

# Identifikasi Citra Radiografi Sinar-X Pemeriksaan *Thorax* Untuk Penderita *Covid-19* Di Instalasi Radiologi RSUP Prof. I. G. N. G Ngoerah

Asril Hanzani<sup>1</sup>, Gusti Ngurah Sutapa<sup>1\*</sup>, Wayan Balik Sudarsana<sup>2</sup>, Ni Nyoman Ratini<sup>1</sup>, Ni Luh Putu Trisnawati<sup>1</sup>, Winardi Tjahyo Baskoro<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Program Studi Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Udayana, Bali, Indonesia.

<sup>2</sup>Instalasi Radioterapi RSUP Prof. I.G.N.Ngoerah Denpasar, Indonesia

Received: 05 February 2024

Revised: 25 July 2024

Accepted: 30 July 2024

Corresponding Author:

Gusti Ngurah Sutapa

[sutapafis97@unud.ac.id](mailto:sutapafis97@unud.ac.id)

© 2024 Kappa Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License



DOI:

<https://doi.org/10.29408/kpj.v8i2.25290>

**Abstract:** Coronavirus Disease 2019 (Covid-19) merupakan penyakit menular yang disebabkan oleh virus Sars-Cov-2. Gejala yang ditimbulkan antara lain demam, batuk kering, dan sesak napas. Berbagai upaya penanganan dan pencegahan dilakukan oleh tenaga medis di Indonesia. Salah satu rumah sakit yang ikut andil menangani hal tersebut adalah RSUP Prof. Dr. I. G. N. G Ngoerah yang ada di Provinsi Bali menggunakan pemeriksaan thorax dengan pesawat sinar-X (rontgen). Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data sekunder yaitu 30 data pasien non-Covid-19 dan 30 data pasien Covid-19 di RSUP Prof. Dr. I. G. N. G Ngoerah pada tahun 2020 sampai dengan tahun 2022 dengan membandingkan hasil citra pasien secara kualitatif dari pembacaan dokter radiolog dan secara kuantitatif dilihat dari nilai Efektif Dose (ED) dan Indeks Exposure (IE). Dari hasil citra, pasien covid-19 menunjukkan adanya bercak-bercak putih pada bagian paru-paru dan dari hasil pembacaan dokter rata-rata pasien covid-19 mengalami pneumonia atau peradangan pada paru-paru sedangkan pada pasien non-covid-19 tidak mengalami pneumonia. Secara kuantitatif rata-rata nilai ED pada pasien non-covid-19 lebih besar dibandingkan pada pasien covid-19. Secara berturut-turut yaitu  $0,1267 \pm 0,00653$  mSv dengan nilai minimum 0,0694 serta nilai maximum 0,214 dan  $0,0914 \pm 0,0311$  mSv minimum 0,0096 serta maximum 0,706. namun nilai IE pada pasien covid-19 lebih besar dibandingkan dengan pasien non-covid-19, yaitu  $267,3 \pm 9,059$  mSv dengan nilai minimum 202 mSv dan maximum 396,1 mSv. Sedangkan pasien non-Covid-19 besar nilai minimum 129 mSv dan maximum 172,9 mSv dengan rata-rata  $146,467 \pm 2,45$  mSv, dengan persentase perbandingan yaitu 35%:65%. Untuk menunjang terhadap perbedaan yang terjadi maka dilakukan uji statistik menggunakan T-test statistik nonparametric. Syarat signifikansi  $Asimp.Sig < 0,05$  menunjukkan perbedaan yang signifikan antara IE pasien non-Covid-19 dengan IE pasien Covid-19. Sehingga hasil statistik juga mendukung terhadap hasil pembacaan IE pada citra radiografi bahwa terjadi perbedaan yang signifikan antara nilai IE pada citra radiografi pasien non-Covid-19 dengan pasien Covid-19.

**Keywords:** Covid-19, Pesawat sinar-X, Citra radiografi, ED, IE

## Pendahuluan

*Coronavirus Disease 2019 (Covid-19)* merupakan penyakit menular yang disebabkan oleh virus Sars-Cov-2, penularannya melalui hewan dan manusia (zoonosis). Kasus *Covid-19*

pertama kali muncul di Wuhan, Cina, pada akhir 2019 dan menjadi fenomena global. Gejala *Covid-19* antara lain demam, batuk kering, dan sesak napas. Beberapa pasien juga mengalami kecapekan, lemas, kehilangan daya penciuman, diare, serta

## How to Cite:

Hanzani, A., Sutapa, G. N., Sudarsana, W. B., Ratini, N. N., Trisnawati, N. L. P., & Baskoro, W. T. (2024). Identifikasi Citra Radiografi Sinar-X Pemeriksaan *Thorax* Untuk Penderita *Covid-19* Di Instalasi Radiologi RSUP Prof. I. G. N. G Ngoerah. *Kappa Journal*, 8(2), 180-186. <https://doi.org/10.29408/kpj.v8i2.25290>

tanpa gejala. Meskipun gejala *Covid-19* terbilang ringan, namun penyebarannya sangatlah cepat, tercatat sampai dengan 25 Februari 2023, 78.390.564 kasus *Covid-19* yang dikonfirmasi, termasuk 6.859.093 kematian yang dilaporkan ke WHO (*World Health Organization*) (WHO, 2023). Setelah kasus positif *Covid-19* dikonfirmasi masuk ke Indonesia pada awal tahun 2020, pemerintah segera sigap mengerahkan tenaga medis yang ada diseluruh Indonesia untuk ikut andil dalam melakukan berbagai upaya baik pencegahan ataupun penanganan terhadap masyarakat yang terindikasi *Covid-19*.

Data kasus *Covid-19* di Bali tercatat hingga 10 Maret 2023 mencapai 172.725 sedangkan yang meninggal sebanyak 4.882 orang. Salah satu Rumah sakit di Bali yang menangani kasus *Covid-19* adalah RSUP Prof. Dr. I. G. N. G Ngoerah dengan menggunakan pemeriksaan *thorax* dengan pesawat sinar-X (rontgen). Hasil pemeriksaan radiologi *thorax* diperlukan untuk mengevaluasi perubahan yang terjadi ketika seseorang terpapar virus *Covid-19*. Kondisi paru-paru penderita *Covid-19* dapat dilihat dari hasil rontgen yang menunjukkan adanya bercak-bercak putih di paru-paru. Infeksi virus *Covid-19* dimulai dari tenggorokan sampai alveolus. Kondisi tersebut menyebabkan paru-paru mengalami *pneumonia* atau peradangan dan membengkak hingga akhirnya terisi cairan. Pada pasien *non-Covid-19* hasil citra menunjukkan paru-paru yang didominasi warna hitam, karena warna hitam menunjukkan udara pada paru-paru (ciputrahospital.com, 2021).

Pemeriksaan radiologi *thorax* sangat membantu untuk penilaian dan tindak lanjut penyakit *Covid-19* yang memberikan dokter Gambaran yang akurat untuk memantau perkembangan penyakit serta penegakan diagnosis pada pasien yang terinfeksi *Covid-19* (Yasin dkk, 2020). Radiografi *thorax* menghasilkan citra digital radiografi diarea dada seperti paru-paru, jantung, dan tulang rusuk. Tenaga medis, dalam meninjau keadaan paru-paru dan saluran pernapasan pasien, dilakukan melalui foto rontgen (Stoigannos dkk, 2020).

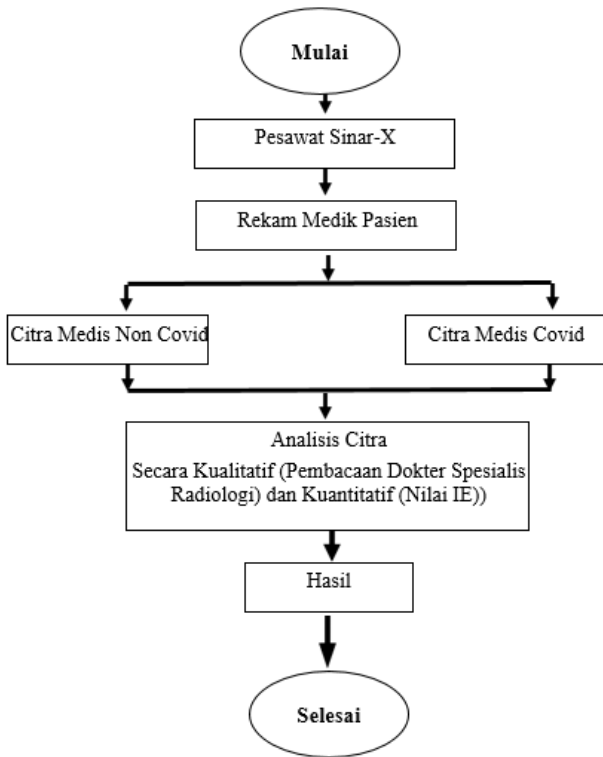
Pesawat sinar-X (rontgen) adalah suatu alat yang digunakan untuk melakukan diagnosis medis dengan memanfaatkan sinar-X. Sinar-X yang dipancarkan dari tabung diarahkan pada bagian

tubuh yang diperiksa. Berkas sinar-X tersebut menembus bagian tubuh dan ditangkap oleh film sehingga terbentuk Gambar dari bagian tubuh yang disinari (Sianturi, dkk, 2018). Ada tiga parameter pengoperasian pesawat sinar-X yang sangat berpengaruh terhadap penerimaan dosis oleh pasien yaitu tegangan tabung (kV), kuat arus tabung (mA) dan waktu eksposi (s). Tegangan tabung mempengaruhi kualitas sedangkan kuat arus waktu mempengaruhi kuantitas sinar-X yang dikeluarkan (Wiharja dkk, 2019). Efektif Dose (ED) merupakan dosis efektif yang mengenai organ (Jusmawati, 2021). Rozanah, dkk (2015) menjelaskan analisis citra radiografi sinar-X dapat dilakukan dengan analisis kualitatif yaitu pembacaan dari dokter spesialis radiologi sedangkan analisis secara kuantitatif dilihat dari *Indeks Exposure* (IE) yaitu nilai dari ukuran jumlah radiasi yang diterima oleh imaging plate.

Berdasarkan uraian di atas, sangat penting untuk mengetahui perbedaan citra radiografi sinar-X pada penderita *Covid-19* dengan *non-Covid-19* secara kualitatif dan kuantitatif. Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui apakah terdapat *pneumonia* pada pasien *Covid-19* dibandingkan dengan pasien *non-Covid-19* secara kualitatif dari pembacaan citra radiografi sinar-X oleh dokter spesialis radiologi serta mengetahui perbandingan nilai IE secara kuantitatif antara citra radiografi sinar-X pasien *non-Covid-19* dengan pasien *Covid-19*.

## Metode

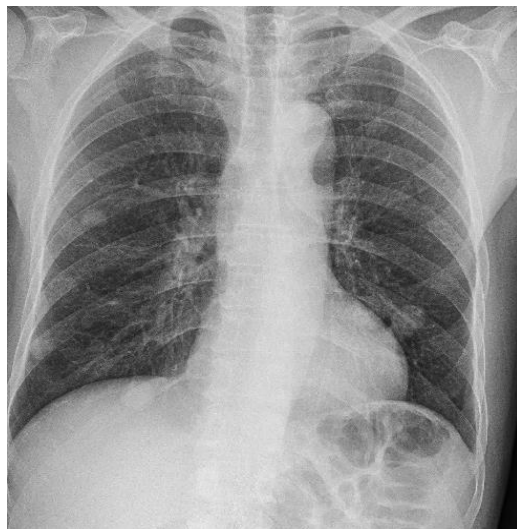
Penelitian ini dilakukan di Instalasi Radiologi RSUP Prof. Dr. I.G.N.G. Ngoerah. Alat yang digunakan adalah pesawat sinar-X yang ada di instalasi tersebut. Data yang digunakan adalah data sekunder dari 60 pasien rontgen *thorax*, diantaranya 30 pasien *non-Covid-19* dan 30 pasien *Covid-19* di Instalasi radiologi RSUP Prof. Dr. I. G. N. G Ngoerah pada kurun waktu tahun 2020 sampai dengan tahun 2022. Adapun variabel terikat pada penelitian ini adalah pembacaan hasil citra pasien secara kualitatif dan kuantitatif, variable bebas yaitu tegangan tabung (kV) kuat arus tabung (mA) dan waktu pancaran (s), dan variable control yaitu suhu, kelembaban dan pencahayaan pada ruangan pemeriksaan. Secara ringkas, diagram alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



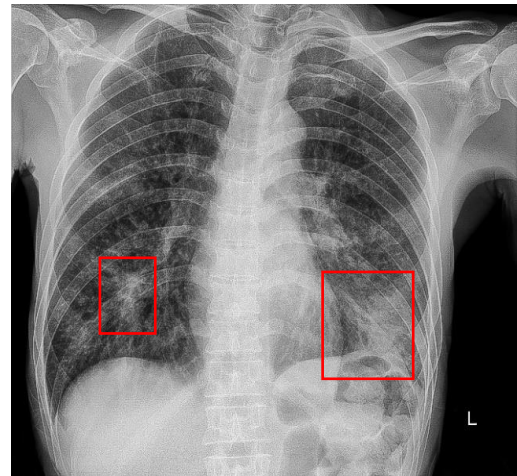
Gambar 1. Diagram alir penelitian

**Hasil dan Pembahasan**

Penelitian dilakukan pada pemeriksaan *throrax* terhadap 30 pasien *non-Covid-19* dan 30 pasien *Covid-19*. Berikut merupakan contoh citra radiografi pemeriksaan *throrax* pasien *non-Covid-19* dan pasien *Covid-19*.



(a)



(b)

Gambar 1. (a) Citra radiografi *throrax* pasien *non-Covid-19* dan (b) Citra radiografi *throrax* pasien *Covid-19*

Citra radiografi pada Gambar 1 menunjukkan perbedaan, dimana pada citra pasien *Covid-19* terdapat bercak-bercak putih yang ditandai dengan kotak merah pada Gambar 1(b), hal tersebut disebabkan oleh infeksi virus Sars-Cov-2. Selanjutnya dari citra-citra tersebut dapat diambil data pemeriksaan yang lain yaitu, tegangan (kV), arus (mAs), *Efektif Dose* (ED), dan *Indeks Exsposure* (IE) seperti yang terdapat pada Tabel 1 dan Tabel 2 berikut.

Tabel 1. Data pemeriksaan *throrax* pasien *non-Covid-19*

No	Umur	Tegangan (kV)	Kuat Arus (mAs)	ED (mSv)	IE (mSv)
1.	60	110	1,4	0,1217	130,3
2.	44	110	0,8	0,0694	131,9
3.	58	110	1,5	0,1392	134,5
4.	50	110	1,4	0,1392	134,9
5.	66	110	1,8	0,1861	136,8
6.	52	110	1,6	0,1466	136,9
7.	34	110	1,6	0,1413	137,5
8.	48	110	1,4	0,1300	137,6
9.	67	110	1,5	0,1374	138,1
10.	23	110	1,3	0,1099	138,3
11.	59	110	1,4	0,1128	140,0

12.	63	110	1,1	0,0890	140,1
13.	60	110	1,4	0,1326	140,5
14.	44	110	1,3	0,1076	142,6
15.	39	110	1,3	0,1314	142,8
16.	42	110	1,3	0,1034	144,5
17.	48	110	1,1	0,1047	148,5
18.	33	110	1,9	0,2142	149,3
19.	56	110	1,5	0,1401	150,1
20.	36	110	1,3	0,1235	152,3
21.	57	110	1,5	0,1576	155,4
22.	46	110	1,3	0,0902	166,8
23.	18	110	0,8	0,0789	167,5
24.	34	110	1,3	0,1785	169,3
25.	55	110	1,1	0,1011	170,8
26.	48	110	0,9	0,0706	172,0
27.	68	110	1,5	0,1295	172,9
28.	25	110	1,5	0,1335	139,3
29.	79	110	1,0	0,0840	143,3
30.	70	110	2,0	0,1984	129,2

**Tabel 2.** Data pemeriksaan *thorax* pasien *Covid-19*

No.	Umur	Tegangan (kV)	Kuat Arus (mAs)	ED (mSv)	IE (mSv)
1.	90	80	4,0	0,0969	202,0
2.	71	67	6,0	0,0148	213,0
3.	37	74	4,0	0,0721	220,5
4.	30	72	3,0	0,0787	221,6
5.	53	75	3,0	0,0995	222,3
6.	33	73	2,0	0,0695	225,7
7.	67	74	4,0	0,0468	227,2
8.	63	70	4,0	0,0379	227,3
9.	63	74	4,0	0,0177	231,2
10.	57	72	4,0	0,0120	232,6
11.	73	73	3,0	0,0260	233,9
12.	31	73	4,0	0,0640	238,8
13.	48	78	4,0	0,0599	251,0
14.	44	77	4,0	0,0610	251,1
15.	37	78	4,0	0,0260	252,0
16.	27	73	2,0	0,0099	254,0
17.	54	73	4,0	0,0138	266,0
18.	62	70	4,0	0,1740	266,2
19.	76	76	4,0	0,0198	268,6
20.	60	70	4,0	0,0496	273,3
21.	32	73	4,0	0,0243	278,2
22.	40	73	4,0	0,0244	279,0

23.	19	70	4,0	0,0103	280,5
24.	78	75	4,0	0,0153	308,1
25.	64	79	4,0	0,0244	308,8
26.	42	80	4,0	0,7060	353,1
27.	78	66	4,0	0,0814	317,5
28.	50	81	4,0	0,7010	352,8
29.	59	75	4,0	0,0139	367,0
30.	57	72	4,0	0,0931	396,1

Dari Tabel 1 dan 2 dapat dilihat bahwa nilai IE pasien *Covid-19* secara umum lebih besar dari pada nilai IE pasien *non-Covid-19* dan berbanding terbalik dengan nilai ED dimana nilai ED pasien *non-Covid-19* lebih besar dibandingkan nilai ED pasien *Covid-19*. Pada Tabel 2 dibawah merupakan perbandingan nilai IE dan ED pasien pasien *non-Covid-19* dan pasien *Covid-19*.

**Tabel 3.** Perbandingan nilai IE dan ED pada pasien *non-Covid-19* dan pasien *Covid-19*.

Pemeriksaan		<i>Non-Covid-19</i>	<i>Covid-19</i>
ED (mSv)	Minimum	0,0694	0,0099
	Maksimum	0,214	0,706
IE (mSv)	Minimum	129,2	202,0
	Maksimum	172,9	396,1
Nilai Rata-rata	ED (mSv)	0,1267±0,00653	0,0914±0,03110
	IE (mSv)	146,467±2,450	267,300±9,059

Perbandingan nilai rata-rata IE pasien *non-Covid-19* dan pasien *Covid-19* pada Tabel 2 adalah 35%:65%. Untuk mengetahui perbandingan nilai tersebut dapat dilakukan dengan dengan rumus sebagai berikut:

Diketahui: Rata-rata nilai IE pasien *non-Covid-19* adalah 146,467 mSv

Rata-rata nilai IE pasien *Covid-19* adalah 267,300 mSv

Jumlah gabungan data = 413,767 mSv.

Persentase IE pasien *non-Covid-19*

$$= \frac{\overline{IE} \text{ pasien non-covid-19}}{\text{jumlah gabungan data}} \times 100\%$$

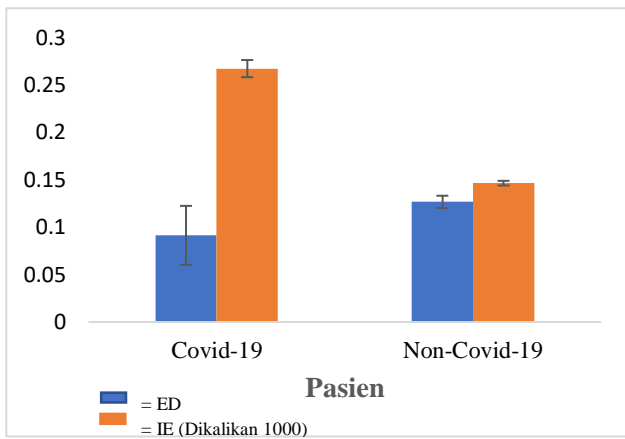
$$= \frac{146,467}{413,767} \times 100\% = 35\%$$

Persentase IE pasien *Covid-19*

$$= \frac{\overline{IE} \text{ pasien covid-19}}{\text{jumlah gabungan data}} \times 100\%$$

$$= \frac{267,300}{413,767} \times 100\% = 65\%$$

Nilai rata-rata ED dan IE pada Tabel 3, dapat diinterpretasikan dalam bentuk grafik pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Grafik rata-rata ED dan IE pada pasien non-Covid-19 dan Covid-19

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa nilai rata-rata ED pasien non-Covid-19 lebih besar daripada nilai rata-rata ED pasien Covid-19 sedangkan nilai rata-rata IE pasien non-Covid-19 lebih kecil dari pada rata-rata IE pasien Covid-19. Nilai rata-rata pada Tabel 2 didapatkan dengan langkah-langkah berikut.

Diketahui:  $\bar{s} = 0,1267 \text{ mSv}$

$$\sum (s - \bar{s})^2 = 0,0372 \text{ mSv}^2$$

$$n = 30$$

$$\Delta s = \sqrt{\frac{\sum (s - \bar{s})^2}{n(n - 1)}} = \sqrt{\frac{0,0372}{870}} = 0,0065 \text{ mSv}$$

$$\text{Ralat Nisbi (RN)} = \frac{\Delta s}{\bar{s}} \times 100\% = 0,0515\%$$

$$\text{Ralat kebenaran (RK)} = 100\% - \text{RN} = 100\% - 0,0515\% = 99,948\%$$

Untuk menunjukkan perbedaan data tersebut, dapat, maka dilakukan *T-test statistic nonparametric* pada SPSS, dengan hasil sebagai berikut.

Test Statistics <sup>a</sup>	
	Indeks Eksposure
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	465.000
Z	-6.653
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

a. Grouping Variable: Pemeriksaan

Gambar 3. Hasil test statistik nonparametric pada SPSS

Dari hasil uji statistik menggunakan SPSS juga mendukung terhadap hasil yang didapatkan diatas, karena menunjukkan hasil yang signifikan dengan nilai Asimp.Sig (2-tailed) <0,05 yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai IE

pasien non-Covid-19 dengan IE pasien Covid-19 dimana IE (Indeks Exposure) adalah nilai dari ukuran jumlah radiasi yang diterima oleh imaging plate.

Berdasarkan data yang didapatkan dengan melihat pembacaan dokter spesialis radiologi seperti yang terdapat pada Gambar 1, secara keseluruhan rata-rata pasien non-Covid-19 mengalami pneumonia atau peradangan pada paru-paru, dimana pada pneumonia kantong udara berisi cairan. Sedangkan pada pasien yang tidak terinfeksi Covid-19 rata-rata pada paru-paru tidak terdapat kelainan pneumonia. Dapat juga dilihat dari perbedaan citra radiografi pasien non-Covid-19 dan pasien Covid-19 yaitu pada hasil citra pasien Covid-19 terdapat bercak-bercak putih di bagian paru-paru yang disebabkan oleh infeksi virus Sars-Cov-2.

Selanjutnya dari tabel pemeriksaan menunjukkan pada citra radiografi nilai Indeks Exposure pasien Covid-19 rata-rata lebih besar 267,3±9,059 mSv dengan nilai minimum 202 mSv dan maximum 396,1 mSv. Sedangkan pasien non-Covid-19 besar nilai minimum 129 mSv dan maximum 172,9 mSv dengan rata-rata 146,467±2,45 mSv, dengan persentase perbandingan yaitu 35%: 65%. Berbanding terbalik dengan nilai ED pasien non-Covid-19 lebih besar dibanding pasien Covid-19. Secara berturut-turut yaitu 0,1267±0,00653 mSv dengan nilai minimum 0,0694 serta nilai maximum 0,214 dan 0,0914±0,0311 mSv minimum 0,0096 serta maximum 0,706. Untuk menunjang terhadap perbedaan yang terjadi maka dilakukan uji statistik menggunakan T-test statistik nonparametric. Hasil statistik yang didapatkan ditunjukkan pada Gambar 4.2 dimana syarat signifikansi Asimp.Sig<0,05 menunjukkan perbedaan yang signifikan antara IE pasien non-Covid-19 dengan IE pasien Covid-19. Sehingga hasil statistik juga mendukung terhadap hasil pembacaan Indeks Exposure pada citra radiografi bahwa terjadi perbedaan yang signifikan antara nilai IE pada citra radiografi pasien non-Covid-19 dengan pasien Covid-19.

### Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa berdasarkan analisis secara kualitatif dari hasil pembacaan dokter spesialis radiologi, terdapat

perbedaan citra radiografi sinar-X pada penderita *Covid-19* dengan *non-Covid-19* dimana rata-rata penderita *Covid-19* mengalami *pneumonia* atau peradangan pada paru-paru berisi cairan sehingga pada hasil citra *thorax* pasien tampak adanya bercak-bercak putih pada paru-paru. Sedangkan pada pasien *non-Covid-19* dari hasil pembacaan dokter spesialis radiologi rata-rata pada paru-paru tidak terdapat kelainan *pneumonia*. Sedangkan nilai Indeks Exposure pasien *Covid-19* rata-rata lebih besar  $267,3 \pm 9,059$  mSv dengan nilai minimum 202 mSv dan maximum 396,1 mSv. Sedangkan pasien *non-Covid-19* nilai minimum 129 mSv dan maximum 172,9 mSv dengan rata-rata  $146,467 \pm 2,45$  mSv dengan persentase perbandingan yaitu 35%:65%. Selanjutnya berdasarkan analisis hasil uji statistik untuk IE pada kedua jenis pasien diketahui bahwa nilai Asimp.Sig (2-tailed) sebesar  $0,00 < 0,05$  yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan.

#### Daftar Pustaka

- Adhikari, S. R. 2012. Effect and Application of Ionization Radiation (X-Ray) In Living Organism. The Himalaya Physics. Vol. 3. No. 3. Pp.89-92
- Aisah, A. N. 2021. Penentuan Dosis Paparan Radiasi Pesawat Sinar-X Siemens Optitop 150/40/80hc-100 Pada Pemeriksaan Thorax Berdasarkan Indeks Massa Tubuh (IMT) Di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Sanjiwani Gianyar. KAPPA Journal. Vol. 5, No. 2. Pp.240-245.
- Bapeten, 2011. "Surat Keputusan Kepala Bapeten nomor 8 tentang Keselamatan Radiasi Dalam Penggunaan Pesawat Sinar-X Radiologi Diagnostik Dan Intervensional". Jakarta
- Badunggawa, P., Sandi, N., dan Merta, I.W. (2009). Bahaya Radiasi dan Cara Proteksinya. *Medicina*: Vol. 40:47-51
- Bushong, S. C. 2017. Radiologic Science for Technologists. Elevent Edition. Elsevier. Houston, Texas
- Lampignano, J. P., dan Kendrick, L. E. 2018. Bontrager's Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy 9th Edition. Elsevier Inc.
- Rozanah, Budi, Wahyu Setia., & Arifin, Zaenal. 2015. *Youngster Physics Journal*. Vol. 4 No. 1
- Saputra, V. B., Nugroho, A. K., & Heranurweni, S. 2021. Identifikasi Penyakit *Covid-19* Pada Citra Thorax Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Propagasi Balik Melalui Segmentasi K-Means Clustering. *Jurnal Mahasiswa. Elektronika Kendali dan Instrumentasi*.
- Sari, O. P. 2010. Fisika Radiasi. Padang: Universitas Biturrahmah.
- Schunke, M., Schulte, E., dan Schumacher, U. 2013. Prometheus Atlas Anatomi Manusia, Edisi ketiga. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran.
- Stoigannos, N., Fotopoulos, D., Woznitza, N., & Malamateniou, C. (2020). *Covid-19 in The Radiology Department: What Radiographers Need to Know*. *Jurnal Elsevier*. Vol. 26. No. 3. Pp.254-263.
- Suyatno, F., Djiwo H., Azizah M. 2011. Rancang Bangun Pemilih Arus Dan Pewaktu Pada Pesawat Sinar-X Berbasis Mikrokontroler AT89S51. *Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir*. Vol. 5, No. 2.
- Suyatno, F., Istofa, dan Yuniarsari, L. 2008. Perencanaan Modul Pewaktu Pencitraan Pada Pesawat Sinar-X Diagnostik. Serpong: Proseding Pertemuan Ilmiah Rekayasa Perangkat Nuklir.
- Triwahyuni, D. 2021. Uji Ketetapan Titik Fokus Berkas Sinar-X Pada Pesawat Konvensional Merek Siemens di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Pekan Baru Medical Center. Karya Tulis Ilmiah. Teknik Radiologi Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Awal Bros Pekan Baru.
- Vassileva, J. 2004. A Phantom for Dose Image Quality Optimization in Chest Radiography. *The British Journal of Radiology*. 75:837-842
- Yasin, R., & Gouda, W. (2020). Chest X-Ray Findings Monitoring *Covid-19* Disease Course and Severity. *Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine*, 51 (1).
- Ciputrahospital. 2021. "Hasil Rontgen *Covid-19* Seperti Apa? Ciputrahospital. <https://ciputrahospital.com/hasil-rontgen-covid-19-seperti-apa/> . Diakses pada Mei 17, 2023
- Ciputrahospital. 2021. "*Pneumonia -Covid-19*. Ciputrahospital. <https://ciputrahospital.com/apakah-covid-19-bisa-menyebabkan-pneumonia/> . Diakses pada 2 Desember, 2023
- RSPondokIndah. 2022. Dampak *Covid-19* Pada Sistem Pernapasan. <https://www.rspondokindah.co.id/id/news/>

dampak-*Covid-19*-pada-sistem-pernapasan.  
Diakses pada Mei 17, 2023.

WHO. 2023. Update penyakit coronavirus di Indonesia.  
<https://www.who.it/indonesia/news/novel-coronavirus>. Diakses pada tanggal 20 April 2023.

Wiharja, U., dan Bahar, A. K. A. 2019. Analisa Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X Radiografi. Seminar Nasional Sains dan Teknologi Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta. <https://core.ac.uk/reader/290152991>. Diakses pada tanggal 1 Juni 2023.