

# Analisa Performa Arsitektur Model Convolutional Neural Network Dengan Variasi Jumlah Hidden Layer Untuk Klasifikasi Tuberculosis Pada Citra X-Ray

Dandi Rifaldi Aldiansyah<sup>1</sup>, Muhamad Soleh<sup>2</sup>  
Program Studi Teknik Informatika Institut Teknologi Indonesia  
<sup>1</sup>dandirif0@gmail.com, <sup>2</sup>muhamad.soleh@iti.ac.id\*

## Abstract

*Tuberculosis is a deadly infectious disease of the lungs caused by the bacteria Mycobacterium tuberculosis that can be transmitted through the air when a person with tuberculosis coughs, sneezes, or spits and can cause respiratory problems, such as chronic cough and shortness of breath. More than 10 million people are infected every year worldwide, while in Indonesia in 2020, there were more than 390,000 cases of tuberculosis. The diagnosis is often too subjective in detecting tuberculosis, and it is not uncommon for debates to occur between medical personnel or doctors to determine whether a patient is infected with tuberculosis. Therefore, computer vision technology is needed that can detect accurately and quickly. CNN algorithm which is a type of Deep Learning that is widely applied in image classification and can outperform other methods can be used as a method in detecting images. So, in this study, the model analysis and classification of tuberculosis with CNN algorithm using X-ray image data of human lungs were conducted. In this research, the method used is comparison of 3 CNN models with different number of hidden layers is conducted. Before the computer trains the data, the data is processed first at the data preparation stage which includes re-sizing, gray-scaling, and data augmentation. The results of this research show that the model with 5 hidden layers is the best model that managed to get an accuracy rate of up to 98%. Furthermore, the results of the best model are implemented in a web-based tuberculosis detection application system that can analyses lung X-ray images and output classification results quickly and accurately.*

*Keywords: Tuberculosis, Classification, X-ray, CNN, Comparison*

## Abstrak

Tuberkulosis merupakan suatu penyakit infeksi berbahaya mematikan pada paru-paru dan disebabkan oleh bakteri Mycobacterium tuberculosis yang dapat menular melalui udara ketika seorang penderita tuberkulosis batuk, bersin, atau meludah dan dapat menyebabkan gangguan pernapasan, seperti batuk kronis dan sesak napas. Didunia, sekitar 10 juta orang lebih terjangkit penyakit ini, sementara di Indonesia sendiri pada tahun 2020 terdapat 393.323 kasus tuberkulosis. Pada diagnosis nya sering terlalu subjektif dalam mendeteksi tuberkulosis, tak jarang juga terjadi perdebatan antara tenaga medis atau dokter untuk menetapkan pasien terinfeksi tuberkulosis. Oleh karena itu, dibutuhkan teknologi computer vision yang dapat mendeteksi secara akurat dan cepat. Algoritma CNN yang termasuk jenis Deep Learning yang banyak diterapkan pada klasifikasi citra dan dapat mengungguli metode lainnya dapat dijadikan metode dalam mendeteksi citra. Maka, dalam penelitian ini dilakukan analisis model dan klasifikasi tuberkulosis dengan algoritma CNN menggunakan data citra X-ray paru-paru manusia. Pada penelitian ini metode yang digunakan perbandingan 3 model CNN dengan jumlah hidden layers yang berbeda. Sebelum komputer melatih data, data tersebut diolah terlebih dahulu pada tahapan data preparation yang diantaranya mengubah ukuran atau resize, merubah citra menjadi keabuan, dan data augmentation. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa model dengan 5 hidden layers merupakan model terbaik yang berhasil mendapatkan tingkat akurasi hingga 98,0%. Selanjutnya, hasil dari model terbaik tersebut diimplementasikan pada sistem aplikasi pendeteksi tuberkulosis berbasis website yang dapat menganalisis citra X-ray paru-paru dan mengeluarkan hasil klasifikasi dengan cepat dan akurat.

Kata kunci: Tuberkulosis, Klasifikasi, X-ray, CNN, Perbandingan

©This work is licensed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International.

## 1. Pendahuluan

Penyakit berbahaya yang menginfeksi paru-paru salah satunya adalah Tuberkulosis. Penyakit ini disebabkan oleh bakteri Mycobacterium tuberculosis yang dapat menular melalui udara. Proses penularan terjadi karena seorang penderita tuberkulosis tidak menjaga kebersihan serta batuk, bersin, atau meludah sembarangan. Bakteri tuberkulosis yang menyerang paru-paru dapat menyebabkan gangguan pernapasan, seperti batuk kronis dan sesak napas. Secara global, penyakit tuberkulosis di seluruh dunia diperkirakan mencapai angka 10 juta kasus penderita pada tahun

2020 [1]. Sedangkan Di Indonesia sendiri terdapat 393.323 kasus tuberkulosis yang dilaporkan oleh Kementerian Kesehatan (Kemenkes) pada tahun 2020, sehingga Indonesia menempati urutan ketiga dunia kasus tuberkulosis terbanyak setelah India dan China [2].

Penyakit tuberkulosis dapat disembuhkan, namun apabila terlambat dalam penanganannya dapat meningkatkan resiko kematian. Dalam mendiagnosis penyakit ini umumnya dilakukan adalah melakukan rontgen dengan X-ray pada bagian dada pasien. Pada data citra X-ray seorang ahli dapat melihat dan

mempertimbangkan untuk mengetahui apakah seorang pasien terjangkit penyakit tuberkulosis. Untuk melakukan diagnosa tuberkulosis, perlu dilakukan secara akurat dan cepat. Permasalahan yang terjadi adalah diagnosa penyakit tuberkulosis masih dilakukan secara manual, yang menyebabkan akurasi yang kurang baik dan subjektif. Perbedaan persepsi antar dokter dapat menyebabkan hasil diagnosa yang berbeda. Sehingga dibutuhkan teknologi yang dapat membantu dokter serta tenaga kesehatan dalam menganalisa citra X-ray dengan cepat dan akurat dengan menggunakan teknologi informasi berbasis komputer dan data.

Beberapa teknologi yang dapat digunakan untuk mendiagnosa penyakit tuberkulosis diantaranya adalah *computer vision* dan *deep learning* yang saat ini sudah berkembang dapat dimanfaatkan di berbagai bidang termasuk bidang kesehatan. Salah satu algoritma yang termasuk di dalam *deep learning* dalam pengolahan data dua dimensi adalah algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) yang merupakan pengembangan dari Multi-Layer Perceptron (MLP) sangat populer digunakan dalam klasifikasi data citra dan terbukti mengungguli metode lainnya seperti Support Vector Machine (SVM) pada kasus klasifikasi data citra [3]. Algoritma CNN menggunakan sebuah jaringan dari sekelompok unit pemroses kecil yang dimodelkan berdasarkan jaringan saraf manusia sehingga dapat mengklasifikasikan data citra dengan cepat dan akurat [4]. Maka dari itu, algoritma CNN dipilih dalam penelitian ini. Penelitian ini mengembangkan sebuah sistem pendeteksi tuberkulosis pada citra X-ray dengan menggunakan perbandingan algoritma CNN.

Sistem yang dikembangkan dengan model terbaik dengan menghasilkan suatu model berformat h5. Beberapa penelitian terkait yang pernah dilakukan dengan model serupa diantaranya menggunakan penelitian yang dilakukan [5] yang membandingkan berbagai model CNN yang telah dilakukan *pre trained*. Algoritma yang digunakan pada penelitian tersebut diantaranya adalah ResNet50, DenseNet121, MobileNet, InceptionResNetV2, InceptionV3 dan Xception. DenseNet121 memiliki akurasi yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan model CNN lainnya yaitu sebesar 91,57%. Penelitian lain yang ditulis oleh [6] tentang deteksi paru-paru menggunakan algoritma CNN menunjukkan hasil akurasi 88%. Selain digunakan untuk mendeteksi penyakit Tuberkulosis, CNN juga digunakan untuk Mengklasifikasi Wajah Bermasker [7], Klasifikasi Kendaraan Prioritas [8], dan deteksi Plat Nomor Kendaraan [9]. CNN menunjukkan performa yang cukup signifikan berdasarkan riwayat penelitian tersebut dengan sumber data input merupakan citra, karena CNN berusaha untuk mencari fitur yang terdapat pada citra tersebut.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode perbandingan arsitektur algoritma CNN. Algoritma CNN yang

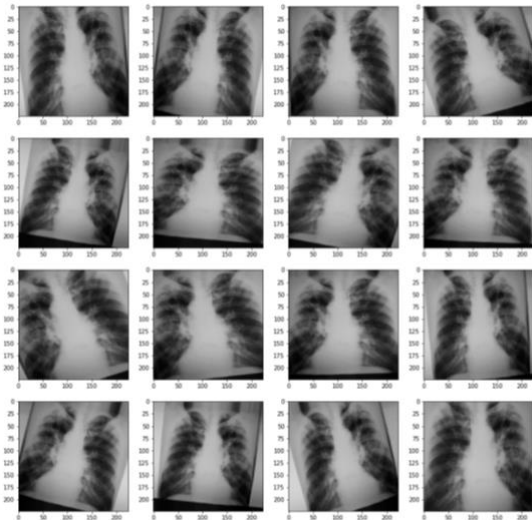
termasuk kedalam golongan *Deep Learning* dapat dijadikan model dalam membantu melakukan deteksi dini penyakit tuberkulosis melalui citra digital yang diproses menggunakan model CNN, karena CNN memiliki keunggulan dalam menganalisa dan kasifikasi citra daripada algoritma lainnya. Dalam pendeteksian tuberkulosis, salah satu prosesnya adalah dengan *scan* foto X-ray paru-paru pasien. Terkadang diagnosis tuberkulosis dapat menjadi subjektif dan kurang tepat, tak jarang juga terjadi perdebatan antar dokter atau tenaga medis dalam mendiagnosa tuberkulosis. Daripada itu, maka harus ada teknologi yang dapat membantu tenaga medis serta masyarakat dalam melakukan pendeteksian tuberkulosis yang akurat dan cepat.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah berupa data yang telah dikumpulkan dari beberapa sumber seperti *National Library of Medicine (NLM) U.S*, *Belarus Set National Institute of Allergy and Infectious Diseases Republic of Belarus*, *NIAID TB Dataset*, dan *RSNA CXR Dataset*. Data yang telah dikumpulkan tersebut didapat dari situs *opensource* penyedia *dataset* Kaggle yang informasinya dapat dilihat pada url: <https://www.kaggle.com/datasets/tawsifurrahman/tuberculosis-tb-chest-xray-dataset>.

Data yang digunakan pada penelitian ini terdapat 4200 berukuran 512x512 piksel data berupa citra X-ray berformat PNG yang telah diolah dengan menutupi beberapa informasi seperti nama pasien dan nama rumah sakit yang tertera pada citra. Pada dataset ini, terdapat dua folder yang bernama 'Normal' yang didalamnya terdapat 3500 data citra X-ray pasien dengan paru-paru normal serta folder 'Tuberculosis' yang didalamnya terdapat 700 data yang merepresentasikan citra X-ray pasien dengan paru-paru terjangkit tuberkulosis dan terbagi menjadi 359 data RGB dan 341 data *grayscale*.

Data yang sebelumnya didapatkan, kemudian dilakukan *resize* untuk mempercepat proses komputasi pada seluruh citra yang sebelumnya berukuran 512x512 piksel menjadi 224x224 piksel. Selanjutnya untuk penyamaan jenis data tuberkulosis yang terdapat jenis citra RGB, maka akan dilakuka *gray-scaling* dengan membuat data RGB menjadi *grayscale*.

Agar mesin dapat belajar dan mengenali dari berbagai citra yang berbeda-beda sekaligus dan bisa dimanfaatkan untuk memperbanyak data. Pada kebanyakan kasus, penggunaan augmentasi data berhasil meningkatkan performa dari model. Peningkatan tersebut terjadi karena mesin berhasil mengenali lebih banyak objek dari bentuk dan pola yang beragam jenisnya. Pada penelitian ini augmentasi data yang dilakukan adalah *rescale*, *shear*, *zoom*, *rotation*, dan *horizontal flip* sehingga menghasilkan beberapa citra seperti Gambar 1.



Gambar 1. Hasil augmentasi citra

Data yang telah dilakukan proses augmentasi akan dibagi menjadi dua bagian yaitu *data training* dan *data testing*. Jumlah data yang diperuntukan untuk proses *training* sebesar 80% dari *dataset* yaitu sebanyak  $4200 \times 80\% = 3360$  data citra dan untuk proses *testing* sebesar 20% dari *dataset* yaitu sebanyak 840 data citra.

Pada penelitian ini untuk mendapatkan model CNN yang terbaik, maka pada proses *training* ini dilakukan perbandingan terhadap beberapa model dengan jumlah *hidden layer* yang berbeda-beda pada setiap model. Tabel 1 berikut menunjukkan jumlah *hidden layer* yang akan digunakan pada setiap model yang akan dilakukan uji perbandingan.

Tabel 1. Jumlah hidden layer setiap model

Nama Model	Jumlah <i>Hidden Layer</i>
Model 1	3 <i>hidden layer</i>
Model 2	5 <i>hidden layer</i>
Model 3	7 <i>hidden layer</i>

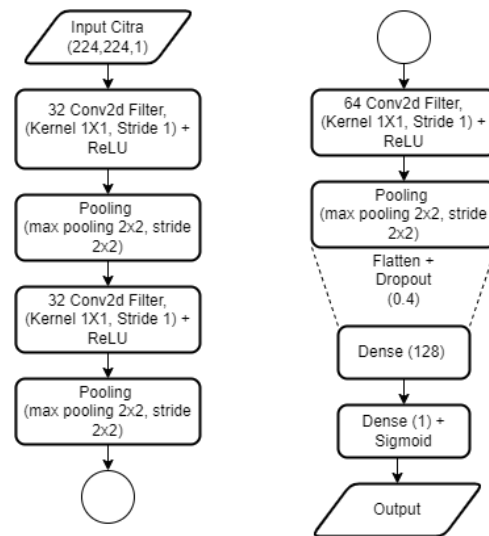
Semua model yang akan diuji pada arsitekturnya terdapat *input layer*, *hidden layer* yang jumlahnya sesuai dengan masing-masing model dan *fully connected layer*. Selain itu, pada proses *training* akan menggunakan fungsi *early stopping* dan *optimizer Adam* beberapa parameter *learning*. Parameter yang akan digunakan pada penelitian terdapat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. *Parameter learning*

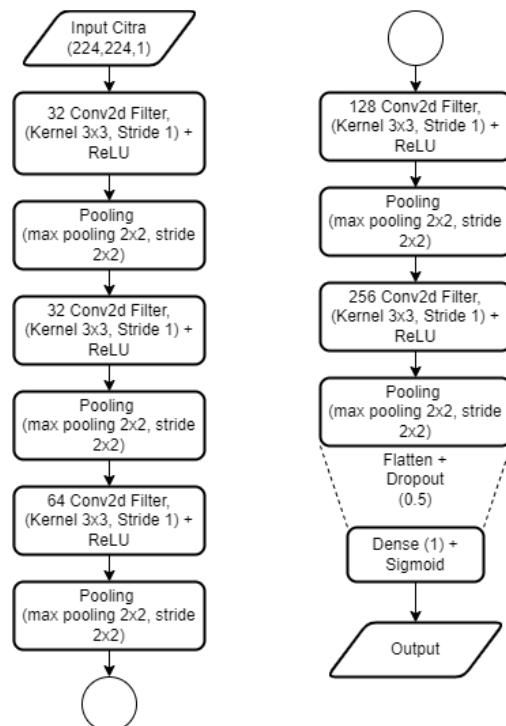
Parameter	Fungsi	Ukuran
<i>Learning Rate</i>	Parameter digunakan	yang 0.001 untuk

	mengupdate bobot <i>training</i> pada setiap iterasi.
<i>Batch Size</i>	Jumlah sampel data 32 yang disebar ke <i>neural network</i> dalam satu kali <i>epoch</i>
<i>Epoch</i>	Banyaknya iterasi 50 yang dilakukan mulai dari awal dataset hingga akhir.

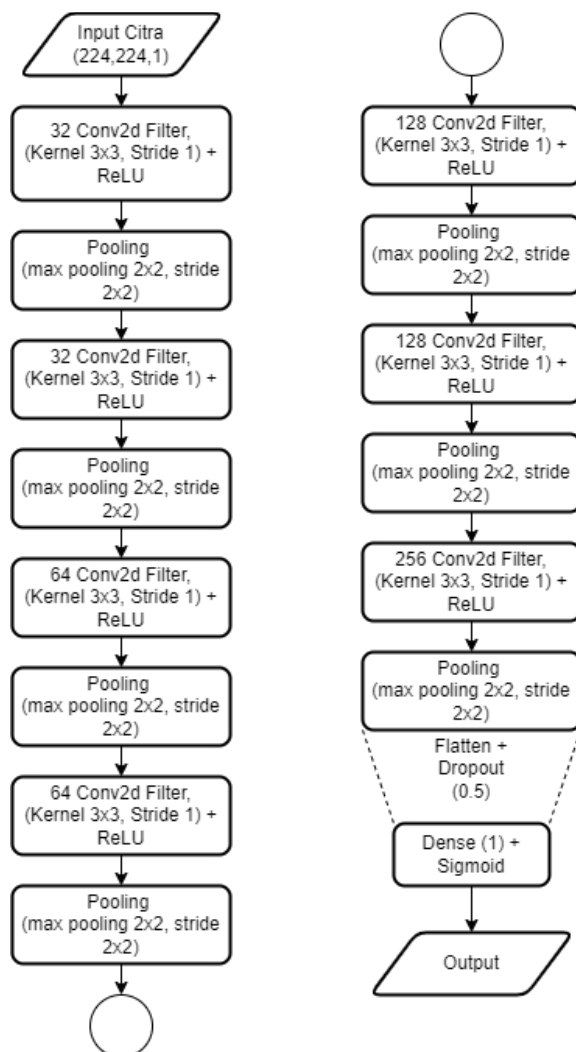
Arsitektur setiap model yang akan dilakukan uji perbandingan dirancang seperti Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4.



Gambar 2. Arsitektur CNN model 1



Gambar 3. Arsitektur CNN model 2



Gambar 4. Arsitektur CNN model 3

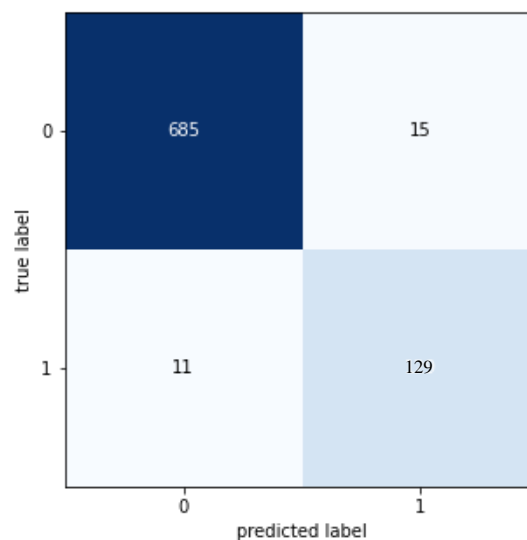
Masing-masing model akan dimulai dengan input layer berupa citra 224x224 piksel dengan kedalaman 1 untuk citra berupa *grayscale*, selanjutnya model masuk dalam tahapan *feature learning* dimana masing-masing model memiliki perbedaan pada jumlah *conv2d filter layer*, *pooling layer*, dan *dense layer* dengan masing-masing jumlah *filter* dan *matriks kernel* pada *conv2d layer* yang berbeda-beda namun memiliki *stride 1* dan *ReLU activation function* yang sama, sementara pada *pooling layer* semua model memiliki *kernel 2x2* dengan *stride 2x2* pula. Pada *classification*, semua model dilakukan *flattening* dengan *dropout* dan jumlah *dense layer* yang berbeda. Untuk *output layer* didapatkan dengan menggunakan fungsi aktivasi *sigmoid* dikarenakan hasil yang diharapkan berupa *binary* antara 1 untuk terklasifikasi tuberkulosis atau 0 untuk normal.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Hasil yang didapatkan pada penelitian ini dilakukan dengan metode pengukuran *confusion matrix* terhadap prediksi yang dilakukan pada *data testing*. *Confusion matrix* sendiri adalah matriks yang membandingkan nilai target aktual dengan nilai yang diprediksi oleh

model pembelajaran mesin. Ini akan memberikan pandangan tentang seberapa baik kinerja model klasifikasi kita dan jenis kesalahan apa yang dibuatnya. Dari *confusion matrix* tersebut akan didapatkan tingkat akurasi, nilai *precision*, *recall*, dan *f1-score* dengan penjelasan sebagai berikut.

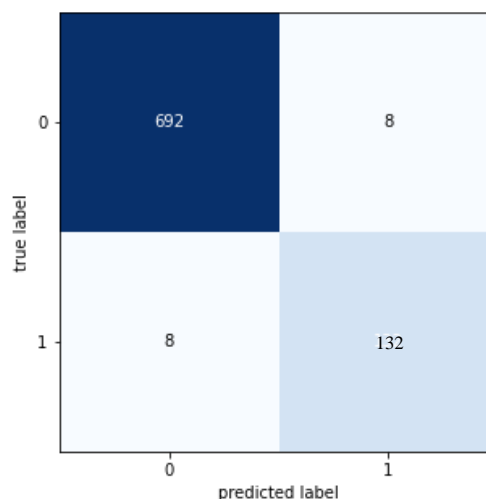
Pada model 1 dengan 3 *hidden layer confusion matrix* yang didapatkan digambarkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Confusion matrix model 1

Dengan nilai *True Positive (TP)* 129, *True Negative (TN)* 685, *False Positive (FP)* 11, *False Negative (FN)* 15 dapat menghasilkan akurasi sebesar 96,9% dengan waktu *training* 42 menit.

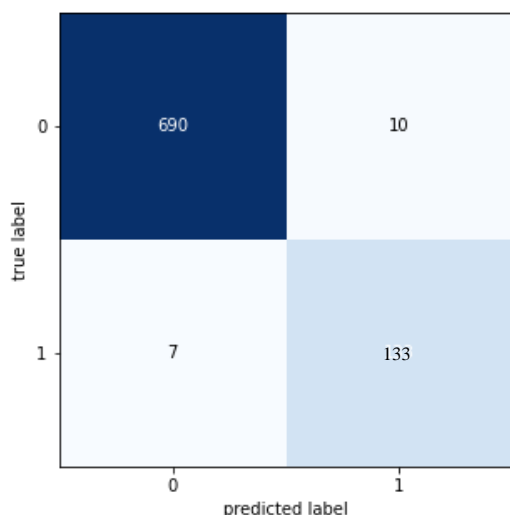
Untuk model 2 dengan 5 *hidden layer* didapatkan *confusion matrix* seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Confusion matrix model 2

Dengan nilai *True Positive (TP)* 132, *True Negative (TN)* 692, *False Positive (FP)* 8, *False Negative (FN)* 8 dapat menghasilkan akurasi sebesar 98,0% dengan waktu *training* 26 menit.

Sementara model 3 dengan 7 *hidden layer* didapatkan *confusion matrix* seperti gambar 7.



Gambar 7. Confusion matrix model 3

Dengan nilai *True Positive* (TP) 133, *True Negative* (TN) 690, *False Positive* (FP) 10, *False Negative* (FN) 7 dapat menghasilkan akurasi sebesar 97,9% dengan waktu training 41 menit.

Sementara hasil perhitungan *precision*, *recall*, dan *f1-score* yang telah dilakukan terdapat pada Tabel 3 berikut.

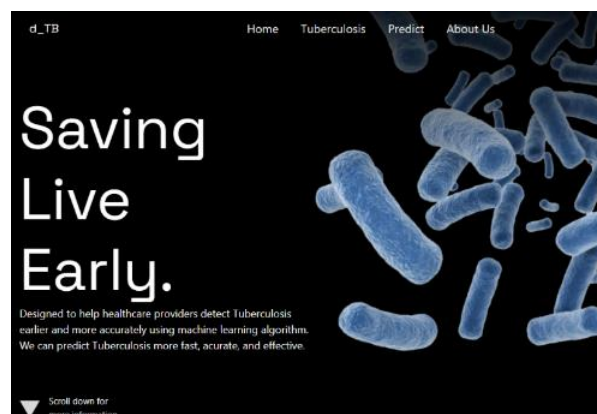
Tabel 3. Perbandingan skor model

Nama Model	Precision	Recall	F1-Score
Model 1	0.94	0.95	0.94
Model 2	<b>0.97</b>	<b>0.97</b>	<b>0.97</b>
Model 3	0.96	0.97	0.96

Sehingga dari beberapa metode pengukuran tersebut dapat dikatakan bahwa model 2 dengan 5 *hidden layer* dapat bekerja lebih baik karena memiliki nilai akurasi sebesar 98,0% dengan waktu *training* lebih lama yaitu 26 menit dan pengukuran skor yang cenderung lebih tinggi daripada model yang lainnya. Jika dibandingkan dengan penelitian [5] waktu komputasi algoritma terbaik yang diujikan yaitu DenseNet121 adalah 40 menit, sehingga dari performa hasil penelitian ini lebih baik berdasarkan parameter akurasi dan waktu komputasi. Algoritma yang perlu juga diekspolasi berdasarkan konsep dari CNN adalah algoritma YOLO. YOLO digunakan untuk deteksi objek pada input gambar, seperti yang dilakukan pada penelitian [10] yang melakukan deteksi dron dan penelitian [11] yang mendeteksi volume kendaraan. Sehingga YOLO juga

bias menjadi salah satu kandidat algoritma yang dapat digunakan untuk deteksi penyakit Tuberkolisis pada input citra.

Pada penelitian ini proses *deployment* dilakukan dengan mengaplikasikan model terbaik pada aplikasi “d\_TB” yaitu aplikasi pendeteksi tuberkulosis berdasarkan citra *X-ray* paru-paru berbasis *website* yang telah dirancang dan dibuat dengan beberapa tampilan sebagai berikut.



Gambar 8. Tampilan awal aplikasi “d\_TB”

Seperti pada Gambar 8, tampilan awal aplikasi pendeteksi tuberkulosis berbasis *website*, terdapat logo d\_TB, menu navigasi, dan sedikit informasi tentang aplikasi.



Gambar 9. Tampilan bagian prediksi aplikasi “d\_TB”

Pada Gambar 9 tampilan bagian prediksi pada aplikasi pendeteksi tuberkulosis berbasis *website*, terdapat informasi tentang cara menggunakan aplikasi, tombol untuk mengunggah citra *X-ray*, tombol untuk memulai prediksi, dan hasil klasifikasi dan prediksi model. Sistem pendeteksi tuberkulosis tersebut dapat mengklasifikasi dan bekerja dengan baik.

#### 4. Kesimpulan

Pada penelitian ini, telah dilakukan uji perbandingan terhadap beberapa model dengan beberapa arsitektur algoritma Convolutional Neural Network dengan jumlah *hidden layer* yang berbeda-beda. Dataset terdiri dari 2 folder berupa 4200 citra *X-ray* paru-paru berformat PNG dengan 3500 data normal dan 700 data tuberkulosis (359 data RGB dan 341 data grayscale) yang dibagi menjadi 80% data training dan 20% data

testing. Model yang diuji terdiri dari arsitektur CNN dengan 3, 5, dan 7 hidden layer model. Model terbaik yang dihasilkan adalah model dengan 5 hidden layer yang memiliki tingkat akurasi **98,0%** dan waktu training **26 menit** yang selanjutnya diimplementasikan pada aplikasi “d\_TB” yaitu aplikasi pendeteksi tuberkulosis berdasarkan citra X-ray berbasis website.

### Ucapan Terimakasih

Terima kasih kepada Pusat Riset dan pengabdian kepada Masyarakat Institut Teknologi Indonesia. Penelitian ini didanai dari Dana Pengembangan Penelitian Institusi. sesuai dengan kontrak penelitian nomor: 011/KP-HI/PRPM-PP/ITI/VI/2024.

### Daftar Rujukan

- [1] World Health Organization (2020, Oktober 14). Global Tuberculosis Report 2020. Oktober 7, 2022. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240013131>
- [2] Kementerian Kesehatan (2023, 2 Januari). Dashboard Data Kondisi TBC di Indonesia Data Diperbarui 2 Januari 2023. TBC Indonesia. Januari 3, 2023. <https://tbindonesia.or.id/pustaka-tbc/dashboard/>.
- [3] Rahman dkk. (2020). Reliable Tuberculosis Detection using Chest X-ray with Deep Learning, Segmentation and Visualization. IEEE Access, Vol. 8, 191586-191601.
- [4] Zufar, M., & Setiyono, B. (2016). Convolutional Neural Networks untuk Pengenalan Wajah Secara Real-Time. Jurnal Sains dan Seni ITS, Vol. 5 No. 2, 72-77.
- [5] Ovy Rochmawanti dkk. (2021) Analisis Performa Pre-Trained Model Convolutional Neural Network Dalam Mendeteksi Penyakit Tuberkulosis. Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK). Vol.8, No. 4, Agustus 2021, hlm. 805-814 . DOI: 10.25126/jtiik.202184441
- [6] Windha Hardjanto Achmad dkk, (2023) Pemodelan Klasifikasi Tuberkulosis dengan Convolutional Neural Network Prosiding Seminar Implementasi Teknologi Informasi dan Komunikasi Vol. 2, No. 1, Februari 2023 DOI: 10.31284/p.semtik.2023-1.3989
- [7] Althafani, N.A. (2021). Implementasi Algoritma CNN (Convolutional Neural Network) Untuk Mengklasifikasi Wajah Bermasker dan Tidak Bermasker dalam Sistem Aplikasi EVA (Everyone's Vigor Auxiliary). Institut Teknologi Indonesia. <http://repository.iti.ac.id/jspui/handle/123456789/1315>.
- [8] Abdulhakim, R., Carudin, & Dermawan, B.A. (2021). Analisis dan Penerapan Algoritma Convolutional Neural Network untuk Klasifikasi Kendaraan Prioritas. Jurnal Sains dan Informatika, Vol. 7 No. 2, 135-144.
- [9] Setiawan, W., & Farhan, N.H. (2022). Deteksi Objek Plat Nomor Kendaraan Dengan Metode CNN. Jurnal Computech & Bisnis, Vol. 16 No. 1, 46-50.
- [10] Restu Gilang Wijanarko dkk (2024) IMPLEMENTASI DETEKSI DRONE MENGGUNAKAN YOLO (You Only Look Once). Vol 14 No 2 (2024): Jurnal FASILKOM (teknologi inFormASi dan ILmu KOMputer) <https://doi.org/10.37859/jf.v14i2.7374>
- [11] Wihan Perkasa Nugraha Putra dkk (2024) Implementasi Sistem Penghitungan Volume Kendaraan Menggunakan YOLOv8 Vol 14 No 2 (2024): Jurnal FASILKOM (teknologi inFormASi dan ILmu KOMputer) <https://doi.org/10.37859/jf.v14i2.7395>