

# Klasifikasi Tuberkulosis (TBC) dari Citra X-Ray Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN)

*Diajukan Untuk Menyusun Skripsi  
di Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer UNSRI*



Oleh :

Muhammad Syafiq Al Fatih  
NIM : 09021282025061

**Jurusan Teknik Informatika**  
**FAKULTAS ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
Tahun Pembuatan

2024

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

### KLASIFIKASI TUBERKULOSIS (TBC) DARI CITRA X-RAY MENGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)

Oleh :

Muhammad Syafiq Al Fatih  
NIM : 09021282025061

Palembang, 15 Oktober 2024

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Informatika



Hadipurnawan Satria, Ph.D

NIP. 198004182020121001

Pembimbing



Dr. M. Fachrurrozi, S.Si., M.T.

NIP. 198005222008121002

## TANDA LULUS UJIAN KOMPREHENSIF

Pada hari Jumat tanggal 24 September 2024 telah dilaksanakan ujian komprehensif skripsi oleh Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Nama : Muhammad Syafiq Al Fatih  
NIM : 09021282025061  
Judul : Klasifikasi Tuberkulosis (TBC) dari Citra X-Ray Menggunakan Metode Convolutional Neural Network

dan dinyatakan LULUS.

1. Ketua Penguji

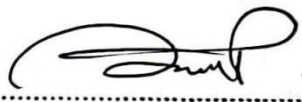
Rizki Kurniati, M.T.  
NIP. 199107122019032016



.....

2. Penguji

Anggina Primanita, M.IT., Ph.D.  
NIP. 198908062015042002



.....

3. Pembimbing

Dr. M. Fachrurrozi, S.Si., M.T.  
NIP. 198005222008121002



.....

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Informatika



Hadipurnawan Satria, Ph.D  
NIP 198004182020121001

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Syafiq Al Fatih  
NIM : 09021282025061  
Program Studi : Teknik Informatika  
Judul Skripsi : Klasifikasi Tuberkulosis (TBC) dari Citra X-Ray Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN)

Hasil Pengecekan Software iThenticate/Turnitin: 14%

Menyatakan bahwa laporan proyek saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan proyek ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Demikian, pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tidak ada paksaan oleh siapapun.



Palembang, 31 Oktober 2024



Muhammad Syafiq Al Fatih  
NIM. 09021282025061

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

“Tetapi boleh jadi kamu tidak menyenangi sesuatu, padahal itu baik bagimu, dan boleh jadi kamu menyukai sesuatu, padahal itu tidak baik bagimu. Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui.” (Al-Baqarah : 216)

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”  
(Al-Baqarah : 286)

“Wahai orang-orang yang beriman, jika kamu menolong (agama) Allah, niscaya Dia akan menolongmu dan meneguhkan kedudukanmu.” (Q.S Muhammad : 7)

Kupersembahkan skripsi ini kepada :

- Allah SWT
- Keluarga
- Rekan-rekan seperjuangan
- Almamater

## ABSTRACT

Tuberculosis (TB) is one of the world's deadliest infectious diseases, affecting millions of people each year. Rapid and accurate diagnosis of TB is essential for effective treatment and control of the spread of the disease. This study develops a TB classification model from lung X-ray images using the Convolutional Neural Network (CNN) method with MobileNetV2 architecture. The dataset used consists of secondary data taken from the internet and primary data obtained from local hospitals. The model was trained with secondary data and tested using validation data (20% of the secondary dataset) and primary data from local hospitals. The results showed that the MobileNetV2 model achieved the best accuracy of 97.80% with 92.83% precision, 97.18% recall, and 94.95% F1-score on the validation data. However, when tested with local primary data, the model accuracy decreased to below 50%, indicating that variations in data quality and characteristics between local and secondary datasets affect the model performance. Therefore, it is recommended to include local primary data into the training dataset to improve the accuracy of the model in real applications. This study demonstrates the potential of using CNNs, particularly MobileNetV2, in improving the accuracy and efficiency of X-ray image-based TB diagnosis.

**Keywords :** Tuberculosis, Convolutional Neural Network, MobileNetV2, X-ray Image Classification, Data Augmentation, Medical Diagnosis.

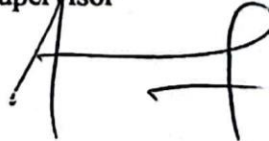
Palembang, 15 October 2024

Approve,  
Head of Informatics Department



Hadipurnawan Satria, Ph.D  
NIP. 198004182020121001

Supervisor



Dr. M. Fachrurrozi, S.Si., M.T.  
NIP. 198005222008121002



## ABSTRAK

Tuberkulosis (TB) adalah salah satu penyakit menular paling mematikan di dunia yang mempengaruhi jutaan orang setiap tahunnya. Diagnosis TB secara cepat dan akurat sangat penting untuk pengobatan yang efektif dan pengendalian penyebaran penyakit. Penelitian ini mengembangkan model klasifikasi TB dari citra X-ray paru-paru menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) dengan arsitektur MobileNetV2. Dataset yang digunakan terdiri dari data sekunder yang diambil dari internet dan data primer yang diperoleh dari rumah sakit lokal. Model dilatih dengan data sekunder dan diuji menggunakan data validasi (20% dari dataset sekunder) dan data primer dari rumah sakit ar bunda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model MobileNetV2 mencapai akurasi terbaik sebesar 97,80% dengan presisi 92,83%, recall 97,18%, dan F1-score 94,95% pada data validasi. Namun, ketika diuji dengan data primer lokal, akurasi model menurun hingga di bawah 50%, menunjukkan bahwa variasi dalam kualitas dan karakteristik data antara dataset lokal dan sekunder mempengaruhi performa model. Oleh karena itu, disarankan untuk memasukkan data primer lokal ke dalam dataset pelatihan untuk meningkatkan akurasi model dalam aplikasi nyata. Penelitian ini menunjukkan potensi penggunaan CNN, khususnya MobileNetV2, dalam meningkatkan akurasi dan efisiensi diagnosis TB berbasis citra X-ray.

**Kata Kunci :** Tuberkulosis, Convolutional Neural Network, MobileNetV2, Klasifikasi Citra X-ray, Data Augmentasi, Diagnosis Medis.

Palembang, 15 Oktober 2024

Mengetahui,  
Kepala Jurusan Teknik Informatika



Hadipurnawan Satria, Ph.D  
NIP. 198004182020121001

Pembimbing



Dr. M. Fachrurrozi, S.Si., M.T.  
NIP. 198005222008121002

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Klasifikasi Tuberkulosis (TB) Dari Citra X-Ray Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN)”, sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program Sarjana (S1) Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Dalam menyelesaikan skripsi ini banyak pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih setulus-tulusnya kepada :

1. Maha Suci Allah Subhanahu Wa Ta’Ala, karena berkat kasih dan rahmat karunia-Nya yang selalu menjadi penolong hamba-hambanya pada masa-masa tersulitnya.
2. Terima kasih yang paling mendalam kepada kedua Orang tua yang telah memberikan banyak pengorbanan kepada penulis selama ini. Penulis bersaksi bahwa penulis diberikan ribuan kasih sayang yang begitu ikhlas, semoga Allah senantiasa menjaga dan melindungi Abi dan Ummi dengan pahala berkali-kali lipat.
3. Terimakasih kepada Adik-adikku, Muhammad Nabil dan Muhammad Hilmy Musyaffa yang sudah menjadi motor pendorong semangat ketika penulis mulai merasa bosan dan dikecewakan dunia.

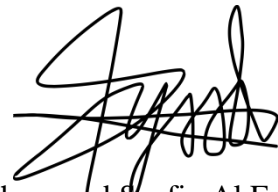


4. Terima kasih kepada Bapak Prof. Dr. Taufiq Marwa, S.E., M.Si selaku Rektor Universitas Sriwijaya atas segala dedikasi yang sudah diberikan untuk kampus kebanggaan.
5. Bapak Prof. Dr. Erwin, S.Si., M.Si. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer.
6. Bapak Hadipurnawan Satria, Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika.
7. Bapak Dr. Muhammad Fachrurrozi, S.Si., M.T.. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, kritik dan saran Terima kasih atas waktu yang sudah Bapak luangkan ditengah kesibukan bapak yang luar biasa, kesabaran yang sangat luas selama proses bimbingan, semua motivasi, kritik, dan doa serta ilmu-ilmu baru yang senantiasa bapak berikan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Ibu Anggina Primanita. M.IT., Ph.D. Selaku Dosen Penguji Tugas Akhir yang telah memberikan ilmu, nasihat, serta saran yang membangun.
9. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen serta Staf Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer UNSRI yang telah memberikan ilmu dan bantuan kepada saya selama masa kegiatan perkuliahan.
10. Terima kasih untuk Dini, Alvian dan Tegar yang telah menjadi orang yang selalu aku reportkan dalam menyusun skripsi ini, Semoga Allah balas kebaikan kalian
11. Teman Seperjuangan di LDF WIFI Fasilkom Unsri yang selalu mensupport dan memberikan lingkungan yang baik kepada saya selama masa perkuliahan.

12. Rekan rekan BPH LDK Nadwah Unsri 2023 - 2024 yang selalu mendukung penulis dalam penulisan tugas akhir ini.
13. Izzati Millah Hanifah, Tharisa Antya Perdani, Aulia Rahmawati N, Miftahul Oktaviandie, Bayu Daru Pangestu, Muhammad Syafiq Faiz Selaku teman baik serta rekan yang membantu dan mendukung penulis dalam penulisan tugas akhir ini.
14. Serta semua pihak yang telah mendukung dalam penyelesaian tugas akhir ini terima kasih banyak atas semua doa dan dukungannya.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan dikarenakan keterbatasan pengetahuan dan pengalaman oleh karena itu diharapkan kritik dan saran yang membangun akan menyempurnakan skripsi ini serta bermanfaat bagi kita semua.

Palembang, 31 Oktober 2024



Muhammad Syafiq Al Fatih

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....	ii
TANDA LULUS UJIAN KOMPREHENSIF .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRACT .....	vi
ABSTRAK .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	I-1
1.1 Pendahuluan.....	I-1
1.2 Latar Belakang Masalah.....	I-1
1.3 Rumusan Masalah.....	I-3
1.4 Tujuan .....	I-3
1.5 Manfaat Penelitian .....	I-4
1.6 Batasan Masalah .....	I-4
1.7 Sistematika Penulisan.....	I-5
1.8 Kesimpulan.....	I-6
BAB II KAJIAN LITERATUR.....	II-1
2.1 Pendahuluan.....	II-1
2.2 Landasan Teori .....	II-1
2.2.1 Diagnosis Tuberculosis .....	II-1
2.2.2 Klasifikasi Citra X-ray Thorax .....	II-2
2.2.3 Preprocessing Data.....	II-3
2.2.4 Convolutional Neural Network (CNN) .....	II-4
2.2.5 Arsitektur <i>MobileNet</i> .....	II-6
2.2.6 Pengukuran Kinerja.....	II-8
2.2.7 <i>Rational Unified Process</i> (RUP).....	II-9
2.3 Penelitian Lain yang Relevan .....	II-11
2.4 Kesimpulan.....	II-12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	III-1
3.1 Pendahuluan.....	III-1
3.2 Pengumpulan Data .....	III-1
3.3 Tahapan Penelitian.....	III-4
3.3.1 Pengumpulan Data .....	III-5
3.3.2 Menentukan Kerangka Kerja Penelitian.....	III-6
3.3.3 Menentukan Kriteria Pengujian .....	III-8

3.3.4 Menentukan Format Pengujian.....	III-8
3.3.5 Menentukan Alat Bantu Penelitian .....	III-10
3.3.6 Menentukan Pengujian Penelitian.....	III-10
3.3.7 Melakukan Analisis dan Menarik Kesimpulan.....	III-10
3.4 Metode Pengembangan Perangkat Lunak .....	III-11
3.6 Kesimpulan.....	III-13
<b>BAB IV PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK .....</b>	<b>IV-1</b>
4.1 Pendahuluan.....	IV-1
4.2 Fase Insepsi .....	IV-1
4.2.1 Pemodelan Bisnis.....	IV-1
4.2.2 Kebutuhan.....	IV-2
4.2.3 Analisis dan Desain.....	IV-2
4.2.4 Implementasi.....	IV-3
4.3 Fase Elaborasi.....	IV-7
4.3.1 Pemodelan Bisnis.....	IV-7
4.3.2 Kebutuhan.....	IV-8
4.3.3 Analisis dan Desain.....	IV-9
4.4 Fase Konstruksi .....	IV-10
4.4.1 Kebutuhan.....	IV-11
4.4.2 Implementasi.....	IV-11
4.5 Fase Transisi .....	IV-12
4.5.1 Perencanaan Pengujian.....	IV-13
4.5.2 Kebutuhan.....	IV-13
4.5.3 Analisis dan Desain.....	IV-14
4.5.4 Implementasi.....	IV-14
4.6 Kesimpulan.....	IV-15
<b>BAB V HASIL DAN ANALISIS PEMBAHASAN .....</b>	<b>V-1</b>
5.1 Pendahuluan.....	V-1
5.2 Hasil Penelitian .....	V-1
5.2.1 Konfigurasi Percobaan .....	V-1
5.2.2 Pelatihan Model .....	V-1
5.2.3 Hasil Pengujian .....	V-2
5.3 Analisis Hasil Pengujian .....	V-5
5.4 Kesimpulan.....	V-8
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>VI-1</b>
6.1 Pendahuluan.....	VI-1
6.2 Kesimpulan.....	VI-1
6.3 Saran.....	VI-2
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>xv</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>xvii</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel III-1. Sampel Citra X-Ray Tuberkulosis dari Kaggle .....	III-2
Tabel III-2. Sampel Citra X-Ray Normal dari Kaggle.....	III-2
Tabel III-3. Sampel Citra X-Ray Tuberkulosis dari Rumah Sakit .....	III-3
Tabel III-4. Sampel Citra X-Ray Normal dari Rumah Sakit.....	III-3
Tabel III-5 Format Pengujian <i>Confusion Matrix</i> . .....	III-9
Tabel III-6. Tabel Kesimpulan. ....	III-11
Tabel IV-1. Tabel Kebutuhan Fungsional. ....	IV-2
Tabel IV-2. Tabel Kebutuhan Non Fungsional. ....	IV-2
Tabel IV-3. Tabel Definisi Use Case Diagram.....	IV-4
Tabel IV-5. Tabel Skenario Use Case 1 .....	IV-5
Tabel IV-6. Tabel Skenario Use Case 2.....	IV-6
Tabel IV-7. Tabel Rencana Pengujian .....	IV-14
Tabel IV-8. Tabel Hasil Pengujian. ....	IV-14
Tabel V-1 Hasil epoch dengan MobileNetV2 dan Validation split 0.2 .....	V-2
Tabel V-2 Hasil epoch dengan MobileNet dan Validation split 0.2.....	V-3
Tabel V-3 Hasil epoch dengan MobileNet dan Validation dataset primer .....	V-4
Tabel V-4 Hasil epoch dengan MobileNetV2 & Validation dataset primer .....	V-5
Tabel V-5 Confusion Matrix Model .....	V-7



## DAFTAR GAMBAR

Gambar II-1. Contoh Resize Image. Normal Image, Nearest Neighbour Interpolation dan Bilinear Interpolation.....	II-3
Gambar II-2. Contoh Augmentasi Data.(Seita, 2019.) .....	II-4
Gambar II-3. Arsitektur CNN.....	II-5
Gambar II-4. Perbedaan Konvolusi <i>MobileNet</i> (Howard et al., 2017) .....	II-7
Gambar II-5. Arsitektur <i>MobileNet</i> (Howard et al., 2017).....	II-8
Gambar II-6. Arsitektur RUP. ....	II-10
Gambar III-1. Tahapan Penelitian .....	III-5
Gambar III-2. Kerangka kerja pembuatan model tahap training. ....	III-6
Gambar III-3. Kerangka kerja tahap testing. ....	III-8
Gambar IV-1. Use Case Diagram. ....	IV-4
Gambar IV-2 Rancangan Antarmuka Halaman Awal .....	IV-7
Gambar IV-3 Rancangan Antarmuka Hasil Klasifikasi.....	IV-8
Gambar IV-4 <i>Activity Diagram</i> Perangkat Lunak .....	IV-10
Gambar IV-5 Sequence Diagram perangkat lunak .....	IV-10
Gambar IV-6 <i>Class Diagram</i> Perangkat Lunak .....	IV-11
Gambar IV-7. Antarmuka Halaman Awal .....	IV-12
Gambar IV-8 Antarmuka Halaman Klasifikasi .....	IV-12
Gambar V-1. Confusion Matrix dengan MobileNetV2 dan Validation Split 0.2 (Kiri 10 Epoch, Kanan 20 Epoch) .....	V-2
Gambar V-2. Confusion Matrix dengan MobileNetV1 dan Validation Split 0.2 (Kiri 10 Epoch, Kanan 20 Epoch) .....	V-3
Gambar V-3. Grafik perbandingan model dengan split data Validasi 0.2.....	V-3
Gambar V-4. Confusion Matrix dengan MobileNetV1 dan Validation dataset primer (Kiri 10 Epoch, Kanan 20 Epoch) .....	V-4
Gambar V-5. Confusion Matrix dengan MobileNetV2 dan Validation dataset primer (Kiri 10 Epoch, Kanan 20 Epoch) .....	V-4
Gambar V-6. Grafik perbandingan model dengan dataset primer .....	V-5

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Pendahuluan**

Pada bab pendahuluan membahas latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah serta sistematika penulisan. Bab ini akan memberikan penjelasan umum mengenai keseluruhan isi pada Bab selanjutnya. Pendahuluan dimulai dengan penjelasan mengenai masalah yang ada dan bagaimana penyelesaian suatu masalah.

### **1.2 Latar Belakang Masalah**

Tuberkulosis (TB) merupakan salah satu penyakit yang paling berbahaya dan mematikan di seluruh dunia (Oloko-Oba and Viriri, 2020) juga paling banyak menyerang manusia sampai menyebabkan kematian di seluruh dunia. Menurut laporan Global Tuberculosis Report 2021 oleh World Health Organization, terdapat sekitar 9 juta kasus TB dan 1,5 juta kematian akibat TB pada tahun 2020. Tuberkulosis merupakan penyakit yang disebabkan oleh mikobakterium tuberkulosis, bakteri ini dapat menyerang darah, tulang, otak dan paru-paru, namun kebanyakan dari bakteri ini menyerang organ paru-paru (Ladumor et al., 2021). Pada awalnya, gejala TB seringkali tidak spesifik sehingga sulit untuk didiagnosa. Oleh karena itu, diagnosis yang cepat dan akurat sangat penting untuk pengobatan yang tepat dan mengurangi penyebaran penyakit. (Sitepu et al., 2022)

Diagnosa penderita tuberkulosis berdasarkan citra x-ray perlu dilakukan secara akurat dan sangat penting dalam pencegahan penyakit tersebut (Sathitratanacheewin et al., 2020). Salah satu cara untuk mendiagnosa TB adalah melalui pemeriksaan radiologi, terutama menggunakan citra X-ray paru-paru. Namun, interpretasi citra X-ray yang akurat memerlukan keahlian dan pengalaman radiolog yang terlatih. Oleh karena itu, penggunaan teknologi cerdas dalam interpretasi citra X-ray menjadi sangat penting dalam klasifikasi dini dan pengobatan TB. WHO merekomendasikan penggunaan computed tomography (CT) scan atau radiografi dada (chest X-ray) sebagai alat diagnostik awal untuk TB paru.

Metode Convolutional Neural Network (CNN) telah terbukti efektif dalam bidang pengolahan citra dan pengenalan pola. Dalam konteks klasifikasi TB dari citra X-ray, CNN dapat dilatih untuk mengenali pola-pola yang muncul pada gambar X-ray paru-paru yang menunjukkan adanya TB. Beberapa penelitian sebelumnya telah mencoba menggunakan metode CNN untuk mengklasifikasi TB dari citra X-ray paru-paru, seperti yang dilakukan oleh (Lakhani and Sundaram, 2017), (Rajaraman et al., 2018), (Andika et al., 2020) serta (Rasyid and Heryawan, 2023)

Dalam skripsi ini, metode CNN akan digunakan untuk mengembangkan sistem klasifikasi TB dari citra X-ray paru-paru. Penelitian ini diharapkan dapat membantu meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam diagnosis TB dari citra X-ray paru-paru serta membantu penanganan pasien TB lebih efektif dan efisien. Hasil penelitian ini juga dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan

teknologi cerdas dalam bidang kedokteran dan kesehatan. Referensi lain yang relevan untuk klasifikasi TB dari citra X-ray paru-paru adalah (Anthimopoulos et al., 2016) dan panduan penggunaan high resolution chest computed tomography in tuberculosis detection and management oleh WHO (2016).

### **1.3 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. sejauh mana tingkat keakuratan model dalam membedakan citra X-ray yang mengandung tanda-tanda tuberkulosis dari yang tidak mengandung tanda-tanda tersebut?
2. Apakah penggunaan teknologi CNN dapat meningkatkan kinerja klasifikasi tuberkulosis dari citra X-ray dibandingkan dengan metode konvensional yang ada?
3. Bagaimana perbandingan tingkat keakuratan model dari MobileNet V1 dan MobileNet V2 dalam mengklasifikasi tuberkulosis.

### **1.4 Tujuan**

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengimplementasikan metode Convolutional Neural Network (CNN) untuk mengklasifikasi tuberkulosis dari citra X-ray.
2. Mengevaluasi kinerja teknologi CNN dalam mengklasifikasi tuberkulosis dari citra X-ray dan membandingkannya dengan metode konvensional yang ada.

3. Meningkatkan akurasi klasifikasi tuberkulosis dari citra X-ray dengan menggunakan teknologi CNN.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan kontribusi pada pengembangan teknologi pengolahan citra medis dengan penerapan teknologi Convolutional Neural Network (CNN) pada klasifikasi tuberkulosis dari citra X-ray.
2. Meningkatkan kualitas klasifikasi tuberkulosis dari citra X-ray dengan teknologi CNN, sehingga mempercepat diagnosis dan pengobatan tuberkulosis pada pasien.
3. Menjadi referensi dan sumber informasi bagi peneliti atau praktisi di bidang pengolahan citra medis dalam penerapan teknologi CNN pada klasifikasi tuberkulosis dari citra X-ray.

### **1.6 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini hanya akan berfokus pada klasifikasi tuberkulosis dari citra X-ray.
2. Dataset citra yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari citra X-ray yang berasal dari internet dan klinik atau rumah sakit yang diambil dengan teknologi standar.



3. Implementasi teknologi CNN pada penelitian ini akan menggunakan Python dan framework TensorFlow.
4. Evaluasi kinerja teknologi CNN pada penelitian ini hanya akan berfokus pada akurasi dan efisiensi dalam mengklasifikasi tuberkulosis dari citra X-ray.

### **1.7 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### **BAB I. PENDAHULUAN**

Pada bab ini membahas tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan batasan masalah.

#### **BAB II. KAJIAN LITERATUR**

Pada bab ini membahas tentang landasan teori yang digunakan dalam penelitian yang diantaranya adalah klasifikasi Tuberkulosis, Citra x-ray, Convolutional Neural Network (CNN), Website dan penelitian yang relevan

#### **BAB III. METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini membahas tentang pengumpulan data, metode yang digunakan dalam mengumpulkan data dan kerangka kerja penelitian yang dibahas secara rinci.

## **BAB IV. PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK**

Pada bab ini akan membahas tahapan pengembangan perangkat lunak Klasifikasi Tuberkulosis (TBC) dari Citra X-Ray Menggunakan Metode Convolutional Neural Network menggunakan metode pengembangan *Rational Unified Process* (RUP).

## **BAB V. HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN**

Bab ini berisi hasil pengujian pada perangkat lunak yang telah dikembangkan dan bab ini juga akan memaparkan pembahasan mengenai analisis dari hasil pengujian yang dilakukan.

## **BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini memberikan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya.

### **1.8 Kesimpulan**

Bab ini telah membahas mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan. Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa dalam penelitian ini dikembangkan untuk mengembangkan sistem klasifikasi TB dari citra X-ray paru-paru menggunakan metode CNN

## DAFTAR PUSTAKA

- Andika, L.A., Pratiwi, H., Sulistijowati Handajani, S., 2020. Convolutional neural network modeling for classification of pulmonary tuberculosis disease. *J. Phys. Conf. Ser.* 1490, 012020. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1490/1/012020>
- Anthimopoulos, M., Christodoulidis, S., Ebner, L., Christe, A., Mougiakakou, S., 2016. Lung Pattern Classification for Interstitial Lung Diseases Using a Deep Convolutional Neural Network. *IEEE Trans. Med. Imaging* 35, 1207–1216. <https://doi.org/10.1109/TMI.2016.2535865>
- Fenneteau, A., Bourdon, P., Helbert, D., Fernandez-Maloigne, C., Habas, C., Guillevin, R., 2021. Investigating efficient CNN architecture for multiple sclerosis lesion segmentation. *J. Med. Imaging* 8. <https://doi.org/10.1117/1.JMI.8.1.014504>
- Higashiguchi, M., Nishioka, K., Kimura, H., Matsumoto, T., 2021. Prediction of the duration needed to achieve culture negativity in patients with active pulmonary tuberculosis using convolutional neural networks and chest radiography. *Respir. Investig.* 59, 421–427. <https://doi.org/10.1016/j.resinv.2021.01.004>
- Howard, A.G., Zhu, M., Chen, B., Kalenichenko, D., Wang, W., Weyand, T., Andreetto, M., Adam, H., 2017. MobileNets: Efficient Convolutional Neural Networks for Mobile Vision Applications.
- Km, J.U.S., 2023. Fakultas Kedokteran Universitas Muslim Indonesia.
- Ladumor, H., Al-Mohannadi, S., Ameerudeen, F.S., Ladumor, S., Fadl, S., 2021. TB or not TB: A comprehensive review of imaging manifestations of abdominal tuberculosis and its mimics. *Clin. Imaging* 76, 130–143. <https://doi.org/10.1016/j.clinimag.2021.02.012>
- Lakhani, P., Sundaram, B., 2017. Deep Learning at Chest Radiography: Automated Classification of Pulmonary Tuberculosis by Using Convolutional Neural Networks. *Radiology* 284, 574–582. <https://doi.org/10.1148/radiol.2017162326>
- Oloko-Oba, M., Viriri, S., 2020. Diagnosing Tuberculosis Using Deep Convolutional Neural Network, in: El Moataz, A., Mammass, D., Mansouri, A., Nouboud, F. (Eds.), *Image and Signal Processing, Lecture Notes in Computer Science*. Springer International Publishing, Cham, pp.

151–161. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-51935-3\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-030-51935-3_16)

Perwitasari, R., Afawani, R., Anjarwani, S.E., 2020. Penerapan Metode Rational Unified Process (RUP) Dalam Pengembangan Sistem Informasi Medical Check Up Pada Citra Medical Centre. *J. Teknol. Inf. Komput. Dan Apl. JTIKA* 2, 76–88. <https://doi.org/10.29303/jtika.v2i1.85>

Rajaraman, S., Candemir, S., Kim, I., Thoma, G., Antani, S., 2018. Visualization and Interpretation of Convolutional Neural Network Predictions in Detecting Pneumonia in Pediatric Chest Radiographs. *Appl. Sci.* 8, 1715. <https://doi.org/10.3390/app8101715>

Rasyid, A., Heryawan, L., 2023. Klasifikasi Penyakit Tuberculosis (TB) Organ Paru Manusia Berdasarkan Citra Rontgen Thorax Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN). *J. Manaj. Inf. Kesehat. Indones. JMiki* 11. <https://doi.org/10.33560/jmiki.v11i1.484>

Sathitratanacheewin, S., Sunanta, P., Pongpirul, K., 2020. Deep learning for automated classification of tuberculosis-related chest X-Ray: dataset distribution shift limits diagnostic performance generalizability. *Heliyon* 6, e04614. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04614>

Seita, D., n.d. 1000x Faster Data Augmentation [WWW Document]. Berkeley Artif. Intell. Res. Blog. URL [http://bair.berkeley.edu/blog/2019/06/07/data\\_aug/](http://bair.berkeley.edu/blog/2019/06/07/data_aug/) (accessed 3.6.24).

Shorten, C., Khoshgoftaar, T.M., 2019. A survey on Image Data Augmentation for Deep Learning. *J. Big Data* 6, 60. <https://doi.org/10.1186/s40537-019-0197-0>

Sitepu, A.C., Sigiro, M., Panjaitan, J., 2022. DETEKSI PENYAKIT TUBERKULOSIS DENGAN ATENSI GANDA CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK PADA CITRA X-RAY 2.

Tavolara, T.E., Niazi, M.K.K., Ginese, M., Piedra-Mora, C., Gatti, D.M., Beamer, G., Gurcan, M.N., 2020. Automatic discovery of clinically interpretable imaging biomarkers for Mycobacterium tuberculosis supersusceptibility using deep learning. *eBioMedicine* 62, 103094. <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2020.103094>

Zhong, S., Hu, J., Yu, X., Zhang, H., 2021. Molecular image-convolutional neural network (CNN) assisted QSAR models for predicting contaminant reactivity toward OH radicals: Transfer learning, data augmentation and model interpretation. *Chem. Eng. J.* 408, 127998. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.127998>