

Penentuan Besar Dosis Pasien Pada Computed Tomography Scan Kepala Terhadap Faktor Risiko Terjadinya Katarak Menggunakan Metode Size-Specific Dose Estimate (SSDE)

Determination of Patient Dose on Head Computed Tomography Scan on Risk Factors of Cataract Using Size-Specific Dose Estimate (SSDE)

Shinta Palupi^{1*}, Ni Luh Putu Trisnawati², Winardi Tjahyo Baskoro³, Rozi Irhas⁴

^{1, 2, 3}Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali, Indonesia 80361.

⁴Radiologi Rumah Sakit Umum Bali Jimbaran, JL. Raya Kampus Unud No.52, Jimbaran, Kec. Kuta Selatan, Badung, Bali, Indonesia 80361.

Email: *shintapalupi@student.unud.ac.id; trisnawati@unud.ac.id; winardi@unud.ac.id

Abstrak – Telah dilakukan penelitian tentang penentuan besar dosis pasien pada Computed Tomography (CT) Scan kepala dengan metode Size Specific Dose Estimate (SSDE) dan faktor risiko terjadinya katarak. Nilai SSDE diperoleh dari data nilai Computed Tomography Dose Index Volume ($CTDI_{vol}$), Anterior Posterior (AP) dan Lateral (LAT). Data diperoleh dari 30 pasien kelompok anak-anak usia 5-14 tahun dan 30 pasien kelompok dewasa usia 15-50 tahun. Nilai rata-rata SSDE untuk kelompok anak-anak sebesar 52,387 mGy dan nilai rata-rata untuk kelompok dewasa sebesar 49,664 mGy. Nilai rata-rata SSDE anak-anak lebih besar dari pada pada pasien dewasa, hal ini dikarenakan diameter kepala kelompok anak-anak lebih kecil dari pada diameter kepala kelompok dewasa. Salah satu organ yang sensitif terhadap radiasi sinar-X adalah lensa mata. Jika lensa mata mendapatkan radiasi melebihi 500 Gy akan menyebabkan risiko terjadinya katarak. Faktor risiko terjadinya katarak diperoleh dari nilai SSDE dan factor bobot jaringan lensa mata sebesar 0,12. Risiko terjadinya katarak pada penelitian ini masih di bawah nilai standar yang ditetapkan ICRP tahun 2011 yaitu sebesar 500 mGy. Sedangkan persentase risiko terjadinya katarak untuk kelompok anak-anak sebesar 1,257% dan untuk kelompok dewasa sebesar 1,192%.

Kata kunci: CT Scan; $CTDI_{vol}$; SSDE; diameter efektif; katarak.

Abstract – Research has been done on determining the patient's dose on a Computed Tomography (CT) Scan of the head using the Size Specific Dose Estimate (SSDE) method and the risk factors for cataracts. SSDE values were obtained from Computed Tomography Dose Index Volume ($CTDI_{vol}$), Anterior Posterior (AP) and Lateral (LAT) values. Data were obtained from 30 patients in the group of children aged 5-14 years and 30 patients in the adult group aged 15-50 years. The mean SSDE value for the children group was 52.387 mGy and the average value for the adult group was 49.664 mGy. The mean SSDE value of children is greater than that of adult patients, this is because the diameter of the head of the children group is smaller than the diameter of the head of the adult group. One organ that is sensitive to X-ray radiation is the eye lens. If the lens of the eye gets more than 500 Gy of radiation, it will increase the risk of cataracts. The risk factor for cataract was obtained from the SSDE value and the eye lens tissue weight factor was 0.12. The risk of cataract in this study is still below the standard value set by the ICRP in 2011 which is 500 mGy. While the percentage risk of cataract occurrence for the children group was 1.257% and for the adult group was 1.192%.

Keywords: CT Scan; $CTDI_{vol}$; SSDE; effective diameter; cataract.

1. Pendahuluan

Penggunaan sinar-X sebagai pemindai organ menjadi pilihan dalam bidang kesehatan. CT scan merupakan salah satu modalitas pencitraan diagnostik yang bertujuan untuk menghasilkan citra irisan anatomi tubuh dengan resolusi yang tinggi. Salah satu pemeriksaan CT Scan yang sering digunakan yaitu pemeriksaan pada bagian kepala.

CT Scan memberikan kontribusi terbesar dalam penerimaan dosis radiasi pada pasien. Parameter yang sering digunakan dalam CT Scan yaitu nilai $CTDI_{vol}$ dan DLP. $CTDI_{vol}$ dan DLP digunakan sebagai standar kualitas kontrol dan ditampilkan pada layar komputer. Kedua parameter ini merupakan dosis yang dikeluarkan dari mesin CT Scan dan hanyamenunjukkan keseluruhan estimasi dosis karena perbedaan geometri pasien. Parameter ini bukan merupakan dosis yang diterima pasien.

Pada tahun 2011 *American Association of Physicists Medicine (AAPM)* menerbitkan sebuah laporan hasil penelitian yang perlu memperhitungkan faktor ukuran pasien. Metode tersebut dinamakan *Size Specific Dose Estimates (SSDE)*. Perhitungan SSDE ini diperoleh berdasarkan nilai $CTDI_{vol}$ yang dikalikan dengan faktor konversi ukuran tubuh pasien [1]. Pemeriksaan CT Scan kepala berhubungan langsung dengan organ mata yang merupakan organ sensitif terhadap radiasi karena pada lensa mata terdapat kumpulan-kumpulan sel yang aktif membelah diri, yang dapat rusak jika terkena radiasi. Pada tingkatan dosis radiasi tertentu berpeluang menimbulkan penyakit katarak [2]. ICRP menetapkan nilai batas dosis pada lensa mata 0,5 Gy dengan dosis ekuivalen 15 mSv per tahun, hal ini sesuai dengan ketentuan BAPETEN Pasal 25 ayat b (BAPETEN, 2014). Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan penelitian tentang perkiraan besar dosis radiasi yang diterima oleh pasien CT Scan kepala dan faktor resiko terjadinya katarak [3].

Penelitian ini dilakukan di Rumah Sakit Umum Bali Jimbaran dengan menggunakan data hasil pemeriksaan CT Scan kepala. Dari data yang diperoleh selanjutnya dilakukan perhitungan nilai SSDE dan Dosis Efektif untuk mengetahui apakah nilai SSDE dan dosis efektif yang dapat menyebabkan katarak dan organ lensa mata masih berada dalam nilai standar yang di ijinakan ICRP dan BAPETEN.

2. Landasan Teori

CT Scan adalah pemeriksaan yang menggunakan sistem penggambaran digital dan sinar-X untuk memperoleh gambar penampang tubuh. Pemeriksaan ini dapat memberikan gambar (*citra*) yang jelas dari berbagai struktur tubuh sudut kecil dari tulang tengkorak dan otak. Tujuan utama penggunaan CTScan adalah untuk pemeriksaan seluruh organ tubuh, seperti susunan saraf pusat, otot, tulang, tenggorokan dan rongga perut. Komponen penyusun dari sebuah pesawat CT Scan diantaranya yaitu meja pemeriksaan, Gantry (Tabung sinar-X, kolimator, Detektor dan *Data Aquisition System*), komputer, layar monitor, dan *Image Recording* [4]. Parameter dosis yang sering digunakan dalam CT Scan adalah $CTDI_{vol}$, DLP dan DE. Kuantitas dosimetri ini masing-masing digunakan untuk mengetahui rata-rata dosis di daerah scan, dosis dari keseluruhan pemeriksaan dan risiko radiasi dari CT Scan [5].

Salah satu pemeriksaan yang menggunakan CT Scan adalah pemeriksaan pada bagian kepala. Kepala terdiri dari beberapa organ, salah satu nya yaitu lensa mata. Lensa mata merupakan organ yang dekat dengan sumber sinar-X saat dilakukan penyinaran. Lensa mata tidak mempunyai asupan darah atau inervasi saraf, dan bergantung sepenuhnya untuk metabolisme dan pembuangan. Lensa mata terletak di belakang iris. Diameter lensa mata sekitar 9-10 mm dengan tebal yang bervariasi sesuai usia mulai dari 3,5 mm (saat lahir). Lensa mata merupakan organ sensitif terhadap radiasi karena pada lensa mata terdapat kumpulan-kumpulan sel yang aktif membelah diri, yang dapat rusak jika terkena radiasi. Pada tingkatan dosis radiasi tertentu berpeluang menimbulkan penyakit katarak. Katarak merupakan salah satu efek deterministik karena terjadinya perubahan sel atau kekeruhan lensa mata yang menghalangi cahaya untuk sampai di retina. Ada 3 bentuk utama katarak yang bergantung pada lokasi anatominya di dalam mata yaitu kortikal, nuklir dan *Posterior Sub Capsular (PSC)*. Kortikal mengacu pada korteks lensa, yang merupakan bagian luar lensa, nuklir mengacu pada bagian tengah lensa, sementara PSC mengacu pada membrane yang berada di bawah kapsul di permukaan belakang lensa [6].

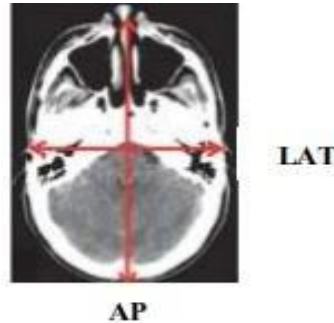
Pada tahun 2007 ICRP menyatakan bahwa dosis ambang untuk terjadinya katarak adalah sekitar 5Gy [3]. Namun pada tahun 2011, berdasarkan temuan terbaru dari penelitian tentang katarak radiasi, kemunculan katarak pada lensa mata dapat terjadi pada dosis yang lebih rendah, sehingga dosis ambang katarak diturunkan menjadi 0,5 Gy. Pengurangan dosis ambang ini mengakibatkan diturunkannya nilai batas dosis untuk lensa mata dari 50 mSv per tahun menjadi 20 mSv per tahun [7].

3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Rumah Sakit Umum Bali Jimbaran menggunakan pesawat CT Scan merk *Siemens Multy Swing* pada bulan Juli sampai Agustus 2021. Data hasil pemeriksaan CT Scan kepala berupa data citra dengan format *Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM)* yang memuat informasi data pasien, nilai $CTDI_{vol}$, panjang sisi AP, dan panjang sisi LAT. Data ini dibagi

menjadi dua kelompok yaitu data pasien anak-anak berusia 5-14 tahun dan dewasa berusia 15-50 tahun.

Data citra yang diperoleh dari penelitian ini digunakan untuk menentukan nilai SSDE yaitu nilai dosis dengan memperhitungkan faktor ukuran tubuh pasien. SSDE merupakan hasil kali antara faktor konversi (f_c) dengan nilai $CTDI_{vol}$ [8]. Faktor konversi diperoleh dari laporan AAPM report no. 204 [9]. Nilai f_c tergantung pada D_{ef} pasien. Nilai D_{ef} diperoleh dari perhitungan LAT dan AP (cm) seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Ilustrasi gambar CT Scan [10].

Nilai D_{ef} dapat diperkirakan sebelum pemeriksaan dengan menggunakan SPR (*Scanned Projection Radiograph*). Nilai D_{ef} ditentukan dengan menggunakan Persamaan (1).

$$D_{ef} = \sqrt{AP \times LAT} \tag{1}$$

Nilai SSDE secara matematis ditentukan dengan menggunakan Persamaan (2).

$$SSDE = CTDI_{vol} \times f_c \tag{2}$$

Nilai DE merupakan besaran dosis yang digunakan dalam proteksi radiasi untuk mencerminkan resiko terkait dosis. Nilai dosis efektif ditentukan oleh perkalian dosis ekuivalen yang diterima organ dengan faktor bobot organ. Masing-masing organ memiliki faktor bobot organ (W_t) yang berbeda. Untuk organ lensa mata, nilai W_t nya sebesar 0,12 [3]. Nilai dosis ekuivalen dalam penelitian ini digunakan nilai SSDE. Nilai dosis efektif ditentukan dengan menggunakan Persamaan (3).

$$DE = W_t \times SSDE \tag{3}$$

Untuk mendapatkan besarnya risiko katarak yaitu menggunakan rumus persentase, Persamaan (4).

$$\text{Persentase risiko katarak} = \frac{DE}{NBD} \times 100 \% \tag{4}$$

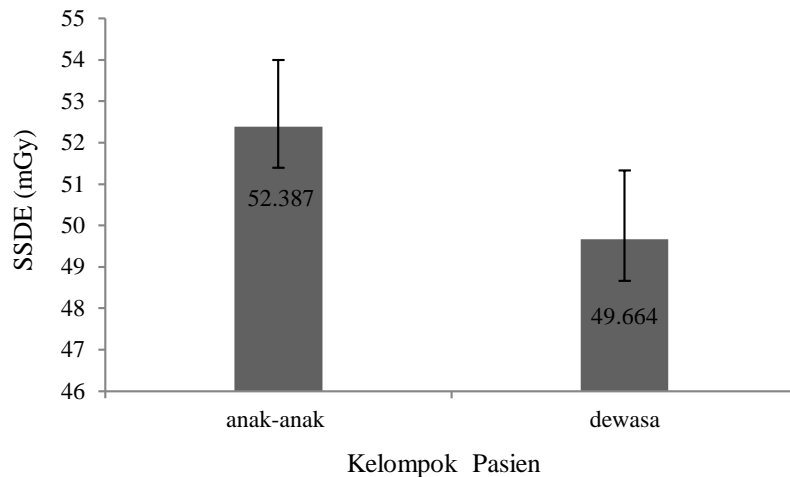
4. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil Penelitian menggunakan pesawat CT Scan kepala diperoleh 60 sampel data berupa data citra yang memuat informasi data pasien, nilai $CTDI_{vol}$, panjang sisi AP, dan panjang sisi LAT yang terdiri atas 30 data pasien untuk kelompok anak-anak usia 5-14 tahun dan 30 data pasien untuk kelompok dewasa usia 15-50 tahun. Dari data tersebut diperoleh nilai rata-rata dan standar deviasi dari masing-masing variabel yaitu nilai rata-rata AP, LAT, $CTDI_{vol}$ dan SSDE seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai rata-rata diameter AP, LAT, $CTDI_{vol}$, SSDE dari 2 kelompok usia kelompok umur.

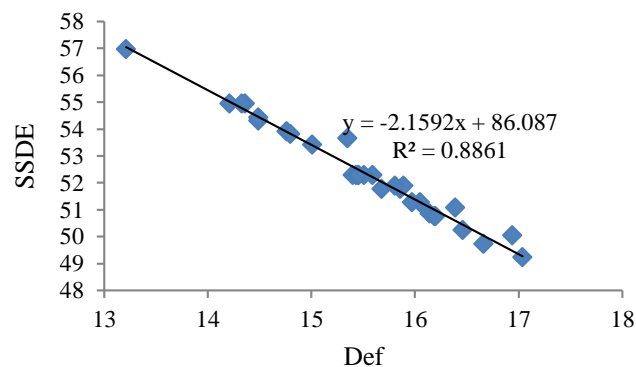
Kelompok Umur (Th)	Nilai Rata-rata			
	Diameter AP (cm)	Diameter LAT (cm)	$CTDI_{vol}$ (mGy)	SSDE (mGy)
5-14	16,552 ± 1,0Z12	14,538 ± 1,001	50,880 ± 0,246	52,387 ± 1,604
15-50	18,308 ± 1,302	15,626 ± 0,699	50,954 ± 0,357	49,664 ± 1,671

Perbandingan nilai SSDE pasien anak-anak dan dewasa dalam bentuk grafik batang seperti ditunjukkan pada Gambar 2.

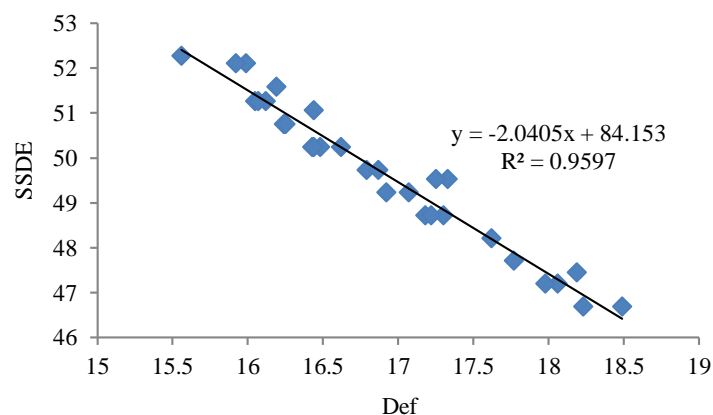


Gambar 2. Perbandingan SSDE anak-anak dan dewasa.

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa besar nilai SSDE pasien anak-anak lebih besar daripada pasien dewasa. Hal ini disebabkan oleh pengaruh nilai D_{ef} . Nilai D_{ef} digunakan untuk menentukan nilai faktor konversi. Pada Gambar 3 akan ditunjukkan hubungan antara nilai D_{ef} dengan nilai SSDE pada pasien anak-anak dan dewasa.



Gambar 3. Hubungan antara nilai SSDE dan D_{ef} untuk anak-anak.



Gambar 4. Hubungan antara nilai SSDE dan D_{ef} untuk dewasa.

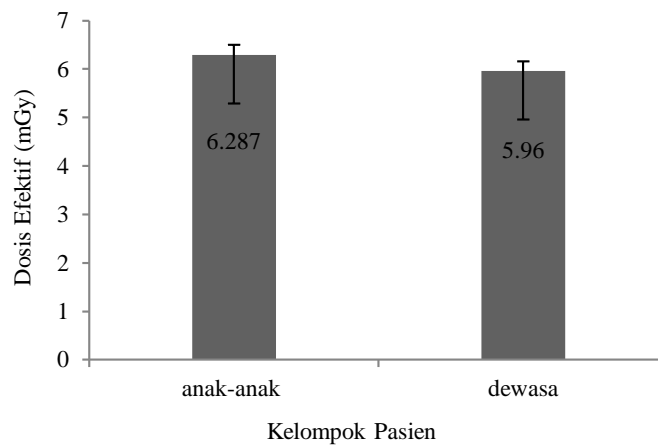
Hubungan antara D_{ef} dan SSDE untuk pemeriksaan CT Scan kepala ditunjukkan pada Gambar 3 pada pasien anak-anak dan Gambar 4 pada pasien dewasa. Untuk mempermudah melakukan interpretasi mengenai dua variabel, diperlukan nilai korelasi (R). Gambar 3 dan 4 menunjukkan bahwa nilai R antara D_{ef} dan SSDE dengan $R = 0,8861$ untuk anak-anak dan $R = 0,9597$ untuk dewasa, yang berarti ada korelasi yang kuat, bahwa semakin besar nilai D_{ef} maka nilai SSDE semakin menurun dan sebaliknya. Hal ini

dikarenakan pengaruh dari nilai f_c dalam memperoleh nilai D_{ef} . Berdasarkan AAPM nilai f_c akan menurun dengan meningkatnya D_{ef} . Oleh karena itu nilai SSDE akan menurun dengan peningkatan D_{ef} . Hal ini diperkuat oleh penelitian yang telah dilakukan oleh Choirul Anam [11] bahwa nilai SSDE akan menurun dengan bertambahnya nilai D_{ef} dalam kasus CT Scan kepala dengan nilai $CTDI_{vol}$ konstan. Untuk mendapatkan besar faktor risiko peluang terjadinya katarak sebelumnya harus mengetahui besar dosis yang diterima organ lensa mata dengan Persamaan (3). Nilai DE diperoleh dari perkalian nilai SSDE dengan W_t . Untuk lensa mata besar nilai W_t sebesar 0,12 berdasarkan Publikasi 103 ICRP [12].

Tabel 2. Nilai rata-rata dosis efektif organ lensa mata.

No	Usia	DE (mGy)
1	Anak-anak	$6,287 \pm 0,218$
2	Dewasa	$5,960 \pm 0,19$

Perbandingan dosis efektif lensa mata pasien anak-anak dan dewasa dapat ditunjukkan dalam bentuk grafik batang seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Dosis efektif pada organ lensa mata.

Pada Tabel 2 dan Gambar 5 ditunjukkan bahwa dosis yang diterima lensa mata pasien anak-anak lebih besar dari dosis yang diterima pasien dewasa. Dosis rata-rata yang diterima organ lensa mata kelompok anak-anak ($6,287 \pm 0,218$) mGy dan untuk kelompok dewasa sebesar ($5,960 \pm 0,192$) mGy. Peluang terjadinya katarak padapenelitian ini masih kecil, karena dosis yang diterima organ lensa mata masih di bawah rekomendasi ICRP yaitu 500 mGy. Untuk mendapatkan persentase risiko terjadinya katarak pada lensa mata dengan menggunakan Persamaan (5).

Tabel 3. Persentase risiko katarak.

No	Usia	Rata-rata (%)
1	Anak-anak	$1,257 \pm 0,044$
2	Dewasa	$1,192 \pm 0,040$

Pada Tabel 3 diketahui bahwa persentase risiko terjadinya katarak untuk anak-anak sebesar ($1,257 \pm 0,044$) % dan untuk kelompok dewasa ($1,192 \pm 0,040$) %. Berdasarkan hasil tersebut maka pemeriksaan CT Scan kepala pada penelitian ini memiliki risiko terjadinya katarak yang kecil dan dapat dikategorikan aman, akan tetapi upaya untuk menurunkan dosis yang diterima pasien harus selalu dilakukan dengan tetap memperhatikan aspek manfaat diagnosis pada pasien yang menjalani pemeriksaan CT Scan kepala.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa nilai SSDE yang diperoleh untuk kelompok anak-anak sebesar ($52,387 \pm 1,604$) mGy dan untuk kelompok dewasa sebesar ($49,664 \pm 1,671$) mGy. Nilai SSDE untuk kelompok anak-anak lebih besar dibandingkan dengan kelompok dewasa. Nilai SSDE akan menurun dengan bertambahnya nilai D_{ef} . Besar DE yang diterima organ lensa mata kelompok

anak-anak sebesar $(6,287 \pm 0,218)$ mGy dan untuk kelompok dewasa sebesar $(5,960 \pm 0,192)$ mGy. Persentase risiko terjadinya katarak untuk kelompok anak-anak sebesar $(1,257 \pm 0,044)\%$ dan untuk kelompok dewasa sebesar $(1,192 \pm 0,040)\%$. Resiko terjadinya katarak pada penelitian ini masih dalam persentase yang kecil dan masih di bawah nilai standar yang ditetapkan ICRP tahun 2011 yaitu nilai batas dosis organ lensa mata sebesar 500 mGy.

Ucapan Terimakasih

Penulis berterimakasih kepada direktur Rumah Sakit Umum Bali Jimbaran dan seluruh staff instalasi radiologi RSU Bali Jimbaran karena telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian. Kepada Bapak dosen di Program Studi Fisika, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana atas bimbingan yang telah diberikan.

Pustaka

- [1] Munir Misbahul, Dosis Radiasi Dan Faktor Resiko Pada Pemeriksaan Computed Tomography Scan Whole Abdomen 3 Fase, *Skripsi*, Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia, 2011.
- [2] Apriantoro dkk, Dosis Radiasi Lensa Mata Pada Pemotretan Orbita Postero Anterior (PA) Axial dan PA Axial Reverse, *Trijurnal Lemlit Trisakti*, Jurusan Radiodiagnostik dan Radioterapi, Politeknik Kesehatan Kemenkes Jakarta II, 2019.
- [3] ICRP, The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological protection. *ICRP Publication 103*, 2019, Ann ICRP 37 (2-4).
- [4] Kalender, Dose In X-Ray Computed Tomography, *Phy Med Biol*, 2014, 59 hal RI 29-RI 50.
- [5] E. Manzil, Faktor Phantom dan Estimasi Dosis Efektif dari Hasil Pengukuran Computer Tomography Dose Index (CTDI), *Skripsi*, Program Studi Fisika, Peminatan Fisika Medis dan Biofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, 2011.
- [6] Hiswara Eri, Proteksi Radiasi Lensa Mata, *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir PTNBR – BATAN Badung* 04 Juli 2013.
- [7] ICRP, Statement on Tissue Reactions, *ICRP ref 4825-3093-1464*, 2011.
- [8] Latifah Risatul, Penetapan Local Diagnostic Reference (LDRL) Pasien Padiatrik Pada Pemeriksaan CT Kepala Berdasarkan Nilai SSDE. *Ejournal Undip*. Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Air langga Surabaya, 2019.
- [9] America Associatio of Psicists in Medicine, Basic Quality Control in Diagnostic Radiolog, *AAPM Report No.4*, New York, 1977.
- [10] Rusmanto dkk, Pedoman Teknis Penyusunan Tingkat Panduan Paparan Medik atau Diagnostic Reference Level (DRL) Nasional, Pusat Pengkajian Sistem dan Teknologi Pengawasan Fasilitas Radiasi dan Zat Radioaktif Badan Pengawas Tenaga Nuklir, 2011
- [11] Anam Choirul dkk, A fully automated calculation of size-specific dose estimates (SSDE) in thoracic and head CT examinations, *Journal of Physics Conference Series*, vol. 694, Conference 1, 2016.
- [12] A. Fuziyah, Pengaruh Variasi Rotation Time Terhadap Nilai DLP (Dose Length Product) Dan Image Noise Pada Pesawat MSCT 128 Slice, *Skripsi*, Fakultas Vokasi Universitas Airlangga, 2016.