

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan CT Scan di dunia medis terus meningkat seiring kebutuhan akan pencitraan yang lebih akurat, khususnya dalam pemeriksaan pembuluh darah. Kelainan pada pembuluh darah terkadang sulit dideteksi karena selain jaringannya bersifat *soft tissue*, beberapa bagian pembuluh darah juga berada dibalik jaringan lainnya, sehingga diperlukan penanda sebelum dilakukan *scanning*. Medium kontras umumnya berbahan dasar iodium yang memiliki densitas tinggi dan menyerap lebih banyak sinar-X, sehingga akan meningkatkan nilai HU. Medium kontras yang digunakan pada pemeriksaan CT Scan mengandung iodium, setiap 100ml medium kontras mengandung 30 gram iodium. Merek iodium yang paling umum digunakan pada pemeriksaan CT Scan adalah merk Omnipaque 300 (Lee, dkk, 2020). Pembuluh darah menjadi lebih terang (*hyperdense*) dibanding jaringan sekitar. Medium kontras digunakan untuk meningkatkan perbedaan kerapatan antara berbagai jaringan tubuh, yang sangat berguna dalam visualisasi struktur vaskular dan lesi kecil yang mungkin sulit terlihat tanpa kontras. Dalam konteks CT scan, pemberian medium kontras membantu dalam mendeteksi kelainan seperti perdarahan, tumor, dan penyakit vaskular lainnya dengan meningkatkan kontras antara pembuluh darah dan jaringan sekitarnya. Meskipun medium kontras memberikan keuntungan dalam hal peningkatan kualitas gambar, ada konsekuensi terkait dosis radiasi yang diterima oleh pasien (Adi, dkk., 2024).

Penggunaan medium kontras injektor dapat menyebabkan peningkatan atenuasi sinar-X pada jaringan tubuh, yang pada gilirannya memerlukan penyesuaian parameter scan seperti mAs (*miliampere seconds*) atau kVp (*kilovolt peak*) untuk mempertahankan kualitas gambar yang optimal. Penyesuaian parameter ini dapat menyebabkan peningkatan dosis radiasi yang diterima oleh pasien, karena peningkatan atenuasi akan mengurangi jumlah sinar-X yang mencapai detektor. Selain itu, medium kontras yang disuntikkan ke dalam tubuh pasien dapat mengubah karakteristik penghalang sinar-X dalam jaringan tubuh, yang mempengaruhi jumlah radiasi yang diserap dan diteruskan melalui tubuh (Iwan, dkk., 2022).

Penggunaan medium kontras yang mempengaruhi citra hasil medis serta peningkatan indeks dosis atau CTDI memberikan kontribusi naiknya resiko pemanfaatan radiasi. Salah satu monitoring dalam suatu modalitas adalah penerapan DRL (*Dose Reference Level*). DRL merupakan standar dosis radiasi yang digunakan dalam radiodiagnostik untuk memastikan bahwa dosis yang diterima pasien berada dalam batas yang aman dan dapat diterima secara klinis. DRL digunakan sebagai pedoman untuk mengevaluasi dan memantau dosis radiasi yang diberikan pada pasien selama medis, khususnya dalam pencitraan menggunakan teknologi CT (2023). Pentingnya optimasi dosis radiasi menjadi sangat krusial potensi bahaya tersebut tanpa mengorbankan kualitas gambar dan diagnosis yang akurat. Salah satu prinsip utama dalam optimasi



dosis radiasi adalah prinsip ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*), yang mengutamakan pengurangan dosis radiasi sebanyak mungkin sambil tetap mempertahankan kualitas pencitraan yang memadai untuk diagnosis yang efektif (Bagus, 2020). Penerapan prinsip ALARA di setiap prosedur CT Scan bertujuan untuk memastikan bahwa paparan radiasi yang diterima pasien tetap berada pada level yang aman, tetapi tetap memungkinkan pemantauan dan evaluasi yang optimal terhadap kondisi medis pasien (Desviana, dkk., 2021).

DRL diperoleh melalui analisis NDT dalam prosedur diagnostik tertentu yang dilakukan di berbagai fasilitas kesehatan, di mana standar ini kemudian dibandingkan dengan nilai dosis aktual yang diterima pasien. Jika dosis yang diberikan melebihi nilai DRL, maka proses pencitraan perlu dievaluasi dan dioptimalkan, baik dalam hal teknik pencitraan maupun protokol yang digunakan. Hal ini penting dalam konteks keselamatan pasien untuk mencegah efek samping akibat paparan radiasi yang berlebihan, yang dapat berpotensi meningkatkan risiko terjadinya efek biologis jangka panjang seperti kanker atau kerusakan jaringan (Octavia, dkk., 2024).

HU (Hounsfield Unit) dan NDT (Nilai Dosis Tipikal) merupakan dua parameter penting dalam konteks CT Scan yang memiliki peran signifikan dalam evaluasi dosis radiasi yang diterima oleh pasien serta kualitas gambar yang dihasilkan. HU adalah skala yang digunakan untuk menggambarkan tingkat atenuasi sinar-X pada jaringan tubuh yang berbeda. Setiap jaringan tubuh manusia memiliki nilai HU yang berbeda misalnya, tulang memiliki nilai HU yang tinggi karena kemampuannya yang besar dalam menghalangi sinar-X, sementara udara memiliki nilai HU yang sangat rendah. NDT merujuk pada ukuran dosis radiasi yang diterima pasien pada area tubuh tertentu. NDT digunakan untuk menggambarkan dosis radiasi yang dihasilkan selama prosedur pencitraan pada volume tubuh tertentu, yang sangat penting dalam upaya mengoptimalkan dosis radiasi yang diberikan kepada pasien. Dalam penelitian ini, perhitungan nilai NDT pada pemeriksaan CT Scan sangat penting untuk memahami bagaimana pemberian kontras dapat mempengaruhi dosis radiasi yang diterima pasien, baik secara langsung maupun tidak langsung, serta sejauh mana kontras berperan dalam meningkatkan kualitas gambar citra dan nilai HU yang dihasilkan selama pemeriksaan CT scan (Faisal, dkk., 2023).

Berdasarkan uraian tersebut, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian ini untuk mendeteksi nilai CT HU (Hounsfield Unit) pada citra pembuluh darah serta menentukan NDT (Nilai Dosis Tipikal) pada penggunaan medium kontras dalam pemeriksaan CT scan. Analisis akan dilakukan untuk memahami perbedaan nilai CT Number akibat penggunaan medium kontras serta menganalisis nilai dosis radiasi yang diterima pasien. Metode analisis data yang akan digunakan adalah statistik deskriptif untuk mengetahui nilai rata-rata, maksimum, serta minimum dari HU dan NDT. Selain

akan dilakukan uji *independent sample t test* untuk membandingkan sebelum dan sesudah penggunaan medium kontras.



1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini yaitu:

1. Mengidentifikasi perbedaan nilai HU (*Hounsfield Unit*) objek citra CT Scan sebelum dan sesudah penggunaan medium kontras.
2. Menganalisis NDT (Nilai Dosis Tipikal) pasien akibat penggunaan medium kontras dalam pemeriksaan CT Scan.

1.3 Manfaat Penelitian

Memberikan informasi efektivitas penggunaan medium kontras berdasarkan perhitungan nilai HU (*Hounsfield Unit*) objek dan NDT (Nilai Dosis Tipikal). Sebagai rujukan untuk optimasi pemeriksaan dalam penentuan nilai DRL (*Diagnostic Reference Level*) nasional.



BAB II METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Instalasi Radiologi di Rumah Sakit TK II Pelamonia Makassar, yang dilakukan selama tiga bulan dari bulan November sampai Januari tahun 2025.

2.2 Alat dan Perangkat Penelitian

Berikut adalah alat dan perangkat penelitian yang digunakan:

1. Pesawat CT Scan Canon 640 Slice.

Spesifikasi pesawat CT Scan yang digunakan yaitu merk Canon dengan model unit TSX-305 A, kemampuan slice 640, dengan nomor seri 2092183, tegangan 120kV - 135kV, dan kuat arus 530mA - 600mA.



Gambar 1. Pesawat CT Scan

2. Injector kontras yang digunakan untuk menyuntikkan zat kontras ke dalam tubuh pasien yang mengarah pada objek tertentu. Injector yang digunakan adalah Automatic Injector merk APO 200 jenis double tube syringe injector yang memiliki 2 tabung yang diisi dengan medium kontras.

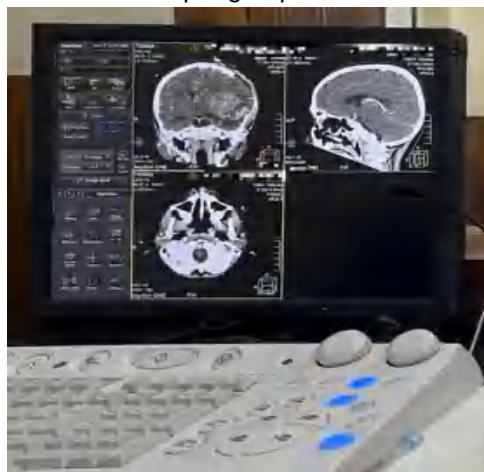


Gambar 2. Injector Kontras



3. Display Monitor CT Scan.

Display monitor CT Scan digunakan sebagai istem pembacaan citra untuk menentukan nilai HU dan pengumpulan data dosis.



Gambar 3. Display Monitor CT Scan

2.3 Teknik Penelitian

Tahapan awal penelitian ini dimulai dengan pasien menjalani pemeriksaan CT Scan *Abdomen* dan *Head* sebelum dan sesudah menggunakan medium kontras. Teknik pemasukan medium kontras pasien di awali dengan memasukkan medium kontras kedalam tabung injektor, lalu memasang *Coil Connector* pada spuit media kontras. Posisi injektor mengarah ke atas, kemudian medium kontras dikeluarkan sedikit untuk mengeluarkan udara pada spuit. Kemudian injektor diputar kembali ke bawah agar posisi ujung dari spuit berada dibawah. Selanjutnya petugas memasang abocath pada vena pasien kemudian menyambungkan dengan *coil conector*. Di RS Pelamonia Makassar banyak medium kontras yang diberikan adalah 1 botol berisi 50 ml. Hal ini disesuaikan lagi dengan berat badan pasien, jika berat badan pasien diatas 50 maka banyak medium kontras yang diberikan disesuaikan dengan SOP yang berlaku yaitu 1 ml/kg berat badan pasien dengan *flowrate* 2.5ml/s.

2.3.1 Teknik Pencatatan Nilai Data HU dan NDT

Dalam penelitian ini, pencatatan data dilakukan bersama dengan radiografer pada ruangan CT Scan. Data yang digunakan adalah 30 pasien yang menjalani pemeriksaan CT Scan *Abdomen* dan 26 data pasien yang menjalani pemeriksaan CT Scan *head* sebelum dan sesudah penggunaan medium kontras. Data HU dan NDT ini diperoleh dari sistem pembacaan citra pada display monitir CT Scan. Klasifikasi data



alah pasien dengan bobot tubuh normal dan usia dewasa.

ambilan data HU dilakukan terhadap masing-masing 10 data pasien dengan memotret perubahan nilai CT Number pada beberapa titik sebelum dan sesudah diberikan medium kontras. Kemudian,

pengambilan data NDT dilakukan dengan mencatat semua nilai CTDIvol (*Computed Tomography Dose Index*), dan DLP (*Dose Length Product*) terhadap 30 pasien *Abdomen* dan 26 pasien *head*.

2.3.2 Analisis Data Nilai HU dan Penentuan NDT Berdasarkan Nilai CTDIvol dan DLP

Metode analisis data yang akan digunakan adalah statistik deskriptif untuk mengetahui nilai rata rata, maksimum, serta minimum dari HU dan NDT. Selain itu, akan dilakukan uji *independent sample t test* untuk membandingkan perbedaan nilai data sebelum dan sesudah penggunaan medium kontras. Data nilai HU dan NDT ini dianalisis untuk mengidentifikasi adanya perubahan yang signifikan yang terjadi akibat penggunaan medium kontras, serta untuk memberikan gambaran lebih jelas mengenai dampak penggunaan medium kontras terhadap dosis radiasi yang diterima oleh pasien, dan kualitas citra objek yang dihasilkan.

Nilai HU dianalisis dengan mengamati perubahan nilai CT Number pada pasien pemeriksaan CT Scan *Abdomen* dan *head* sebelum dan sesudah pemberian medium kontras. Selain itu, data yang diolah untuk mendapatkan NDT berupa data indikator dosis pada CT Scan yaitu data CTDIvol (*Computed Tomography Dose Index*) dan DLP (*Dose Length Product*). Nilai Dosis Tipikal pada dasarnya adalah cerminan bagaimana nilai CTDIvol dan DLP pada pemeriksaan CT Scan.

Sesuai dengan rekomendasi standar internasional Nilai Dosis Tipikal didapatkan dengan menghitung nilai median. Jika jumlah data ganjil, median diperoleh dari nilai tengah setelah data diurutkan dari yang terkecil. Sedangkan jika jumlah data genap, menggunakan persamaan (1) dan (2).

Adapun untuk penentuan NDT digunakan persamaan,

$$N_{CTDIvol} = \frac{CTDIvol_{ke-i(\frac{n}{2})} + CTDIvol_{ke-i(\frac{n}{2}+1)}}{2} \quad (1)$$

$$N_{DLP} = \frac{DLP_{ke-i(\frac{n}{2})} + DLP_{ke-i(\frac{n}{2}+1)}}{2} \quad (2)$$

Dengan, N = nilai dosis tipikal atau nilai tengah data

n = Jumlah data

CTDIvol ke-i(n/2) = nilai CTDIvol yang ditunjukkan pada data ke-i(n/2)

CTDIvol ke-i(n/2+1) = nilai CTDIvol yang ditunjukkan pada data ke-i(n/2+1)

DLP ke-i(n/2) = nilai DLP yang ditunjukkan pada data ke-i(n/2)

DLP ke-i(n/2+1) = nilai DLP yang ditunjukkan pada data ke-i(n/2+1)

Tabel 1. Contoh Penentuan Nilai Dosis Tipikal

No	CTDIvol (mGy)	DLP(m.Gy.cm)
1	2.00	90.00
5	6.00	200.00
31	10.00	400.00



Pada Tabel 1, dapat dilihat contoh penentuan NDT. Pada tabel dapat dilihat jumlah data yang digunakan adalah 31, sedangkan NDT diperoleh dari nilai tengah setelah data diurutkan dari yang terkecil. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa nilai dosis tipikal adalah data ke- $n/2$ atau data ke-15 yang terlihat pada tabel warna kuning.

2.3.3 Tabel Keterangan Sampel

Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa citra pasien untuk beberapa kasus dengan penggunaan medium kontras sebagai penambahan dalam pemeriksaan CT Scan. Cairan kontras dibutuhkan untuk memperjelas bagian-bagian jaringan di dalam tubuh yang biasanya sulit teridentifikasi secara langsung seperti pembuluh darah, saluran pencernaan, saluran empedu, saluran kemih, dan jaringan lunak otak.

Pemeriksaan CT scan dengan penggunaan medium kontras, deteksi nilai CT Number pada citra pembuluh darah serta penentuan NDT (Nilai Dosis Tipikal) sangat dipengaruhi oleh tegangan (kVp), arus (mAs), berat badan pasien, dan volume kontras yang digunakan.

Tabel 2. Keterangan Sampel Pemeriksaan Abdomen

Deskripsi Klinis				
Sampel	Berat Badan (kg)	Jumlah volume kontras (ml)	Tegangan (kVp)	Arus (mAs)
1	40	40	120	46
2	45	45	120	46
3	45	45	120	48
4	50	50	120	50
5	55	55	120	51
6	60	60	120	58
7	60	60	120	68
8	63	63	120	71
9	65	65	120	187
10	65	65	120	190

Tabel 2 merupakan sampel pemeriksaan CT Scan Abdomen. Berdasarkan data sampel pada tabel 2, tegangan dipertahankan konstan pada 120 kVp, sedangkan arus bervariasi antara 46 hingga 190 mAs seiring bertambahnya berat badan dan volume kontras. Peningkatan arus seiring bertambahnya berat badan dari 40 kg hingga 65 kg bertujuan untuk memastikan kualitas citra yang optimal, sehingga pembuluh darah dapat terdeteksi dengan jelas melalui peningkatan nilai CT HU. Selain itu, jumlah volume kat dari 30 ml hingga 65 ml berperan dalam memperkuat kontras irah dan jaringan sekitar, sehingga mempermudah identifikasi



Tabel 3. Keterangan Sampel Pemeriksaan Head

Sampel	Deskripsi Klinis			
	Berat Badan (kg)	Jumlah volume kontras (ml)	Tegangan (kVp)	Arus (mAs)
1	30	30	120	187
2	40	40	120	187
3	45	45	120	187
4	50	50	120	187
5	50	50	120	187
6	55	55	120	187
7	60	60	120	187
8	60	60	120	187
9	60	60	120	187
10	65	65	120	187

Tabel 3 merupakan sampel pemeriksaan CT Scan Head. Berat badan pasien yang lebih besar akan menyerap lebih banyak sinar-x. sehingga membutuhkan arus yang lebih tinggi untuk memperjelas hasil citra. Tegangan dan arus yang tinggi akan menghasilkan kualitas citra yang baik tapi dosis yang diterima akan meningkat. Berdasarkan data sampel pada tabel 3, tegangan dipertahankan konstan pada 120 kVp, sedangkan arus bervariasi antara 46 hingga 190 mAs seiring bertambahnya berat badan dan volume kontras. Peningkatan arus seiring bertambahnya berat badan dari 40 kg hingga 65 kg bertujuan untuk memastikan kualitas citra yang optimal, sehingga pembuluh darah dapat terdeteksi dengan jelas melalui peningkatan nilai CT HU. Selain itu, jumlah volume kontras yang meningkat dari 30 ml hingga 65 ml berperan dalam memperkuat kontras antara pembuluh darah dan jaringan sekitar, sehingga mempermudah identifikasi struktur vaskular. Dalam konteks NDT, arus yang lebih tinggi pada pasien dengan berat badan lebih besar meningkatkan dosis radiasi yang diterima, namun hal ini diperlukan untuk menjaga kejernihan dan akurasi citra. Oleh karena itu, penentuan NDT harus mempertimbangkan keseimbangan antara kualitas citra yang memadai dan dosis radiasi yang seminimal mungkin untuk memastikan keamanan pasien.



2.3.4 Bagan Alir Penelitian

