

Research article

Penggunaan Volume Kontras Iodine dan Dosis Radiasi Rendah Pemeriksaan CT-Scan Abdomen Prosedur Standar Baru Keselamatan Pasien Pelayanan Radiologi

Use of Iodine Contrast Volume and Low Radiation Dose Abdominal CT-Scan Examination New Standard Procedure Patient Safety Radiology Services

Purwanto^{1*}, Akhirida Putri¹

¹Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Radiologi Pencitraan, Politeknik Sandi Karsa, Sulawesi Selatan, Indonesia



Article Info	Abstract
Article History: Received 2022-07-02 Accepted 2022-10-10 Published 2022-12-01	Pelayanan radiodiagnostik dan interventional radiology (RIR) merupakan salah satu pelayanan yang mempunyai resiko tinggi terhadap keselamatan pasien salah satu resiko yang ada dipelayanan RIR adalah penggunaan bahan kontras berbasis iodine dengan volume yang banyak dapat meningkatkan terjadinya CIN (Contrast Induced Nephropathy) pemeriksaan CT Scan Abdomen dengan kontras juga mempunyai potensi risiko atas paparan radiasi yang diterima oleh pasien. Perlu dilakukan upaya perbaikan standar protocol baru yang lebih mengutamakan keselamatan pasien. Metode penelitian dilakukan dengan metode eksperimen yang dilanjutkan dengan implementasi protocol standar baru CT Scan Abdomen dengan menggunakan kontras dengan melibatkan 10 sampel baik pemeriksaan CT Scan Abdomen kontras dengan standar lama maupun dengan standar baru. Hasil penelitian eksperimen menggunakan material phantom menunjukkan penggunaan kontras volume rendah dan dosis radiasi rendah menghasilkan nilai enhancement atau opasitas (HU) yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan menggunakan volume kontras yang banyak dan dosis radiasi yang tinggi. Hasil implementasi protocol atas 10 sampel yang dilakukan evaluasi 2 orang observer menunjukkan protocol lama dan baru tidak ada perbedaan nilai citra anatomi. Analisis one way Anova menunjukkan nilai F-value = 0,22 dan p-value = 0,88 oleh karena nilai p-value lebih besar dari 0,05 maka tidak ada perbedaan yang signifikan kedua protocol CT Scan tersebut. Hasil eksperimen dengan phantom maupun implementasi standar baru penggunaan volume kontras dan dosis radiasi rendah terbukti dapat menjadi alternatif standar protocol baru CT Scan Abdomen kontras berbasis keselamatan pasien.

Key words:

volume kontras;
dosis radiasi rendah;
protokol baru;
kualitas citra.

*image quality;
low radiation dose;
new protocols;
volume of contrast.*

Radiodiagnostic and interventional radiology services (RIR) is one of the services that has a high risk to patient safety, one of the risks that exist in RIR services is the use of iodine-based contrast materials with a large volume that can increase the occurrence of CIN (Contrast Induced Nephropathy), CT scan of the abdomen with contrast also has a potential risk of radiation exposure received by the patient. Efforts need to be made to improve new protocol standards that prioritize patient safety. The research method was carried out by an experimental method followed by the implementation of the new standard protocol CT Abdominal Scan using contrast by involving 10 samples, both CT Scan Abdominal Examination in contrast to the old standard and with the new standard. The results of experimental research using phantom materials show that the use of low volume contrast and low radiation dose produces a higher enhancement or opacity (HU) value when compared to using low contrast volume and high radiation dose. The results of the protocol implementation of 10 samples evaluated by 2

observers showed that there was no difference in the value of anatomical images between the old and new protocols. Anova's one-way analysis showed that the value of F-value = 0.22 and p-value = 0.88 because the p-value was greater than 0.05, there was no significant difference between the two CT Scan protocols. The results of experiments with phantom and the implementation of new standards using contrast volume and low radiation dose have proven to be an alternative to the new protocol standard CT Abdominal Contrast Scan based on patient safety.

Corresponding author : Purwanto
Email : purwanto.wahidin@gmail.com

Pendahuluan

Keselamatan pasien merupakan suatu kebutuhan yang mendesak harus diperbaiki dan ditingkatkan disetiap unit pelayanan di rumah sakit. Kesalahan (error) dalam praktek kedokteran sudah lama terjadi, pada dekade tahun 1990an akhir telah menjadi objek penelitian dengan tujuan utama upaya peningkatan keselamatan pasien. Diawali Harvard Practice study yang diterbitkan pada tahun 1991 yang melakukan evaluasi terhadap 30.000 rekam medis pasien yang dirawat di Negara bagian New York didapatkan ada 4% pasien yang menderita efek samping obat selama di dirawat di rumah sakit (Hawarihewa et al., 2022). Penelitian yang sama di Australia dan Inggris dilaporkan ditemukan efek samping obat sebesar 13% dan 10% pasien yang rawat inap. Hasil laporan dari Institute of Medicine (IOM) pada tahun 1999 angka kematian akibat kesalahan tindakan medis berkisar 98.000 hingga 400.000 per tahun di Negara Amerika Serikat, angka kematian ini sebenarnya dapat dicegah apabila dalam memberikan perawatan menerapkan kaidah-kaidah keselamatan pasien (Morup et al., 2022). Bahaya dari kesalahan medis menjadi tantangan setiap praktisi rumah sakit, termasuk didalamnya pelayanan radiologi dalam hal ini diagnostic imaging. Pelayanan radiodiagnostik harus mengembangkan protokol baru yang aman atas beberapa prosedur tindakan yang mempunyai potensi risiko tinggi (Møller et al., 2021). Identifikasi risiko yang bersifat proactive mengembangkan strategy untuk mencegah, mengidentifikasi dan mengurangi kesalahan dan dampaknya sebelum menimbulkan cedera ke pasien. Upaya terus menerus perbaikan manajemen kualitas berfokus pada standarisasi prosedur, membuat kesalahan cepat terlihat dan upaya tindak lanjut untuk memperbaiki akan menciptakan pelayanan di unit radiologi kita aman menuju budaya keselamatan pasien (Harun et al., 2021).

Prosedur pemeriksaan radiodiagnostik imaging dipelayanan radiologi yang mempunyai potensi risiko tinggi terhadap keselamatan pasien salah satunya adalah prosedur pemeriksaan CT-Scan yang menggunakan bahan kontras media berbasis Iodine (Nautiyal et al., 2021). Kontras media merupakan obat-obatan farmakologi yang berfungsi meningkatkan opasitas dan visibilitas organ dan struktur internal dalam tubuh. Kontras media memiliki efek samping mulai dari gatal hingga keadaan darurat yang mengancam jiwa yang dikenal sebagai Contrast Induced Nephropathy (CIN) (Kleijch et al., 2022). CIN adalah kejadian gagal ginjal akut yang terjadi 24-72 jam pasca pemeriksaan CT-Scan yang menggunakan bahan kontras berbasis Iodine. Upaya yang dilakukan untuk mencegah terjadinya CIN pada pemeriksaan CT-Scan dengan kontras, dapat dilakukan mulai dari screening pemeriksaan serum creatinine, penghentian obat-obatan yang bersifat nefrotoksik tinggi seperti metformin yang dikonsumsi penderita Diabetes Melitus (DM) 24 jam sebelum atau 24 jam sesudah pemeriksaan, serta penggunaan volume kontras iodine yang rendah pada pemeriksaan CT-Scan mengakibatkan penurunan kerja ginjal yang dapat mengurangi gagal ginjal akut (Greffier et al., 2020). Standar penggunaan volume kontras pada prosedur pemeriksaan CT-Scan dengan kontras mengikuti kaidah 2 ml/kg berat badan. secara umum penggunaan kontras orang dewasa berkisar antara 80 – 150 ml tiap pemeriksaan.

Risiko berikutnya pada prosedur pemeriksaan CT-Scan dengan kontras adalah risiko paparan dosis radiasi pengion dalam hal ini radiasi sinar-X yang diterima oleh pasien tergolong kategori tinggi. Dosis radiasi pemeriksaan CT Scan yang diterima oleh pasien nilainya tertinggi bila dibandingkan dengan prosedur pemeriksaan radiodiagnostik imaging lainnya (Papadakis & Damilakis, 2022). Sebagai contoh prosedur pemeriksaan CT-Scan abdomen tanpa kontras bila dibandingkan pada prosedur pemeriksaan X-Ray abdomen polos nilai dosisnya 10x lipat. Risiko paparan radiasi pengion dalam hal ini radiasi Sinar-X secara umum dibagi menjadi 2. Risiko efek paparan radiasi pertama dikenal dengan istilah efek deterministik, dimana efek radiasi seperti kulit terbakar, katarak hingga fertilitas (kemandulan) jika nilai ambang batasnya dilampaui (Racine et al., 2021). Risiko berikutnya dikenal dengan istilah efek stokastik dimana efek radiasi dapat terjadi tidak mengenal nilai ambang batas. Risiko akan meningkat seiring peningkatan jumlah radiasi yang diterima oleh pasien, salah satu efek stokastik jangka panjang akibat paparan radiasi pengion adalah kanker. Risiko kanker akibat paparan radiasi juga akan meningkat pada pasien yang sedang mengalami pembelahan sel seperti pada pasien anak / pediatrik (Chen et al., 2020).

Upaya untuk mengurangi risiko terjadinya CIN akibat prosedur pemeriksaan CT-Scan menggunakan kontras berbasis Iodine adalah mengurangi penggunaan volume kontras pada setiap pemeriksaan CT-Scan (Zeng et al., 2021). Hal yang pada umumnya tidak dilakukan disemua unit pelayanan radiologi pengurangan volume kontras dapat menurunkan kualitas citra anatomis sehingga ditakutkan terjadi kesalahan interpretasi diagnosa oleh dokter spesialis radiologi. Penggunaan volume kontras rendah yang akan kami lakukan dalam penelitian ini adalah dengan cara menurunkan penggunaan parameter tegangan tabung puncak (kVp) dari 120 kV menjadi 80 kV, secara teori penurunan nilai tegangan tabung (kV) akan meningkatkan kontras visibility sehingga akan meningkatkan kualitas citra akibat penggunaan volume kontras yang rendah pada pemeriksaan CT-Scan dengan kontras (Gallo et al., 2020). Selain manfaat peningkatan kualitas citra, penggunaan parameter kV rendah juga mengakibatkan paparan dosis radiasi yang diterima oleh pasien lebih rendah. Dosis radiasi rendah yang diterima pasien juga menurunkan risiko negatif radiasi baik efek deterministik maupun stokastik (Lai et al., 2022).

Sebagai sampel penelitian ini kami pilih prosedur pemeriksaan CT-Scan Abdomen dengan kontras dengan alasan prosedur pemeriksaan CT-Scan Abdomen dengan kontras merupakan prosedur pemeriksaan yang paling banyak (high volume) (Morita et al., 2020). Dari data laporan tahunan bagian evaluasi direktorat umum dan operasional tahun 2022 didapatkan data jumlah tindakan pemeriksaan CT-Scan Abdomen dengan kontras berkisar 47%. CT-Scan Thoraks dengan kontras 24%, CT-Scan Kepala dengan Kontras 18%, dan CT-Scan Angiografi 11%. Berdasarkan data tersebut pemeriksaan CT-Scan Abdomen dengan kontras memenuhi syarat untuk dilakukan evaluasi standar dikarenakan memenuhi syarat kategori high risk dan high volume, sehingga diperlukan kajian protokol baru, untuk mengurangi potensi risiko yang dapat berdampak terhadap keselamatan pasien.

Metode

Metode penelitian ini dibagi menjadi 2 bagian yang pertama metode penelitian dengan menggunakan phantom yang berisi 3 material bahan kontras dengan variasi volume kontras 10 ml, 5 ml, dan 3 ml. material tersebut dilakukan scanning dengan menggunakan 3 parameter tegangan tabung 120 kV mewakili dosis tinggi (protocol standar yang sekarang berlaku), 100 kV untuk mewakili medium dose dan 80 kV untuk mewakili Low dose (protocol baru yang akan kita teliti untuk direkomendasikan). Metode penelitian selanjutnya implementasi hasil eksperimen 2 grup pemeriksaan. 10 sampel standar protocol lama yang menggunakan volume kontras yang biasa dilakukan di radiologi yaitu 100 ml dengan tegangan tabung 120 kV, 10 sampel pemeriksaan protocol baru dengan volume kontras 50 ml dengan tegangan tabung 80 Kv. Berikut alat dan bahan, parameter

serta post processing penelitian ini.

Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan alat CT-Scan dengan spesifikasi merk GE Healthcare seri Maxima 128 slice. Alat terkalibrasi oleh BPFK Makassar dengan sertifikat kalibrasi tahun 2022. Objek penelitian menggunakan phantom dengan ukuran 20 cm x 6 cm x 10 cm dengan material plastik. Didalam phantom tersebut kita isi dengan material kontras berbasis Iodine dengan merk Iohexol konsentrasi 350, dengan 3 objek material kontras yang kita encerkan dengan air dengan perbandingan 1 : 4, objek material mewakili volume kontras mulai 10 ml, 5 ml dan 3 ml.

Parameter Scanning

Phantom yang berisi material objek dengan volume kontras yang bervariasi mulai 10 ml, 5 ml dan 3 ml ditempatkan di atas meja pemeriksaan CT-Scan. Berikutnya objek diatur tepat ditengah gantry dan posisi phantom persis isosenter pada tengah gantry. Selanjutnya input data pada control table CT-scan dipilih parameter CT-Scan untuk prosedur pemeriksaan CT-Scan abdomen dengan kontras. Berikut tabel parameter CT-Scan Abdomen dengan kontras.

Tabel 1. Parameter Scanning Penelitian

	120 kV	100kV	80kV
Scan type	Helical Full 0.6s	Helical Full 0.6s	Helical Full 0.6s
Start Location	S176.000	S176.000	S176.000
End Location	I34.000	I34.000	I34.000
No of Image	43	43	43
Thick Speed	5.0	5.0	5.0
	39.37	39.37	39.37
	0.984:1	0.984:1	0.984:1
Interval(mm)	5.000	5.000	5.000
Tilt	S0.0	S0.0	S0.0
SFOV	Large Body	Large Body	Large Body
mA	500 DR	500 DR	500 DR
	12.00	12.00	12.00
Total Exposure Time	3.90	3.90	3.90

Parameter CT Scan abdomen dengan kontras seperti tabel di atas akan kita gunakan untuk melakukan implementasi pada pasien. Implementasi berdasarkan hasil percobaan atau eksperimen pada phantom akan digunakan pemeriksaan CT-Scan Abdomen dengan kontras pada pasien dewasa dengan volume kontras 100 ml pada tegangan tabung 120 kV dan standar baru dengan volume kontras rendah yaitu 50 ml pada 80 kV. Kemudian fase kontras yang akan dilakukan evaluasi, kritikal anatomi abdomen mulai liver, aorta, pancreas, limpa serta korteks dan medulla ginjal oleh dua orang observer independent (dokter spesialis Radiologi).

Post Processing

Hasil Pemeriksaan Scanning phantom objek penelitian berupa data kuantitatif nilai Hounsfield Unit (HU) dari citra material objek yang mewakili volume kontras 10 ml, 5 ml dan 3 ml dengan variasi tegangan tabung (kV) mulai 120 kV, 100 kV dan 80 kV sebanyak 10 irisan dengan ketebalan sesuai dengan parameter di atas. Data berikutnya yang diambil adalah nilai dosis radiasi pada parameter 120 kV, 100 kV dan 80 kV. Terkait perbedaan kualitas citra antara prosedur pemeriksaan yang biasa dilakukan dengan prosedur baru dengan menggunakan kontras volume rendah dilakukan evaluasi untuk masing-masing citra mulai Aorta abdominalis, Liver, Pancreas, Limpa serta Korteks dan medulla ginjal. Evaluasi citra dilakukan oleh dua orang observer independen dua orang dokter ahli

radiologi dengan evaluasi menggunakan skala linkers sampel penelitian ini 10 jenis pemeriksaan, analisis menggunakan metode statistik excel

Hasil Penelitian

Hubungan penurunan volume kontras dengan opasitas kontras, fungsi pemberian kontras iodine pada pemeriksaan CT-Scan Abdomen dengan kontras pada phantom dengan volume kontras 10 ml, 5 ml dan 3 ml, untuk meningkatkan opasitas atau enhancement jaringan seperti pembuluh darah, organ anatomis tubuh hingga kelainan yang bersifat patologis menjadi lebih jelas. Berikut tabel variasi penurunan volume kontras dengan nilai opasitas material diukur nilai houndsfield unitnya.

	10 ml	5 ml	3 ml
80 kV	3071	2568	2203
100 kV	2496	2100	1889
120 kV	2068	1764	1528

Tabel 2. Hasil penelitian nilai opasitas / enhancement dengan variasi volume kontras dan tegangan tabung. Berdasarkan tabel.2 terlihat variasi volume kontras dari 10 ml, 5 ml dan 3 ml terjadi penurunan nilai opasitas atau enhancement (HU) material objek masing-masing pada tegangan tabung 120 kV penurunannya bersifat linear dengan persamaan linearitasnya mengikuti persamaan $Y = -270x + 2326.7$ dengan nilai korelasi $R = 99\%$, 100 kV penurunannya mengikuti persamaan $y = -303.5x + 2768.7$ dengan nilai korelasi $R = 97\%$ dan 80 kV penurunannya mengikuti persamaan $y = -270x + 2326.7$ dengan nilai korelasi $R = 99\%$. Hal ini menjadi bukti persepsi para klinisi di pelayanan radiologi penggunaan volume kontras yang semakin berkurang akan menyebabkan penurunan kualitas gambar yang ditandai dengan nilai opasitas atau enhancement (HU) yang berkurang. Pada tabel yang sama kita juga melihat kenaikan nilai tegangan tabung mulai dari 80 kV, 100 kV dan 120 kV menunjukkan penurunan nilai enhancement atau opasitas (HU) dengan mengikuti persamaan linear $y = -25.075x + 5052.5$ dengan nilai korelasi $R = 99\%$. Hal ini juga berlaku pada volume 5 ml dan 3 ml. nilai enhancement (HU) yang paling tinggi dari tabel di atas terlihat pada tegangan tabung 80 kV pada volume kontras baik 10 ml, 5 ml dan 3 ml. sebagai perbandingan kita bisa melihat volume kontras yang paling besar pada tegangan tabung 120 kV dengan volume 10 ml menghasilkan nilai HU 2068 nilainya lebih rendah jika dibandingkan dengan volume kontras yang paling sedikit (3 ml) pada tegangan tabung 80 kV menghasilkan nilai HU 2203.

Dari hasil penelitian eksperimen diatas kami jadikan dasar untuk membuat protokol baru pemeriksaan CT-Scan Abdomen dengan kontras, dengan teknik volume kontras iodine yang rendah dan tegangan tabung yang rendah, menghasilkan opasitas atau enhancement yang lebih baik dibanding protokol standar volume kontras yang besar dan tegangan tabung yang tinggi.

Dosis radiasi yang diterima pasien

Penggunaan tegangan tabung yang rendah seperti pada tabel dibawah akan menghasilkan nilai dosis radiasi yang diterima oleh pasien lebih rendah. Parameter dosis radiasi yang diterima oleh pasien pada pemeriksaan CT Scan terdapat 2 parameter, parameter pertama disebut dengan istilah CTDI Vol dengan satuan mGy dan parameter kedua dikenal dengan istilah Dept Length Produk (DLP) dengan satuan mGy.Cm. berikut perbandingan nilai dosis radiasi dengan variasi parameter tegangan tabung (kV).

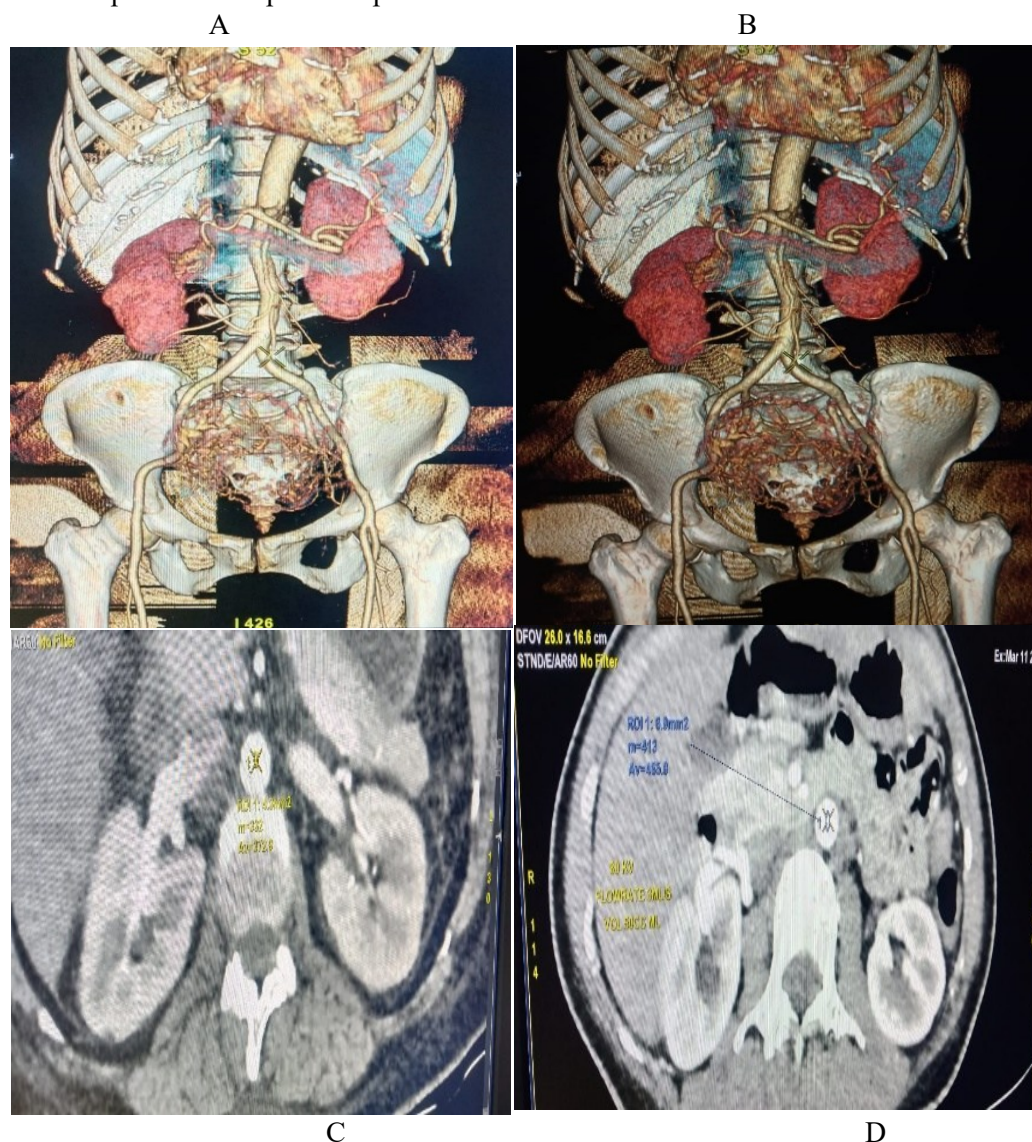
Tabel.3 menunjukkan nilai dosis radiasi pada penggunaan tegangan tabung 80 kV menghasilkan penurunan nilai dosis radiasi sebesar 70,7% ($5,44/7,96 \times 100\%$) penggunaan tegangan tabung 80 kV dari penggunaan tabung kV yang biasa digunakan yaitu 120 kV yang menghasilkan nilai dosis

radiasi yang paling rendah dalam teknik pemeriksaan CT Scan dikenal dengan istilah Low Dose Technique.

No	Parameter Tegangan Tabung (kV)	CTDI Vol (mGy)	DLP (mGy.Cm)
1	80	2.52	61.78
2	100	4.94	121.22
3	120	7.96	195.51

Hasil evaluasi standar baru

Berikut adalah hasil pemeriksaan standar protokol baru pemeriksaan CT-Scan Abdomen dengan kontras dan hasil pemeriksaan protokol pemeriksaan CT-Scan Abdomen kontras lama.



Gambar.1. Gambar A dan C Memperlihatkan hasil pemeriksaan CT Scan Abdomen dengan kontras fase arteri, Gambar A Volume Rendering / 3D dan Gambar C potongan axial setinggi level ginjal standar lama 120 kV dengan volume kontras 100 ml dibuat dengan flow rate 3 ml / detik.

Gambar B dan D merupakan standar baru dengan tegangan tabung 80 kV Volume kontras 50 ml dengan flow rate yang sama. Hasil evaluasi citra dari 2 teknik protocol pemeriksaan CT Scan Abdomen dengan kontras dilakukan evaluasi oleh 2 orang observer secara independent dengan penilaian anatomis liver, aorta, pancreas, limpa dan konteks medulla ginjal, jumlah sampel penelitian masing – masing 10 sampel. Hasil olah data statistik dengan program excel pada gambar protocol lama (120 kV dengan Volume kontras 100 ml) didapatkan nilai rata-rata selisih 0,4 dengan standar deviasi 0,54, T-statistik 1,632 dengan nilai p 0,177 yang artinya 2 orang observer tidak melihat perbedaan hasil citra tersebut. Pada standar baru (80kV dengan volume kontras 50 ml) juga didapatkan tidak ada perbedaan citra dengan nilai rata-rata selisih 0,2 dengan standar deviasi 0,83 T-statistik 0,53 dengan nilai p 0,62. Evaluasi analisis lebih lanjut dengan menggunakan metode statistik one-way Anova menghasilkan nilai F-value = 0,22 dan p-value = 0,88. Oleh karena nilai p-valuenya lebih besar dari 0,05 maka dapat disimpulkan 2 orang observer tidak memperlihatkan perbedaan 2 protokol CT Scan tersebut.

Pembahasan

Radiodiagnostic dan Interventional Radiology (RIR) merupakan prosedur pencitraan diagnostic dan terapi. Tujuan pelayanan RIR di rumah sakit difokuskan untuk memberikan manfaat diagnostic dan terapeutik kepada pasien serta melindungi semua yang terkait dengan pelayanan ini mulai petugas, pasien dan masyarakat umum atas risiko prosedur tindakan medis di bagian layanan ini. Beberapa risiko kesalahan dapat terjadi selama penanganan pasien RIR, perolehan pencitraan yang gagal dan diulang, atau pelaporan gambar yang dapat membahayakan pasien. Contoh dari kesalahan ini termasuk pasien yang salah lokasi atau sisi selama akuisisi citra, kesalahan persepsi atau interpretasi pencitraan, dan kesalahan transkripsi dalam laporan radiologi. Potensi bahaya dan efek samping dari aspek unik pencitraan medis seperti radiasi pengion, medan magnet kuat MRI, dan bahan kontras merupakan masalah penting dalam keselamatan pasien di radiologi. Mitigasi risiko negative penggunaan bahan kontras iodine merupakan tindakan proaktif yang harus dilakukan untuk meminimalisasi risiko efek samping kontras media berbasis iodine. Risiko penggunaan kontras berbasis iodine yang dapat terjadi adalah terjadinya CIN (Contrast Induced Nephropathy) atau gagal ginjal akut. Untuk mengurangi risiko ini salah satunya adalah pemilihan jenis kontras media dan volume pemberian kontras. Kontras media yang berisiko rendah adalah jenis kontras media non ionic dan osmolaritasnya rendah (Saleh et al., 2022). Volume kontras media yang lebih rendah juga merupakan factor terpenting untuk mengurangi risiko CIN. Prosedur tindakan RIR yang membutuhkan kontras cukup besar salah satunya adalah pemeriksaan CT Scan Abdomen. Pada pemeriksaan CT Scan abdomen kontras berbasis iodine dapat digunakan secara intraoral, intrarectal hingga pemberian kontras secara intravena (Konno et al., 2020).

Penelitian ini dapat memberikan alternatif protocol baru yang bertujuan menghasilkan prosedur tindakan yang aman terjadinya CIN. Penggunaan kontras yang kita lakukan dengan mengurangi volume hingga 50% masih mampu menghasilkan kualitas gambar yang sama dengan Teknik protocol pemeriksaan yang menggunakan volume kontras lebih banyak (Al-Kabkabi et al., 2022). Hasil penelitian menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan atas pemeriksaan CT Scan Abdomen menggunakan kontras baik menggunakan volume yang tinggi maupun menggunakan volume yang rendah sehingga prosedur tindakan baru ini perlu diimplementasikan di semua unit pelayanan RIR yang melayani pemeriksaan CT Scan dengan menggunakan kontras. Selain mempunyai keuntungan pengurangan risiko terjadinya CIN penggunaan volume kontras yang rendah tentunya dapat mengurangi cost unit pelayanan RIR pasca implementasi PACS (Picture Archiving Communication System) dimana pelayanan RIR sudah tidak menggunakan film lagi. Efisiensi penggunaan film dan bahan kontras menjadi penyempurnaan konsep kendali mutu dan kendali biaya dipelayanan RIR (Yap et al., 2022). Risiko lain dari prosedur RIR adalah paparan radiasi pengion

yang akan diterima oleh pasien, penggunaan Teknik kV rendah yang menghasilkan dosis radiasi rendah merupakan kegiatan proaktif yang dapat dilakukan pada prosedur pemeriksaan CT Scan. Prosedur ini seiring dengan perkembangan teknologi pencitraan pengurangan dosis radiasi yang dapat menghasilkan noise citra dapat dikurangi dengan memanfaatkan teknologi aplikasi baik Teknik software ASIR (Adaptive Statistical Iterative Reconstruction) hingga penggunaan Artificial Intelligence Deep Learning yang dapat memperbaiki kualitas citra pada Teknik low dose CT Scan (Michel et al., 2021).

Standar baru dalam pemeriksaan CT-Scan abdomen dengan volume kontras iodine yang lebih rendah dan dosis radiasi rendah merupakan langkah inovatif dalam meningkatkan keselamatan pasien dalam layanan radiologi (Luan et al., 2022). Dengan optimalisasi parameter pencitraan dan pemanfaatan teknologi canggih, risiko efek samping dapat diminimalkan tanpa mengurangi kualitas diagnosis (Goo, 2021). Implementasi standar ini tidak hanya bermanfaat bagi pasien tetapi juga mendukung pengembangan praktik radiologi yang lebih aman dan efisien. Penerapan standar baru dalam pemeriksaan CT-Scan abdomen dengan penggunaan volume kontras iodine yang lebih rendah dan dosis radiasi rendah merupakan langkah penting dalam meningkatkan keselamatan pasien dalam pelayanan radiologi (Vinnikov & Belyakov, 2022). Pendekatan ini mengurangi risiko nefropati akibat kontras serta paparan radiasi berlebih, terutama pada kelompok pasien yang rentan seperti anak-anak dan penderita penyakit ginjal. Dengan optimalisasi protokol pencitraan, pemanfaatan teknologi iteratif rekonstruksi citra, serta penggunaan Automatic Exposure Control (AEC), kualitas diagnostik tetap terjaga meskipun dosis radiasi yang digunakan lebih rendah. Standar baru ini tidak hanya meningkatkan efisiensi dan efektivitas pelayanan radiologi tetapi juga mendukung pengembangan praktik pencitraan medis yang lebih aman dan berkelanjutan (Johansen et al., 2022). Penggunaan volume kontras iodine yang lebih rendah dan dosis radiasi rendah dalam pemeriksaan CT-Scan abdomen merupakan langkah inovatif dalam meningkatkan keselamatan pasien tanpa mengurangi kualitas diagnostik (Liang et al., 2021). Pendekatan ini membantu mengurangi risiko efek samping, seperti nefropati akibat kontras dan dampak jangka panjang paparan radiasi, terutama bagi pasien dengan kondisi medis tertentu. Dengan penerapan teknologi pencitraan canggih, seperti rekonstruksi iteratif, dual-energy CT, dan Automatic Exposure Control (AEC), protokol pemeriksaan dapat dioptimalkan untuk mencapai keseimbangan antara keamanan, efisiensi, dan keakuratan hasil (Foster et al., 2022). Sebagai prosedur standar baru dalam pelayanan radiologi, strategi ini mendukung pengembangan praktik medis yang lebih pasien-sentris, efektif, dan berkelanjutan, sekaligus meningkatkan kualitas layanan kesehatan secara keseluruhan.

Kesimpulan dan Saran

Hasil penelitian menggunakan phantom dengan material iodine dapat digunakan sebagai dasar penentuan standar protokol baru pemeriksaan CT Scan Abdomen dengan menggunakan kontras media volume rendah dan dosis radiasi rendah. Kualitas citra studi protocol baru menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan bila dibandingkan dengan protocol lama pemeriksaan CT Scan Abdomen. Penelitian terkait implementasi dapat ditambah jumlah sampel – sampelnya agar prosedur baru ini dapat diimplementasikan dipelayanan RIR oleh karena prosedur ini mengarah pelayanan RIR berbasis keselamatan pasien.

Daftar Rujukan

Al-Kabkabi, A., Ramachandran, P., Aamry, A., Tamam, N., Abuhadi, N. H., Johary, Y., Aamri, H., Sulieman, A., & Trapp, J. (2022). Assessment of cone beam computed tomography image quality and dose for commonly used pre-sets in external beam radiotherapy. *Radiation Physics and Chemistry*, 199, 110287. <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2022.110287>

- Chen, P.-A., Chen, C.-W., Chou, C.-C., Fu, J.-H., Wang, P.-C., Hsu, S.-H., & Lai, P.-H. (2020). Impact of 80 kVp with iterative reconstruction algorithm and low-dose contrast medium on the image quality of craniocervical CT angiography. *Clinical Imaging*, 68, 124–130. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.clinimag.2020.05.024>
- Foster, N., Shaffrey, C., Buchholz, A., Turner, R., Yang, L. Z., Niedzwiecki, D., & Goode, A. (2022). Image Quality and Dose Comparison of 3 Mobile Intraoperative Three-Dimensional Imaging Systems in Spine Surgery. *World Neurosurgery*, 160, e142–e151. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.wneu.2021.12.103>
- Gallo, G. S., Gerasia, R., Caruso, C., Tafaro, C., Iannazzo, E., Cannataci, C., Gentile, G., Mamone, G., Gandolfo, C., & Miraglia, R. (2020). Feasibility of combined ECG-Gated and Helical acquisition mode in a pre-TAVI computed tomography angiography protocol using a fixed low-volume contrast medium injection. *European Journal of Radiology*, 131, 109239. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2020.109239>
- Goo, H. W. (2021). Radiation dose, contrast enhancement, image noise and heart rate variability of ECG-gated CT volumetry using 3D threshold-based segmentation: Comparison between conventional single scan and dual focused scan methods. *European Journal of Radiology*, 137, 109606. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2021.109606>
- Greffier, J., Pereira, F., Hamard, A., Addala, T., Beregi, J. P., & Frandon, J. (2020). Effect of tin filter-based spectral shaping CT on image quality and radiation dose for routine use on ultralow-dose CT protocols: A phantom study. *Diagnostic and Interventional Imaging*, 101(6), 373–381. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.diii.2020.01.002>
- Harun, H. H., Karim, M. K. A., Abbas, Z., Sabarudin, A., Muniandy, S. C., Razak, H. R. A., & Ng, K. H. (2021). The influence of iterative reconstruction level on image quality and radiation dose in CT pulmonary angiography examinations. *Radiation Physics and Chemistry*, 178, 108989. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2020.108989>
- Hawarihewa, P. M., Satharasinghe, D., Amalaraj, T., & Jeyasugiththan, J. (2022). An assessment of Sri Lankan radiographer's knowledge and awareness of radiation protection and imaging parameters related to patient dose and image quality in computed tomography (CT). *Radiography*, 28(2), 378–386. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.radi.2021.10.010>
- Johansen, C. B., Martinsen, A. C. T., Enden, T. R., & Svanteson, M. (2022). The potential of iodinated contrast reduction in dual-energy CT thoracic angiography; an evaluation of image quality. *Radiography*, 28(1), 2–7. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.radi.2021.07.006>
- Kleijch, W. J., Marshall, E. L., Blunt, K. F., Kinsey, T., Reiser, I., Lu, Z. F., Mathew, M., Patel, P., Chang, P., Paushter, D., Harmath, C., & Dachman, A. (2022). A Clinically Optimal Protocol for the Imaging of Enteric Tubes: On the Basis of Radiologist Interpreted Diagnostic Utility and Radiation Dose Reduction. *Academic Radiology*, 29(12), e279–e288. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.acra.2022.03.014>
- Konno, Y., Hiraka, T., Kanoto, M., Sato, T., Tsunoda, M., Ishizawa, T., Matsuda, A., & Makino, N. (2020). Pancreatic perfusion imaging method that reduces radiation dose and maintains image quality by combining volumetric perfusion CT with multiphasic contrast enhanced-CT. *Pancreatology*, 20(7), 1406–1412. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.pan.2020.08.010>
- Lai, L.-Y., Tan, P., Jiang, Y., Wang, F., Dong, J., Huang, M.-P., & Shu, J. (2022). Dual-layer spectral detector CT for contrast agent concentration, dose and injection rate reduction: Utility in imaging of the superior mesenteric artery. *European Journal of Radiology*, 150, 110246. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2022.110246>
- Liang, C. R., Ong, C. C., Chai, P., & Teo, L. L. S. (2021). Comparison of radiation dose, contrast

- enhancement and image quality of prospective ECG-Gated CT coronary angiography: Single versus dual source CT. *Radiography*, 27(3), 831–839. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.radi.2021.01.004>
- Luan, X., Gao, Z., Sun, J., Chen, G., Song, H., Yao, J., Yan, S., Yu, H., & Song, P. (2022). Feasibility of an ultra-low dose contrast media protocol for coronary CT angiography. *Clinical Radiology*, 77(9), e705–e710. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.crad.2022.05.029>
- Michel, J. M., Hashorva, D., Kretschmer, A., Alvarez-Covarrubias, H. A., Mayr, N. P., Pellegrini, C., Rheude, T., Frangieh, A. H., Giacoppo, D., Kastrati, A., Schunkert, H., Xhepa, E., Joner, M., & Kasel, A. M. (2021). Evaluation of a Low-Dose Radiation Protocol During Transcatheter Aortic Valve Implantation. *The American Journal of Cardiology*, 139, 71–78. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2020.10.035>
- Møller, M. B., Sørsgaard, M. H., Linde, J. J., Køber, L. V., & Kofoed, K. F. (2021). Optimization of image sampling rate to lower the radiation dose of dynamic myocardial CT perfusion. *Journal of Cardiovascular Computed Tomography*, 15(5), 457–460. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jcct.2021.04.001>
- Morita, S., Ogawa, Y., Yamamoto, T., Kamoshida, K., Yamazaki, H., Suzuki, K., Sakai, S., Kuniyama, M., Takagi, T., & Tanabe, K. (2020). Image quality of early postoperative CT angiography with reduced contrast material and radiation dose using model-based iterative reconstruction for screening of renal pseudoaneurysms after partial nephrectomy. *European Journal of Radiology*, 124, 108853. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2020.108853>
- Mørup, S. D., Stowe, J., Kusk, M. W., Precht, H., & Foley, S. (2022). The impact of ASiR-V on abdominal CT radiation dose and image quality – A phantom study. *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences*, 53(3), 453–459. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jmir.2022.06.008>
- Nautiyal, A., Mondal, T., Manii, M., Kaushik, A., Goel, A., Dey, S. K., & Mitra, D. (2021). Significant reduction of radiation dose and DNA damage in 18F- FDG whole-body PET/CT study without compromising diagnostic image quality. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, 14(1), 358–368. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/16878507.2021.1969197>
- Papadakis, A. E., & Damilakis, J. (2022). Assessment of abdominal organ dose and image quality in varying arc trajectory interventional C-arm cone beam CT. *Physica Medica*, 102, 46–54. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2022.08.017>
- Racine, D., Brat, H. G., Dufour, B., Steity, J. M., Hussenot, M., Rizk, B., Fournier, D., & Zanca, F. (2021). Image texture, low contrast liver lesion detectability and impact on dose: Deep learning algorithm compared to partial model-based iterative reconstruction. *European Journal of Radiology*, 141, 109808. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2021.109808>
- Saleh, M., Mujtaba, B., Jensen, C., Aslam, R., K. Elsayes, A., Kuchana, V., & Bhosale, P. (2022). Feasibility of half the recommended dose of IV contrast in DECT: image quality evaluation and diagnostic acceptability in cancer patients. *Clinical Imaging*, 88, 59–65. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.clinimag.2022.04.016>
- Vinnikov, V., & Belyakov, O. (2022). Clinical Applications of Biological Dosimetry in Patients Exposed to Low Dose Radiation Due to Radiological, Imaging or Nuclear Medicine Procedures. *Seminars in Nuclear Medicine*, 52(2), 114–139. <https://doi.org/https://doi.org/10.1053/j.semnuclmed.2021.11.008>
- Yap, L. P. P., Eturajulu, R. C., Foo, S. A. M., Balgit, H. K. R., Wong, J. H. D., Gowdh, N. F. M., Ng, W. L., Chung, E., Vijayanathan, A., Sani, F. M., & Ahamad, H. (2022). Effects of contrast

- media and radiation dose reduction for abdominal CT examination. *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences*, 53(4, Supplement 1), S41. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jmir.2022.10.134>
- Zeng, L., Xu, X., Zeng, W., Peng, W., Zhang, J., Sixian, H., Liu, K., Xia, C., & Li, Z. (2021). Deep learning trained algorithm maintains the quality of half-dose contrast-enhanced liver computed tomography images: Comparison with hybrid iterative reconstruction: Study for the application of deep learning noise reduction technology in low dose. *European Journal of Radiology*, 135, 109487. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2020.109487>