



## **ANALISIS PERKEMBANGAN PASIEN COVID-19 MENGGUNAKAN SEGMENTASI CITRA RONTGEN TORAKS**

**Heni Sumarti**

*Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Walisongo*

*email:heni\_sumarti@walisongo.ac.id*

### **INFO ARTIKEL**

**Status artikel:**

Diterima: 28 Mei 2020

Disetujui: 15 Juni 2020

Tersedia online: 30 Juni 2020

**Keywords:** *COVID-19, Contour Active, Chest X-ray, Lung.*

### **ABSTRACT**

Chest X-ray segmentation using the contour active method has been widely carried out and produces additional information for data analysis. This information can be used to determine the development of COVID-19 patients while in the hospital. The method in this study was divided into three, first taking X-ray images of patients COVID-19, second image segmentation using the active contour method then calculating area segmentation, and third calculating the deviation area in image segmentation then analyzed. The results showed that while patient in the hospital for 1-8 days 89% of patients had 50% decrease area clean lung, whereas only 11% of patients increased clean lung repair by about 20-31%. Patients who have improved this condition were hospitalized in a fairly severe condition and treated for 8 days. In general, days 1-8 patients determine at the hospital is when patients get worse showed by an decrease clean lung arean more than 50%, while days 8-14 is when the patient gets better or dies.

### **1. PENDAHULUAN**

Pandemi COVID-19 menyebabkan banyak masalah di Indonesia, salah satunya kasus positif COVID-19 yang terus meningkat. Hal ini disebabkan oleh kesalahan dalam penanganan kasus COVID-19, buruknya kemampuan pengujian atau kurangnya alat pelindung bagi petugas medis (Almuttaqi, 2020). Pemodelan peningkatan kasus COVID-19 dilakukan menggunakan model eksponensial dan gaussian, namun pendekatan ini masih memerlukan perbaikan karena kasus meningkat melebihi prediksi pemodelan yang dilakukan (Parhusip, 2020). Kasus positif COVID-19 yang terkonfirmasi di Indonesia per Mei 2020 sekitar 16.574 dan masih terus meningkat (Gugus COVID-19, 2020). Informasi terkait perkembangan COVID-19 ini perlu terus ditingkatkan demi penanganan yang tepat.

COVID-19 merupakan penyakit yang disebabkan oleh SARS Coronavirus 2 (SARS-CoV-2). Penyakit ini dapat menular dengan cepat dan menyebar antar manusia serta belum memiliki vaksin (Abdillah, 2020). Periode inkubasi rata-rata COVID-19 sekitar 6,4 hari (interval kredibel 95%: 5,6 – 7,7), serta berkisar antara 2,1 – 11,1 hari (2,5 ke 97,5 persentil) (Backer dkk., 2020). Jumlah kasus asimtomatik atau simptomatik lebih tinggi daripada jumlah kasus yang dilaporkan, tingkat kematian mungkin sangat kurang dari 1%. Ini menunjukkan bahwa konsekuensi klinis secara keseluruhan COVID-19 pada lebih mirip influenza musiman yang parah (yang memiliki tingkat fatalitas kasus sekitar 0,1%) daripada penyakit yang mirip dengan SARS atau MERS, yang memiliki tingkat fatalitas kasus masing-masing 9% - 10% dan 36%. Penelitian lain melaporkan interval rata-rata 9,1 hingga 12,5 hari antara timbulnya penyakit dan rawat inap (Fauci dkk., 2020).

Ciri-ciri infeksi COVID-19 pada pencitraan CT adalah GGO (Glas Ground Opacity) bilateral dan konsolidasi paru (Bernheim, 2020). Penelitian lain yang dilakukan pada 41 pasien terinfeksi COVID-19, menunjukkan hasil bahwa semua pasien memiliki pneumonia dengan temuan abnormal pada citra CT scan dada (Huang dkk., 2020). Penelitian lainnya menunjukkan pola pencitraan dominan GGO dengan sesekali konsolidasi di pinggiran. Efusi pleura dan limfadenopati tidak ada sama sekali. Pasien menunjukkan evolusi GGO menjadi konsolidasi. GGO dan konsolidasi yang terlihat pada CT kadang-kadang tidak terdeteksi pada foto thoraks, hal ini menunjukkan bahwa CT adalah modalitas pencitraan yang lebih sensitif untuk penyelidikan (Yp dkk., 2020).

Citra CT scan menunjukkan sensitifitas yang lebih baik dibandingkan dengan citra rontgen, hal ini menyebabkan informasi yang didapatkan dari citra rontgen masih kurang untuk mendeteksi COVID-19. Namun beberapa metode pengolahan citra telah dikembangkan untuk meningkatkan informasi pada citra rontgen toraks, salah satunya adalah metode aktif kontur. Pengolahan citra rontgen dengan segmentasi citra menggunakan metode aktif kontur bisa meningkatkan informasi citra (Sinta Syaputri & Zulkarnain, 2019). Dalam penelitian ini, citra rontgen disegmentasi menggunakan metode aktif kontur, kemudian dihitung luas hasil segmentasi dan dianalisis. Selanjutnya informasi ini digunakan untuk mengetahui perkembangan pasien COVID-19 menggunakan segmentasi citra metode aktif kontur pada rontgen toraks awal dan akhir pasien COVID-19 selama berada di rumah sakit.

## **2. METODE PENELITIAN**

Metode dalam penelitian ini dibagi menjadi tiga tahap, yakni pengambilan citra rontgen pasien COVID-19, segmentasi citra dengan metode aktif kontur serta menghitung luas segmentasi, dan menghitung persentase selisih luas segmentasi citra kemudian di analisis. Metode pertama pengambilan citra rontgen pasien COVID-19 dari database Github (Cohen, 2020). Data dalam situs ini merupakan data yang dirilis secara publik dan bebas digunakan untuk penelitian, data terdiri dari citra CT dan rontgen dari kasus COVID-19, SARS, MERS, dan ARDS. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data pasien COVID-19 yang memiliki lebih dari 1 hasil pemeriksaan rontgen selama di rawat di rumah sakit. Data yang terpilih ada 28 data dari 9 pasien yang terdiri atas 2 wanita dan 7

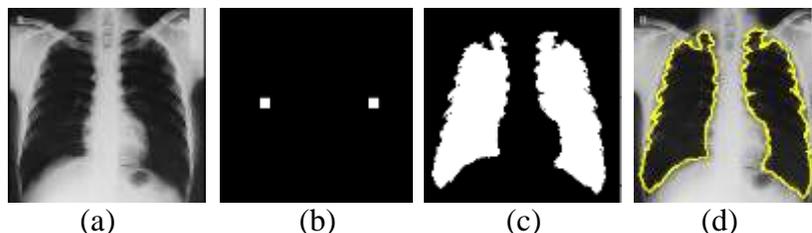
pria dengan rentang waktu perawatan di rumah sakit antara 1 – 8 hari. Selanjutnya data dipilih kembali dengan hanya memakai data awal dan akhir citra rontgen pasien COVID-19, sehingga didapatkan 18 data pasien. Kondisi pasien awal dan akhir dapat dilihat pada Tabel 1. Pasien yang mengalami kondisi membaik sebanyak 2 orang, sedangkan kondisi pasien yang memburuk sebanyak 7 orang. Kondisi antar pasien tidak bisa dibandingkan secara langsung, hal ini dikarenakan perbedaan kondisi saat masuk rumah sakit dan juga perbedaan perkembangan kondisi pasien. Data akan dianalisis per pasien kemudian dibandingkan perbedaan perkembangannya.

**Tabel 1.** Data kondisi pasien pada awal dan akhir pemeriksaan rontgen

No	Usia (tahun)	Jenis kelamin	Kondisi awal	Kondisi akhir
1	X	M	Konsolidasi paru zona bawah	Memburuk pada hari ke-5 dan membaik pada hari ke-7
2	50	M	Paru-paru bersih	Radiologis memburuk
3	70	M	Konsolidasi merata daerah tengah dan tepi	Progresif (membaik)
4	65	M	OGG tidak merata di kedua paru-paru	Peningkatan pneumotoraks
5	65	M	Opasitas kasar tampak bersifat inflamasi	Konsolidasi perifer bilateral
6	30	M	Opasitas dominasi daerah bawah	Meluas
7	75	F	OGG lobus kanan atas dan paramediastinal kanan	Menonjol ke lobus atas
8	60	M	Opasitas di bawah, kanan dan kedua tengah	konsolidasi lobus kanan atas
9	70	F	Opasitas lobus perihilar kiri	Opasitas tersebar luas

Metode kedua adalah pengolahan citra rontgen pasien COVID-19 yang sudah dipilih sebelumnya dengan menggunakan segmentasi citra metode kontur aktif menggunakan software Matlab2013b. Metode kontur aktif merupakan metode segmentasi dengan cara menempatkan kurva inisial dalam sebuah citra, kurva tersebut dapat bergerak melebar dan menyempit sampai dengan objek yang diinginkan. Metode yang digunakan dalam software matlab adalah memisahkan antara objek (bagian paru-paru yang masih bersih) dengan *background* (bagian paru-paru yang berkabut). Tahapan yang dilakukan dalam metode kontur aktif ini dapat dilihat pada Gambar 1. Langkah pertama yang dilakukan adalah mengubah citra dari RGB menjadi *grayscale*. Langkah kedua memberikan *mask*/ kurva inialisasi berbentuk persegi pada bagian paru-paru yang masih berwarna gelap, *mask* merupakan penanda yang digunakan untuk memisahkan antara objek dan *background*. Langkah ketiga segmentasi citra menggunakan metode kontur aktif dan terakhir memasukan hasil segmentasi ke dalam citra rontgen pasien. Selanjutnya hasil segmentasi

citra dihitung luasnya, dengan luas segmentasi merupakan luas paru-paru yang masih bersih.



**Gambar 1.** Tahapan dalam metode kontur aktif (a) citra grayscale, (b) mask pada bagian yang masih hitam, (c) segmentasi metode kontur aktif, dan (d) memasukan hasil segmentasi ke dalam citra rontgen pasien

Metode ketiga merupakan analisis data yang dilakukan dengan membandingkan persentase selisih luas segmentasi citra awal dan citra akhir. Hal ini dilakukan untuk melihat perkembangan pasien COVID-19 selama berada di rumah sakit. Perhitungan dilakukan dengan cara mengurangi luas segmentasi akhir dengan segmentasi awal kemudian dikalikan 100. Selanjutnya persentase selisih luas segmentasi didapatkan dengan cara mengurangi 100% dengan selisih yang didapatkan sebelumnya. Hasil persentase ini menunjukkan perkembangan pasien COVID-19 selama dirawat di rumah sakit yang berkisar antara 1 – 8 hari.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan segmentasi citra rontgen pasien COVID-19 menggunakan metode aktif kontur untuk mengetahui perkembangan kondisi pasien selama dirawat di rumah sakit. Hasil segmentasi citra rontgen pasien COVID-19 dan luas segmentasi dapat dilihat pada Tabel 2. Kondisi awal merupakan citra rontgen pasien yang pertama kali diambil saat dirawat di rumah sakit dan kondisi akhir merupakan citra rontgen saat terakhir melakukan pengambilan citra rontgen selama di rawat di rumah sakit. Hasil segmentasi citra memberikan hasil, pasien 1, 4, 5, 6, 8 menunjukkan hasil yang memburuk dengan pengurangan luas paru-paru bersih cukup besar. Pasien 2 mengalami pengurangan luas paru-paru bersih yang sangat signifikan dengan kondisi awal pasien yang masih bersih, bahkan area paru-paru cenderung sudah berkabut semua. Pasien 3 menunjukkan perbaikan dengan luas paru-paru bersih yang semakin luas. Pasien 7 menunjukkan pengurangan luas paru-paru bersih yang cukup signifikan dengan kondisi awal yang cukup berkabut. Sedangkan pasien 9 menunjukkan pengurangan luas paru yang signifikan dengan semua area paru telah tertutup kabut.

**Tabel 2.** Segmentasi citra rontgen pasien COVID-19 dan luas segmentasi

Pasien 1		Pasien 2		Pasien 3	
Kondisi Awal	Kondisi Akhir	Kondisi Awal	Kondisi Akhir	Kondisi Awal	Kondisi Akhir

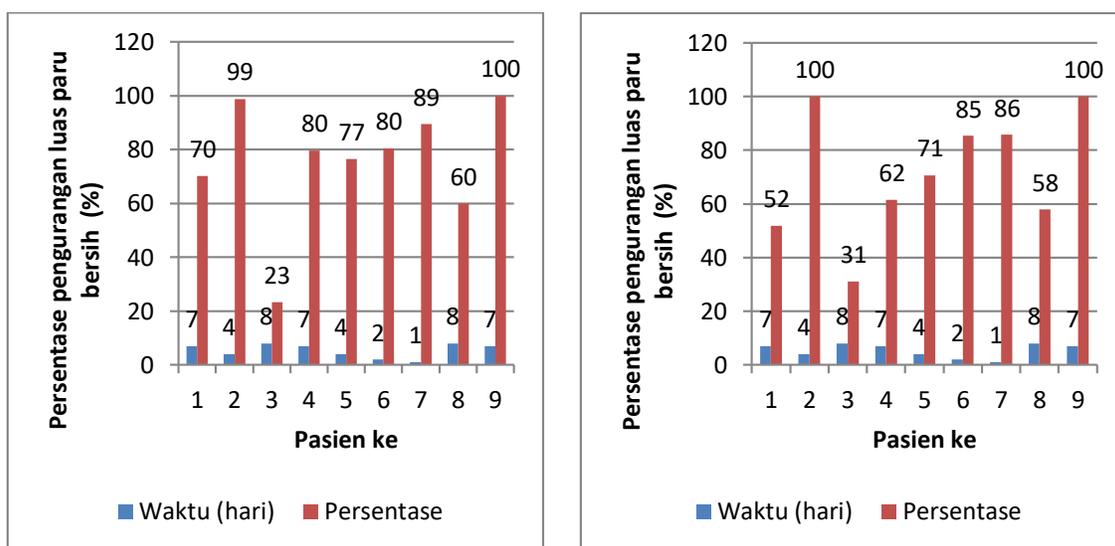
$L_1=80,96 \text{ cm}^2$ $L_2=87,50 \text{ cm}^2$	$L_1=34,47 \text{ cm}^2$ $L_2=81,29 \text{ cm}^2$	$L_1=237,20 \text{ cm}^2$ $L_2=197,69 \text{ cm}^2$	$L_1=2,81 \text{ cm}^2$ $L_2=0 \text{ cm}^2$	$L_1=16,13 \text{ cm}^2$ $L_2=23,55 \text{ cm}^2$	$L_1=53,30 \text{ cm}^2$ $L_2=52,26 \text{ cm}^2$
<b>Pasien 4</b>		<b>Pasien 5</b>		<b>Pasien 6</b>	
<b>Kondisi Awal</b>	<b>Kondisi Akhir</b>	<b>Kondisi Awal</b>	<b>Kondisi Akhir</b>	<b>Kondisi Awal</b>	<b>Kondisi Akhir</b>
$L_1=117,67 \text{ cm}^2$ $L_2=109,24 \text{ cm}^2$	$L_1=30,07 \text{ cm}^2$ $L_2=68,27 \text{ cm}^2$	$L_1=102,22 \text{ cm}^2$ $L_2=131,40 \text{ cm}^2$	$L_1=31,37 \text{ cm}^2$ $L_2=54,68 \text{ cm}^2$	$L_1=77,62 \text{ cm}^2$ $L_2=51,89 \text{ cm}^2$	$L_1=18,95 \text{ cm}^2$ $L_2=8,92 \text{ cm}^2$
<b>Pasien 7</b>		<b>Pasien 8</b>		<b>Pasien 9</b>	
<b>Kondisi Awal</b>	<b>Kondisi Akhir</b>	<b>Kondisi Awal</b>	<b>Kondisi Akhir</b>	<b>Kondisi Awal</b>	<b>Kondisi Akhir</b>
$L_1=21,57 \text{ cm}^2$ $L_2=13,73 \text{ cm}^2$	$L_1=2,54 \text{ cm}^2$ $L_2=2,28 \text{ cm}^2$	$L_1=99,58 \text{ cm}^2$ $L_2=73,24 \text{ cm}^2$	$L_1=66,63 \text{ cm}^2$ $L_2=53,21 \text{ cm}^2$	$L_1=59,78 \text{ cm}^2$ $L_2=36,75 \text{ cm}^2$	$L_1=0 \text{ cm}^2$ $L_2=0 \text{ cm}^2$

Catatan:  $L_1$ =Luas segmentasi paru kanan,  $L_2$ =Luas segmentasi paru kiri

Metode kontur aktif ini telah banyak digunakan untuk memberikan informasi tambahan bagi citra toraks pasien baik berupa citra rontgen, CT maupun MRI. Keberhasilan segmentasi pada salah satu penelitian yang dilakukan dengan citra CT adalah 91,83% untuk visualisasi 3-D citra paru (Widodo, 2011). Penelitian lain yang dilakukan pada segmentasi citra rontgen toraks dengan validasi ROC menunjukkan hasil persentase rata-rata dengan nilai akurasi sebesar 96,26%, spesifitas 96,47% dan sensitifitas 76,54% (Syaputri & Zulkarnain, 2019). Penelitian segmentasi citra menggunakan metode *max-tree filtering* dan geometri kontur aktif pada citra rontgen toraks menunjukkan hasil sensitifitas 93%, akurasi 96% dan spesifikasi 96% (Hariyadi dkk., 2011). Selain itu, metode kontur aktif pada segmentasi citra rontgen menunjukkan hasil MSE yang sangat kecil jika dibandingkan dengan segmentasi manual (Syaputri & Zulkarnain, 2019). Hal ini menunjukkan metode ini efektif digunakan untuk segmentasi citra rontgen toraks. Hasil yang didapatkan memiliki keakuratan yang besar sehingga metode ini dapat digunakan untuk analisis data pasien

COVID-19 yang digunakan untuk mengetahui perkembangan kondisi pasien selama berada di rumah sakit.

Selanjutnya hasil segmentasi citra dihitung luasnya, dengan luas segmentasi merupakan luas paru-paru bersih. Perbedaan luas paru-paru bersih antara kondisi awal dan akhir seluruh pasien yang digunakan dalam penelitian menunjukkan bahwa kondisi antar pasien tidak bisa dibandingkan secara langsung. Hal ini disebabkan oleh kondisi pasien yang berbeda saat masuk rumah sakit dan juga perkembangan pasien yang berbeda-beda, sehingga analisis data dilakukan per pasien untuk selanjutnya di bandingkan persentase pengurangan luas segmentasi tiap pasien.



(a)

(b)

**Gambar 2.** Grafik persentase selisih luas segmentasi citra (a) paru-paru kanan dan (b) paru-paru kiri

Hasil persentase selisih luas paru-paru bersih kondisi awal dan akhir pasien dapat dilihat pada Gambar 2. Grafik menunjukkan bahwa 8 dari 9 (89%) pasien mengalami penurunan luas paru-paru bersih di atas 50% dalam rentang waktu 1 – 8 hari selama dirawat di rumah sakit. Sedangkan 1 dari 9 (11%) pasien mengalami perbaikan kondisi, yakni peningkatan luas paru-paru bersih kanan sebesar 23% dan kiri sebesar 31%. Ada pasien yang menunjukkan penurunan luas paru-paru bersih secara signifikan hanya selama 1 – 2 hari dan ada juga pasien yang mengalami penurunan setelah 7 – 9 hari. Hal ini menunjukkan bahwa penurunan luas paru-paru bersih pasien tidak bergantung pada lamanya hari pasien dirawat di rumah sakit, tetapi bergantung pada perkembangan kondisi pasien tersebut. Penelitian yang dilakukan di Wuhan, Cina menunjukkan bahwa 48% pasien memiliki komorbiditas dengan hipertensi menjadi yang paling umum (30%), diikuti oleh diabetes (19%) dan penyakit jantung koroner (5%). Regresi multivariabel, menunjukkan peningkatan kematian di rumah sakit terkait dengan usia yang lebih tua (Zhou dkk., 2020). Penelitian

yang dilakukan di Italy menunjukkan bahwa perkembangan pasien COVID-19 ini tergantung kepada tingkat fatalitas kasus, usia, jenis kelamin dan komordibilitas klinis dari orang yang terinfeksi virus ini (Onder dkk., 2020).

Dari hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa selama dirawat dirumah sakit antara 1 – 8 hari menunjukkan hasil 89% pasien mengalami kondisi menurun dengan pengurangan luas paru sampai di atas 50%, sedangkan hanya 11% pasien mengalami perbaikan kondisi yakni peningkatan luas paru-paru bersih sekitar 20 – 31%. Pasien yang mengalami perbaikan kondisi ini masuk rumah sakit dalam keadaan cukup parah dan di rawat selama 8 hari. Penelitian yang dilakukan di Shanghai, Cina menunjukkan hasil Pembesaran radiologis dari gambar awal diamati pada 65,7% pasien pada hari ke 7 setelah timbulnya gejala, sedangkan 94,5% pasien menunjukkan peningkatan radiologis pada hari ke 14 (Chen dkk., 2020). Penelitian lain menghasilkan data masa inkubasi virus ini adalah 0 - 24 hari dengan rata-rata dari gejala pertama hingga kematian adalah 3 – 14 hari (Atmojo dkk., 2020). Hal ini menunjukkan bahwa hari 1 – 8 pasien dirawat di rumah sakit merupakan saat kondisi pasien memburuk ditunjukkan dengan menurunnya luas paru bersih pasien hingga lebih dari 50%, sedangkan hari ke 8 – 14 merupakan saat kondisi pasien membaik atau mengalami kematian. Kasus kematian dini pada pasien COVID-19 terutama terjadi pada pasien lanjut usia, hal ini disebabkan oleh sistem imun yang lemah sehingga memungkinkan pengembangan infeksi virus lebih cepat (Rothan & Byrareddy, 2020).

Pendekatan yang dilakukan dalam penelitian ini menjanjikan untuk dijadikan salah satu cara untuk menganalisis perkembangan kondisi pasien COVID-19 selama dirawat di rumah sakit. Namun, dalam pengambilan citra rontgen secara terus-menerus dapat merugikan pasien karena harus terpapar sinar-X dengan dosis akumulasi yang lebih besar. Hal ini dapat meningkatkan resiko kanker di masa deoan bagi pasien (Linnet dkk., 2012). Salah satu cara yang bisa dilakukan untuk mengurasi dosis akumulasi yang lebih besar adalah dengan hanya melakukan pengambilan citra rontgen pada hari ke 1, 8 dan 14, dengan waktu tersebut merupakan saat kritis pasien. Dengan demikian, perkembangan pasien COVID-19 dapat diamati dengan tepat sehingga pasien akan mendapatkan penanganan yang sesuai dengan kondisi masing-masing.

#### **4. SIMPULAN**

Hasil segmentasi citra menggunakan metode kontur aktif berhasil dilakukan dengan menggunakan citra rontgen toraks pasien COVID-19 dari 9 pasien (18 citra). Pasien dirawat di rumah sakit selama 1 – 8 hari menunjukkan persentase penurunan luas paru-paru bersih 8 dari 9 (89%) pasien di atas 50%, sedangkan 1 dari 9 (11%) pasien menunjukkan hasil peningkatan luas paru-paru bersih antara 20 – 31%. Pengurangan atau peningkatan luas area paru-paru bersih tingkat fatalitas kasus, usia, jenis kelamin, dan komordibilitas klinis pasien. Hari 1 – 8 pasien dirawat di rumah sakit merupakan saat kondisi pasien memburuk ditunjukkan dengan menurunnya luas paru bersih pasien hingga lebih dari 50%, sedangkan hari ke 8 – 14 merupakan saat kondisi pasien membaik atau mengalami kematian.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, L. A. (2020). Stigma Terhadap Orang Positif COVID-19. *Pandemik COVID-19: Antara Persoalan Dan Refleksi Di Indonesia*, 2, 11–24.
- Almuttaqi, A. I. (2020). Kekacauan Respons terhadap COVID-19 di Indonesia. *The Insigjts*, 1(13), 1–7. [www.habibiecenter.or.id%0Akasus](http://www.habibiecenter.or.id%0Akasus)
- Atmojo, J. T., Akbar, P. S., Kuntari, S., Yulianti, I., & Darmayanti, A. T. (2020). Definisi Dan Jalur Penularan Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 ( Sars-Cov-2 ). *Jurnal Prndidikan Kesehatan*, 9(1), 57–64.
- Backer, J. A., Klinkenberg, D., & Wallinga, J. (2020). Incubation period of 2019 novel coronavirus (2019- nCoV) infections among travellers from Wuhan, China, 20 28 January 2020. *Eurosurveillance*, 25(5), 1–6. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2020.25.5.2000062>
- Bernheim, A. (2020). Correlation of Chest CT and RT-PCR Testing in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) in China A Report of 1014 Cases Radiology. *Radiology*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1148/radiol.2020200463>
- Chen, J., Qi, T., Liu, L., Ling, Y., Qian, Z., Li, T., Li, F., Xu, Q., Zhang, Y., Xu, S., Song, Z., Zeng, Y., Shen, Y., Shi, Y., Zhu, T., & Lu, H. (2020). Clinical progression of patients with COVID-19 in Shanghai, China. *Journal of Infection*, 80(5), e1–e6. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2020.03.004>
- COVID-19, G. tugas percepatan penanganan. (2020). *Gugus tugas percepatan penanganan covid-19 1* (pp. 1–39). <https://covid19.go.id/peta-sebaran>
- Fauci, A. S., Lane, H. C., & Redfield, R. R. (2020). Covid-19 - Navigating the uncharted. *New England Journal of Medicine*, 382(13), 1268–1269. <https://doi.org/10.1056/NEJMe2002387>
- Hariyadi, Mokhammad Amin; Lailyana, E. (2011). Max-Tree Filtering Dan Geometri Kontur Aktif Untuk Menentukan Segmentasi Paru-Paru Pada Citra X-Ray Thorax. *Berk. Penel. Hayati*, 4(E), 5–9.
- Huang, C., Wang, Y., Li, X., Ren, L., Zhao, J., Hu, Y., Zhang, L., Fan, G., Xu, J., Gu, X., Cheng, Z., Yu, T., Xia, J., Wei, Y., Wu, W., Xie, X., Yin, W., Li, H., Liu, M., ... Cao, B. (2020). Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *The Lancet*, 395(10223), 497–506. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30183-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30183-5)
- Linnet, M. S., Slovis, T. L., Miller, D. L., Kleinerman, R., Lee, C., Rajaraman, P., & Berrington de Gonzalez, A. (2012). Cancer risks associated with external radiation from diagnostic imaging procedures. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 62(2), 75–100. <https://doi.org/10.3322/caac.21132>
- Onder, G., Rezza, G., & Brusaferro, S. (2020). Case-Fatality Rate and Characteristics of Patients Dying in Relation to COVID-19 in Italy. *JAMA - Journal of the American Medical Association*, 2019, 2019–2020. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.4683>
- Parhusip, H. A. (2020). Menelusuri COVID-19 di Dunia dan di Indonesia dengan Model Regresi SVM , Bayesian dan Gaussian Study on COVID-19 in the World and Indonesia Using Regression Model of SVM , Bayesian Ridge and Gaussian. *Jurnal*

- Ilmiah Sains*, 20(April), 49–57. <https://doi.org/10.35799/jis.20.2.2020.28256>
- Paul Cohen, J. (2020). *Open database of COVID-19 cases with chest X-ray or CT images*. <https://github.com/ieee8023/covid-chestxray-dataset>
- Rothan, H. A., & Byrareddy, S. N. (2020). The epidemiology and pathogenesis of coronavirus disease (COVID-19) outbreak. *Journal of Autoimmunity*, 109(February), 102433. <https://doi.org/10.1016/j.jaut.2020.102433>
- Syaputri, Sinta, & Zulkarnain. (2019). Segmentasi Citra Thorax Paru-Paru Manusia Dari Sinar-X. *Journal Online of Physics*, 4(2), 8–10. <https://www.online-journal.unja.ac.id/jop/article/view/7577>
- Syaputri, Sintha, & Zulkarnain. (2019). Segmentasi Citra Paru-Paru Menggunakan Metode Kontur Aktif Dengan Validasi Roc. *Komunikasi Fisika Indonesia*, 16(2), 91–95. <http://ejournal.unri.ac.id/index.php/JKFI>
- Widodo, S. (2011). Segmentasi Otomatis Untuk Visualisasi 3-D Organ Paru Pada Citra Computer Tomography Menggunakan Active Countour. *Duta*, 1(September), 26–40.
- Yp, L. E. E. E., Jin, Y., Fangfang, Y., Xia, L. I., Hongxia, W., Mei-sze, L. U. I. M., Shing-yen, L. O. C., Barry, L., Pek-lan, K., Kim-ming, C., Kwok-yung, Y., & David, K. U. O. M. (2020). Imaging Profile of the COVID-19 Infection: Radiologic Findings and Literature Review. *Radiology: Cardiothoracic Imaging*, 2(1).
- Zhou, F., Yu, T., Du, R., Fan, G., Liu, Y., Liu, Z., Xiang, J., Wang, Y., Song, B., Gu, X., Guan, L., Wei, Y., Li, H., Wu, X., Xu, J., Tu, S., Zhang, Y., Chen, H., & Cao, B. (2020). Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan, China: a retrospective cohort study. *The Lancet*, 395(10229), 1054–1062. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30566-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30566-3)