

## Pemantauan Dosis Serap Radiasi Sinar-X Pada Pemeriksaan Toraks

### Monitoring the Absorption Dose of X-ray Radiation on the Thoracic Examination

I Made Hendra Hadinata<sup>1</sup>, Ni Nyoman Rupiasih<sup>2\*</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali, Indonesia 80361

Email: [hendrahadinata@student.unud.ac.id](mailto:hendrahadinata@student.unud.ac.id): \*[rupiasih@unud.ac.id](mailto:rupiasih@unud.ac.id)

**Abstrak** – Telah dilakukan penelitian pemantauan dosis serap radiasi sinar-X yang diterima pasien pemeriksaan toraks. Nilai dosis serap yang diterima pasien dihitung dari data faktor eksposi yang terdiri dari tegangan tabung (kV), arus tabung (mA), waktu (s), dan jarak pemeriksaan (m). Data diperoleh dari 130 pasien laki-laki dan 60 pasien perempuan, yang melakukan pemeriksaan toraks dengan posisi postero anterior (PA). Dosis serap yang diterima pasien laki-laki dan perempuan dibandingkan dengan nilai maksimum dosis serap yang ditetapkan oleh BAPETEN untuk pemeriksaan toraks pada pasien dewasa, yaitu 0,4 mGy. Perbedaan dosis serap yang diterima pasien laki-laki dan perempuan diidentifikasi dengan uji-T dua sampel bebas dengan tingkat signifikansi 0,05. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis radiasi sinar-X yang diterima pasien laki-laki dan perempuan masih berada di bawah nilai maksimum dosis serap yang ditetapkan oleh BAPETEN, dan dari hasil uji-T menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan terhadap dosis serap yang diterima pasien laki-laki dan perempuan.

**Kata kunci:** Sinar-X, Toraks, Faktor eksposi, Dosis serap, Postero Anterior

**Abstract** – The study of monitoring the absorption dose of X-ray radiation received by thoracic examination patients has been conducted. The absorbance dose received by the patient is calculated from the exposure factor data consisting of electric voltage (kV), current (mA), time (s), and examination distance (m). Data were obtained from 130 male patients and 60 female patients, who performed thoracic examinations in a Posterior Anterior (PA) position. The absorbed dose received by male and female patients is compared with the maximum absorbed dose determined by BAPETEN for thoracic examinations on adult patients, which is 0.4 mGy. Differences in the absorbed dose received by male and female patients were identified by the T-test of two free samples with a significance level of 0.05. The results showed that the dose of X-ray radiation received by male and female patients was still below the maximum absorbed dose determined by BAPETEN, and the results of the T-test showed no significant difference in the absorbed dose received by male and female patients.

**Keywords:** X-rays, Thorax, Exposure factor, Absorbed dose, Posterior Anterior

#### 1. Pendahuluan

Radiasi adalah pancaran energi dalam bentuk gelombang atau partikel yang dipancarkan oleh sumber radiasi [1]. Radiasi telah banyak diaplikasikan dalam bidang medik, industri, riset, pertanian, dan energi. Menurut data Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) bidang medik merupakan bidang yang paling banyak memanfaatkan radiasi [2]. Unit pelayanan radiologi adalah bidang medik yang memanfaatkan radiasi, terutama sinar-X yang digunakan dalam teknologi pencitraan [3].

Sinar-X dapat memberikan manfaat dalam mendiagnosis suatu penyakit atau kelainan organ tubuh lebih awal [4]. Informasi tubuh lebih mudah diperoleh tanpa memerlukan operasi bedah. Berbagai jenis pemeriksaan bisa dilakukan seperti foto *abdomen*, *extremity*, *skull*, toraks, dan organ tubuh lainnya. Selain memberikan manfaat, sinar-X juga berbahaya bagi manusia karena mampu menimbulkan efek radiasi, contohnya pada kulit seperti *deskamuasi*, *epilasi*, dan *eritema*. Radiasi sinar-X juga memberikan efek jangka panjang berupa pemicu *carsinogenik* atau induksi kanker pada manusia [5].

Faktor keselamatan merupakan hal yang penting untuk memperkecil risiko dan dampak yang muncul akibat pemanfaatan radiasi sinar-X. Penerapan aspek manajemen keselamatan radiasi merupakan

tindakan untuk melindungi pasien, pekerja, dan anggota masyarakat dari bahaya radiasi [4]. Telah banyak penelitian yang dilakukan untuk menekan risiko dan dampak dari radiasi sinar-X. Hiswara dkk (2015) melaporkan bahwa dosis radiasi yang diterima 130 pasien yang menjalani pemeriksaan toraks (AP/PA) pada pemeriksaan rutin sinar-X radiologi diagnostik di tiga rumah sakit di Makasar, Sukabumi, dan Pontianak lebih rendah dari tingkat panduan diagnostik yang berlaku di Indonesia [2]. Evi Widayati (2013) melaporkan bahwa dosis serap radiasi yang diterima pasien anak yang melakukan pemeriksaan toraks di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Paru Jember masih di bawah batas maksimal dari yang diijinkan oleh *United Nation Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation* (UNSCEAR), selain itu tidak terdapat perbedaan dosis radiasi yang diterima pasien anak laki-laki dengan anak perempuan usia 1-15 tahun [5]. Purba (2018) melaporkan bahwa pasien anak-anak, remaja, dan dewasa yang melakukan pemeriksaan toraks di Unit Radiologi Rumah Sakit Estomihi Medan menerima dosis serap yang lebih besar dari batas dosis yang ditetapkan Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) [6]. Daryati, dkk (2019) melaporkan bahwa pasien anak dengan rentang usia 1-9 tahun yang melakukan pemeriksaan toraks di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Paru dr. Ario Wirawan Salatiga menerima dosis serap yang lebih besar dari batas dosis yang ditetapkan UNSCEAR sedangkan untuk rentang 10-15 tahun menerima dosis serap sesuai dengan batas yang ditentukan [7]. Walaupun terdapat batasan dosis radiasi yang dianjurkan dalam pemeriksaan radiografi diagnostik, tetapi dalam prakteknya masih terdapat pasien yang menerima dosis radiasi melebihi batas dosis yang ditetapkan. Berdasarkan hal tersebut maka studi pemantauan dosis serap radiasi sinar-X pada pemeriksaan toraks sangatlah penting dilakukan sebagai upaya proteksi radiasi terhadap pasien. Pemantauan dilakukan dengan membandingkan dosis serap radiasi yang diterima pasien pemeriksaan toraks dengan tingkat panduan dosis radiografi diagnostik yang ditetapkan BAPETEN, yaitu 0,4 mGy dan juga menganalisa perbedaan dosis serap radiasi yang diterima pasien laki-laki dan perempuan pada usia di atas 15 tahun.

## 2. Landasan Teori

### 2.1 Sinar-X

Sinar-X ditemukan oleh Wilhelm Conrad Roentgen pada tahun 1895 saat melakukan eksperimen dengan sinar katoda. Sinar-X merupakan gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang sangat pendek ( $1\text{\AA}=10^{-8}\text{ cm}$ ) sehingga memiliki daya tembus yang besar, hal inilah yang menyebabkan sinar-X dapat menembus bahan dan digunakan dalam radiografi [8]. Dalam pemeriksaan radiografi, sinar-X akan mengalami peristiwa hamburan, penyerapan, dan transmisi. Hamburan dan transmisi sinar-X akan berpengaruh pada kualitas radiograf yang dihasilkan, sedangkan sinar-X yang diserap akan berpengaruh pada dosis radiasi yang diterima pasien [9].

### 2.2 Dosis Serap

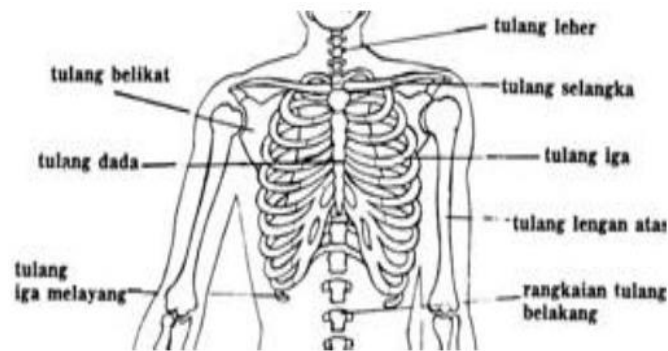
Dosis serap adalah jumlah energi yang diserap persatuan massa bahan yang menerima penyinaran [10]. Dalam prakteknya, faktor eksposi mempengaruhi besarnya radiasi yang dihasilkan atau berhubungan dengan dosis paparan [5]. Faktor eksposi terdiri dari tegangan tabung (kV), arus tabung (mA), dan waktu penyinaran (s). Besarnya dosis paparan secara matematis dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (1) [11],

$$X = P \frac{V^2 i t}{d^2} \quad 1)$$

dimana  $X$  adalah dosis paparan (mR),  $d$  adalah jarak fokus permukaan (cm),  $V$  adalah tegangan pada tabung (kV),  $i$  adalah arus tabung (mA),  $t$  adalah waktu eksposi (s), dan  $P$  adalah konstanta kesebandingan yaitu 15 [11]. Dosis paparan dalam mR dikonversi ke dalam satuan dosis serap mGy, dimana 1 mR sama dengan 87,7 mGy [10].

### 2.3 Pemeriksaan Toraks

Toraks merupakan rongga berbentuk kerucut yang membentang dari leher hingga diafragma, dengan ukuran bagian bawah lebih besar dari pada bagian atas dan bagian belakang lebih panjang dari pada bagian depan. Toraks tersusun dari tulang dada, ruas tulang belakang, dan tulang rusuk seperti tampak pada Gambar 1 [5]. Pemeriksaan radiografi toraks dilakukan untuk mengetahui kondisi jantung, paru-paru, mediastinum, dan dinding dada. Posisi pemeriksaan radiografi toraks yang umum dilakukan adalah Postero-Anterior (PA) dan Lateral [12].



**Gambar 1.** Anatomi toraks [5].

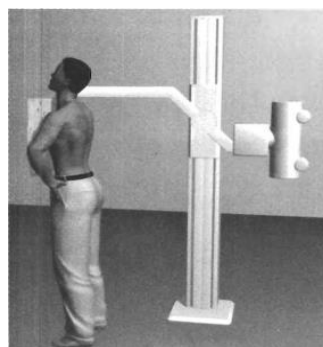
Pemeriksaan toraks memerlukan inspirasi yang cukup, proses inspirasi ini melibatkan paru-paru, dimana volume dan kapasitas paru-paru wanita lebih kecil 20-25% dari pria [13]. Saat terjadi inspirasi volume toraks akan bertambah dan rongga dada akan membesar [14]. Pada pemeriksaan toraks, besarnya dosis serap maksimum yang diijinkan oleh BAPETEN ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Tingkat panduan dosis radiografi diagnostik pasien dewasa [2].

No	Jenis Pemeriksaan	Posisi Pemeriksaan	Dosis Permukaan Masuk per Radiografi (mGy)
1.	Lumbar tulang belakang ( <i>lumbar spine</i> )	AP	10
		LAT	30
		LSJ	40
2.	Perut, urologi intrave-nous kolesitografi	AP	10
3.	Panggul ( <i>Pelvis</i> )	AP	10
4.	Sendi Panggul	AP	10
5.	Paru ( <i>Chest</i> )	PA	0,4
		LAT	1,5
6.	<i>Thoracic spine</i>	AP	7
		LAT	20
7.	Gigi	Periapikal	7
		AP	5
8.	Kepala	PA	5
		LAT	3

### 3. Eksperimen

Pengambilan data faktor eksposi pasien pemeriksaan toraks dilakukan di Klinik Utama Quantum Sarana Medik. Dibuat rekaman medik pasien yaitu nomor foto, jenis kelamin, umur, tinggi, dan berat badan. Posisi pemeriksaan pasien adalah Postero-Anterior (PA), seperti tampak pada Gambar 2.



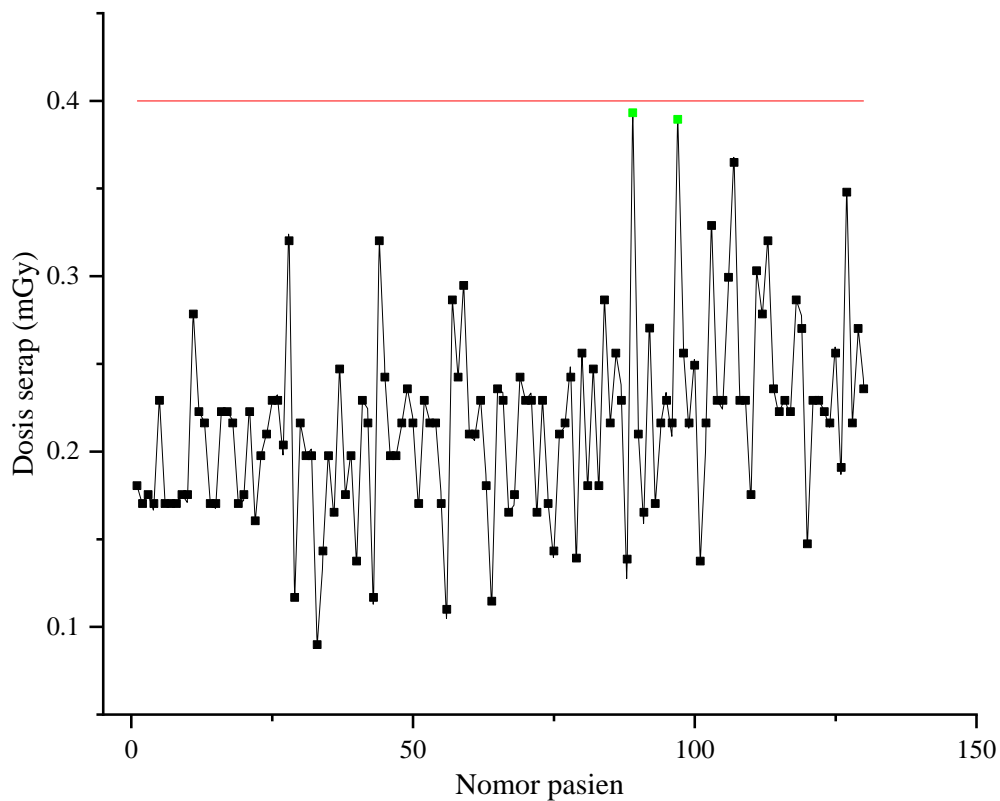
**Gambar 2.** Posisi pasien saat pemeriksaan toraks [15].

Iradiasi sinar-X dilakukan dengan pesawat sinar-X merk Medical Instrument System (MIS). Posisi pemeriksaan atau FFD diatur sebesar 150 cm, faktor eksposi berupa tegangan tabung (kV), arus tabung (mA), dan waktu penyinaran (s) diatur sesuai dengan kebutuhan pemeriksaan oleh radiografer. Proses eksposi dilakukan saat pasien inspirasi, setelah itu proses eksposi selesai. Data pasien yang diperoleh sebanyak 130 pasien laki-laki dan 60 pasien perempuan. Dosis radiasi yang diterima pasien dihitung menggunakan Persamaan (1). Dosis serap yang diterima pasien dibandingkan dengan nilai batas maksimum dosis serap pemeriksaan toraks dari Tabel 1. Perbedaan dosis serap yang diterima pasien laki-laki dan perempuan diidentifikasi menggunakan uji-T dua sampel bebas dengan tingkat signifikansi 0,05. Hipotesis yang diuji adalah hipotesis awal ( $H_0$ ) adalah tidak ada perbedaan dosis serap yang diterima pasien laki-laki dan perempuan, hipotesis alternatif ( $H_1$ ) adalah terdapat perbedaan dosis serap yang diterima pasien laki-laki dan perempuan.

#### 4. Hasil dan Pembahasan

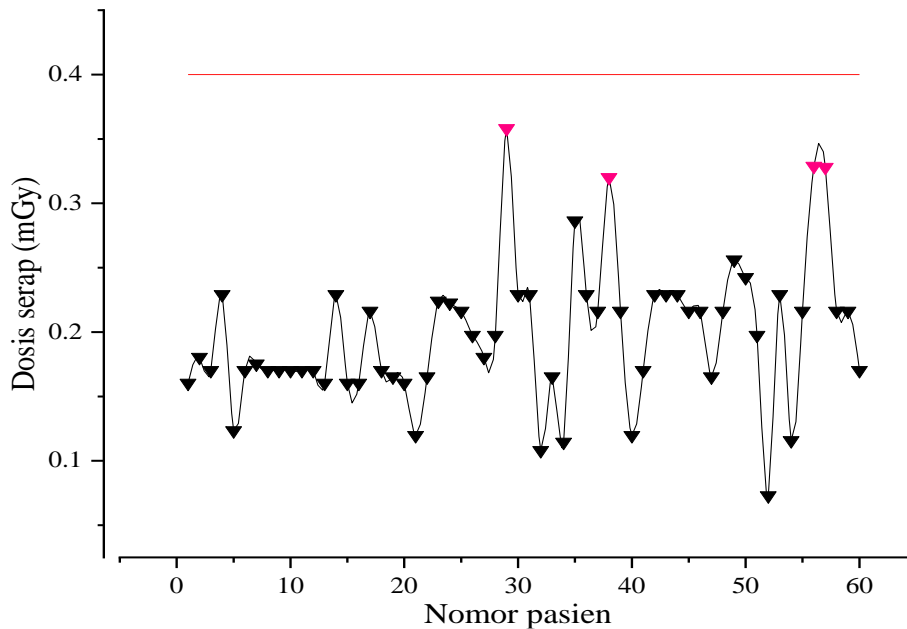
##### 4.1 Dosis serap yang diterima pasien

Dari data faktor eksposi 130 pasien laki-laki dan 60 pasien perempuan dilakukan perhitungan dosis radiasi dengan menggunakan persamaan (1). Hasil perhitungan faktor eksposi dalam satuan dosis paparan mR dikonversi ke dalam satuan dosis serap mGy. Nilai dosis serap diplot dalam grafik dan dibandingkan dengan nilai batas dosis serap untuk pemeriksaan toraks dari Tabel 1. Dosis serap yang diterima pasien laki-laki ditunjukkan pada Gambar 3, sedangkan besarnya dosis serap yang diterima pasien perempuan ditunjukkan pada Gambar 4.



**Gambar 3.** Grafik dosis serap radiasi yang diterima pasien laki-laki.

Dari Gambar 3 tampak bahwa dosis serap yang diterima oleh pasien laki-laki tidak sama dan terdapat dua pasien yang ditandai warna hijau menerima dosis radiasi yang mendekati 0,4 mGy. Hal ini perlu diwaspadai karena dari Tabel 1 pemeriksaan toraks memiliki nilai dosis serap maksimum yang paling rendah dibandingkan pemeriksaan radiologi lainnya, yaitu 0,4 mGy. Hal ini dikarenakan dalam rongga toraks terdapat organ-organ yang sensitif seperti paru-paru, apabila menerima radiasi yang berlebihan dapat menimbulkan efek radiasi yang berbahaya bagi pasien. Namun secara keseluruhan nilai dosis serap yang diterima pasien laki-laki masih berada di bawah nilai maksimum dosis serap pemeriksaan toraks yang ditetapkan BAPETEN untuk pasien dewasa yaitu 0,4 mGy.

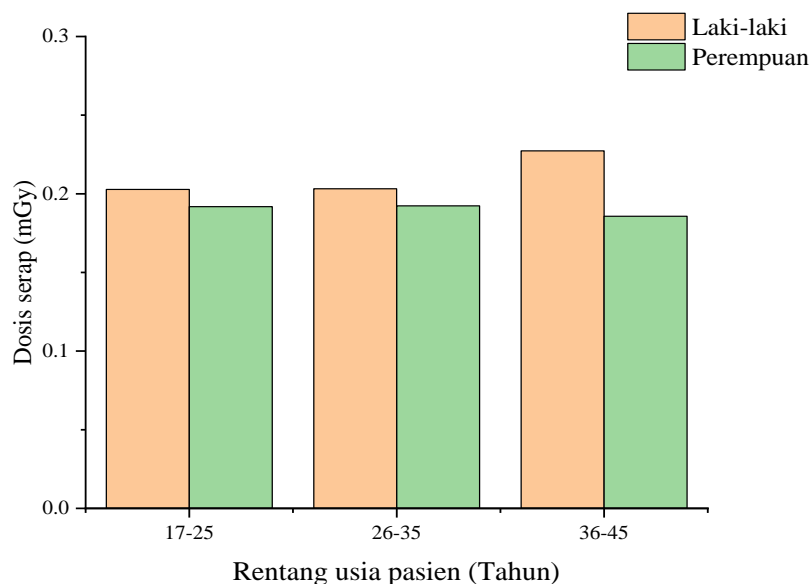


**Gambar 4.** Grafik dosis serap radiasi yang diterima pasien perempuan.

Pada Gambar 4 tampak pasien perempuan telah menerima dosis serap di bawah nilai 0,4 mGy dan hanya 4 pasien yang ditandai warna merah muda menerima lebih dari 0,3 mGy. Secara keseluruhan nilai dosis serap yang diterima pasien perempuan masih berada di bawah nilai maksimum dosis serap untuk pemeriksaan toraks pasien dewasa yang ditetapkan oleh BAPETEN yaitu 0,4 mGy. Oleh karena itu, pasien laki-laki dan perempuan yang melakukan pemeriksaan radiologi toraks di Klinik Utama Quantum Sarana Medik telah menerima dosis serap yang sesuai dengan nilai maksimum dosis serap yang ditetapkan BAPETEN dan bisa terhindar dari efek negatif yang muncul apabila menerima radiasi sinar-X yang lebih besar dari yang ditetapkan BAPETEN.

#### 4.2 Perbedaan dosis serap laki-laki dan perempuan

Identifikasi perbedaan dosis serap yang diterima pasien laki-laki dan perempuan dilakukan untuk pasien dengan usia dan jumlah yang sama. Jumlah pasien untuk usia 17-25 tahun masing-masing diperoleh 39 pasien, usia 26-35 tahun masing-masing diperoleh 7 pasien, dan usia 36-45 tahun masing-masing diperoleh 6 pasien. Perhitungan rata-rata dosis serap yang diterima pasien laki-laki dan perempuan ditunjukkan pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Perbandingan dosis serap pasien laki-laki dan perempuan.

Pada Gambar 5. tampak bahwa dosis serap rata-rata yang diterima pasien laki-laki cenderung lebih besar dari dosis serap rata-rata yang diterima pasien perempuan. Perbedaan dosis serap diuji dengan metode Uji-T dua sampel bebas (*2-tailed*) dengan tingkat signifikansi 0,05. Hasil uji-T menunjukkan nilai signifikansi yang lebih besar dari 0,05 adalah 0,127 dan nilai  $T_{hitung}$  adalah 1,537, dimana nilai-nilai tersebut masih berada dalam rentang nilai  $T_{tabel}$  yaitu dari -1,984 sampai +1,984, sehingga hipotesis awal ( $H_0$ ) diterima, yaitu tidak ada perbedaan dosis serap yang diterima pasien laki-laki dan perempuan.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa besarnya dosis serap radiasi yang diterima pasien laki-laki dan perempuan pemeriksaan toraks di Klinik Utama Quantum Sarana Medik masih berada di bawah nilai maksimum dosis serap yang ditetapkan oleh BAPETEN untuk pemeriksaan toraks. Berdasarkan uji-T dua sampel bebas diperoleh bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara dosis serap radiasi yang diterima pasien laki-laki dan perempuan untuk taraf signifikansi 0,05.

## Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kepada pihak Klinik Utama Quantum Sarana Medik yang telah memberikan ijin dan fasilitas dalam pelaksanaan penelitian dan kepada Bapak dan Ibu dosen di Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Udayana atas bimbingan yang telah diberikan untuk publikasi ini.

## Daftar Pustaka

- [1] R. Aryawijayanti, Susilo, dan Sutikno, Analisis Dampak Radiasi Sinar-X pada Mencit Melalui Pemetaan Dosis Radiasi di Laboratorium Fisika Medik, Jurnal MIPA, vol 38, no .1, 2015, pp. 25-30.
- [2] E. Hiswara, *Buku Pintar Proteksi dan Keselamatan Radiasi di Rumah Sakit*, BATAN Press, 2015.
- [3] A. Musfira, Analisis Perbandingan Dosis Serap Radiasi Foto Thorax Pada Pasien dengan Berbagai Tingkatan Umur, Skripsi, UIN Alauddin Makasar, 2016.
- [4] T. Dianasari, dan H. Koesyanto, Penerapan Manajemen Keselamatan Radiasi di Instalasi Radiologi Rumah Sakit, Unnes Journal of Public, vol 6, no .3, 2017, pp. 174-183.
- [5] E. Widayati. Analisis Dosis Serap Radiasi Foto Thorax Pada Pasien Anak di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Paru Jember, Skripsi, Universitas Jember, 2013.
- [6] H. M. P. Purba, Analisis Dosis Serap, Citra, dan Faktor Ekspose Pada Rontgen Toraks Berdasarkan Usia dan Berat Badan dengan Menggunakan X-Ray Konvensional, Skripsi, Universitas Sumatera Utara, 2018.
- [7] S. Daryati, R. Indrati, dan N. W. Illahi, Gambaran Dosis Serap Pada Pemeriksaan Radiografi Toraks Anak di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Paru dr. Ario Wirawan Salatiga, Jurnal Imejing Diagnostik, vol 5, no. 1, 2019, pp 31-33.
- [8] A. W. Sari dan S. Hartina, Uji Kesesuaian Collimator Beam dengan Berkas Sinar-X Pada Pesawat Raico di Instalasi Radiologi Raden Mattaher Jambi, 2017. Tersedia dari: <http://scholar.google.com>, diakses 6 Januari 2019.
- [9] A. Fahmi, K. S. Firdausi, dan W. S. Budi, Pengaruh Faktor eksposi Pada Pemeriksaan Abdomen Terhadap Kualitas Radioraf dan Paparan Radiasi Menggunakan *Computed Radiography*, Berkala Fisika, vol 11, no .4, 2008, pp 109-118.
- [10] M. Akhadi, *Dasar-Dasar Proteksi Radiasi*, Rineka Cipta, 2000.
- [11] Meredith, W. J. and Massey, J. B, *Fundamental Physics of Radiology 3<sup>rd</sup> Edition*, A John Wright & Sons Ltd. Publication, 1977.
- [12] Kementrian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi, *Penuntun Ketrampilan Klinis Pemeriksaan Radiografi Toraks*, Universitas Andalas, 2016.
- [13] S. Akunsari, Hubungan Antara Paparan Debu Kapas dengan Kejadian Penurunan Kapasitas Fungsi Paru Tenaga Kerja Wanita di PT. Dan Liris Sukoharjo, Skripsi, Universitas Sebelas Maret, 2010.
- [14] W. Fitrianti, Hubungan Antara Ekspansi Thoraks dan Indeks Massa Tubuh dengan  $VO_2Max$  Pada Lanjut Usia (Lansia), Skripsi, Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2013.
- [15] S. Sandstrom, *The WHO Manual of Diagnostic Imaging: Radiographic Technique Projections*, EGC, 2011.