

## Klasifikasi COVID-19 Menggunakan Algoritma CNN

Muhammad Nuchfi Fadlurrahman<sup>\*1</sup>, Agus Eko Minarno<sup>2</sup>, Yufis Azhar<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Universitas Muhammadiyah Malang

nuchfifadhlurrahman94@webmail.umm.ac.id<sup>\*1</sup>, aguseko@umm.ac.id<sup>2</sup>, yufis.az@gmail.com<sup>3</sup>

### Abstrak

*X-Ray atau Sinar X merupakan teknik pencitraan pada bidang medis yang digunakan untuk melihat berbagai macam benda di dalam tubuh manusia yang tidak dapat dilihat langsung oleh mata manusia. Salah satu kegunaannya adalah melihat paru-paru manusia khususnya dalam mendeteksi COVID-19. Namun, Sinar X tidak dapat menembus tulang. Adapun salah satu metode klasifikasi citra adalah Convolutional Neural Network (CNN). CNN menerima input berupa gambar, menentukan aspek atau obyek apa saja dalam sebuah gambar yang bisa digunakan untuk mengenali gambar, dan membedakan antara satu gambar dengan gambar lainnya. Penelitian sebelumnya pada kasus ini menggunakan model CNN dengan arsitektur VGG-16. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan hasil akurasi akhir yang diperoleh model CNN dalam mengolah dataset Sinar X. Penelitian ini menggunakan CNN dengan arsitektur VGG-16 dan augmentasi data untuk mendapatkan akurasi yang tinggi. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan menggunakan CNN dengan arsitektur VGG-16 dengan dataset sebanyak 3.829 data yang dibagi menjadi data train, validation, dan test dengan rasio split 80%, 10%, 10% penelitian ini mendapatkan hasil yang cukup baik dengan tingkat akurasi 90%.*

**Kata Kunci:** Sinar X, COVID-19, CNN, VGG-16

### 1. Pendahuluan

Ancaman dunia baru yang sedang terjadi adalah sebuah penyakit bernama COVID-19[1]. Pada Desember 2019, sebuah penyakit seperti Pneumonia jenis baru dilaporkan di Wuhan, Provinsi Hubei, China. Kasus-kasus Pneumonia ini dikabarkan berasal dari pasar seafood Huanan. Sejak Januari 2020 penyakit epidemi ini dinamakan COVID-19[2]. Jenis penyakit ini berasal dari virus yang bernama SARS-CoV-2. Virus ini menyebar dari Wuhan ke seluruh penjara China hanya dalam kurun waktu 1 bulan. SARS-CoV-2 merupakan virus yang menyerang paru-paru sehingga menyebabkan sakit pernafasan [3]. Penularan penyakit COVID-19 dapat melalui perpindahan atau transmisi droplet dari orang yang terinfeksi virus atau dapat melalui kontak fisik dengan orang yang terinfeksi virus SARS-CoV-2[4]. Dengan begitu, penyakit COVID-19 ini sangat mudah menular dan menginfeksi banyak orang sehingga identifikasi dan penanganan yang cepat sangat vital untuk menangani penyakit ini.

Penyebaran COVID-19 yang cepat membuat pemerintah melakukan perintah lockdown dan membuat masyarakat untuk tidak keluar rumah. Identifikasi yang cepat, isolasi, dan penanganan pasien merupakan strategi kunci dalam penanganan pandemi ini [5]. Selain itu, pemerintah mengenalkan Gerakan 3M yaitu mencuci tangan dengan sabun atau hand sanitizer, menjaga jarak minimal 1 meter, dan memakai masker sesuai dengan anjuran WHO [6]. Pada masa pandemi ini, pasien COVID-19 yang terus bertambah setiap harinya menjadi tantangan untuk tenaga kesehatan.

Radiologis yang bertugas untuk memeriksa hasil Sinar X paru-paru penderita COVID-19 harus bekerja ekstra dalam menganalisa apakah sebuah Sinar X paru-paru merupakan Pneumonia atau COVID-19[7]. Namun, teknik pengujian untuk COVID-19 yang paling umum digunakan adalah reaksi berantai transkripsi-polimerasi terbalik (RT-PCR) [8]. RT-PCR memiliki kekurangan yaitu sensitivitas rendah dalam mendeteksi COVID-19[9]. Proses RT-PCR memakan waktu 4 sampai 6 jam untuk mendapatkan hasil [10]. Maka sebagai alternatif dilakukan computed tomography (CT) dan sinar-x untuk membantu diagnosis COVID-19. Sinar-x dapat memperlihatkan sebuah anomali pada paru-paru penderita COVID-19.

Namun demikian, terdapat beberapa kesamaan hasil antara sinar-x pasien Pneumonia dengan COVID-19 yang dapat mempersulit tugas radiologis [11]. Kesulitan dalam menganalisa hasil sinar-x merupakan masalah utama radiologis [12]. Hasil sinar-x yang memiliki anomali ini nantinya dapat diklasifikasikan dengan menggunakan deep learning [13]. Dengan bantuan deep learning, proses analisa oleh radiologis dapat dipermudah. Salah satu model pembelajaran yang

bisa digunakan adalah CNN. CNN mampu mendeteksi hal-hal kompleks dalam sebuah data citra [14]. CNN (Convolutional Neural Network) yang dilatih dengan baik dapat mendeteksi anomali pada hasil sinar-x. Model CNN yang akurat dengan jumlah parameter minimum diperlukan agar dapat diaplikasikan pada alat atau computer dengan tidak membebani komputasi [15].

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Heidari, dkk dengan judul *Improving the Performance of CNN to Predict the Likelihood of COVID-19 Using Chest X-ray Images with Preprocessing Algorithms* [11]. Model yang diusulkan untuk mendeteksi hasil sinar-x paru-paru adalah CNN dengan arsitektur VGG-16. Dataset yang digunakan pada penelitian tersebut berisi 8472 gambar 2 dimensi sinar-x yang terdiri atas 415 gambar positif COVID-19, 5179 Pneumonia, dan 2880 paru-paru normal. Data ini dibagi lagi menjadi 10% data test (848). 7626 sisanya dibagi menjadi 10% data validation, dan 90% data train. Resolusi gambar yang digunakan adalah 224x224 pixel. Sedangkan, akurasi yang dicapai sebesar 94,5%.

Peneliti lainnya yaitu Horry, dkk melakukan penelitian yang berjudul *COVID-19 Detection Through Transfer Learning Using Multinomial Imaging Data* [5]. Model yang diusulkan untuk mendeteksi COVID-19 adalah CNN dengan arsitektur VGG-19. Namun jenis citra dataset yang digunakan tidak hanya sinar-x, tetapi juga jenis citra Ultrasound dan CT Scan. Pada penelitian tersebut juga mengaplikasikan preprocessing image yang bertujuan untuk mengurangi noise pada citra dataset. Hasilnya akurasi yang didapat bernilai 86% untuk citra sinar-x, 100% untuk citra Ultrasound, dan 84% untuk citra CT-Scan. Menurut penelitian tersebut, hasil akurasi yang tinggi pada jenis citra Ultrasound disebabkan model yang disediakan sangat efektif terhadap jenis citra tersebut. Pada penelitian lain yang juga diteliti oleh Islam, dkk dengan judul *Diagnosis of COVID-19 from X-rays Using Combinen CNN-RNN Architecture with Transfer Learning* [13]. Model yang diusulkan untuk mendeteksi COVID-19 adalah gabungan antara CNN dan RNN. Terdapat 4 arsitektur CNN yang digunakan pada penelitian ini yaitu VGG-19, DenseNet121, InceptionV3, dan Inception-ResNetV2. Hasilnya gabungan antara VGG-19 dan RNN memiliki performa yang paling baik dari segi akurasi, maupun kecepatan. RNN dimasukkan pada layer sebelum Max Pooling layer terakhir pada VGG-19 sehingga muncul model baru hasil hybrid antara CNN dan RNN.

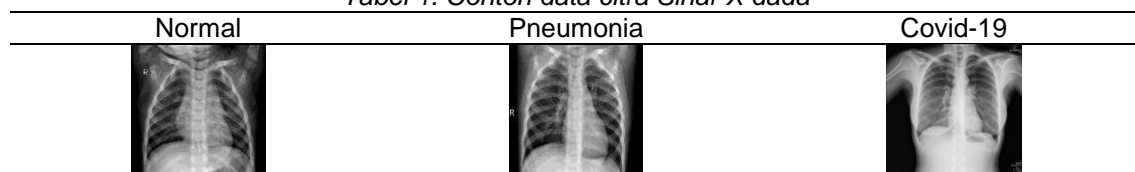
Pada penelitian oleh Heidari, dkk, preprocessing yang digunakan berupa Threshold untuk menghilangkan bagian diafragma, merubah jenis citra Grayscale menjadi RGB, dan filter untuk mengurangi noise pada citra sinar-x. pada penelitian tersebut model dan algoritma segmentasi yang digunakan untuk menghilangkan bagian diafragma pada citra sinar-x dan area lain selain paru-paru belum cukup akurat. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah menambahkan algoritma preprocessing untuk menghilangkan bagian diafragma pada sinar-x paru-paru, normalisasi kontras gambar, mengurangi noise pada gambar, merubah gambar menjadi RGB, resizing dataset, shuffling data, dan menyamakan brightness pada data. Selain itu juga dilakukan tuning pada bagian training model. Hasil akhirnya diharapkan mampu mendapatkan nilai akurasi yang tinggi agar mampu mendiagnosa COVID-19 dari gambar sinar-x paru-paru.

## 2. Metode

### 2.1 Dataset

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini adalah data citra Sinar X dada yang memiliki tiga kelas yaitu COVID-19, Pneumonia, Normal. Dataset didapatkan dari Covid-19 Radiography Database [16]. Covid-19 Radiography Database memiliki data sebanyak 3.829 gambar dengan format PNG dengan dimensi 256 x 256 pixel. Pada penelitian ini data sebanyak 3.829 gambar tersebut digunakan sebanyak 80% sebagai data train, 10% data test, dan 10% data validation. Data tersebut dibagi secara acak dengan menggunakan split folder. Adapun contoh data dari dataset bisa dilihat pada Tabel 1.

*Tabel 1. Contoh data citra Sinar X dada*

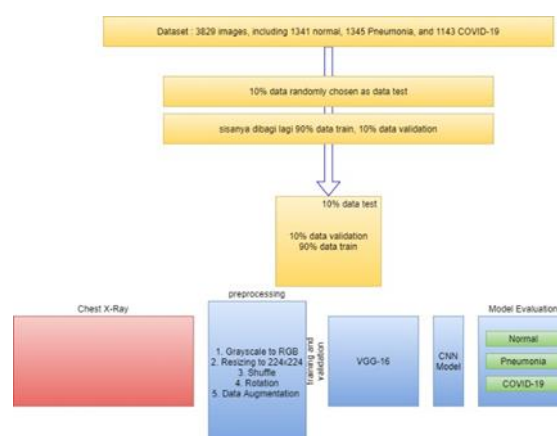




## 2.2 Preprocessing Data

Preprocessing dataset citra Sinar X dada adalah salah satu proses penting dalam pengerjaan klasifikasi. Salah satu tujuan preprocessing adalah agar CNN dengan arsitektur VGG-16 dapat dilatih dengan data yang memiliki kriteria yang tepat. Pada penelitian ini digunakan Image Data Generator dari library keras. preprocessing. image dan juga shuffle dari library sklearn.utils sebagai library untuk preprocessing data. Pada penelitian ini juga digunakan fungsi augmentasi untuk meningkatkan keragaman data agar sistem dapat dilatih dengan lebih baik lagi. Data augmentasi juga dilakukan resizing, perubahan mode warna, rotasi, dan juga beberapa preprocessing lainnya. Data yang telah melalui tahap preprocessing nantinya akan dilatih ke dalam model CNN dengan arsitektur VGG-16.

Tahap awal preprocessing pada penelitian ini adalah perubahan mode warna. Mode warna data Sinar X memiliki tipe Grayscale. Mode warna Grayscale akan diubah menjadi RGB. Setelah perubahan mode warna dilakukan juga perubahan ukuran data citra. Selain itu juga digunakan fungsi fungsi augmentasi dengan mengaplikasikan perubahan pada data augmentasi tersebut seperti perubahan mode warna, perubahan ukuran data, shuffle, dan rotation. Preprocessing data ini sesuai dengan tahap yang tertera pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Kerja Sistem

## 2.3 Sinar X

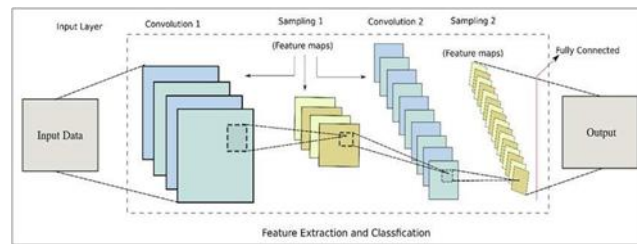
Radiografi dada seperti Sinar X dada dan Computed Tomography (CT) dada sangat cocok untuk deteksi COVID-19 dikarenakan sensitifitasnya yang tinggi yang telah dipelajari sebagai standar sistem diagnosa untuk penyakit pneumonia [17]. CT memang lebih akurat dibandingkan Sinar X dalam diagnosa pneumonia namun Sinar X tetap lebih efektif karena murah, hasil bisa didapatkan lebih cepat, dan lebih sedikit sistem radiasi [18]. Selain itu Sinar X juga lebih banyak digunakan karena lebih mudah digunakan dan aksesibilitas yang luas yang tersebar di banyak rumah sakit umum [19].

## 2.4 Convolutional Neural Network

Algoritma yang digunakan pada penelitian ini adalah Convolutional Neural Network (CNN). Algoritma CNN merupakan algoritma yang umum digunakan pada machine learning. Algoritma CNN biasanya digunakan untuk mengklasifikasikan data berupa citra. Dalam penelitian ini CNN digunakan untuk mengklasifikasikan citra Sinar X dada pasien yang diduga penyintas COVID-19. Aspek penting lainnya dari CNN adalah untuk mengambil fitur-fitur abstrak dari data input untuk selanjutnya menyebar menuju layer selanjutnya [14].

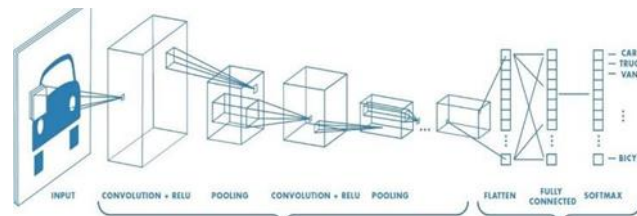
Arsitektur CNN dibagi menjadi dua bagian yaitu Feature Extraction Layer dan Fully Connected Layer. Setiap layer memiliki fungsi masing-masing. Feature Extraction Layer berfungsi sebagai filter untuk setiap data yang masuk untuk nantinya menghasilkan feature map.

Adapun fungsi Fully Connected Layer sebagai penghasil gambar vector yang nantinya digunakan sebagai inputan. Selain itu Fully Connected Layer juga berfungsi untuk mengatasi terjadi overfitting pada hasil akhir. Arsitektur CNN bisa dilihat pada Gambar 2.



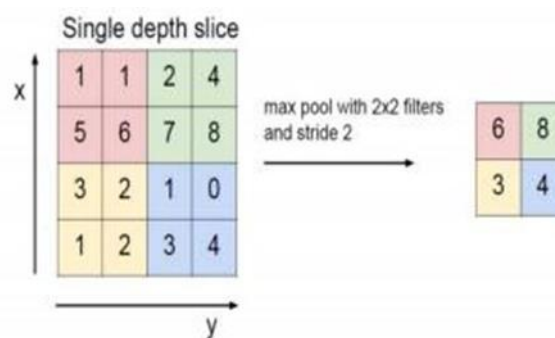
Gambar 2. Arsitektur Convolutional Neural Network

Pada bagian awal Convolutional Neural Network terdapat layer yang disebut Convolutional Layer. Convolutional Layer adalah layer yang melakukan konvolusi dari output pada layer sebelumnya. Setiap layer yang dikonvolusi akan merubah setiap filter ke bagian data input yang nantinya menghasilkan feature map dua dimensi. Proses Convolutional Layer bisa dilihat pada Gambar 3.



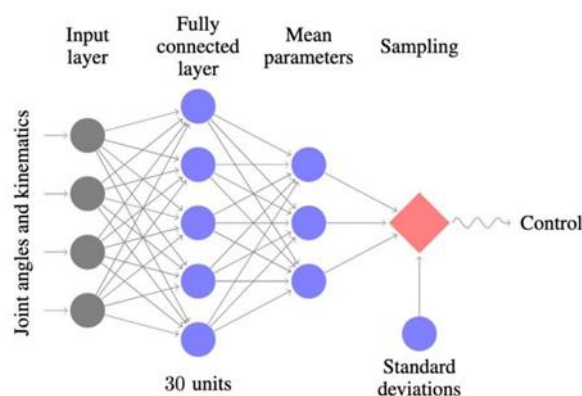
Gambar 3. Proses pada Convolutional Layer

Setelah Convolutional Layer terdapat layer berikutnya yang disebut Pooling Layer. Tujuan utama dari Pooling Layer adalah mengambil sampel bawah dengan tujuan mengurangi kompleksitas untuk layer berikutnya. Bisa disebut juga pengurangan resolusi. Pooling sama sekali tidak mempengaruhi jumlah filter. Salah satu jenis Pooling yang paling umum adalah Max Pooling. Max Pooling membagi data citra menjadi kotak-kotak kecil dan hanya mengembalikan nilai maksimum dari kotak-kotak kecil tersebut. Proses pada Max Pooling bisa dilihat pada Gambar 4.



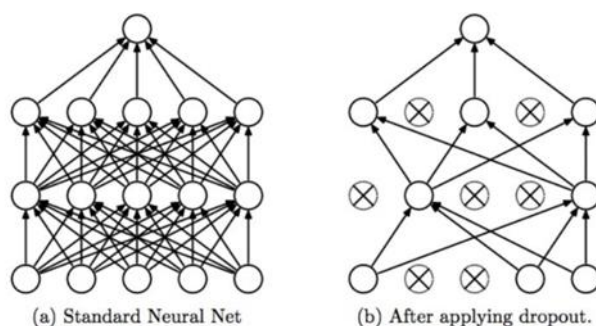
Gambar 4. Proses Max Pooling

Poolng Layer Setelah Pooling Layer, terdapat layer berikutnya yang disebut Fully Connected Layer. Fully Connected Layer memiliki kesamaan dengan bagaimana neuron disusun dalam neural network biasanya. Setiap noda di dalam Fully Connected Layer langsung terhubung dengan setiap noda yang ada di layer sebelumnya dan layer setelahnya sebagai vektor. Kekurangan terbesar dari Fully Connected Layer adalah melibatkan banyak parameter yang memerlukan komputasional yang kompleks dalam training sampel. Proses Fully Connected Layer bisa dilihat pada Gambar 5.



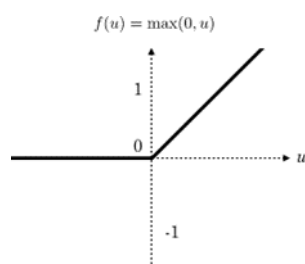
Gambar 6. Fully Connected Layer

Setelah melewati Fully Connected Layer, selanjutnya masuk ke layer berikutnya yang disebut Dropout Layer. Layer dropout memiliki fungsi untuk mencegah overfitting. Overfitting merupakan kondisi data untuk dilatih adalah yang paling baik dan ketika diuji menggunakan data test dapat mengurangi akurasi. Pada layer dropout terjadi pengurangan neuron sementara dan bobot baru yang tidak digunakan ketika backpropagation dilakukan. Proses pada Dropout Layer sesuai dengan Gambar 7.



Gambar 7. Dropout Layer

Layer berikutnya pada Convolutional Neural Network adalah Rectified Linear Unit Layer atau RELU. RELU merupakan fungsi aktivasi yang memiliki dasar biologis dan matematis yang kuat [20]. RELU berfungsi untuk mengatasi masalah ketidak linearan data agar meningkatkan representasi yang lebih baik dari model. Fungsi RELU dapat dilihat pada Gambar 8.

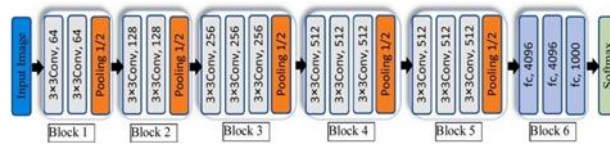


Gambar 8. Fungsi Aktivasi RELU

## 2.5 VGG-16

VGG-16 adalah salah satu arsitektur CNN yang bersifat pre-trained atau telah dikembangkan sebelumnya dengan ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge (ILSVRC) menggunakan dataset sebanyak 14 juta data citra. Model VGG-16 memenangkan peringkat pertama pada image localization task dan peringkat kedua pada image classification task pada ILSVRC 2014. Model VGG-16 memiliki 13 layer konvolusi, 5 max pooling dan 3 fully

connection layer di dalam 6 blok, yang termasuk 138 juta parameter yang bersifat trainable[11]. Arsitektur VGG-16 bisa dilihat pada Gambar 9.



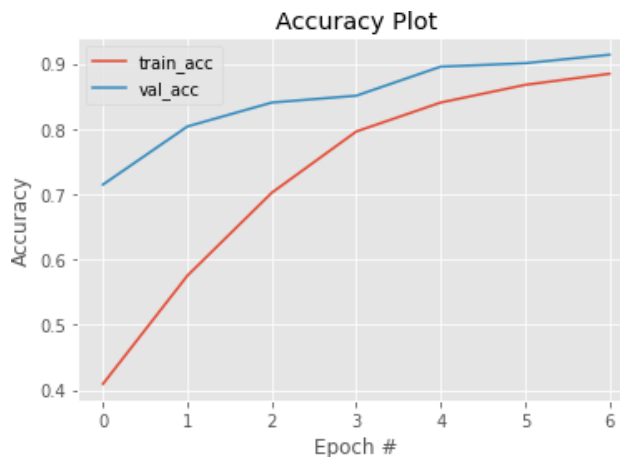
Gambar 9. Arsitektur model VGG-16

### 3. Pengujian dan Hasil

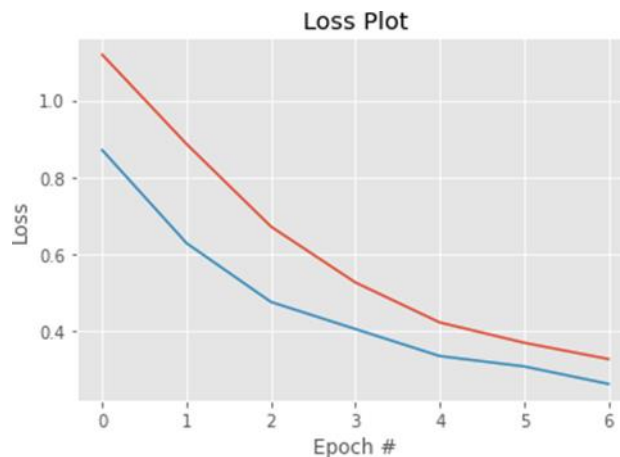
#### 3.1 Pengujian

Pengujian dilakukan dengan menggunakan data citra Sinar X data sebanyak 3.829 gambar yang telah dibagi menjadi data train, data test, dan data validation dengan rasio split sebesar 80%, 10%, dan 10%. Pada pengujian ini model dilatih dengan epoch sebanyak 7, min\_lr sebesar 0,0001, dan juga menggunakan optimizer adam. Selain itu data test juga digunakan sebagai data validation.

Setelah dilatih, Model CNN dengan arsitektur VGG-16 menghasilkan hasil akurasi train dan validation seperti Gambar 10. Jarak antara garis data train dan data validation pada Gambar 10 tidak terlalu jauh yang berarti tidak terjadi overfitting pada data yang digunakan. Adapun pada Gambar 11 merupakan hasil diagram loss setelah model CNN dengan arsitektur VGG-16 dilatih dengan data Sinar X data.



Gambar 10. Plot akurasi data train dan data validation



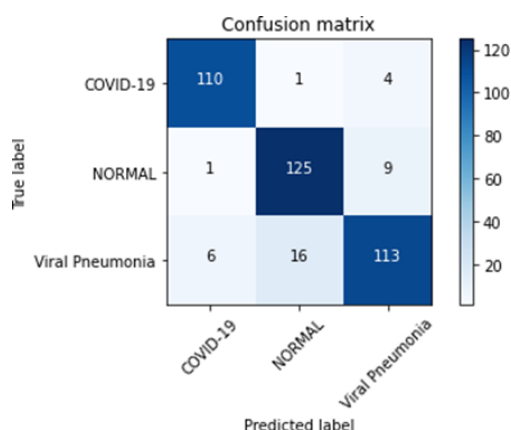
Gambar 11. Plot loss data train dan data validation

Adapun hasil akhir Model CNN dengan arsitektur VGG- 16 menghasilkan nilai akurasi sesuai dengan classification report pada Tabel 2.

Tabel 2. Classification report model CNN dengan arsitektur VGG-16

vgg16:					
	precision	recall	f1-score	support	
0	0.94	0.96	0.95	115	
1	0.88	0.93	0.90	135	
2	0.90	0.84	0.87	135	
accuracy			0.90	385	
macro avg	0.91	0.91	0.91	385	
weighted avg	0.90	0.90	0.90	385	

Selain itu juga terdapat Confusion Matrix hasil dari pelatihan model. Confusion Matrix dari model bisa dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Confusion Matrix Hasil dari Model

### 3.2 Evaluasi Hasil Pengujian

Pada penelitian ini diusulkan metode deep learning untuk mengklasifikasikan Sinar X dada merupakan kasus COVID-19, Pneumonia, atau Normal. Pada penelitian ini juga dilakukan perbandingan dengan hasil akurasi pada penelitian sebelumnya di bidang yang sama. Pada penelitian sebelumnya oleh Morteza Heidari, Seyedehnafiseh Mirniaharikandehi, Abolfazl Zargari Khuzani, Gopichandh Danala, Yuchen Qiu, dan Bin Zheng. Penelitian menggunakan dataset Sinar X dada dari banyak sumber. Pada jurnal ini menjelaskan mendapatkan hasil akurasi sebesar 90%. Yang membedakan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah pada bagian preprocessing model. Pada penelitian sebelumnya Heidari DKK. melakukan proses cropping pada bagian diafragma untuk memfokuskan model VGG-16 pada bagian paru-paru saja. Selain itu data yang digunakan juga jauh lebih banyak sebanyak 8000 data. Perbandingan hasil bisa dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Model

No.	Model	Dataset	Akurasi	Metode Klasifikasi
1.	Morteza Heidari DKK. [11]	Covid-19 Radiography Database dan berbagai sumber lain (cropping)	90%	VGG-16
2.	Pengujian	Covid-19 Radiography Database (Augmentasi)	90%	VGG-16

### 4. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa Convolutional Neural Network dengan arsitektur VGG-16 yang diusulkan pada penelitian ini mampu mengklasifikasikan dataset citra Sinar X dada dengan cukup baik. Pengujian dilakukan dengan

penambahan preprocessing berupa augmentasi, perubahan mode warna, resizing, shuffle, rescaling, dan juga rotasi. Penambahan preprocessing tidak menghasilkan perubahan pada performa CNN dengan arsitektur VGG-16 pada penelitian sebelumnya. Performa model pada penelitian ini tidak meningkat dari penelitian sebelumnya.

### Referensi

- [1] A. S. Fauci, H. C. Lane, and R. R. Redfield, "Covid-19 — Navigating the Uncharted," *N. Engl. J. Med.*, vol. 382, no. 13, pp. 1268–1269, 2020, doi:10.1056/nejme2002387.
- [2] M. Ciotti, M. Ciccozzi, A. Terrinoni, W. C. Jiang, C. Bin Wang, and S. Bernardini, "The COVID-19 pandemic," *Crit. Rev. Clin. Lab. Sci.*, vol. 57, no. 6, pp. 1–24, 2020, doi: 10.1080/10408363.2020.1783198.
- [3] S. Feng, C. Shen, N. Xia, W. Song, M. Fan, and B. J. Cowling, "Rational use of face masks in the COVID-19 pandemic," *Lancet Respir. Med.*, vol. 8, no. 5, pp. 434–436, 2020, doi: 10.1016/S2213-2600(20)30134-X.
- [4] World Health Organization, "Modes of transmission of virus causing COVID-19: implications for IPC precaution recommendations," *Geneva World Heal. Organ.*, no. March, pp. 19–21, 2020, doi: 10.1056/NEJMc2004973.Cheng.
- [5] M. J. Horry *et al.*, "COVID-19 Detection through Transfer Learning Using Multimodal Imaging Data," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 149808–149824, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3016780.
- [6] WHO, "Rational use of personal protective equipment for coronavirus disease 2019 (COVID-19) and considerations during severe shortages," *Who*, no. April, pp. 1–28, 2020, [Online]. Available: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/331695>.
- [7] L. Wang, Z. Q. Lin, and A. Wong, "COVID-Net: a tailored deep convolutional neural network design for detection of COVID-19 cases from chest X-ray images," *Sci. Rep.*, vol. 10, no. 1, pp. 1–12, 2020, doi: 10.1038/s41598-020-76550-z.
- [8] D. Wang *et al.*, "Clinical Characteristics of 138 Hospitalized Patients with 2019 Novel Coronavirus- Infected Pneumonia in Wuhan, China," *JAMA - J. Am. Med. Assoc.*, vol. 323, no. 11, pp. 1061–1069, 2020, doi: 10.1001/jama.2020.1585.
- [9] C. P. West, V. M. Montori, and P. Sampathkumar, "COVID-19 Testing: The Threat of False-Negative Results.," *Mayo Clin. Proc.*, vol. 95, no. 6, pp. 1127–1129, Jun. 2020, doi: 10.1016/j.mayocp.2020.04.004.
- [10] M. Z. Islam, M. M. Islam, and A. Asraf, "A combined deep CNN-LSTM network for the detection of novel coronavirus (COVID-19) using X-ray images," *Informatics Med. Unlocked*, vol. 20, p. 100412, 2020, doi: 10.1016/j.imu.2020.100412.
- [11] M. Heidari, S. Mirniaharikandehei, A. Z. Khuzani, G. Danala, Y. Qiu, and B. Zheng, "Improving the performance of CNN to predict the likelihood of COVID-19 using chest X-ray images with preprocessing algorithms," *Int. J. Med. Inform.*, vol. 144, no. September, p. 104284, 2020, doi: 10.1016/j.ijmedinf.2020.104284.
- [12] M. Polsinelli, L. Cinque, and G. Placidi, "A light CNN for detecting COVID-19 from CT scans of the chest," *Pattern Recognit. Lett.*, vol. 140, pp. 95–100, 2020, doi: 10.1016/j.patrec.2020.10.001.
- [13] M. Milon Islam, Z. Islam, A. Asraf, and W. Ding, "Diagnosis of COVID-19 from X-rays Using Combined CNN-RNN Architecture with Transfer Learning," *medRxiv*, p. 2020.08.24.20181339, 2020, [Online]. Available: <https://doi.org/10.1101/2020.08.24.20181339>.
- [14] S. Albawi, T. A. Mohammed, and S. Al-Zawi, "Understanding of a convolutional neural network," *Proc. 2017 Int. Conf. Eng. Technol. ICET 2017*, vol. 2018-Janua, no. April 2018, pp. 1–6, 2018, doi: 10.1109/ICEngTechnol.2017.8308186.
- [15] N. Yudistira, A. W. Widodo, and B. Rahayudi, "Deteksi Covid-19 pada Citra Sinar-X Dada Menggunakan Deep Learning yang Efisien," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 7, no. 6, p. 1289, 2020, doi: 10.25126/jtiik.2020763651.
- [16] "covid19-radiography-database @ www.kaggle.com." [Online]. Available: <https://www.kaggle.com/tawsifurrahman/covid19-radiography-database#>.
- [17] R. Shrestha and L. Shrestha, "Coronavirus disease 2019 (Covid-19): A pediatric perspective," *J. Nepal Med. Assoc.*, vol. 58, no. 227, pp. 525–532, 2020, doi: 10.31729/jnma.4977.



- [18] G. D. Rubin *et al.*, "The Role of Chest Imaging in Patient Management During the COVID-19 Pandemic: A Multinational Consensus Statement From the Fleischner Society," *Chest*, vol. 158, no. 1, pp. 106–116, 2020, doi: 10.1016/j.chest.2020.04.003.
- [19] "Automatic Detection of Coronavirus Disease (COVID-19) Using X-ray Images and Deep.pdf."
- [20] A. F. Agarap, "Deep Learning using Rectified Linear Units (ReLU)," no. 1, pp. 2–8, 2018, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1803.08375>.

