

Estimasi Dosis Efektif dan Efek Stokastik (Kanker dan Hereditas) pada Pemeriksaan CT-Scan Abdomen dan Toraks dengan Media Kontras

Hanendya Disha Randy Raharja¹

¹ Departement Radiology MRCCC Siloam Hospitals Semanggi, Jakarta, 12930, Indonesia

E-mail: hanendya.contact@gmail.com

Naskah Masuk	5 Agustus 2022
Naskah Revisi	8 Januari 2023
Naskah Diterima	3 Maret 2023
Naskah Terbit	21 Juni 2023

Abstrak: Pemeriksaan radiologi diagnostik selain memberikan manfaat pada bidang medik juga berisiko menimbulkan kerusakan biologis yaitu efek stokastik, yang tidak dapat dipastikan kemunculannya namun probabilitas kemunculannya meningkat seiring tingginya dosis radiasi yang diterima. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui dosis efektif dan risiko efek stokastik pada pemeriksaan CT-Scan abdomen dan toraks dengan media kontras. Telah dilakukan penelitian tentang estimasi dosis efektif dan efek stokastik (kanker dan efek hereditas) pada pemeriksaan CT-Scan abdomen dan toraks dengan media kontras di MRCCC Siloam Hospitals Semanggi kepada 100 pasien pria dan wanita kelompok usia dewasa untuk setiap pemeriksaan. Dosis efektif pada pemeriksaan CT-Scan diperoleh dari perkalian *dose length product* (DLP) dengan faktor *k* untuk abdomen dan toraks berturut-turut adalah 0.015 dan 0.014. Risiko kanker dan efek hereditas pada pemeriksaan CT-Scan diperoleh dari perkalian dosis efektif dengan nilai koefisien faktor risiko kanker dan efek hereditas berturut-turut adalah 5.5% per Sievert dan 0.2% per Sievert. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata dosis efektif pemeriksaan CT-Scan abdomen dan toraks dengan media kontras berturut-turut adalah 65.3 mSv dan 24.2 mSv. Rata-rata risiko kanker dan efek hereditas pada pemeriksaan CT-Scan abdomen dengan media kontras berturut-turut adalah 0.36% dan 0.013% dengan risiko tertinggi kanker dan efek hereditas berturut-turut adalah 1% dan 0.036%. Rata-rata risiko kanker dan efek hereditas pada pemeriksaan CT-Scan toraks dengan media kontras berturut-turut adalah 0.13% dan 0.005% dengan risiko tertinggi kanker dan efek hereditas berturut-turut adalah 0.29% dan 0.011%. Rata-rata dosis efektif pemeriksaan CT-Scan abdomen dan toraks dengan media kontras kurang dari 100 mSv sehingga risiko munculnya efek stokastik rendah.

Abstract: Diagnostic radiology, while providing benefits to the medical field, also carries the risk of causing biological damage through the stochastic effect. The probability of this occurrence increases with the high dose of radiation received. This study aimed to determine the effective dose and risk of stochastic effects on abdomen and thorax CT-Scan examinations with contrast media. The research was conducted on 100 male and female patients of adult age group at MRCCC Siloam Hospitals Semanggi. The effective dose was calculated by multiplying the Dose Length Product (DLP) with the appropriate *k* factor for the abdomen (0.015) and thorax (0.014). The risk of cancer and hereditary effects were calculated by multiplying the effective dose with the coefficient for cancer risk (5.5% per Sievert) and the hereditary effect (0.2% per Sievert). The results showed that the average effective dose for abdomen and thorax CT-Scan examinations with contrast media was 65.3 mSv and 24.2 mSv, respectively. The average risk of cancer and hereditary effects for abdomen CT-Scan examinations with contrast media were 0.36% and 0.013%, with the highest values being 1% and 0.036%, respectively. For thorax CT-Scan examinations with contrast media, the average risk of cancer and hereditary effects were 0.13% and 0.005%, with the highest values being 0.29% and 0.011%, respectively. The average effective doses for both types of CT-Scan examination with contrast media were less than 100 mSv, indicating a low risk of stochastic effects.

Kata kunci: CT-Scan, Dosis Efektif, Efek Stokastik, Kanker, Efek Hereditas

Keywords: CT-Scan, Effective Dose, Stochastic Effect, Cancer, Hereditary Effect

1. Pendahuluan

Pemanfaatan sumber radiasi pengion sinar-X modalitas CT-Scan telah banyak digunakan pada bidang medis yaitu menegakkan diagnosa klinis pasien. Keunggulan CT-Scan dengan modalitas lain adalah CT-Scan mampu menghasilkan gambaran penampang organ dalam tubuh pasien secara tiga dimensi (axial, coronal dan sagital). Radiasi selain memberikan manfaat pada bidang medis juga dapat memberikan dampak kerusakan biologis yaitu efek deterministik dan efek stokastik. Efek deterministik muncul segera apabila melewati dosis ambang dan efek stokastik tidak dapat dipastikan kemuncullannya namun probabilitas kemuncullannya meningkat seiring dengan tingginya dosis radiasi yang diterima pasien yaitu kanker dan efek hereditas¹. Radiasi berinteraksi dengan sel dapat menyebabkan mutasi DNA (somatik dan genetik) yang berpotensi munculnya kanker dan efek hereditas².

Kuantitas dosimetri untuk mengindikasikan dosis radiasi yang diterima pasien pada pemeriksaan CT-Scan yaitu *computed tomography dose index volume* (CTDI_{vol}) dan *dose length product* (DLP)³. Dosis yang diterima pasien pada pemeriksaan CT-Scan menjadi perhatian para ahli radiologi terutama pada pemeriksaan CT Scan menggunakan media kontras⁴. Pemberian media kontras iodine digunakan pada pemeriksaan CT-Scan untuk menghasilkan kualitas citra yang lebih baik sehingga membantu dokter dalam menegakkan diagnosa klinis pasien, namun dapat mempengaruhi dosis radiasi pasien karena pemberian media kontras iodine disertai dengan peningkatan penyerapan dosis radiasi yang dapat menyebabkan kerusakan biologis⁵. Pada pemeriksaan CT-Scan, munculnya efek stokastik saat pasien menerima dosis efektif diatas 100 mSv⁶. Pemeriksaan radiologi diagnostik normal berkontribusi dosis efektif pada rentang 0.01-10 mSv dan pemeriksaan CT-Scan normal berkontribusi dosis efektif pada rentang 2-20 mSv namun dapat mencapai 100 mSv sehingga dapat meningkatkan risiko munculnya efek stokastik⁷.

Dosis efektif (DE) awalnya dikembangkan oleh International Commission on Radiological Protection (ICRP) sebagai kuantitas dosimetri yang disesuaikan dengan risiko untuk proteksi radiasi terhadap efek stokastik, utamanya kanker. Dosis efektif merupakan dosis yang mempertimbangkan dosis ekuivalen dengan faktor bobot jaringan⁸. Dosis efektif adalah parameter tunggal yang mencerminkan risiko efek stokastik dari paparan radiasi pengion dan dipengaruhi oleh jenis radiasi dan faktor bobot jaringan⁹. Estimasi dosis efektif pada CT-Scan dapat dihitung dengan metode faktor konversi *k* yang spesifik terhadap bagian tubuh yang dipindai. Faktor *k* adalah faktor untuk mengubah DLP menjadi dosis efektif. Dosis efektif dapat diperkirakan dengan mengalikan DLP dengan faktor *k* yang sesuai¹⁰.

Penggunaan faktor *k* sebagai konversi untuk menghitung dosis efektif pasien pada pemeriksaan CT-Scan menjadi sangat populer karena metodenya sederhana dengan menggunakan informasi dosis pasien yang tersedia pada konsol CT-Scan yaitu CTDI_{vol} dan DLP¹¹. Umumnya dosis efektif dihitung dengan menggunakan simulasi penghitungan dosis Monte Carlo dengan menggunakan fantom. Metode evaluasi dosis efektif pada pemeriksaan CT-Scan secara klinis telah ditentukan menggunakan DLP dan faktor *k* dosis efektif¹². Nilai faktor *k* penghitungan dosis efektif pada pemeriksaan CT-Scan sesuai laporan AAPM Report No.96 pada Tabel 1.¹³

Tabel 1. Faktor *k* dosis efektif yang dinormalisasi DLP pada pasien dewasa dan pediatrik untuk berbagai usia dan pemeriksaan dengan menggunakan ukuran fantom kepala diameter 16 cm dan fantom tubuh diameter 32 cm (AAPM Report No. 96)¹³.

Bagian Tubuh	Usia 0 Tahun	Usia 1 Tahun	Usia 5 Tahun	Usia 10 Tahun	Usia Dewasa
Kepala dan leher	0.013	0.0085	0.0057	0.0042	0.0031
Kepala	0.011	0.0067	0.0040	0.0032	0.0021
Leher	0.017	0.012	0.011	0.013	0.0059
Toraks	0.039	0.026	0.018	0.015	0.014
Abdomen dan Pelvis	0.049	0.030	0.020	0.014	0.015
Torso	0.044	0.028	0.019	0.0042	0.015

ICRP telah menerbitkan panduan untuk menghitung estimasi risiko kanker dan efek hereditas melalui *ICRP Publication 103*. Risiko kanker diperoleh dari 5.5 % per Sievert (Sv) atau 0.0055% per mili Sievert (mSv) dosis efektif dan risiko efek hereditas diperoleh dari 0.2 % per Sievert (Sv) atau 0.0002% per mili Sievert (mSv) dosis efektif¹.

Tabel 2. Koefisien risiko yang disesuaikan dengan kerusakan biologis (10^{-2} Sv⁻¹) untuk efek stokastik (%)¹.

Kategori	Kanker	Efek Hereditas	Total
Seluruh Populasi	5.5	0.2	5.7
Dewasa	4.1	0.1	4.2

Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) juga telah menyediakan kalkulator dosis efektif berbasis *web* yaitu Kalkulator Dosis Efektif dan Risiko Kanker (KADORISKA). Program tersebut mampu menghitung dosis efektif dan risiko kanker berbagai pemeriksaan radiologi diagnostik dan kelompok usia sebagai sarana edukasi untuk meningkatkan kepedulian terhadap risiko bahaya radiasi kepada masyarakat. Pemeriksaan CT-Scan abdomen dan toraks dengan media kontras jumlahnya signifikan di MRCCC Siloam Hospitals Semanggi karena sebagai rumah sakit khusus kanker. Oleh karena itu, diperlukan adanya perhitungan estimasi dosis efektif untuk mengetahui risiko kanker dan efek hereditas yang diterima pasien setelah melakukan pemeriksaan CT-Scan abdomen dan toraks dengan media kontras, sehingga dapat dilakukan evaluasi terhadap protokol pemeriksaan agar mengusahakan dosis radiasi yang diterima pasien dapat serendah-rendahnya yang masih dapat diterima dengan mempertimbangkan faktor ekonomi dan sosial sesuai prinsip *as low as reasonably achievable* (ALARA) dengan kualitas citra diagnostik. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui estimasi dosis efektif dan risiko munculnya efek stokastik yaitu kanker dan efek hereditas pada pemeriksaan CT-Scan abdomen dan toraks dengan media kontras di MRCCC Siloam Hospitals Semanggi.

2. Bahan dan Metode

Penelitian ini menggunakan modalitas CT-Scan merk Philips iBrilliance 256 *slice* di MRCCC Siloam Hospitals Semanggi. Pengumpulan data berupa informasi dosis pasien yaitu DLP pada pemeriksaan CT-Scan abdomen dan toraks dengan media kontras masing-masing 100 pasien pria dan wanita periode Januari – Juni tahun 2022 kelompok usia dewasa. Informasi dosis pasien diperoleh dari data *Digital Imaging and Communication in Medicine* (DICOM) pasien pada konsol CT-Scan. Evaluasi dilakukan pada pemeriksaan CT Scan dengan media kontras menggunakan teknik *bolus tracking* pada CT Scan abdomen 3 fase (arteri, vena dan *delay*) dan CT-Scan toraks 2 fase (arteri dan vena). Faktor eksposi yang digunakan adalah 120 kV dengan variasi mAs pada *dose modulation* (ZDOM dan ACS), tebal irisan 1 mm, *pitch* 0.9 dengan waktu rotasi 0.4 – 0.5 *second*, lebar kolimasi 128×0.625 mm dan *image matrix* 512×512 .

2.1. Penghitungan Dosis Efektif Pemeriksaan CT-Scan

DLP adalah kuantitas dosimetri radiasi CT Scan yang mengindikasikan penerimaan dosis pasien. Secara matematis dosis efektif (DE) pada pemeriksaan CT-Scan dapat dihitung dengan persamaan (1).

$$DE = DLP \times k \quad (1)$$

dengan DE adalah dosis efektif (mSv), DLP adalah informasi dosis pasien pada CT-Scan (mGy.cm) dan k adalah faktor konversi dosis efektif. Faktor k yang digunakan untuk menghitung dosis efektif pada pemeriksaan CT-Scan abdomen dan toraks pasien kelompok usia dewasa berturut-turut adalah 0.015 dan 0.014¹³.

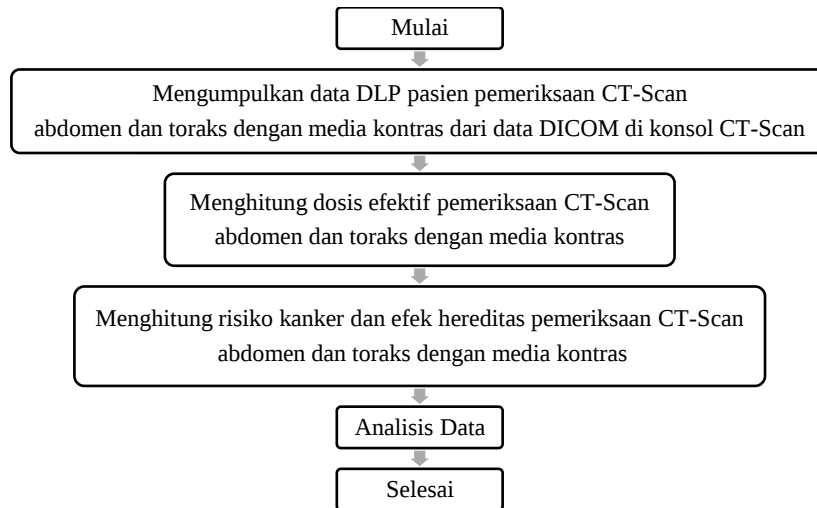
2.2. Penghitungan Risiko Kanker dan Efek Hereditas Pemeriksaan CT-Scan

Risiko kanker dan efek hereditas adalah efek stokastik yang dapat muncul setelah pemeriksaan radiologi diagnostik. Secara matematis, risiko kanker dapat dihitung dengan persamaan (2) dan risiko efek hereditas dapat dihitung dengan persamaan (3).

$$\text{Risiko kanker (\%)} = DE \times \text{Koefisien risiko kanker (5.5 \% per Sv atau 0.0055\% per mSv)} \quad (2)$$

$$\text{Risiko efek hereditas (\%)} = DE \times \text{Koefisien risiko efek hereditas (0.2 \% per Sv atau 0.0002\% per mSv)} \quad (3)$$

dengan DE adalah dosis efektif (mSv) dan koefisien risiko adalah koefisien sesuai rekomendasi ICRP Publication 103 untuk menghitung efek stokastik yaitu kanker dan efek hereditas dari dosis efektif. Risiko kanker diperoleh dari 5.5 % per Sievert (Sv) atau 0.0055% per mili Sievert (mSv) dosis efektif dan risiko efek hereditas diperoleh dari 0.2 % per Sievert (Sv) atau 0.0002% per mili Sievert (mSv) dosis efektif. Data estimasi dosis efektif dan risiko efek stokastik kanker dan efek hereditas pada pemeriksaan CT-Scan abdomen dan toraks dengan media kontras disajikan dalam diagram box plot. Alur penelitian estimasi dosis efektif dan efek stokastik (kanker dan efek hereditas) pada pemeriksaan CT-Scan abdomen dan toraks dengan media kontras ditampilkan dalam diagram alir pada Gambar 1.

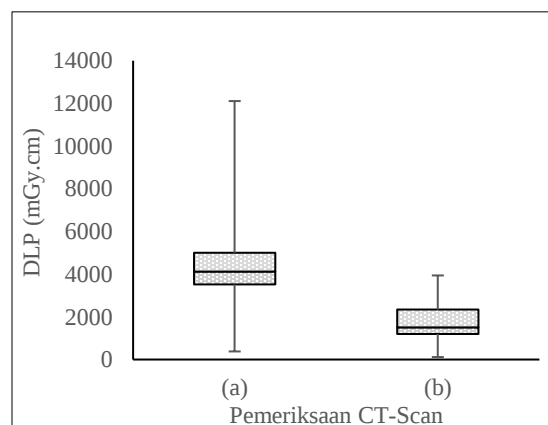


Gambar 1. Diagram alir penelitian.

3. Hasil dan pembahasan

3.1. Dose Length Product (DLP) Pemeriksaan CT-Scan Abdomen dan Toraks dengan Media Kontras

Informasi dosis pasien pada pemeriksaan CT-Scan yaitu DLP diperoleh dari data DICOM pasien pada konsol CT-Scan. Data DLP 100 pasien pria dan wanita masing-masing untuk pemeriksaan CT-Scan abdomen dan toraks dengan media kontras kelompok usia dewasa periode Januari hingga Juni tahun 2022 ditunjukkan pada Gambar 2.



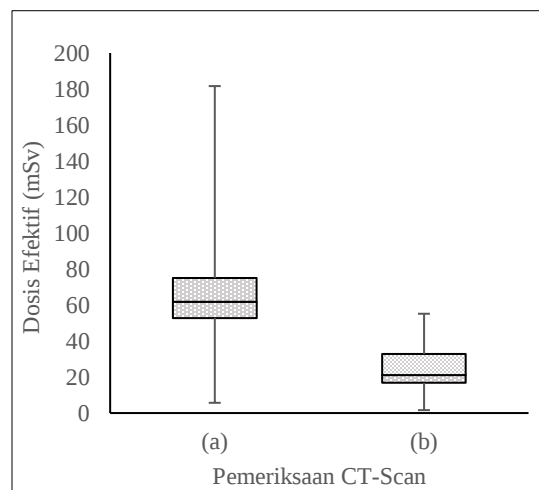
Gambar 2. Diagram *box plot* DLP pemeriksaan CT-Scan abdomen dan toraks dengan media kontras.

Dari Gambar 2. diagram *box plot* DLP pemeriksaan abdomen dan toraks dengan media kontras diperoleh informasi bahwa DLP pemeriksaan CT-Scan abdomen dengan media kontras terdapat pada rentang 379.5 mGy.cm hingga 12108.7 mGy.cm dengan rata-rata 4356.2 mGy.cm dan DLP pemeriksaan CT-Scan toraks dengan media kontras terdapat pada rentang 92.01 mGy.cm hingga 3795.7 mGy.cm dengan rata-rata 1725.5 mGy.cm. Terdapat perbedaan signifikan antara DLP pada pemeriksaan CT-Scan abdomen dan toraks dengan media kontras, hal ini dipengaruhi oleh jumlah fase yang berbeda. Pada pemeriksaan CT-Scan abdomen dengan media kontras 3 fase yaitu arteri, vena dan *delay* sehingga jumlah pemindaian lebih banyak daripada pemeriksaan CT-Scan toraks dengan media kontras yang hanya 2 fase yaitu arteri dan vena. Selain jumlah fase yang mempengaruhi dosis, volume tubuh pasien dan panjang pemindaian juga sangat

berpengaruh terhadap dosis pasien pada pemeriksaan CT-Scan. *Field of view* (FOV) pemeriksaan CT-Scan abdomen dengan media kontras lebih luas dibanding pemeriksaan CT-Scan toraks dengan media kontras yang menyebabkan perbedaan dosis radiasi yang diterima pasien. Peningkatan DLP juga dipengaruhi oleh tebal irisan, semakin tipis tebal irisan menyebabkan kenaikan DLP. Protokol pemeriksaan CT-Scan abdomen di MRCCC Siloam Hospitals Semanggi dari batas bawah paru diatas diafragma hingga simfisis pubis dan toraks dari apex paru hingga sinus costophrenicus pada kasus non kanker (metastasis), namun juga dapat mencapai liver ketika terdapat kecurigaan kanker (metastasis) sehingga pemindaian citra pemeriksaan CT-Scan abdomen lebih panjang daripada pemeriksaan CT-Scan toraks dengan tebal irisan 1 mm.

3.2. Dosis Efektif Pemeriksaan CT-Scan Abdomen dan Toraks dengan Media Kontras

Informasi dosis efektif pasien pada pemeriksaan CT-Scan diperoleh dari DLP yang diterima dikalikan dengan faktor k yang spesifik terhadap bagian tubuh yang dipindai sesuai persamaan (1). Data dosis efektif 100 pasien pria dan wanita masing-masing untuk pemeriksaan CT-Scan abdomen dan toraks dengan media kontras kelompok usia dewasa tahun periode Januari hingga Juni tahun 2022 ditunjukkan pada Gambar 3.



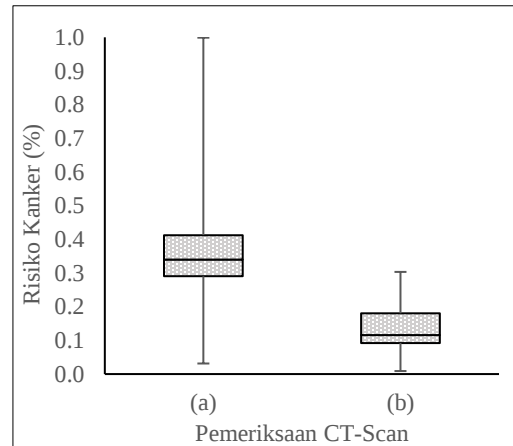
Gambar 3. Diagram *box plot* dosis efektif pemeriksaan CT-Scan abdomen dan toraks dengan media kontras.

Dari Gambar 3. diagram *box plot* dosis efektif pemeriksaan abdomen dan toraks dengan media kontras diperoleh informasi bahwa dosis efektif pemeriksaan CT-Scan abdomen dengan media kontras terdapat pada rentang 5.7 mSv hingga 181.6 mSv dengan rata-rata 65.3 mSv dan dosis efektif pemeriksaan CT-Scan toraks dengan media kontras terdapat pada rentang 1.3 mSv hingga 53.1 mSv dengan rata-rata 24.2 mSv. Dosis efektif adalah besaran dosis yang digunakan dalam proteksi radiasi dengan mempertimbangkan dosis ekuivalen organ dan faktor bobot jaringan¹.

Pemeriksaan radiologi diagnostik dalam kondisi normal berkontribusi dosis efektif pada rentang 0.01-10 mSv dan pemeriksaan CT-Scan normal berkontribusi dosis efektif pada rentang 2-20 mSv serta risiko munculnya efek stokastik terjadi saat pasien menerima 100 mSv. Dari data rata-rata dosis efektif pemeriksaan CT-Scan abdomen dan toraks dengan media kontras diperoleh kurang dari 100 mSv sehingga risiko munculnya efek stokastik rendah. Faktor yang mempengaruhi tingginya dosis efektif yang diterima pasien pada pemeriksaan CT-Scan dengan media kontras adalah pemberian media kontras iodine terdapat beberapa fase yang memerlukan sejumlah pemindaian citra. DLP berbanding lurus dengan dosis efektif, semakin tinggi DLP maka semakin tinggi dosis efektif yang diterima oleh pasien. Protokol pemeriksaan CT-Scan di MRCCC Siloam Hospitals Semanggi berbeda dengan protokol standar dengan alasan klinis ketika terdapat kecurigaan kanker (metastasis) yang menyebabkan pemindaian lebih panjang dan FOV lebih luas karena ada organ dan jaringan lain yang ingin diperiksa diluar protokol standar sehingga terdapat kenaikan DLP.

3.3. Risiko Kanker dan Efek hereditas Pemeriksaan CT-Scan Abdomen dan Toraks dengan Media Kontras

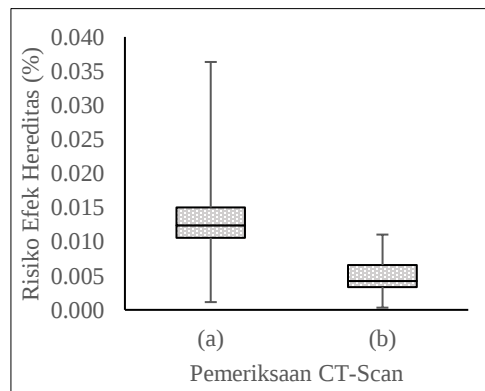
Informasi risiko kanker pada pemeriksaan CT-Scan abdomen dan toraks dengan media kontras diperoleh dari perkalian dosis efektif dengan 5.5 % per Sievert (Sv) atau 0.0055 % per mili Sievert (mSv) sesuai persamaan (2). Data risiko kanker 100 pasien pria dan wanita kelompok usia dewasa masing-masing untuk pemeriksaan CT-Scan abdomen dan toraks dengan media kontras kelompok usia dewasa tahun periode Januari hingga Juni tahun 2022 ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram *box plot* risiko kanker pemeriksaan CT-Scan abdomen dan toraks dengan media kontras.

Dari Gambar 4. diagram *box plot* risiko kanker pemeriksaan abdomen dan toraks dengan media kontras diperoleh informasi bahwa risiko kanker pada pemeriksaan CT-Scan abdomen dengan media kontras terdapat pada rentang 0.031% hingga 1% dengan rata-rata 0.36% dan risiko kanker pada pemeriksaan CT-Scan toraks dengan media kontras terdapat pada rentang 0.007% hingga 0.29% dengan rata-rata 0.13%.

Informasi risiko efek hereditas pada pemeriksaan CT-Scan abdomen dan toraks dengan media kontras diperoleh dari perkalian dosis efektif dengan 0.2 % per Sievert (Sv) atau 0.0002% per mili Sievert (mSv) sesuai persamaan (3). Data risiko efek hereditas 100 pasien pria dan wanita kelompok usia dewasa masing-masing untuk pemeriksaan CT-Scan abdomen dan toraks dengan media kontras kelompok usia dewasa periode Januari hingga Juni tahun 2022 ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram *box plot* risiko efek hereditas pemeriksaan CT-Scan abdomen dan toraks dengan media kontras.

Dari Gambar 5. diagram *box plot* risiko efek hereditas pemeriksaan abdomen dan toraks dengan media kontras diperoleh informasi bahwa risiko efek hereditas pada pemeriksaan CT-Scan abdomen dengan media kontras terdapat pada rentang 0.001% hingga 0.036% dengan rata-rata 0.013% dan risiko efek hereditas pada pemeriksaan CT-Scan toraks dengan media kontras terdapat pada rentang 0.0003% hingga 0.011% dengan rata-rata 0.005%. Dosis efektif berbanding lurus dengan efek stokastik yaitu risiko kanker dan efek hereditas, semakin tinggi dosis efektif yang diterima pasien maka semakin meningkat risiko pasien terkena kanker dan efek hereditas.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui risiko efek stokastik yaitu kanker dan efek hereditas pada pemeriksaan CT-Scan abdomen dan toraks dengan media kontras. Efek stokastik tidak dapat dipastikan kemunculannya namun probabilitas kemunculannya meningkat seiring dengan tingginya dosis radiasi yang diterima pasien yaitu kanker dan efek hereditas. Berapapun jumlah radiasi yang diterima pasien memiliki risiko untuk berinteraksi dengan jaringan dan struktur dalam tubuh pada tingkat sel (somatik dan genetik). Radiasi yang berinteraksi dengan sel dapat memicu modifikasi DNA yang mengakibatkan kerusakan sistem biologis. Sel dapat memperbaiki diri sehingga tidak menyebabkan efek stokastik tapi sel juga dapat berkembang secara tidak terkendali yang mengakibatkan munculnya kanker atau dapat memicu efek hereditas. Semakin besar dosis yang diterima, tingkat keparahan dan risiko munculnya efek stokastik semakin tinggi. Sangat perlu dilakukan evaluasi protokol pemeriksaan pada CT-Scan dengan media kontras agar mengusahakan dosis radiasi yang diterima pasien dapat serendah-rendahnya yang masih dapat diterima dengan mempertimbangkan faktor ekonomi dan sosial sesuai prinsip *as low as reasonably achievable* (ALARA) dengan kualitas citra diagnostik, salah satunya dengan menerapkan tingkat panduan diagnostik atau *diagnostic reference levels* (DRL) dalam proses optimisasi dosis pasien sebagai implementasi asas proteksi radiasi. Justifikasi oleh dokter sangat berperan dalam menentukan tindakan diagnostik klinis pasien dengan memanfaatkan sumber radiasi pengion terutama pemberian media kontras. Dokter harus secara akurat menjustifikasi bahwa penggunaan sumber radiasi pengion untuk pasien harus memiliki manfaat yang lebih besar daripada kerugian yang ditimbulkan, asas proteksi radiasi harus diterapkan dengan tepat.

4. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan kepada 100 pasien pria dan wanita kelompok usia dewasa diperoleh hasil bahwa rata-rata dosis efektif pemeriksaan CT-Scan abdomen dan toraks dengan media kontras berturut-turut adalah 65.3 mSv dan 24.2 mSv. Risiko kanker dan efek hereditas pada pemeriksaan CT-Scan abdomen dengan media kontras berturut-turut adalah 0.36% dan 0.013% dengan risiko tertinggi kanker dan efek hereditas berturut-turut adalah 1% dan 0.036%. Rata-rata risiko kanker dan efek hereditas pada pemeriksaan CT-Scan toraks dengan media kontras berturut-turut adalah 0.13% dan 0.005% dengan risiko tertinggi kanker dan efek hereditas berturut-turut adalah 0.29% dan 0.011%.

Dosis efektif, risiko kanker dan efek hereditas berbanding lurus dengan DLP, semakin tinggi DLP maka semakin tinggi dosis efektif sehingga risiko munculnya kanker dan efek hereditas juga tinggi. DLP sangat dipengaruhi oleh faktor eksposi, volume tubuh pasien, FOV dan panjang pemindaian bagian tubuh.

Hasil penelitian menunjukkan DLP pada pemeriksaan CT-Scan abdomen dengan media kontras lebih tinggi dari toraks karena terdapat jumlah fase yang lebih banyak dan pemindaian bagian tubuh abdomen lebih panjang dan FOV lebih luas dari toraks. Dari data rata-rata dosis efektif pemeriksaan CT-Scan abdomen dan toraks dengan media kontras diperoleh kurang dari 100 mSv sehingga risiko munculnya efek stokastik rendah

Pemeriksaan CT-Scan dengan media kontras memiliki dosis efektif dan risiko efek stokastik yang lebih tinggi dari pemeriksaan radiologi diagnostik dalam kondisi normal sehingga sangat diperlukan justifikasi yang tepat oleh dokter terhadap penggunaan CT-Scan dengan media kontras untuk menegakkan diagnosa klinis pasien. Sangat perlu dilakukan optimisasi dosis dengan cara penerapan tingkat panduan diagnostik sebagai tindak lanjut evaluasi protokol pemeriksaan yang digunakan agar mengusahakan dosis radiasi yang diterima pasien dapat serendah-rendahnya rendahnya yang masih dapat diterima dengan mempertimbangkan faktor ekonomi dan sosial sesuai prinsip *as low as reasonably achievable* (ALARA) dengan kualitas citra diagnostik.

Referensi

- ¹ ICRP. "The 2007 Recommendations of the international commission on radiological protection, ICRP publication 103", Annals of the ICRP, **37**(2-4):1-332, (2007). doi: 10.1016/j.icrp.2007.10.003
- ² ICRP. "Radiation and your patient - A Guide for Medical Practitioners: ICRP Supporting Guidance 2". Annals of the ICRP, **31**(4), (2001). doi:10.1016/0146-6453(81)90127-5
- ³ CJ Martin, A Abuhaimed, C Lee. "Dose quantities for measurement and comparison of doses to individual patients in computed tomography (CT)", J Radiol Prot, **41**(4):792-808, (2001). doi:10.1088/1361-6498/abecf5
- ⁴ L Wang, Q Li, XM Wang, dkk. "Enhanced radiation damage caused by iodinated contrast agents during CT examination." Eur J Radiol., **92**(October 2016):72-77, (2017). doi:10.1016/j.ejrad.2017.04.005
- ⁵ P Sahbaee, E Abadi, WP Segars, D Marin, RC Nelson, E Samei. "The effect of contrast Material on radiation Dose at CT: Part II. A Systematic Evaluation across 58 Patient Models", Radiology, **283**(3):749-757, (2017). doi:10.1148/radiol.2017152852
- ⁶ G Frija, J Damilakis, G Paulo, R Loose, E Vano. "Cumulative effective dose from recurrent CT examinations in Europe: proposal for clinical guidance based on an ESR EuroSafe Imaging survey", Eur Radiol., **31**(8):5514-5523, (2021). <https://doi.org/10.1007/s00330-021-07696-1>
- ⁷ S Visweswaran, K Kanagaraj, S Joseph, V Perumal. "Medical imaging: Contribution toward background radiation and human exposure", J Radiat Cancer Res., **9**(4):177, (2018). doi:10.4103/jrcr.jrcr_27_18
- ⁸ C Lee. "How to estimate effective dose for CT patients", Eur Radiol, **30**(4):1825-1827, (2020). doi:10.1007/s00330-019-06625-7
- ⁹ ICRP. "Radiological Protection in Medicine. ICRP Publication 105", Annals of the ICRP, **6**(37), (2007). doi:10.1016/0146-6453(81)90127-5
- ¹⁰ S Trattner, S Halliburton, CM Thompson, dkk. "Cardiac-Specific Conversion Factors to Estimate Radiation Effective Dose From Dose-Length Product in Computed Tomography", JACC Cardiovasc Imaging, **11**(1):64-74, (2018). doi:10.1016/j.jcmg.2017.06.006
- ¹¹ M Mahesh. "New Conversion Factors for Estimating Effective Doses During Cardiac CTA", JACC Cardiovasc Imaging, **11**(1):75-77, (2018). doi:10.1016/j.jcmg.2017.07.007
- ¹² SK Lee, JS Kim, SW Yoon, JM Kim. "Development of CT effective dose conversion factors from clinical CT examinations in the Republic of Korea", Diagnostics, **10**(9):1-13, (2020). doi:10.3390/diagnostics10090727
- ¹³ American Association of Physicist in Medicine. *The Measurement, Reporting, and Management of Radiation Dose in CT, Report No. 96 of AAPM Task Group 23 2008*, Vol 96, American Association of Physicists in Medicine, (2021).