

**Penerapan VGG16 untuk Klasifikasi Pneumonia
pada Citra *X-ray***

TUGAS AKHIR

**Ferani Christy
1118015**



INSTITUT
TEKNOLOGI
HARAPAN
BANGSA

Veritas vos liberabit

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
INSTITUT TEKNOLOGI HARAPAN BANGSA
BANDUNG
2022**

**Penerapan VGG16 untuk Klasifikasi Pneumonia
pada Citra *X-ray***

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
gelar sarjana dalam bidang Informatika**

**Ferani Christy
1118015**



INSTITUT
TEKNOLOGI
HARAPAN
BANGSA

Veritas vos liberabit

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
INSTITUT TEKNOLOGI HARAPAN BANGSA
BANDUNG
2022**

ABSTRAK

Nama : Ferani Christy
Program Studi : Informatika
Judul : Penerapan VGG16 untuk Klasifikasi Pneumonia pada Citra *X-ray*

Pneumonia (paru-paru basah) adalah kondisi dimana seseorang mengalami infeksi yang terjadi pada kantung udara paru-paru. Pneumonia merupakan salah satu penyakit yang membahayakan dan dapat menyebabkan kematian bahkan pada anak-anak. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang dapat mengklasifikasikan pneumonia secara cepat dan akurat agar penderita pneumonia dapat segera mendapat penanganan yang tepat. Penelitian ini akan menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan arsitektur VGG16, *dropout* serta *image enhancement Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE) dalam melakukan klasifikasi pneumonia. Pada penelitian ini digunakan dataset berupa citra X-ray yang bernama *Chest X-ray Images* (Pneumonia) yang didapatkan secara gratis dan boleh dipakai untuk umum dari situs Kaggle. Pada awal penelitian, seluruh citra akan dilakukan *preprocessing* dengan cara melakukan *resize* citra menjadi ukuran 256x256 piksel kemudian kontras citra akan ditingkatkan dengan *image enhancement* CLAHE. Pengujian VGG16 dilakukan dengan mengkombinasikan nilai *batch size*, *learning rate*, *epoch* dan *rate* untuk mencari kombinasi terbaik yang menghasilkan akurasi tertinggi. Berdasarkan pengujian yang dilakukan didapatkan akurasi tertinggi yaitu sebesar 97.60% menggunakan CLAHE dengan kombinasi *batch size* bernilai 5, *learning rate* bernilai 0.00001, *epoch* bernilai 20 dan *rate* bernilai 0.4.

Kata kunci: Pneumonia, citra *X-ray*, *dropout*, *Convolutional Neural Network* (CNN), VGG16, *Contrast Limited Adaptive Histogram equalization* (CLAHE).

ABSTRACT

Name : Ferani Christy

Department : Informatics

Title : Application of VGG16 to Pneumonia Classification from X-ray Images

Pneumonia is a condition where a person experiences an infection that occurs in the air sacs of the lungs. Pneumonia is a dangerous disease and can cause death even in children. Therefore, we need a system that can classify pneumonia quickly and accurately so that pneumonia sufferers can immediately get the right treatment. This study will use the Convolutional Neural Network (CNN) with VGG16 architecture, dropout, and image enhancement Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) in classifying pneumonia. This research uses a dataset in the form of X-ray images called Chest X-ray Images (Pneumonia), which are obtained free of charge and can be used by the public from the Kaggle website. At the beginning of the study, all images will be preprocessed by resizing the image to a size of 256x256 pixels then the image contrast will be increased with image enhancement CLAHE. The VGG16 test is carried out by combining the batch size, learning rate, epoch, and rate values to find the best combination that produces the highest accuracy. Based on the tests carried out, the highest accuracy was obtained, which was 97.60% using CLAHE with a combination of a batch size of 5, the learning rate of 0.00001, the epoch of 20, and the rate of 0.4.

Keywords: Pneumonia, X-ray images, dropout, Convolutional Neural Network (CNN), VGG16, Contrast Limited Adaptive Histogram equalization (CLAHE).

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yesus Kristus karena dengan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir berjudul "Penerapan VGG16 untuk Klasifikasi Pneumonia pada Citra *X-ray*" dengan baik. Penelitian ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan Program Studi Informatika di Institut Teknologi Harapan Bangsa. Penulis menyadari dalam penyusunan Tugas Akhir ini banyak mendapat dukungan, bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yesus, karena bimbingan dan anugrah-Nya, penulis mendapat penghiburan, kekuatan dan berbagai kesempatan selama Tugas Akhir ini.
2. Ibu Ken Ratri Retno Wardani, S.Kom, M.T., selaku pembimbing utama Tugas Akhir yang senantiasa memberikan dukungan, waktu, ilmu serta saran yang membangun kepada penulis selama pembuatan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Inge Martina, M.T., selaku penguji I Tugas Akhir yang telah memberikan masukan dan pengarahan untuk menyempurnakan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ventje J. Lewi Engel, M.T., CEH, selaku penguji II Tugas Akhir yang telah memberikan masukan dan pengarahan untuk menyempurnakan Tugas Akhir ini.
5. Seluruh dosen dan *staff* Departemen Teknik Informatika ITHB yang turut membantu kelancaran dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Kedua orang tua yang selalu memberikan semangat, motivasi dan dukungan baik moril maupun materil kepada penulis hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
7. Vincenlie Triadi, S.Kom, Cynthia Caroline, Hanjaya Suryalim, Chris Christian dan Alvereka Kusuma yang dengan sabar menjawab banyak pertanyaan dari penulis hingga dapat terselesaikannya Tugas Akhir ini.
8. Fransiskus Richard Fernando, Albertus Kevin dan Femi Elice yang memberikan bantuan teknis, dukungan serta semangat kepada penulis selama melakukan Tugas Akhir ini.
9. Teman seangkatan, adik kelas, kakak kelas dan semua pihak yang tidak

dapat penulis sebutkan satu persatu. Terimakasih atas dukungannya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas akhir ini dengan baik.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, mengingat keterbatasan waktu, pengetahuan serta pengalaman yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis pengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan penulisan penelitian terkait dimasa yang akan datang. Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkannya.

Bandung, 23 Juli 2022

Hormat penulis,

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a final flourish.

Ferani Christy

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR ALGORITMA	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang	1-1
1.2 Rumusan Masalah	1-2
1.3 Tujuan Penelitian	1-2
1.4 Batasan Masalah	1-2
1.5 Kontribusi Penelitian	1-2
1.6 Metodologi Penelitian	1-2
1.7 Sistematika Pembahasan	1-3
BAB 2 LANDASAN TEORI	2-1
2.1 Tinjauan Pustaka	2-1
2.1.1 Citra Digital	2-1
2.1.2 Pengolahan Citra	2-1
2.1.3 <i>Histogram Equalization</i>	2-2
2.1.4 <i>Machine Learning</i>	2-5
2.1.5 <i>Deep Learning</i>	2-6
2.1.6 <i>Artificial Neural Network</i>	2-6
2.1.7 <i>Convolutional Neural Network</i>	2-7
2.1.7.1 <i>Batch Size</i>	2-7
2.1.7.2 <i>Learning Rate</i>	2-8
2.1.7.3 <i>Epoch</i>	2-9

2.1.7.4	VGG16	2-9
2.1.7.5	<i>Convolutional Layer</i>	2-10
2.1.7.6	<i>Pooling Layer</i>	2-12
2.1.7.7	<i>Fully Connected Layer</i>	2-14
2.1.8	Fungsi Aktivasi	2-14
2.1.9	<i>Dropout Layer</i>	2-16
2.1.10	<i>Learning Curves</i>	2-17
2.1.11	<i>Confusion Matrix</i>	2-20
2.1.12	OpenCV	2-21
2.1.13	Matplotlib	2-22
2.1.14	NumPy	2-24
2.1.15	Sklearn	2-24
2.1.16	Seaborn	2-25
2.1.17	Keras	2-26
2.2	Tinjauan Studi	2-28
2.2.1	Tinjauan Penelitian Terkait	2-30
2.3	Tinjauan Objek	2-32
2.3.1	Citra <i>X-ray</i>	2-32
2.3.2	Pneumonia	2-32
2.3.3	Dataset	2-33
BAB 3	ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM	3-1
3.1	Analisis Masalah	3-1
3.2	Kerangka Pemikiran	3-1
3.3	Urutan Proses Global	3-3
3.3.1	Proses <i>Training</i>	3-4
3.3.2	Proses <i>Testing</i>	3-5
3.4	Analisis Data Sampling	3-5
3.5	<i>Preprocessing</i>	3-6
3.6	<i>Analisis VGG16</i>	3-9
3.7	Analisis Manual	3-11
3.7.1	CLAHE	3-11
3.7.2	VGG16	3-12
BAB 4	IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN	4-1
4.1	Lingkungan Implementasi	4-1
4.1.1	Spesifikasi Perangkat Keras	4-1
4.1.2	Spesifikasi Perangkat Lunak	4-1

4.2	Implementasi Perangkat Lunak	4-1
4.2.1	Implementasi Class	4-2
4.2.1.1	<i>Class</i> DatasetLoader	4-2
4.2.1.2	<i>Class</i> Preprocessing	4-2
4.2.1.3	<i>Class</i> VGG16	4-2
4.2.1.4	<i>Class</i> Evaluation	4-3
4.2.2	Implementasi Penggunaan Dataset	4-3
4.2.3	Penggunaan Google Colaboratory	4-4
4.3	Pengujian	4-4
4.3.1	Skenario Pengujian	4-4
4.3.2	Hasil Pengujian	4-5
4.3.2.1	VGG16 Tanpa CLAHE	4-6
4.3.2.2	VGG16 dengan CLAHE	4-10
4.3.3	Pembahasan Hasil Pengujian	4-14
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	5-1
5.1	Kesimpulan	5-1
5.2	Saran	5-1
	DAFTAR REFERENSI	i

DAFTAR GAMBAR

2.1	Citra digital ditampilkan dalam bentuk larik 2 dimensi [6]	2-1
2.2	Contoh histogram dengan berbagai intensitas citra [6]	2-2
2.3	Contoh citra serta histogram sebelum dan sesudah menggunakan <i>histogram equalization</i> [6]	2-3
2.4	Pemotongan histogram pada CLAHE [8]	2-4
2.5	<i>Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization</i> (CLAHE) [8] . .	2-5
2.6	Arsitektur <i>Neural Network</i> dengan <i>Feed-Forward network</i> [8]	2-7
2.7	<i>Convolutional Neural Network</i> [10]	2-7
2.8	<i>Learning rate</i> [11]	2-8
2.9	Arsitektur VGG16 [13]	2-10
2.10	Proses Konvolusi [9]	2-12
2.11	Operasi <i>Max Pooling</i> [9]	2-13
2.12	<i>Dropout</i> [16]	2-16
2.13	Generalization Gap [15]	2-18
2.14	Contoh kurva yang menunjukkan kondisi <i>underfit</i> [11]	2-19
2.15	Contoh kurva yang menunjukkan kondisi <i>good fit</i> [11]	2-19
2.16	Contoh kurva yang menunjukkan kondisi <i>overfit</i> [11]	2-20
2.17	<i>Confusion Matrix</i> [18]	2-20
2.18	Citra <i>X-ray</i> Pneumonia	2-33
2.19	Citra <i>X-ray</i> Normal	2-33
3.1	Kerangka Pemikiran	3-2
3.2	<i>Flowchart</i> Global	3-4
3.3	(a) Pemotongan tidak konsisten, (b) Kurang pencahayaan, (c) Rotasi	3-6
3.4	Tanpa CLAHE	3-6
3.5	CLAHE, dengan <i>clip limit</i> = 1	3-7
3.6	CLAHE, dengan <i>clip limit</i> = 2	3-7
3.7	CLAHE, dengan <i>clip limit</i> = 3	3-7
3.8	CLAHE, dengan <i>clip limit</i> = 4	3-7
3.9	CLAHE, dengan <i>clip limit</i> = 5	3-8
3.10	Arsitektur VGG16 yang digunakan	3-9
3.11	Contoh pembagian blok-blok subcitra	3-11
3.12	Contoh matriks masukan	3-12
3.13	Contoh citra masukan dan <i>kernel</i>	3-13

3.14	Contoh keluaran operasi konvolusi	3-14
3.15	<i>feature map</i> setelah melalui ReLU	3-15
3.16	Keluaran Max Pooling	3-15
3.17	<i>Flattened Feature Map</i>	3-16
3.18	Contoh <i>kernel</i> pada <i>fully connected layer</i>	3-16
3.19	Contoh keluaran yang dihasilkan pada <i>fully connected layer</i>	3-16
3.20	Contoh keluaran yang dihasilkan pada <i>dropout layer</i>	3-17
3.21	Contoh keluaran yang dihasilkan pada <i>fully connected layer</i> terakhir.	3-17
3.22	Contoh keluaran <i>Softmax</i> yang dihasilkan	3-17
4.1	VGG16 tanpa CLAHE menggunakan <i>batch size 5, learning rate</i> 0.00001 dan <i>epoch 20</i>	4-8
4.2	VGG16 tanpa CLAHE menggunakan <i>batch size 5, learning rate</i> 0.00001, <i>epoch 20</i> dan <i>rate 0.2</i>	4-8
4.3	VGG16 tanpa CLAHE menggunakan <i>batch size 5, learning rate</i> 0.00001, <i>epoch 20</i> dan <i>rate 0.3</i>	4-9
4.4	VGG16 tanpa CLAHE menggunakan <i>batch size 5, learning rate</i> 0.00001, <i>epoch 20</i> dan <i>rate 0.4</i>	4-9
4.5	VGG16 tanpa CLAHE menggunakan <i>batch size 5, learning rate</i> 0.00001, <i>epoch 20</i> dan <i>rate 0.5</i>	4-9
4.6	VGG16 dengan CLAHE menggunakan <i>batch size 5, learning rate</i> 0.00001 dan <i>epoch 20</i>	4-12
4.7	VGG16 dengan CLAHE menggunakan <i>batch size 5, learning rate</i> 0.00001, <i>epoch 20</i> dan <i>rate 0.2</i>	4-13
4.8	VGG16 dengan CLAHE menggunakan <i>batch size 5, learning rate</i> 0.00001, <i>epoch 20</i> dan <i>rate 0.3</i>	4-13
4.9	VGG16 dengan CLAHE menggunakan <i>batch size 5, learning rate</i> 0.00001, <i>epoch 20</i> dan <i>rate 0.4</i>	4-13
4.10	VGG16 dengan CLAHE menggunakan <i>batch size 5, learning rate</i> 0.00001, <i>epoch 20</i> dan <i>rate 0.5</i>	4-14

DAFTAR REFERENSI

- [1] F. Antony, H. Irsyad and M. Al Rivan, "KNN Dan Gabor Filter Serta Wiener Filter Untuk Mendiagnosis Penyakit Pneumonia Citra X-RAY Pada Paru-Paru", Jurnal Algoritme, vol. 1, no. 2, pp. 147-155, 2021. [Online]. Available doi: 10.35957/ALGORITME.V1I2.893. [Accessed: 15- Jan- 2022.]
- [2] R. Hidayatullah and S. Violina, "Convolutional Neural Network Architecture and Data Augmentation for Pneumonia Classification from Chest X-Rays Images", International Journal of Innovative Science and Research Technology, vol. 5, no. 2, pp. 158-164, 2020. Available: <https://ijisrt.com/convolutional-neural-network-architecture-and-data-augmentation-for-pneumonia-classification-from-chest-xrays-images>. [Accessed 13 February 2022].
- [3] I. Maysanjaya, "Klasifikasi Pneumonia pada Citra X-rays Paru-paru dengan Convolutional Neural Network", Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, vol. 9, no. 2, pp. 190-195, 2020. [Online]. Available doi: 10.22146/jnteti.v9i2.66. [Accessed: 16- Jan- 2022.]
- [4] Ž. Knok, K. Pap and M. Hrnčić, "Implementation of intelligent model for pneumonia detection", Tehnički glasnik, vol. 13, no. 4, pp. 315-322, 2019. [Online]. Available doi: 10.31803/tg-20191023102807. [Accessed: 16- Jan- 2022.]
- [5] R. Wati, H. Irsyad and M. Rivan, "Klasifikasi Pneumonia Menggunakan Metode Support Vector Machine", Jurnal Algoritme, vol. 1, no. 1, pp. 21-32, 2020. [Online]. Available doi: 10.36050/betrik.v12i1.294. [Accessed: 16- Jan- 2022.]
- [6] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, "Digital Image Processing" , 4th ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson, 2018.
- [7] A. Arymurthy and S. Setiawan, "Pengantar Pengolahan Citra". Jakarta: Elex Media Komputindo, 1992.
- [8] A. Distanto and C. Distanto, "Handbook of image processing and computer vision: Volume 1: From energy to image", 2020th ed. Cham, Switzerland: Springer Nature, 2020.

- [9] S. Khan, H. Rahmani, S. Shah and M. Bennamoun, "A Guide to Convolutional Neural Networks for Computer Vision", Morgan & Claypool Publishers, 2018.
- [10] S. Saha, "A Comprehensive Guide to Convolutional Neural Networks—the ELI5 way", Medium, 2018. [Online]. Available: <https://towardsdatascience.com/a-comprehensive-guide-to-convolutional-neural-networks-the-eli5-way-3bd2b1164a53>. [Accessed: 17- Feb- 2022].
- [11] J. Brownlee, "Better Deep Learning: Train Faster, Reduce Overfitting, and Make Better Predictions", 1st ed. Machine Learning Mastery, 2018.
- [12] A. Thite, "What is VGG16", My Great Learning, 2021. [Online]. Available: <https://www.mygreatlearning.com/blog/introduction-to-vgg16>. [Accessed: 03- Mar- 2022].
- [13] T. Rohit, "Step by step VGG16 implementation in Keras for beginners", Medium, 2022. [Online]. Available: <https://towardsdatascience.com/step-by-step-vgg16-implementation-in-keras-for-beginners-a833c686ae6c>. [Accessed: 29- Jan- 2022].
- [14] J. Heaton, "Artificial Intelligence for humans. Volume 3 : Deep Learning and Neural Networks" , vol. 3. St. Louis: Heaton Research, Inc, 2015.
- [15] I. Goodfellow, Y. Bengio, and A. Courville, "Deep learning", The MIT Press, 2016.
- [16] H. Habibi Aghdam and E. Jahani Heravi, "Guide to Convolutional Neural Networks : A Practical Application to Traffic-Sign Detection and Classification", 1 st ed. Switzerland: Springer International Publishing AG, 2017.
- [17] T. Roughgarden, "Beyond the Worst-Case Analysis of Algorithms", Cambridge: Cambridge University Press, 2021.
- [18] J. Patterson and A. Gibson, "Deep Learning". Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2017.
- [19] S. Adi Widiarto, W. Andi Saputra and A. Ratna Dewi, "Klasifikasi Citra X-Ray Toraks dengan menggunakan Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization dan Convolutional Neural Network", JIPI (Jurnal Ilmiah

- Penelitian dan Pembelajaran Informatika), vol. 6, no. 2, pp. 348 – 359, 2021. Available: 10.29100/jipi.v6i2.2102 [Accessed: 10- March- 2022].
- [20] M. Dame Cristy Pane, "Pneumonia" , Alodokter, 2020. [Online]. Available: <https://www.alodokter.com/pneumonia>. [Accessed: 12- Mar- 2022]
- [21] A. Sanjaya, E. Setyati and H. Budianto, "Model Architecture of CNN for Recognition the Pandava Mask", Jurnal INFORM, vol. 5, no. 2, p. 99, 2020. Available: 10.25139/inform.v0i1.2740 [Accessed 24- July- 2022]
- [22] D. Kermany, K. Zhang, M. Goldbaum, "Labeled Optical Coherence Tomography (OCT) and Chest X-Ray Images for Classification", Mendeley Data, 2018. [Dataset]. Available: 10.17632/rscbjbr9sj.2. [Accessed: 15- Jan- 2022]
- [23] N. Rochmawati, H. Hidayati, Y. Yamasari, H. Tjahyaningtijas, W. Yustanti and A. Prihanto, "Analisa Learning Rate dan Batch Size pada Klasifikasi Covid Menggunakan Deep Learning dengan Optimizer Adam", Journal of Information Engineering and Educational Technology, vol. 5, no. 2, pp. 44-48, 2021. Available: 10.26740/jieet.v5n2.p44-48 [Accessed: 14- May- 2022].
- [24] C. Anusha and D. Avadhani, "Optimal Accuracy Zone Identification in Object Detection Technique – A Learning Rate Methodology", International Journal of Engineering and Advanced Technology, vol. 9, no. 1, pp. 6470-6476, 2019. Available: 10.35940/ijeat.a2258.109119 [Accessed 14- May- 2022]
- [25] P. Sharma, "Keras Dropout Layer Explained for Beginners", Machinelearningknowledge.ai, 2020. [Online]. Available: <https://machinelearningknowledge.ai/keras-dropout-layer-explained-for-beginners/>. [Accessed: 14- Jun- 2022].