yang sudah senantiasa memberikan seluruh kemampuannya dalam memberikan pendidikan setinggi-tingginya, doa, kasih sayang, dan kesabaran selama proses pendidikan. Penulis sangat bangga dan bersyukur memiliki sosok ibu yang sempurna bagi penulis, dan perjuangan yang tiada henti. Kepada kakak penulis **Reny Hariani Tandililing**, yang senantiasa menjadi pengingat bagi penulis untuk menyelesaikan pendidikan tepat waktu, terima kasih atas segala usaha dan perjuangan yang telah dilakukan untuk penulis dalam memfasilitasi dan memberi kenyamanan selama pendidikan. Dan kepada adik penulis **Alfani MT** yang senantiasa pula menemani penulis dalam menyelesaikan skripsi dan menghibur penulis disaat dalam keadaan kesusahan.
2. Kepada **Prof. Dr. Syamsir Dewang, M. Eng.Sc**, sebagai pembimbing utama, yang senantiasa memberikan bimbingan dan pengarahan yang sangat

membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi, terima kasih atas waktu dan tenaga yang senantiasa diluangkan. Dan terima kasih pula kepada Bapak **Bannu Abdul Samad, S.Si.,M.Si** selaku pembimbing akademik sekaligus pembimbing pertama bagi penulis,yang telah sabar dan senantiasa memberikan pengarahan bagi penulis, serta nasehat-nasehat yang memberikan semangat bagi penulis dalam menyelesaikan masa perkuliahan dan skripsi.

3. **Dr. Sri Dewi Astuty Ilyas, S.Si., M.Si,** dan **Prof. Dr. Sri Suryani,** selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktunya dalam memberikan masukan dan saran yang membangun dan mendukung penelitian penulis dalam menyelesaikan skripsi.
4. **Prof. Dr. Arifin, M. T.,** selaku Ketua Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin yang telah memberikan kelancaran bagi penulis dalam menyelesaikan masa studi pendidikan.
5. Seluruh Bapak/Ibu **Dosen** Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dan terkhusus kepada seluruh **Dosen** Departemen Fisika yang telah membagikan ilmu dan kesempatan bagi penulis untuk memperoleh pengetahuan yang luas dan bermanfaat bagi penulis untuk kedepannya.
6. Seluruh **Pegawai dan Jajaran Staff** Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, terkhusus kepada **Pegawai dan Staff Departemen Fisika (Ibu Rana, Ibu Evi, Pak Syukur, dan Pak Ahmad)** yang telah membantu penulis dalam mengurus administrasi selama perkuliahan.
7. **Pegawai RS. Wahidin Sudirohusodo,** baik kepada pihak **Diklit** dan terkhusus kepada **Pegawai Instalasi Radiologi (Pak Purwanto, Pak Aris, dan Kak Shihab),** serta **Pegawai RS. Haji Makassar Instalasi Radiologi** terkhusus kepada **Ibu Ulfa,** yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian di masing-masing Rumah Sakit, dan senantiasa sabar dalam memberikan bimbingan ditengah kesibukan Bapak dan Ibu dalam menjalankan tugasnya.

8. Kepada **Nurul Ilmi** aka **Mipen 301** yang telah senantiasa sabar dan setia dalam menjalin pertemanan dengan penulis dan senantiasa memberikan semangat bagi penulis dalam menyelesaikan tugas akhir, terima kasih telah kebersamai penulis di masa perkuliahan, mulai pada masa mahasiswa baru, masa kerja praktek, hingga masa tugas akhir, dan juga telah berjuang bersama selama masa kepanitiaan dan kepengurusan masa Organisasi. Semoga kedepannya kita senantiasa dipermudah dalam melanjutkan pendidikan untuk mencapai cita-cita kedepannya.
9. **Dewi, Suci, Cunni, Yuni, Nunu, Gebi, Uli, Yulia, dan semua teman-teman FISIKA 2018 yang belum sempat tertulis nama-namanya**, yang selalu kebersamai penulis di masa perkuliahan hingga masa menyelesaikan tugas akhir, selalu memberi semangat, motivasi, dukungan, dan doa kepada penulis. Teman-teman **Optik Squad (Ilmi, Indah aka Wibu, Milda, Acam, Risda, Aqila, Afni, Feni, Zizah, dan Indah)** yang telah kebersamai penulis selama semester konsentrasi.
10. **Teman-teman HIMAFI 2018** yang telah menemani penulis sedari awal masuk perkuliahan, pengumpulan, pengaderan, kepanitiaan, kepengurusan, masa steering dan sobat steering, yang senantiasa memberikan dan menciptakan kenangan perkuliahan yang penuh dengan drama, baik itu senang maupun duka.
11. **Semua Pihak** yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu, yang telah memberikan doa, semangat serta dukungan kepada penulis hingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik, semoga Tuhan menyerati seluruh rencana dan masa depan seluruh pihak yang terkait.

Makassar, 16 Januari 2023

Yesriely
H021181302

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii-ix
DAFTAR ISI	x-xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I. PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang.....	1-3
I.2 Rumusan Masalah.....	3
I.3 Tujuan Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
II.1 CT-Scan (Scanning Computed Tomography)	4
II.2 Jenis Pemeriksaan CT-Scan	4-6
II.3 Prinsip Kerja CT-Scan.....	6-7
II.4 Faktor pengaruh kualitas Citra CT-Scan	7-8
II.5 Diagnostic Reference Level (DRL).....	9-11
II.5.1 Volume CT Dose Index (CTDI _{vol}).....	11-12
II.5.2 Dose Length Product (DLP).....	12
II.6 Aplikasi Sistem Informasi Data Dosis Pasien (SiINTAN)	12-13
III. METODE PENELITIAN	14
III.1 Desain Penelitian	14
III.2 Waktu dan Tempat	14
III.3 Subjek dan Variabel Penelitian	14
III.3.1 Alat dan Bahan Penelitian	15

III.4	Prosedur Penelitian	15
II.4.1	Pendataan Pasien	15
II.4.2	Pengambilan Data CTDI _{Vol} dan DLP	16
II.4.3	Pemisahan Data Nilai CTDI _{Vol} dan DLP	17
II.4.4	Analisis Deskriptif pada CTDI _{Vol} dan DLP	17
II.4.5	Perbandingan terhadap Nilai DRL Nasional	17-18
III.5	Bagan Alir Penelitian	19
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	20
IV.1	Diagnostic Reference Level di RS. Wahidin Sudirohusodo.....	20-22
IV.1.1	DRL Typical Value Pemeriksaan Kepala	22-23
IV.1.2	DRL Typical Value Pemeriksaan Abdomen.....	24-25
IV.1.3	DRL Typical Value Pemeriksaan Thorax.....	25
IV.2	Diagnostic Reference Level di RS. Haji Makassar.....	26-27
IV.2.1	DRL Typical Value Pemeriksaan Kepala	27-28
IV.2.2	DRL Typical Value Pemeriksaan Abdomen.....	29
IV.2.3	DRL Typical Value Pemeriksaan Thorax	30-31
V.	KESIMPULAN.....	32
	DAFTAR PUSTAKA	33-34
	LAMPIRAN.....	35-41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Irisan CT-Thorax	5
Gambar 2.2 Prinsip Kerja CT-Scan.....	6
Gambar 2.3 Blok Diagram CT-Scan	7
Gambar 3.1 Modalitas CT-Scan RS. Wahidin Sudirohusodo dan RS. Haji Makassar.....	15
Gambar 3.2 Parameter Pemindaian dan Informasi Pasien pada CT-Scan.....	16
Gambar 3.3 Ilustrasi Optimisasi Proteksi dengan DRL	18
Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Typical Value $CTDI_{Vol}$ terhadap DRL Nasional pada Pemeriksaan Kepala di RS. Wahidin Sudirohusodo	22
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Typical Value DLP terhadap DRL Nasional pada Pemeriksaan Kepala di RS. Wahidin Sudirohusodo	23
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Typical Value $CTDI_{Vol}$ dan DLP terhadap DRL Nasional pada Pemeriksaan Abdomen di RS. Wahidin Sudirohusodo	24
Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Typical Value $CTDI_{Vol}$ dan DLP terhadap DRL Nasional pada Pemeriksaan Thorax di RS. Wahidin Sudirohusodo ...	25
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Typical Value $CTDI_{Vol}$ dan DLP terhadap DRL Nasional pada Pemeriksaan Kepala di RS. Haji Makassar	28
Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Typical Value $CTDI_{Vol}$ dan DLP terhadap DRL Nasional pada Pemeriksaan Abdomen di RS. Haji Makassar.....	29
Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Typical Value $CTDI_{Vol}$ dan DLP terhadap DRL Nasional pada Pemeriksaan Thorax di RS. Haji Makassar.....	30

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Indikator Dosis Penentuan <i>Diagnostic Reference Level</i> (DRL).....	9
Tabel 2.3 Tingkat Panduan Diagnostik Indonesia Profil Dosis Tahunan pada Aplikasi Si-INTAN	13
Tabel 4.1 Klasifikasi Data Dosis Pasien di RS. Wahidin Sudirohusodo.....	20
Tabel 4.2 Nilai DRL CT-Scan BAPETEN 2018.....	20
Tabel 4.3 Hasil Nilai DRL CT-Scan pada Pemeriksaan Kepala di RS. Wahidin Sudirohusodo	21
Tabel 4.4 Hasil Nilai DRL CT-Scan pada Pemeriksaan Abdomen di RS. Wahidin Sudirohusodo	21
Tabel 4.5 Hasil Nilai DRL CT-Scan pada Pemeriksaan Thorax di RS. Wahidin Sudirohusodo	21
Tabel 4.6 Klasifikasi Data Dosis Pasien di RS. Haji Makassar	26
Tabel 4.7 Hasil Nilai DRL CT-Scan pada Pemeriksaan Kepala di RS. Haji Makassar	26
Tabel 4.8 Hasil Nilai DRL CT-Scan pada Pemeriksaan Abdomen di RS. Haji Makassar	27
Tabel 4.9 Hasil Nilai DRL CT-Scan pada Pemeriksaan Thorax di RS. Haji Makassar	27

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1.** Tampilan Nilai DRL CT-Scan 2018 pada Website Si-INTAN 1-3
- Lampiran 2.** Keluaran Distribusi Nilai $CTDI_{vol}$ dan DLP pada Software SPSS 1-3
- Lampiran 3.** Keluaran Grafik pada Software Origin 1-3

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Teknologi pencitraan dalam dunia kedokteran saat ini telah mengalami perkembangan pesat dalam mengenali penyakit tubuh manusia, mendeteksi dan mengetahui letak penyakit yang memberikan informasi tentang anatomi tubuh manusia dengan menghasilkan gambaran medis guna untuk mendiagnosis penyakit. Pencitraan dengan pemanfaatan sinar-X, radionuklida molekuler, serta nonionisasi merupakan beberapa jenis pencitraan yang digunakan pada pencitraan medis tomografi. Adapun modalitas pencitraan yang sering digunakan saat ini berupa *Computed Tomography* (CT), Mammografi, serta *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) [1].

Computed Tomography Scanner (CT-Scan) merupakan salah satu modalitas pencitraan yang berfungsi sebagai modalitas radiodiagnostik menggunakan radiasi pengion tanpa membutuhkan waktu yang lama untuk mendeteksi anatomi manusia. Penggunaan modalitas yang ditemukan sejak tahun 1972 tersebut telah mengalami peningkatan secara signifikan, karena mampu memberikan kontribusi terbesar dalam dunia medis dengan memberikan dosis radiasi pada pasien [2]. Dalam hal perawatan pasien maupun penelitian, penggunaan CT-Scan telah sering digunakan, sehingga penting untuk diberikan perhatian utama pada pemberian dosisnya yang sebanding dengan kualitas pencitraan diagnostik. Hal ini dilakukan untuk meminimalkan pemberian dosis radiasi dengan memperkirakan ketepatan dosis yang akan diberikan untuk mengurangi efek pasca pemeriksaan [2,3].

Dosis radiasi yang berlebih dapat diperhatikan penggunaannya melalui pemberlakuan prinsip ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*) untuk melindungi pasien dari dosis paparan radiasi dan bahaya radiasi pengion yang berlebih. Organisasi Internasional yakni *The International Commission on Radiological Protection* (ICRP) menetapkan prinsip tersebut sebagai kepatuhan dalam pemberian dosis seminimal mungkin. Dengan itu, untuk mengetahui tingkat pemberian dosis, ICRP memberikan rekomendasi penggunaan *Diagnostic Reference Level* (DRL) yang ditentukan melalui indikator sebaran dosis berupa

metode perhitungan *Volume CT Dose Index* ($CTDI_{vol}$) dan *Dose Length Product* (DLP) disetiap pencitraan [4,5].

Pemberian dosis yang mengacu pada nilai *Diagnostic Reference Level* (DRL) tersebut telah dilakukan penelitian sebelumnya oleh Muhammad Kabir Abdulkadir, dkk (2021) [5] tentang evaluasi dosis radiasi berdasarkan usia pada pasien anak yang diterima dari pemeriksaan CT Kepala di Rumah Sakit Nigeria dengan menggunakan nilai dosis lokal dari distribusi dosis berupa nilai *Volume CT Dose Index* ($CTDI_{vol}$) dan *Dose Length Product* (DLP) yang dikelompokkan berdasarkan usianya, dan dari data tersebut dibandingkan dengan nilai *Diagnostic Reference Level* Internasional yang telah direkomendasikan, dan diketahui bahwa dosis yang diberikan semakin tinggi seiring bertambahnya usia dan melebihi nilai rekomendasi DRL, sehingga perlu dilakukan optimasi pengurangan dosis radiasi pada pasien anak.

Penelitian serupa juga dilakukan oleh Mohd Amir Syahmi Mat Razali, dkk (2019) [6] tentang optimasi dosis radiasi pada citra CT dengan menentukan tingkat referensi diagnostik institusional dan audit dosis pasien di Malaysia, dan nilai *Volume CT Dose Index* ($CTDI_{vol}$) dan *Dose Length Product* (DLP) yang telah dikumpulkan dari 10 jenis pemeriksaan serta berdasarkan pemeriksaan paling umum dan didapatkan bahwa dari data dosis tersebut juga melebihi nilai DRL lokal yang direkomendasikan, hal ini dipengaruhi oleh pengaturan mAs dan jumlah fase pemindaian yang seluruhnya juga lebih tinggi, sehingga perlu dilakukan pengoptimalan dosis radiasi pada pemeriksaan berikutnya.

Berdasarkan uraian diatas yang merupakan referensi dilakukannya penelitian ini memberikan hasil kasus pemberian dosis yang melebihi nilai *Diagnostic Reference Level* pada masing-masing acuan nilai yang berlaku di wilayah pengumpulan data dosis, dalam hal ini akan menjadi perhatian dalam melakukan penelitian ini dengan mengetahui ketepatan tingkat pemberian dosis pada pemeriksaan CT-Scan dari beberapa jenis pemeriksaan umum di dua Rumah Sakit berbeda berupa pemeriksaan kepala, abdomen, dan thorax dengan menganalisis indikator distribusi dosis yang berasal dari setiap pasien dan mendapatkan nilai *Diagnostic Reference Level* (DRL) Lokal atau yang disebut

sebagai Typical Value DRL. Hasil dari nilai yang diperoleh akan dibandingkan dengan nilai *Indonesian Diagnostic Reference Level*(I-DRL) atau DRL Nasional dan akan menjadi referensi pada pemeriksaan CT-Scan.

I.2 Rumusan Masalah

1. Berapa variasi nilai indikator dosis yakni nilai *Volume CT Dose Index* (CTDI_{vol}) dan nilai *Dose Length Product* (DLP) yang diterima oleh pasien pada Pemeriksaan CT-Scan?
2. Bagaimanakah validasi nilai indikator dosis pada pasien pemeriksaan CT-Scan dengan penentuan nilai *Diagnostic Reference Level* (DRL)?
3. Standar pedoman apakah yang dapat digunakan dalam validasi dosis pemeriksaan CT-Scan?

I.3 Tujuan Penelitian

1. Memperoleh nilai indikator dosis berupa nilai *Volume CT Dose Index* (CTDI_{vol}) dan nilai Dose Length Product (DLP) pada Pemeriksaan CT-Scan.
2. Memvalidasi nilai indikator dosis pada pasien pemeriksaan CT-Scan dengan penentuan nilai Diagnostic Reference Level (DRL).
3. Menentukan standar pedoman validasi dosis dengan perbandingan hasil nilai Diagnostic Reference Level (DRL) dan Indonesia Diagnostic Reference Level (I-DRL)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Scanning Computed Tomography (CT-Scan)

Scanning Computed Tomography (CT-Scan) merupakan sebuah teknologi pencitraan yang dapat memberikan gambar resolusi tinggi pada bagian tubuh manusia, pencitraan ini diperoleh secara non-invasif atau dengan kata lain, alat tersebut tidak menembus kedalam tubuh serta tidak menimbulkan rasa sakit yang berlebih, gambar yang dihasilkan dapat diperoleh dengan cepat setelah dilakukan ekspos terhadap pasien. Penggunaan alat pemeriksaan CT-Scan ini berlaku untuk mendiagnosis berbagai penyakit seperti diagnosis kanker, perencanaan perawatan, dan mengidentifikasi kasus cedera [6]. Gambar resolusi tinggi yang dihasilkan juga mampu memperlihatkan keadaan tumor yang lebih akurat dengan penggunaan CT Simulator pada radioterapi dan penggambaran jaringan normal lainnya [4].

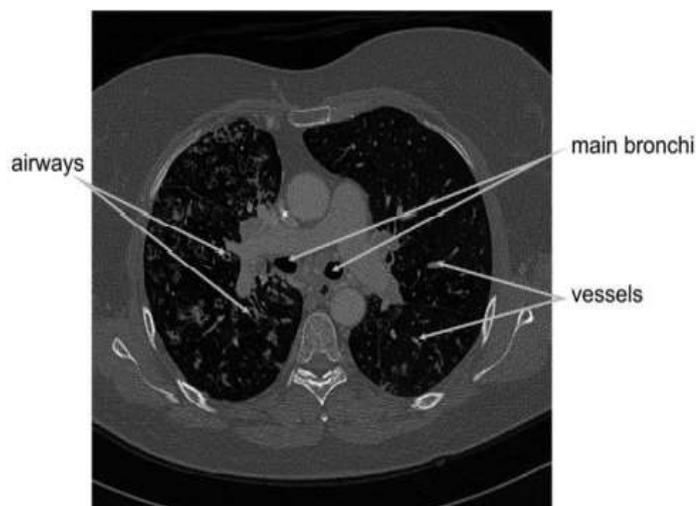
II.2 Jenis Pemeriksaan CT-Scan

Sejak pengenalan CT-Scan pada tahun 1970 dan terus mengalami perkembangan teknologi, keuntungan dan manfaat pada CT-Scan terus berkembang, dengan kemampuan menghasilkan gambar tiga dimensi dan lebih akurat dari beberapa bagian pada tubuh manusia, mulai pada bagian kepala seperti otak, dan bagian dada seperti jantung, pembuluh darah, paru-paru, dan bagian panggul. Pemeriksaan CT juga biasanya digunakan pada diagnosis patologi pediatrik atau pada anak [3]. Adapun beberapa pemeriksaan yang paling sering/umum dilakukan pada penggunaan pesawat CT-Scan ialah:

1. CT-Scan Kepala (*Head CT-Scan*) adalah pemeriksaan CT yang paling banyak dilakukan sepanjang riwayat dari berbagai jenis pemeriksaan lainnya. Terdapat beberapa kasus yang terjadi pada bagian kepala yang mengharuskan untuk dilakukannya pemeriksaan CT-Scan, misal terjadinya pendarahan intracranial yang dapat terjadi didalam tempurung kepala, kasus ini disebabkan dengan beragam patologi seperti trauma, hipertensi, angiopati amyloid serebral, vaskulitis, thrombosis sinus vena, dan lainnya yang dapat menyebabkan

terjadinya cacat berat hingga kematian. Adapun kasus lainnya, terjadi pada sistem saraf pusat, misalnya cedera otak traumatis akut, pendarahan dari aneurisma, stroke iskemik, dan stroke hemoragik, yang dari kasus tersebut memanfaatkan pencitraan CT-Scan untuk mengidentifikasi lokasi dan ukuran pendarahan yang terjadi [7].

2. CT-Scan Dada (*Chest/Thorax CT-Scan*) adalah pemeriksaan CT-Scan yang digunakan untuk mendiagnosis berbagai patologi pediatrik seperti bronkiektatis, metastatis paru, penyakit paru-paru, serta pengukuran volume paru-paru [8]. Penyakit pembuluh darah dan gangguan paru yang dapat menyebabkan penyempitan atau tonjolan abnormal terjadi akibat adanya perubahan sifat pada pembuluh darah, oleh karena itu penting untuk dilakukan pencitraan dalam melakukan diagnosis sebelum dilakukan tindakan selanjutnya yang dapat berupa perencanaan bedah. Dalam menganalisis perubahan sifat pembuluh darah digunakan semi-manual CT-Scan thorax dengan mengidentifikasi dan mengkararakteristikkan pembuluh darah paru pada kedekatan saluran udara dan kompleksitas percabangan pembuluh darah yang terlihat pada hasil citra 3D [9].

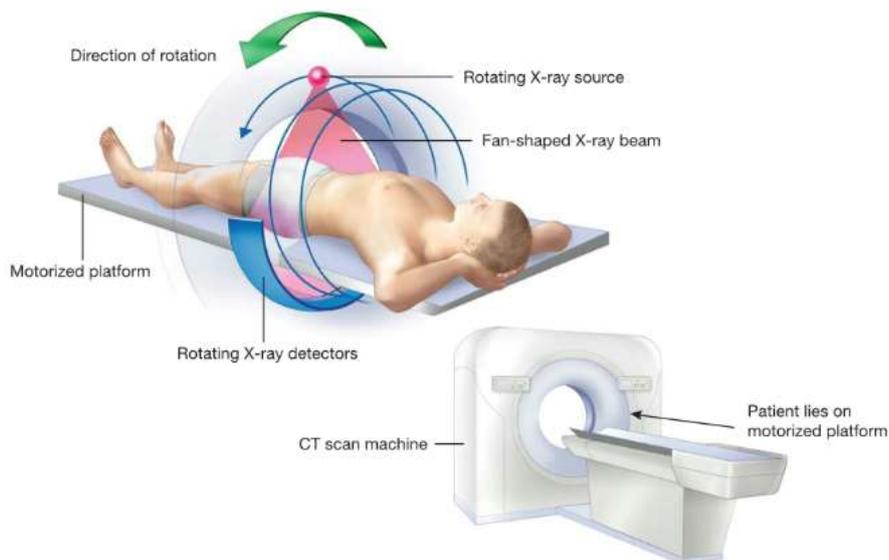


Gambar 2.1 Irisan CT-Thorax;
Panah menunjukkan Pembuluh darah dan saluran Udara [9]

3. CT-Scan Perut (*Abdomen CT-Scan*) adalah pemeriksaan CT-Scan dengan melihat anatomi dan patologi dari organ tubuh abdomen, dari hasil pencitraan yang diperoleh berupa gambaran penampang crosssectional. Salah satu kasus yang digunakan pada pencitraan ini ialah jenis kanker yang terjadi pada jaringan yang menyelubungi organ tubuh disebut sebagai carcinoma sigmoid dengan menggunakan media kontras, hasil citra yang didapatkan akan memperlihatkan jaringan yang mampu menyerap banyak kontras dibanding dengan jaringan yang lainnya. Pada penggunaan media kontras menggunakan beberapa teknik berupa per-oral, per-rektal, dan intravena [10]. Selain itu pemeriksaan abdomen juga dapat dilakukan dengan pemeriksaan secara nonkontras.

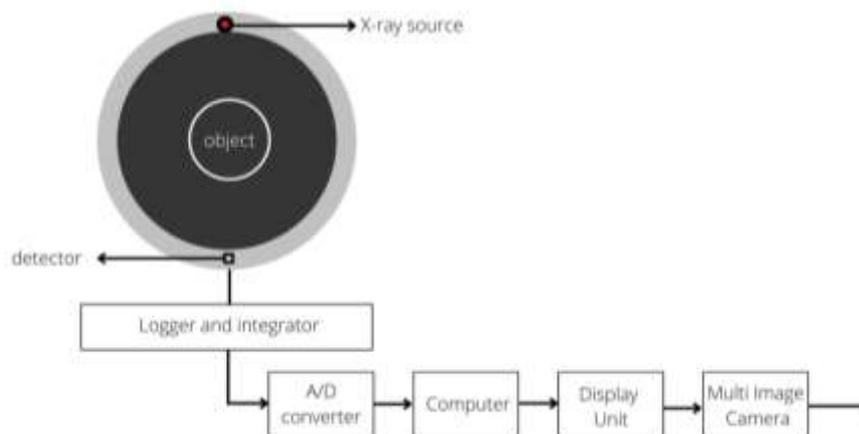
II.3 Prinsip Kerja CT-Scan

CT-Scan dalam menghasilkan gambar berasal dari perputaran berkas sinar-X disekitar pasien, dimana gambar yang dimaksud tersebut memberikan irisan-irisan tomography dari berbagai sudut sehingga menghasilkan tampilan tiga dimensi dan digunakan untuk mengidentifikasi cedera ataupun penyakit lainnya. Dari kualitasnya, CT-Scan memberikan citra yang lebih rinci dibandingkan dengan Sinar-X standar [11].



Gambar 2.2 Prinsip Kerja CT-Scan [11].

Dalam proses menghasilkan gambar tiga dimensi dengan *gray scale image* atau berwarna hitam putih, dimulai dari adanya sinar-X yang mengalami atenuasi hingga menembus sebuah objek, kemudian akan diteruskan menuju detektor, dimana detektor tersebut bersifat sensitif dalam menangkap perbedaan atenuasi dari sinar-X, dari proses tersebut mampu mengubah sinar-X menjadi signal listrik, dalam prosesnya sinar-X dan detektor melakukan rotasi sepanjang ekspos dilakukan, selanjutnya akan diubah ke bentuk digital oleh *Analog to Digital Converter* yang telah dikuatkan menggunakan photomultiplier tube sinar-X, dan data digital tersebut akan diteruskan melalui sistem komputer untuk diolah dan menghasilkan *Data Acquisition System (DAS)* dalam bentuk digital atau numerik. Data yang dimaksudkan akan memberi informasi pada komputer untuk direkonstruksi dan ditampilkan pada layar monitor berupa irisan tomography dari objek yang diinginkan [12].



Gambar 2.3 Blok Diagram CT-Scan [12].

II.4 Faktor Pengaruh Kualitas Citra CT-Scan

Faktor geometri merupakan bagian dari beberapa subsistem yang dapat mempengaruhi kualitas citra dari CT-Scan, sehingga perlu untuk dilakukan pengujian terhadap subsistem penyusun dari pencitraan tersebut untuk menghindari adanya penurunan kualitas citra, diantaranya ialah Akurasi laser alignment, Pergerakan meja pemeriksaan, Kemiringan gantry, dan Kolimasi [13]:

1. Akurasi laser alignment, dengan melakukan akurasi terhadap laser alignment ini mampu memastikan penentuan posisi pasien secara optimal, dimana pada laser aksial tepat pada tampilan localizer, laser sagittal dan coronal tepat berada di tengah bidang.
2. Pergerakan meja pemeriksaan, merupakan bagian yang mampu mempengaruhi kinerja dari pesawat CT, sehingga dapat dilakukan pengujian dengan merekam posisi meja pemeriksaan yang ditunjukkan pada pemindai dan membandingkannya dengan ukuran posisi yang independen atau dengan cara yang lebih sederhana dengan menempatkan pita pengukur ditengah meja dan menggerakkan meja untuk masuk dan keluar gantry, pengujian sesuai dapat terlihat dari jarak pita pengukur yang tidak mengalami perubahan jika meja dikembalikan pada posisi semula.
3. Kemiringan gantry, pencitraan dengan kemiringan gantry yang tidak sesuai harus dilakukan evaluasi dengan memastikan akurasi sudutnya. Akurasi ini dapat dilakukan dengan menggunakan menggunakan water phantom yang diketahui diameternya, kemudian diameter tersebut pada arah anterior atau posterior dapat digunakan untuk menghitung kemiringan gantry.
4. *Slice Thickness*, secara aksial ketebalan irisan yang direkonstruksi harus sesuai dengan ketebalan yang ditampilkan pada console CT-Scan. Hal ini dapat dibuktikan dengan menggunakan phantom pada ukuran dan geometri yang diketahui, perhitungan ketebalan irisan akan bergantung pada ukuran dan susunan target dalam phantom tersebut. Dan secara heliks, ketebalan irisannya dapat dievaluasi dengan mengukur lebar penuh pada setengah maksimum dari respons impuls sistem, dan respon impuls ini dapat ditentukan dengan memplot nomor CT maksimum disetiap gambar.
5. Lebar sinar radiasi (*beamwidth*), pengujian lebar sinar radiasi ini penting untuk dilakukan dengan memastikan ukuran medan radiasi yang dipancarkan dari pesawat CT-Scan tetap sama dengan ukuran normal, hal ini dilakukan untuk menghindari lebar sinar radiasi berlebih yang akan menyebabkan banyak sinar terpancar dan menghasilkan citra yang tidak sesuai target pemeriksaan, selain itu hal tersebut juga dapat mempengaruhi besarnya dosis yang diterima.

II.5 Diagnostic Reference Level (DRL)

Diagnostic Reference Level (DRL) merupakan suatu prosedur pencitraan yang menjadi parameter dalam mengetahui tingkat pemberian dosis pada pasien [4]. Upaya optimisasi proteksi berupa DRL ini direkomendasikan oleh organisasi Internasional yakni ICRP dengan mengingat salah satu kelemahan dari penggunaan modalitas sumber radiasi pengion yang digunakan di radiologi diagnostik dan intervensional yakni adanya resiko paparan radiasi pengion berlebih yang terjadi pada pasien melalui modalitas tersebut [5,14]. Adapun modalitas yang dimaksud ialah radiografi umum, fluoroskopi, mamografi, CT-Scan, dan perawatan gigi yang dapat menentukan nilai DRL menggunakan nilai indikator dosis yang berbeda dari masing-masing modalitas, seperti yang tertera pada tabel berikut [14]:

Tabel 2.1 Indikator Dosis Penentuan *Diagnostic Reference Level* (DRL) [14]

No.	Modalitas	Indikator Dosis	Indikator Turunan
1	Radiografi umum/mobile	ESD (mGy) atau DAP atau KAP (mGy.m ²)	Dosis efektif (mSv)
2	Mammografi	INAK (mGy)	Mean Glandular Dose (mGy)
3	Fluoroskopi konvensional dan intervensional	DAP dan KAP (mGy.m ²) atau <i>Peak Skin Dose</i> (mGy) atau laju kerma udara (mGy)	Dosis efektif (mSv)
4	CT Scan	CTDI (mGy) atau DLP (mGy.cm)	Dosis efektif (mSv)
5	Gigi intraoral	ESD (mGy)	Dosis efektif (mSv)
6	Gigi panoramik	DAP dan KAP (mGy.m ²)	Dosis efektif (mSv)

Dengan adanya penentuan DRL tersebut dapat diketahui tingkatan dosis yang telah diberikan berada pada tingkat dosis yang rendah ataukah sangat tinggi dan dapat menjadi referensi dosis pada pemeriksaan selanjutnya dengan pertimbangan pemberian dosis serendah mungkin dan pada kualitas pencitraan yang baik. Dari beberapa modalitas yang terdapat pada Tabel 2.1, diterapkan metode pendekatan bertingkat dengan memberikan prioritas mulai pada modalitas yang memiliki potensi dapat memberikan dosis yang tinggi pada pasien serta memiliki fitur indikator dosis yang tertera pada modalitasnya. Prioritas yang

dimaksudkan dimulai dari pesawat CT-Scan, Fluoroskopi konvensional dan intervensional, Mammografi, Radiografi umum/mobile, serta Radiografi gigi [14], sehingga dari urutan prioritas tersebut dapat diketahui bahwa CT-Scan menjadi prioritas utama dalam penentuan nilai DRL, dan disamping itu CT-Scan juga menjadi modalitas yang paling sering dan banyak digunakan pada setiap pemeriksaan.

Pada keberadaannya, DRL tidak dijadikan sebagai penentuan batas dosis pada pasien, namun menjadi tingkat referensi dengan mengidentifikasi besarnya dosis yang diberikan [5]. Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) telah menentukan sistem penentuan DRL Nasional maupun Lokal dengan merekomendasikan penggunaan nilai persentil dan kuartil dari sebaran data dosis yang didapatkan [14]. Penggunaan nilai persentil dan kuartil ini telah umum digunakan pada pengolahan data yang dapat memberikan kemudahan untuk mengambil kesimpulan yang menganut sistem angka.

Penggunaan nilai kuartil disimbolkan dengan bentuk kuartil pertama (Q_1), kuartil kedua (Q_2), kuartil ketiga (Q_3) dan kuartil keempat (Q_4) yang didefinisikan sebagai ukuran letak nilai yang membagi data kelompok menjadi empat bagian yang sama besar, hal ini serupa dengan perhitungan median namun perbedaannya ialah median membagi distribusi data menjadi dua bagian dan kuartil menjadi empat bagian yang sama besar. Penggunaan nilai kuartil ini dapat disetarakan dengan nilai Persentil (P), dimana persentil ialah membagi distribusi data menjadi 100 sub kelompok yang sama besar atau disebut sebagai ukuran perseratusan dengan titik-titik distribusi data berupa P1, P2, P3,.. dan seterusnya hingga P99 yang membagi distribusi data ke dalam seratus bagian sama besar [15]. Penentuan kuartil dan persentil ini dapat digunakan pada data tunggal maupun data kelompok dan dapat diolah menggunakan program perangkat lunak Microsoft Excel ataupun program lainnya yang mendukung dalam hal pengolahan data kelompok.

Pada pelaporan dari distribusi nilai dosis yang dimiliki pada beberapa modalitas radiologi diagnostik dan intervensional, dalam hal ini pemeriksaan CT-Scan dan juga sesuai dengan yang telah ditentukan oleh Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN), maka ditetapkan nilai dosis yang terendah berada

pada persentil ke-25 (kuartil 1), nilai dosis rata-rata yakni pada persentil ke-50 (kuartil 2), dan persentil ke-75 (kuartil 3) yang merupakan nilai dosis tertinggi dan kemudian menjadi nilai dosis yang akan ditinjau kembali untuk dilakukan optimasi dosis, pada persentil ke-75 (kuartil 3) inilah yang akan disebut sebagai nilai dari *Diagnostic Reference Level* (DRL) dan yang menunjukkan bahwa prosedur yang dilakukan pada 75% memiliki tingkat dosis berada pada nilai DRL atau dibawahnya [5].

Nilai DRL yang telah ditentukan dari persentil ke-75 tersebut selanjutnya digunakan sebagai acuan dalam pemeriksaan radiologi diagnostik dan intervensional dan setelah ditetapkan, nilai DRL dapat digunakan sebagai perbandingan dengan dosis yang diterima oleh pasien hingga 3 tahun kedepan, jika pada perbandingan tersebut didapati lebih dari nilai DRL maka dosis tersebut akan dicatat kembali dan dievaluasi penyebabnya. Penyebab yang kemungkinan terjadi dapat berasal dari kondisi penyinaran, penyinaran berulang, atau faktor eksposi yang memiliki nilai mAs terlalu besar [14].

Dalam menentukan nilai DRL tersebut diperlukan referensi pada nilai kuantitas dosimetri utama dari CT-Scan atau indikator dosis berupa nilai $CTDI_{vol}$ dan DLP pada modalitas pencitraan CT-Scan menurut rekomendasi dari ICRP [16]:

II.5.1 Volume CT Dose Index ($CTDI_{vol}$)

$CTDI_{vol}$ merupakan suatu penentuan intensitas radiasi yang berupa indeks keluaran dosis yang berasal dari perputaran tabung sinar-X di tubuh pasien sebesar 360^0 pada pemeriksaan CT-Scan, pada penentuan pemindaian tertentu hal ini tidak bergantung pada ukuran pasien dan panjang pemindaian citra, namun dapat menjadi tolak ukur perbandingan pada pindaian dan protokol pemindaian yang berbeda [3,4]. Dalam menentukan nilai dari $CTDI_{vol}$ digunakan persamaan berikut [3] :

$$CTDI_{vol} (mGy) = \frac{CTDI_w}{pitch} \quad (2.1)$$

Keterangan:

$CTDI_w$ = Dosis rata-rata di satu irisan

Pitch = Jarak meja yang bergerak dalam satu putaran 360^0 rotasi gantry

Adapun untuk mendapatkan nilai dari $CTDI_w$ dapat diketahui melalui persamaan [18]:

$$CTDI_w = \frac{1}{3}CTDI_{100_{center}} + \frac{2}{3}CTDI_{100_{periphery}} \quad (2.2)$$

Dimana $CTDI_{100_{center}}$ dan $CTDI_{100_{periphery}}$ adalah pengukuran $CTDI_{100}$ yang diambil masing-masing dari pusat dan perifer.

II.5.2 Dose Length Product (DLP)

DLP merupakan perhitungan dosis yang mendapatkan penyinaran di seluruh bagian lapangan penyinaran, yang dapat diketahui dengan mengalikan panjang pemindaian pada pasien dengan nilai yang telah ditemukan dari keluaran dosis nilai $CTDI_{vol}$ dan sebagai keluaran dosis secara menyeluruh pada sumbu Z, atau pada persamaan berikut [3]:

$$DLP (mGy.cm) = CTDI_{vol} \times SL (Scan Length) \quad (2.3)$$

Keterangan:

SL (Scan Length) = Panjang Pemindaian

II.6 Aplikasi Sistem Informasi Data Dosis Pasien (SiINTAN)

Dengan penggunaan CT-Scan yang terus mengalami kemajuan secara otomatis juga akan meningkatkan penggunaan sumber radiasi pengion sehingga penting untuk dilakukan pengawasan untuk menjamin proteksi dan keselamatan pekerja, pasien, dan masyarakat. Untuk hal tersebut Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) menerbitkan sebuah aplikasi berbasis website yang akan digunakan sebagai tempat untuk menginput data dosis pada setiap pemeriksaan

CT-Scan yaitu Aplikasi SiINTAN (Sistem Informasi Data Dosis Pasien Nasional). Aplikasi ini merupakan sistem aplikasi database berbasis web sebagai salah satu alat bantu (tool) upaya optimisasi proteksi dan keselamatan radiasi untuk pasien yang menjalani prosedur radiologi diagnostik dan intervensional. Program database Si-INTAN ini merupakan wujud dari program registri dosis pasien atau sistem manajemen dosis pasien, aplikasi yang diadaptasi dari portal milik Australia yang bernama ARPANSA ini digunakan sebagai sarana dalam pemantauan dosis pasien dan penyusunan *Diagnostic Reference Level* (DRL) lokal maupun nasional. Dengan kerjasama dari beberapa pihak yang terkait dari rumah sakit atau institusi pelayanan kesehatan yang memiliki fasilitas CT-Scan, SiINTAN akan menjadi aplikasi yang efektif untuk memantau penggunaan dosis di berbagai jenis pemeriksaan [17].

Tabel 2.2 Tingkat Panduan Diagnostik Indonesia Profil Dosis Tahunan pada Aplikasi Si-INTAN [18]

CT-SCAN			
No	Jenis Pemeriksaan	CTDIvol (mGy)	DLP (mGy.cm)
1	CT Abdomen Kontras	20	1360
2	CT Abdomen Nonkontras	17	885
3	CT Abdo Pelvis Kontras	16	1775
4	CT Abdo Pelvis Nonkontras	17	885
5	CT Cardiac Studies Kontras	47	1200
6	CT Chest Kontras	16	810
7	CT Chest Nonkontras	11	430
8	CT Head Kontras	60	2500
9	CT Head Nonkontras	60	1275
10	CT Neck Kontras	50	2600
11	CT Urologi Nonkontras	17	830