



Analisis Korelasi Komposisi Jaringan Thorak dengan Dosis Radiasi yang Diterima Pasien pada Pemeriksaan CT Scan Thorak

Heryani¹, Choirul Anam², Ari Dwi Reskianto¹

¹Rumah Sakit Umum Daerah Kraton Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah

²Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang, Jawa tengah

e-mail: heryanicholid307@gmail.com

Makalah Penelitian

Menyerahkan

15 September 2022

Diterima

13 November 2022

Terbit

5 Desember 2022

ABSTRAK

Penggunaan alat *computed tomography scanner* (CT Scan) untuk keperluan medis meningkat secara cepat sejak dikenal pada tahun 1970-an. Peningkatan terbesar dari penggunaan CT Scan untuk dewasa adalah untuk skrining pasien kanker paru tahap awal, penyakit jantung, dan seluruh tubuh. Jumlah pemeriksaan CT Scan thorak juga meningkat saat pandemi Covid-19 setahun belakangan ini, yaitu sebagai penunjang deteksi infeksi virus Covid-19. Namun demikian, CT Scan menghasilkan tingkat paparan dosis radiasi pengion yang lebih besar dibandingkan dengan prosedur pencitraan sinar-X konvensional. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan korelasi dosis radiasi yang diterima pasien dalam pemeriksaan CT Scan thorak dengan komposisi jaringan pada thorak. Penelitian ini menggunakan metode retrospektif, yang dilakukan pada citra 100 pasien dalam format *digital imaging and communication in medicine* (DICOM) yang didapatkan dari bulan Januari – Desember 2021 di Instalasi Radiologi RSUD Kraton, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah. Data tersebut diolah dengan menggunakan *software* Matlab dengan script segmentasi CT *number* dan *software* IndoseCT 20b-alpha. Besarnya volume jaringan lunak pada thorak berpengaruh pada nilai CTDIvol, SSDE, dan dosis efektif, hal ini dibuktikan dengan nilai *p-value* <0.05. Besarnya volume tulang pada organ thorak juga berpengaruh pada nilai CTDIvol, SSDE, dan dosis efektif, hal ini dibuktikan dengan nilai *p-value* <0.05. Namun, besarnya volume udara pada organ thorak tidak berpengaruh pada nilai CTDIvol, SSDE, dan dosis efektif, hal ini dibuktikan dengan nilai *p-value* >0.05. Besarnya volume jaringan lunak dan tulang pada thorak berpengaruh pada dosis yang terukur pada pemeriksaan CT Scan, sedangkan volume udara tidak berpengaruh pada dosis.

Kata kunci: *Komposisi thorak, Dosis radiasi, CT Scan thorak.*

ABSTRACT

The use of *computed tomography scanners* (CT scans) for medical purposes has increased rapidly since the 1970s. The most significant increase in the use of CT scans for adults is screening patients with early-stage lung cancer, heart disease, and the rest of the body. The number of Chest CT scans has also increased during the Covid-19 pandemic in the past year, supporting the detection of Covid-19 virus infection. However, CT Scan results in higher exposure to ionizing radiation than conventional X-ray imaging procedures. The purpose of the study was to obtain the correlation between radiation dose received by patients in Chest CT with the composition of the tissues in the thorax. This study used a retrospective method, which was carried out on the images of 100 patients in *digital imaging and communication in medicine* (DICOM) format obtained from January to December 2021 at the Kraton Hospital Radiology Installation, Pekalongan Regency, Central Java. The data were processed using Matlab software with the CT number segmentation script and IndoseCT 20b-alpha software. The large volume of soft tissue in the thorax affects the CTDIvol, SSDE, and effective dose values, evidenced by the *p-value* <0.05. The large volume of bone in the chest organs also affects the CTDIvol, SSDE, and effective dose values, evidenced by the *p-value* <0.05. However, the large volume of air in the chest organs does not affect the CTDIvol, SSDE, and effective dose values, evidenced by the *p-value* > 0.05. This is because the volume of soft tissue and bone in the chest affects the measured dose on a CT scan, while air volume does not affect the dose.

Keywords: *Composition of the chest, Radiation dose, Chest CT Scan.*

1. PENDAHULUAN

Computed tomography scanner (CT Scan) merupakan alat diagnostik yang menggunakan sinar-X yang dapat memberikan informasi visual secara rinci dan akurat tentang kondisi sistem organ internal tubuh. CT Scan menjadi salah satu modalitas utama untuk mendiagnosis suatu penyakit. Penggunaan CT Scan untuk keperluan diagnostik dan skrining pada orang dewasa cenderung meningkat hingga saat ini [1] dan kemungkinan juga pada beberapa tahun yang akan datang. Peningkatan terbesar dari penggunaan CT Scan untuk dewasa adalah untuk pasien asimtomatik dalam rangka skrining kanker paru tahap awal pada perokok dan mantan perokok [2, 3], penyakit jantung [4] dan seluruh tubuh [5, 6]. Jumlah pemeriksaan CT Scan thorak juga meningkat saat pandemi Covid-19 setahun belakangan ini, yaitu sebagai penunjang deteksi infeksi virus Covid-19.

CT Scan thorak dapat menampilkan gambaran organ thorak secara rinci dan akurat dibandingkan dengan pemeriksaan sinar-X konvensional. CT Scan thorak dilakukan pada pasien dengan gejala sedang dan temuan yang masih samar pada sinar-X konvensional thorak [7].

Penulis menduga bahwa dosis radiasi CT Scan pada pemeriksaan thorak sangat dipengaruhi oleh ukuran dan komposisi thorak. Penelitian tentang hubungan komposisi penyusun thorak dengan dosis yang diterima pasien pada pemeriksaan CT Scan thorak perlu dilakukan sebagai upaya dalam memperkirakan dosis yang akan diterima pasien secara lebih akurat dalam pemeriksaan CT Scan thorak berdasarkan ukuran dan komposisi dari penyusun thorak. Dengan demikian, diharapkan Fisikawan Medik ataupun praktisi lainnya baik Dokter Spesialis Radiologi maupun Radiografer dapat mengevaluasi pemilihan protocol pemeriksaan CT Scan thorak untuk mendapatkan citra radiograf yang optimal dengan mempertimbangkan dosis radiasi pasien yang serendah mungkin. Selain itu, bahwa pemeriksaan thorak juga merupakan *gold standard* dalam penanganan hampir sebagian besar penyakit, sehingga informasi yang lebih lengkap dan akurat tentang dosis radiasi sangat penting diketahui [8].

2. LANDASAN TEORI / POKOK BAHASAN

CT Scan

CT Scan merupakan alat diagnostik yang menggunakan sinar-X yang dapat memberikan informasi visual secara rinci dan akurat tentang kondisi sistem organ internal tubuh. Pemeriksaan dengan CT Scan pada organ dalam tubuh, tulang, jaringan lunak dan pembuluh darah memberikan informasi yang jauh lebih baik dan lengkap dibandingkan pemeriksaan dengan sinar-X konvensional. CT Scan menjadi salah satu modalitas utama dalam mendiagnosa suatu penyakit.

Paparan radiasi yang diterima pasien dari penggunaan CT Scan cenderung lebih besar dari modalitas radiologi lainnya [9, 10]. Sebagai contoh dosis khas untuk paru-paru pada pemeriksaan sinar-X konvensional berkisar antara -0,01 hingga 0,15 mGy, sedangkan dosis khas untuk pemeriksaan CT paru adalah dari ~10 hingga 20 mGy [11, 12]. Oleh karena itu, dosis radiasi menjadi salah satu parameter penting yang harus diukur saat dilakukan *quality control* (QC).

Sebagai indikator dalam memperkirakan dosis radiasi CT yang diterima oleh pasien, praktisi medis menggunakan *CT dose index volume* (CTDI_{vol}) [13-15] dan *dose length product* (DLP). CTDI_{vol} maupun DLP merupakan dosis yang dihasilkan dari alat CT, yang diukur dengan menggunakan fantom *polymethyl methacrylate* (PMMA) silinder dengan diameter 16 atau 32 cm [11, 16], sehingga dosis tersebut belum menggambarkan dosis radiasi yang diterima pasien yang sebenarnya yang ukurannya beragam.

Sedangkan CTDI merupakan konsep utama pengukuran dosis pada CT Scan yaitu integral profil dosis $D(z)$, disepanjang sumbu z tegak lurus terhadap bidang Scan. Secara matematis dapat ditulis dengan persamaan 1 [17];

$$CTDI = \frac{1}{NT} \int_{-\infty}^{+\infty} D(z) dz$$

Dengan $D(z)$ yaitu profil dosis serap (mGy) disepanjang sumbu z yang tegak lurus terhadap bidang Scan, N yaitu jumlah irisan tomografi yang dihasilkan serentak dalam satu kali rotasi 3600 tabung sinar-X, serta T yaitu Lebar Scan tomografi sepanjang gambaran sumbu z .

CTDI₁₀₀ mempresentasikan akumulasi dosis dari beberapa Scan pada pertengahan dari panjang Scan 100 mm Scan. CTDI₁₀₀ memiliki batasan pengukuran -50 mm hingga +50 mm. Secara matematis dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut [17]:

$$CTDI_{100} = \frac{1}{NT} \int_{-50}^{+50} D(z) dz$$

Pengukuran CTDI₁₀₀ dilakukan diudara maupun fantom. Pengukuran diudara CTDI diukur diudara bebas pada pusat rotasi atau dikenal dengan istilah CTDI_u, sedangkan untuk pengukuran pada fantom diukur pada pusat fantom (CTDI_c) dan tepi fantom (CTDI_p).

CTDI_w merupakan CTDI rata-rata terdistribusi dalam penampang melintang fantom. Secara matematis dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut [17]:

$$CTDI_w = \frac{1}{3} CTDI_{100,c} + \frac{2}{3} CTDI_{100,p}$$

Dengan CTDI_{100,c} yaitu CTDI₁₀₀ dipusat fantom dan CTDI_{100,p} yaitu CTDI₁₀₀ rata-rata di tepi fantom.

CTDI_{vol} dianggap sebagai indikator keluaran (*output*) radiasi, yang besarnya tergantung dari beberapa parameter masukan, antara lain: tegangan tabung, arus tabung, dan *pitch*. Secara matematis CTDI_{vol} dapat dituliskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$CTDI_{vol} = \frac{CTDI_w}{pitch}$$

Pitch merupakan perbandingan besarnya pergerakan meja untuk satu kali rotasi 360° (l) dengan lebar *kolimasi* (NT). Secara matematis dapat dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$Pitch = \frac{1}{NT}$$

Sedangkan DLP digunakan menghitung dosis untuk serangkaian irisan (*slice*) atau pemeriksaan lengkap dan didefinisikan oleh persamaan berikut [17] :

$$DLP = CTDI_{vol} \times scan\ length$$

Adapun besarnya dosis radiasi yang diterima pasien tidak hanya bergantung pada *output* radiasi, tetapi memperhitungkan karakteristik pasien [13-15]. Parameter dosis pasien yang sudah memperhitungkan dosis *output* dan karakteristik pasien disebut dengan *size-specific dose estimate* (SSDE) [15, 18,19].

Karakteristik pasien yang paling jelas adalah diameter efektif (Deff) [15, 19]. Tapi ini saja tidak cukup untuk menentukan karakteristik pasien karena komposisi bagian pasien yang berbeda terdiri dari bahan berbeda [20, 21]. Udara (paru-paru) adalah penyumbang terbesar di daerah thorak, dan jaringan lunak adalah kontributor terbesar di daerah perut. Karena itu, walaupun thorak dan perut mungkin memiliki diameter efektif yang sama, dosis yang diterima masing-masing tidak akan sama.

Selain itu, dalam aplikasi klinis, radiasi harus diberikan dengan metode, protokol, dan parameter yang telah dioptimisasi agar tepat sesuai kebutuhan demi mencegah terjadinya *unnecessary exposure* (paparan radiasi yang tidak diperlukan dan tidak dibutuhkan) [13].

Penerapan optimisasi proteksi dan keselamatan radiasi pada paparan medik perlu dilakukan agar besarnya dosis radiasi yang diterima pasien dapat serendah mungkin dengan tetap mendapatkan kualitas citra radiograf yang seoptimal mungkin dengan mempertimbangkan faktor sosial dan ekonomi [22]. Sebagai salah satu upaya dalam penerapan optimisasi proteksi dan keselamatan radiasi pada paparan medik dapat dicapai melalui penggunaan Tingkat Panduan Diagnostik atau *Diagnostic Reference Level* (DRL). Saat ini, Indonesia telah memiliki DRL nasional (I-DRL) untuk panduan dosis pemeriksaan CT Scan secara nasional. Menurut I-DRL untuk pemeriksaan CT Scan

thorak dengan kontras, nilai CTDI_{vol} sebesar 16 mGy dan nilai DLP sebesar 810 mGy.cm, dan untuk pemeriksaan CT Scan thorak *non* kontras dengan nilai CTDI_{vol} sebesar 11 mGy dan nilai DLP sebesar 430 mGy.cm [23].

Organ Thorak

Thorak merupakan rongga yang dibatasi dan dikelilingi oleh dinding thorak yang dibentuk oleh tulang, kartilage, dan otot. Di dalam rongga thorak terdapat dua ruangan yaitu paru-paru dan mediastinum dan di dalamnya terjadi proses kompleks sistem pernafasan dan peredaran darah. Organ yang terletak dalam rongga thorak yaitu: esophagus, paru-paru, hepar, jantung, pembuluh darah dan saluran limfe [24].

Rongga thorak di bagi menjadi 3 ruang kecil, yaitu rongga dada kanan yang berisi paru kanan, rongga kiri yang berisi paru kiri dan pada bagian tengah terdapat rongga yang disebut mediastinum yang diisi oleh trachea, esophagus, bronkus, jantung, vasa, nervus dan nodus limfatikus yang melewatinya.

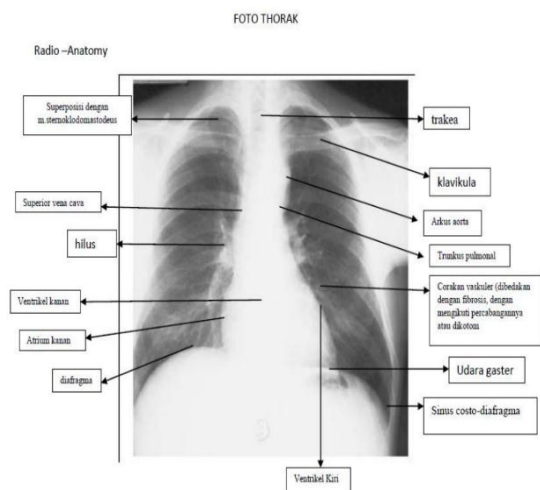
Mediastinum tersebut dibagi lagi menjadi :

1) Mediastinum Superior

Berada di antara *apertura thoracalis sup.* Hingga ke garis imajiner dari *angulus sternalis – VT₄*. Mediastinum sup ditempati oleh thymus, pembuluh besat seperti v.brachiocephalica, vena cava superior dan arcus aorta, n.phrenicus dan n.vagus, plexus cardiacus, trachea, esophagus, duktus thoracicus dan otot pravertebral.

2) Mediastinum Inferior

Di bagi menjadi tiga ruang yang lebih kecil yaitu mediastinum anterior, media dan inferior. Mediastinum anterior dan posterior tersebut di batasi oleh yang media dimana berisi jantung dan pericardium. Jadi intinya, ruang di depan jantung berarti mediastinum anterior dan yang dibelakangnya berarti posterior.



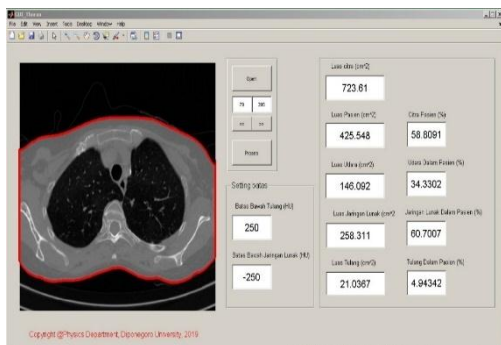
Gambar 1. Rongga Thorak [25]

3. METODE / METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan citra 100 pasien dalam format *digital imaging and communication in medicine (DICOM)* dari pemeriksaan CT Scan thorak, yang didapatkan dari bulan Januari-Desember 2020 di Instalasi Radiologi RSUD Kraton, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah. Citra pasien diproses secara otomatis menggunakan *software* Matlab dengan script segmentasi CT number untuk menghitung luas dari jaringan lunak, tulang, dan udara dalam thorak dan *software* IndoseCT 20b-alpha untuk membaca nilai CTDIvol, DLP, panjang Scan dari DICOM header dan menghitung nilai Deff, Dw, SSDE, DLPc, Dosis Efektif.

1) Perhitungan volume penyusun thorak

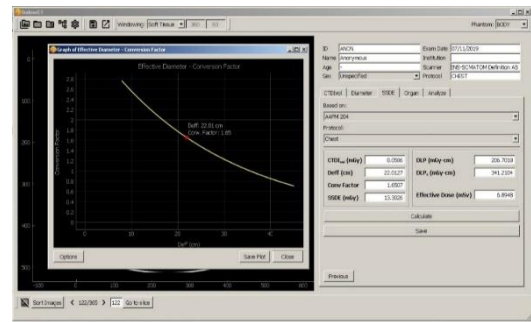
Perhitungan volume penyusun thorak dilakukan dengan menggunakan *software* matlab dengan script segmentasi CT number. Penyusun thorak yang akan dihitung adalah volume jaringan lunak, volume tulang dan volume udara dalam thorak. Ketiga jaringan dibedakan dengan melakukan segmentasi berdasarkan nilai CT number masing-masing. Tampilan dari *software* Matlab dengan scrip segmentasi CT number dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Software segmentasi CT number

2) Perhitungan nilai CTDIvol

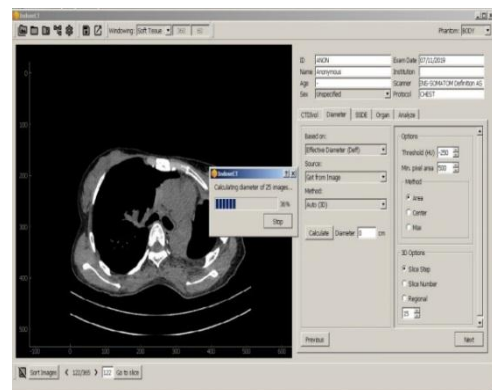
Perhitungan nilai CTDIvol menggunakan *software* IndoseCT 20b, ada 3 metode, yaitu dengan cara *Calculation*, *Manualy*, dan *Get from DICOM*. Metode *Calculation* adalah dengan cara melakukan perhitungan dari berbagai faktor yang mempengaruhi nilai CTDvol, seperti nama manufaktur, jenis alat, beda tegangan, kuat arus, waktu rotasi, *pitch*, lebar kolimasi, dan panjang scan. Metode *Manualy* adalah dengan cara memasukkan nilai CTDIvol yang telah diketahui. Penulis memilih menggunakan metode *Get From DICOM* karena pada metode ini, data CTDIvol diambil secara langsung dari *DICOM header* untuk setiap citra yang dipilih dan kemudian di rata-rata sehingga lebih mencerminkan nilai CTDIvol secara keseluruhan. Setelah itu, dilanjutkan ke perhitungan diameter efektif atau *water equivalent diameter*.



Gambar 3. Perhitungan CTDIvol pada program IndoseCT 20b-alpha

3) Perhitungan diameter efektif

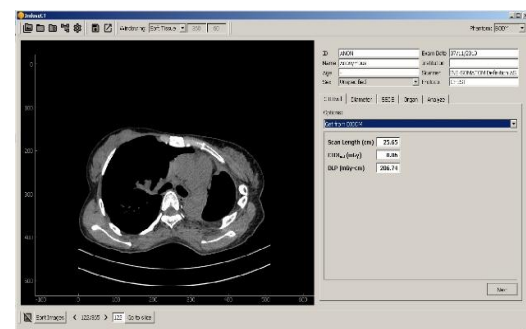
Perhitungan diameter efektif pada IndoseCT ada 3 cara, yaitu dengan *automatically*, *manualy*, dan 3D. Penulis memilih metode 3D karena metode ini yang paling realistis mengukur di semua slice. Slice step yang digunakan adalah 15. Angka 15 diambil karena jumlah slice terkecil dari 210 seluruh sampel dan apabila dibagi dengan 15 dihasilkan angka 14. Angka 14 melebihi nilai iterasi yang disarankan dalam manual IndoseCT 20b-alpha, yaitu 10.



Gambar 4. Perhitungan diameter efektif pada program IndoseCT 20b-alpha

4) Perhitungan SSDE

Perhitungan SSDE pada IndoseCT berdasar pada dua metode pengukuran, yaitu menggunakan diameter efektif dan *water equivalent diameter*. Tata cara melakukan perhitungan SSDE cukup mudah dengan menekan tombol "calculate"



Gambar 5. Perhitungan SSDE dengan metode diameter efektif pada program IndoseCT 20b-alpha

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Korelasi antara volume jaringan lunak pada organ thorak dengan dosis yang diterima pasien dapat dilihat dari korelasi volume jaringan lunak dengan CTDIvol ditunjukkan oleh Tabel 1. Tampak bahwa besarnya volume jaringan lunak pada organ thorak berpengaruh pada nilai CTDIvol yang terukur. Hal ini ditandai dengan nilai *r* hitung 0,456 lebih besar dari *r* tabel 0,195 dan nilai *p-value* <0.05 (0.000). Sedangkan korelasi volume jaringan lunak dengan SSDE ditunjukkan oleh Tabel 2. Disini juga tampak bahwa besarnya volume jaringan lunak pada organ thorak berpengaruh pada nilai SSDE yang terhitung, dengan nilai *r* hitung 0,339 lebih besar dari *r* tabel 0,195 dan nilai *p-value* <0.05 (0.001). Sementara itu korelasi volume jaringan lunak dengan dosis efektif ditunjukkan oleh Tabel 3. Besarnya volume jaringan lunak pada organ thorak berpengaruh pada nilai dosis efektif yang terhitung dengan nilai *r* hitung 0,302 lebih besar dari *r* tabel 0,195 dan nilai *p-value* <0.05 (0.002).

Tabel 1. Korelasi antara Volume Jaringan lunak dan CTDIvol

| | | Volume Jaringan Lunak | CTDIvol |
|-----------------------|-------------|-----------------------|---------|
| Volume Jaringan Lunak | Pearson | 1 | 0.456** |
| | Correlation | | |
| | P-value | | 0.000 |
| CTDI vol | Pearson | 0.456** | 1 |
| | Correlation | | |
| | P-value | 0.000 | |

Tabel 2. Korelasi antara Volume Jaringan lunak dan SSDE

| | | Volume Jaringan Lunak | SSDE |
|-----------------------|-------------|-----------------------|---------|
| Volume Jaringan Lunak | Pearson | 1 | 0.339** |
| | Correlation | | |
| | P-value | | 0.001 |
| SSDE | Pearson | 0.339** | 1 |
| | Correlation | | |
| | P-value | 0.001 | |

Tabel 3. Korelasi antara Volume Jaringan lunak dan Dosis Efektif

| | | Volume Jaringan Lunak | Dosis Efektif |
|-----------------------|-------------|-----------------------|---------------|
| Volume Jaringan Lunak | Pearson | 1 | 0.302** |
| | Correlation | | |
| | P-value | | 0.002 |
| Dosis Efektif | Pearson | 0.302** | 1 |
| | Correlation | | |
| | P-value | 0.002 | |

Jaringan lunak memiliki massa jenis antara 915-1100 kg/m³. Bertambahnya volume jaringan lunak yang

menyelimuti tulang *costae* akan semakin menambah dosis radiasi yang diterima oleh pasien. Hal tersebut terjadi karena bertambahnya atenuasi sinar-X pada jaringan lunak.

Korelasi antara volume tulang pada organ thorak dengan dosis yang diterima pasien dapat dilihat dari korelasi volume tulang dengan CTDIvol ditunjukkan oleh Tabel 4. Tampak bahwa besarnya volume tulang pada organ thorak berpengaruh pada nilai CTDIvol yang terukur. Hal ini ditandai dengan nilai *r* hitung 0,415 lebih besar dari *r* tabel 0,195 dan memiliki *p-value* <0.05 (0.000). Sedangkan korelasi volume tulang dengan SSDE ditunjukkan oleh Tabel 5. Juga tampak bahwa besarnya volume tulang pada organ thorak berpengaruh pada nilai SSDE yang terhitung, dengan nilai *r* hitung 0,367 lebih besar dari *r* tabel 0,195 dan nilai *p-value* <0.05 (0.000). Sementara itu korelasi volume tulang dengan dosis efektif ditunjukkan oleh Tabel 6. Besarnya volume tulang pada organ thorak berpengaruh pada nilai dosis efektif yang terhitung dengan nilai *r* hitung 0,444 lebih besar dari *r* tabel 0,195 dan nilai *p-value* <0.05 (0.000).

Tabel 4. Korelasi antara Volume Tulang dan CTDIvol

| | | Volume Tulang | CTDIvol |
|---------------|-------------|---------------|---------|
| Volume Tulang | Pearson | 1 | 0.415** |
| | Correlation | | |
| | P-value | | 0.000 |
| CTDI vol | Pearson | 0.415** | 1 |
| | Correlation | | |
| | P-value | 0.000 | |

Tabel 5. Korelasi antara Volume Tulang dan SSDE

| | | Volume Tulang | SSDE |
|---------------|-------------|---------------|---------|
| Volume Tulang | Pearson | 1 | 0.367** |
| | Correlation | | |
| | P-value | | 0.000 |
| SSDE | Pearson | 0.367** | 1 |
| | Correlation | | |
| | P-value | 0.000 | |

Tabel 6. Korelasi antara Volume Tulang dan Dosis Efektif

| | | Volume Tulang | Dosis Efektif |
|---------------|-------------|---------------|---------------|
| Volume Tulang | Pearson | 1 | 0.444** |
| | Correlation | | |
| | P-value | | 0.000 |
| Dosis Efektif | Pearson | 0.444** | 1 |
| | Correlation | | |
| | P-value | 0.000 | |

Semakin besar volume tulang-tulang yang berada pada daerah thorak akan menambah atenuasi sinar-X sehingga meningkatkan dosis radiasi pada pasien.

Korelasi antara volume udara pada organ thorak dengan dosis yang diterima pasien dapat dilihat dari

korelasi volume udara dengan CTDI_{vol} ditunjukkan oleh Tabel 7. Tampak bahwa besarnya volume udara pada organ thorak tidak berpengaruh pada nilai CTDI_{vol} yang terukur. Hal ini ditandai dengan nilai r hitung 0,054 lebih kecil dari r tabel 0,195 dan nilai p -value >0.05 (0.591).

Sedangkan korelasi volume udara dengan SSDE ditunjukkan oleh Tabel 8. Juga tampak bahwa besarnya volume tulang pada organ thorak tidak berpengaruh pada nilai SSDE yang terhitung, dengan nilai r hitung -0,012 lebih kecil dari r tabel 0,195 dan nilai p -value >0.05 (0.902).

Sementara itu korelasi volume udara dengan dosis efektif ditunjukkan oleh Tabel 9. Besarnya volume udara pada organ thorak tidak berpengaruh pada nilai dosis efektif yang terhitung dengan nilai r hitung 0,093 lebih kecil dari r tabel 0,195 dan nilai p -value >0.05 (0.356). Penambahan volume udara pada organ thorak tidak mempengaruhi nilai CTDI_{vol}, SSDE, dan dosis efektif karena udara memiliki massa jenis 1, 293 kg/m³ sehingga memiliki kerapatan atom yang sangat kecil. Hal ini mengakibatkan atenuasi sinar-X dengan udara sangatlah kecil sehingga berakibat pada nilai CTDI_{vol}, SSDE, dan dosis efektif yang sangat kecil.

Tabel 7. Korelasi antara Volume Udara dan CTDI_{vol}

| | | Volume Udara | CTDI _{vol} |
|---------------------|-------------|--------------|---------------------|
| Volume Udara | Pearson | 1 | 0.054 |
| | Correlation | | |
| | P-value | | 0.591 |
| CTDI _{vol} | Pearson | 0.054 | 1 |
| | Correlation | | |
| | P-value | 0.591 | |

Tabel 8. Korelasi antara Volume Udara dan SSDE

| | | Volume Udara | SSDE |
|--------------|-------------|--------------|--------|
| Volume Udara | Pearson | 1 | -0.012 |
| | Correlation | | |
| | P-value | | 0.902 |
| SSDE | Pearson | -0.012 | 1 |
| | Correlation | | |
| | P-value | 0.902 | |

Tabel 9. Korelasi antara Volume Udara dan Dosis Efektif

| | | Volume Udara | Dosis Efektif |
|---------------|-------------|--------------|---------------|
| Volume Udara | Pearson | 1 | 0.093 |
| | Correlation | | |
| | P-value | | 0.356 |
| Dosis Efektif | Pearson | 0.093 | 1 |
| | Correlation | | |
| | P-value | 0.356 | |

5. KESIMPULAN

Dari penelitian ini diperoleh hasil bahwa besarnya volume thorak berpengaruh pada dosis yang terukur

pada pemeriksaan CT Scan. Secara lebih spesifik bahwa volume jaringan lunak dan tulang berpengaruh pada dosis, sedangkan volume udara tidak berpengaruh pada dosis, sementara volume tulang lebih berpengaruh daripada volume jaringan lunak dalam menimbulkan dosis dalam pemeriksaan CT Scan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Brenner, D.J and Georgsson, M.A, *Mass screening with CT colonography ; should the radiation exposure be of concern* Gastroenterology 129, 328-37, 2005.
- [2] Henschke,C.I., Yankelevitz, D.F., Libby, D.M., Pasmantier, M.W., Smith, J.P., and Miettinen, O.S, *Survival of patients with stage 1 lung cancer detected on CT screening*, N Engl J Med 355;1763-71, 2006.
- [3] Bach, P.B, Jett, J.R., Pastorino, U., Tockman, M.S., Swensen, S.J., and Begg, C.B, *Computed tomography screening and lung cancer outcomes*, JAMA 297; 953-61, 2007.
- [4] Brenner, D.J. and Hall, E.J, *Computed Tomography – An Increasing source of radiation exposure*, The new engl and journal of medicine. 357; 2277-84, 2007.
- [5] Brenner, D.J, *Radiation risk potentially associated with low-dose CT screening of adult smokers for lung cancer*. Radiology 231; 440-5, 2004.
- [6] Beinfeld, M.T., Wittenberg, E., and Gazelle, G.S, *Cost-effectiveness of wholebody CT screening*, Radiology 234;415-22, 2005.
- [7] Daniel E, Yulianti M, M. Moses, et al, *The importance of chest CT Scan in COVID 19: A case series*. Indones J Intern Med, Vol 52, Number 1, 2020.
- [8] Heryani, Anam C, Sutanto H, Reskianto AD, Dougherty G, *Automated determination of chest characteristics of Indonesians as the basis of chest dosimetrical phantom design*. Pol J Med Phys Eng. 26, 247-252, 2020.
- [9] Anam C, Budi WS, Adi K, et al, *Assessment of patient dose and noise level of clinical CT images: Automated measurements*. J Radiol Prot. 2019;39(3):783-793, 2019.
- [10] Fahmi A, Anam C, Suryono, et al, *Correlation between age and head diameters in the paediatric patients during CT examination of the head*, Pol J Med Phys Eng, 25, 229-235, 2019.
- [11] Hall, E. J. and Brenner, D. J, *Cancer risks from diagnostic radiology*. Br. J. Radiol. 81, 362–378, 2008.
- [12] Fahmi A, Anam C, Suryono, et al, *The Size-Specific Dose Estimate of paediatric head CT examinations for various protocols*. J. Radiation Protection Dosimetry . pp. 1–7, 2020.

- [13] Buku Rekomendasi AFISMI No. 1, Lubis L. E, et al, Penggunaan radiasi pengion dalam diagnosis dan penanganan Covid-19. AFISMI. Depok, 2020.
- [14] Bauhs, J. A., Vrieze, T. J., Primak, A. N., Bruesewitz, M. R. and McCollough, C. H, CT dosimetry: comparison of measurement techniques and devices. *Radiographics* 28, 245–253, 2008.
- [15] Anam, C., Haryanto, F., Widita, R., Arif, I. and Dougherty, G, A fully automated calculation of sizespecific dose estimates (SSDE) in thoracic and head CT examinations. *J. Phys.: Conf. Ser.* 694, 012030, 2016.
- [16] Anam C, Fujibuchi T, Haryanto F, et al, An evaluation of computed tomography dose index measurements using a pencil ionisation chamber and small detectors, *J Radiol Prot*, 2019;39(1):112-124, 2019.
- [17] AAPM, The Measurement, Reporting and Management of Radiation Dose in CT, America, AAPM Report No.96, 2008.
- [18] Brink J A and Morin R L, Size-specific dose estimation for CT: how should it be used and what does it mean? *Radiology*,265 666–668, 2012.
- [19] AAPM, Size-specific dose estimates (SSDE) in pediatric and adult body CT examinations (College Park: AAPM), 2011.
- [20] Wang J, Duan X, Christner J A, Leng S, Yu L and McCollough C H, Attenuation-based estimation of patient size for the purpose of size-specific dose estimation in CT. I. Development and validation of methods using the CT image, *Med. Phys.* 39 6764-6771, 2012.
- [21] Bostani M, McMillan K, Lu P, Kim H J, Cagnon C H, Demarco J J, McNitt-Gray M F, Attenuation-based size metric for estimating organ dose to patients undergoing tube current modulated CT exams, *Med. Phys.* 42, 958-968, 2015.
- [22] Peraturan Pemerintah Nomor 33 tahun 2007, Keselamatan Radiasi Pengion dan Keamanan Sumber Radioaktif. Jakarta, 2007.
- [23] Keputusan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir No.1211/K/V/2021, Penetapan nilai tingkat panduan diagnostik Indonesia (Indonesian diagnostic reference level)untuk modalitas sinar-X dan radiografi umum. BAPETEN, Jakarta, 2021.
- [24] Lampignano J and Kendrick L, Bontrager's textbook of radiographic positioning and related anatomy, Ninth Edition, Amerika Serikat, 2018.
- [25] Webber, et al, Netter's Concise Radiologic Anatomy, second edition, Elsevier, 2014.