

**SKRIPSI**

**Identifikasi Penyakit *Tuberculosis* Melalui Hasil Citra X-  
RAY Menggunakan *Deep Learning Convolutional Neural  
Network***



**Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada  
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya**

**Oleh :**

**DAVIS PURNAMA DASTUR**

**03041281924041**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2023**

LEMBAR PENGESAHAN

IDENTIFIKASI PENYAKIT *TUBERCULOSIS* MELALUI HASIL CITRA  
X-RAY MENGGUNAKAN *DEEP LEARNING CONVOLUTIONAL*  
*NEURAL NETWORK*



Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada  
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya

Oleh :

**DAVIS PURNAMA DASTUR**

**03041281924041**

Palembang, 30 Agustus 2023

Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., IPU.  
NIP. 197108141999031005

Menyetujui,  
Pembimbing Utama

Dr. Eng. Ir. Suci Dwijavanti, S.T., M.S., IPM.  
NIP. 198407302008122001

## HALAMAN PERNYATAAN DOSEN

Saya sebagai Pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya ruang lingkup dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1)

Tanda Tangan

:  \_\_\_\_\_

Pembimbing Utama

: Dr. Eng. Ir. Suci Dwijayanti, S.T., M.S., IPM.

Tanggal

: 30 / Agustus / 2023

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Davis Purnama Dastur  
NIM : 03041281924041  
Fakultas : Teknik  
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro  
Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil Pengecekan *Software iThenticate/Turnitin* : 14 %

Menyatakan bahwa tugas akhir saya yang berjudul "**Identifikasi Penyakit Tuberculosis Melalui Hasil Citra X-RAY Menggunakan Deep Learning Convolutional Neural Network**", merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan.

Palembang, 30 Agustus 2023

Penulis



Davis Purnama Dastur  
NIM.03041281924041

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK  
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Davis Purnama Dastur

NIM : 03041281924041

Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

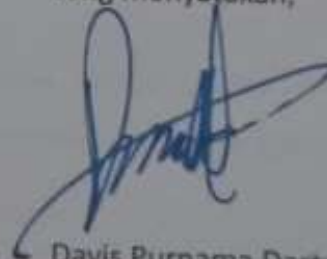
**IDENTIFIKASI PENYAKIT *TUBERCULOSIS* MELALUI HASIL CITRA  
X-RAY MENGGUNAKAN *DEEP LEARNING CONVOLUTIONAL  
NEURAL NETWORK***

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media /formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Palembang

Pada Tanggal : 30 Agustus 2023

Yang menyatakan,



Davis Purnama Dastur  
NIM. 03041181924041

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil'alamin puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT. Serta shalawat dan salam penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat. Berkat rahmat dan ridho Allah SWT, skripsi yang berjudul “**Identifikasi Penyakit *Tuberculosis* Melalui Hasil Citra X-RAY Menggunakan *Deep Learning Convolutional Neural Network***” dapat diselesaikan sebagai salah satu syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini, penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sejak awal masa perkuliahan sampai dengan penyusunan Skripsi ini, sulit rasanya bagi penulis untuk sampai pada tahap ini. Maka dari itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Mama, Papa, saudara, dan keluarga yang selalu memberikan semangat dan memberi dukungan baik secara mental, fisik, maupun finansial
2. Ibu Dr. Eng. Ir. Suci Dwijayanti, S.T., M.S., IPM selaku pembimbing tugas akhir ini yang telah meluangkan waktu memberikan bimbingan, ilmu dan masukan kepada penulis, dari awal hingga penulis menyelesaikan tugas akhir.
3. Dosen pembimbing akademik bapak Baginda Oloan Siregar, S.T., M.T. yang telah memberikan arahan serta bimbingan kepada penulis selama masa perkuliahan.
4. Bapak Muhammad Abu Bakar, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya dan Ibu Dr. Eng. Ir. Suci Dwijayanti, S.T., M.S., IPM selaku Sekretaris Jurusan Teknikk Elektro Universitas Sriwijaya.
5. Segenap Dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah membantu dan memberikan ilmu selama perkuliahan.
6. Teman – teman TKR 2019 yang selalu memberikan *support* dan dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini.

7. Saudara Arizal, Chaca, Akde dan Kharizma yang selalu menghibur memberikan dukungan, semangat dan selalu Gass dikala stuck selama menyelesaikan skripsi ini.
8. Teman – teman sederhana dan penghuni grup Pejuang 2023 yang selalu membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Dan pihak-pihak yang sangat membantu didalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis sadar bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis berharap saran dan masukan yang membangun Pada akhirnya, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua orang.

Palembang, 30 Agustus 2023

Penulis

Davis Purnama Dastur  
NIM.03041281924041

## ABSTRAK

### Identifikasi Penyakit *Tuberculosis* Melalui Hasil Citra X-RAY Menggunakan *Deep Learning Convolutional Neural Network*

(Davis Purnama Dastur, 03041281924041, 2023, 51 halaman)

---

Penelitian tentang deteksi penyakit *tuberculosis* umumnya menggunakan *dataset* dari sumber publik. Sedangkan, penelitian yang menggunakan *dataset* langsung dari rumah sakit di Indonesia masih terbatas. Selain itu, hasil akurasi yang didapat pada klasifikasi *tuberculosis* masih belum optimal. Sehingga, pada penelitian ini dikembangkan sistem deteksi *tuberculosis* pada citra X-Ray dengan menggunakan dataset dari RSUP Rivai Abdullah menggunakan arsitektur *convolutional neural network* (CNN). Penelitian ini dilakukan secara eksperimental dengan menggunakan kombinasi *dataset* dari RSUP Rivai Abdullah sebanyak 279 citra x-ray dan 1036 data sekunder. Pada penelitian ini digunakan tiga arsitektur CNN, yaitu DenseNet, AlexNet, dan modifikasi DenseNet121. Hasil penelitian menunjukkan faktor-faktor yang memengaruhi kinerja tiga arsitektur pemodelan. Perbedaan jumlah data primer dan sekunder mempengaruhi hasil pelatihan. Arsitektur yang lebih dalam, seperti DenseNet121 dan arsitektur hasil modifikasi mampu memahami ciri citra lebih baik. Arsitektur CNN hasil modifikasi DenseNet121 mengungguli DenseNet121 karena penambahan lapisan aktivasi *rectified linear unit* (ReLU) dan fitur model *checkpoint*. Model *checkpoint* memungkinkan penyimpanan otomatis tanpa menghentikan proses pelatihan. Model hasil pelatihan dengan menggunakan arsitektur modifikasi DenseNet121 menunjukkan performa terbaik dalam mengklasifikasikan *tuberculosis* melalui citra X-Ray dengan akurasi mencapai 99.47% dan akurasi validasi 92.18%. Pengujian parameter *learning rate*, *epoch*, dan *batch size* memberikan pengaruh signifikan terhadap performa model, dimana arsitektur hasil modifikasi DenseNet yang menghasilkan performa terbaik dengan parameter *learning rate* 0.0001, *epoch* 50, dan *batch size* 16.

**Kata Kunci:** Tuberculosis, X-Ray, *Convolutional Neural Network*, DenseNet, modifikasi DenseNet



## ABSTRACT

### *Identification of Tuberculosis Disease Through X-RAY Image Using Deep Learning Convolutional Neural Network*

(Davis Purnama Dastur, 03041281924041, 2023, 51 page)

---

*Study on the detection of tuberculosis commonly utilizes datasets from public sources. However, studies using datasets directly from hospitals in Indonesia are still limited. Furthermore, the achieved accuracy in tuberculosis classification is not yet optimal. Therefore, in this research, a tuberculosis detection system is developed for X-Ray images using the dataset from RSUP Rivai Abdullah, employing a convolutional neural network (CNN) architecture. This study was conducted experimentally, combining a dataset of 279 x-ray images and 1036 secondary data from RSUP Rivai Abdulllah. Three CNN architectures were employed in this study: DenseNet, AlexNet, and a modified DenseNet121. The research results reveal factors influencing the performance of the three architectural models. The disparity in the amount of primary and secondary data affects the training outcomes. Deeper architectures, such as DenseNet121 and the modified architecture, better comprehend image features. The modified CNN architecture, DenseNet121, outperforms the standard DenseNet121 due to the addition of rectified linear unit (ReLU) activation layers and model checkpoint features. The model checkpoint enables automatic storage without interrupting the training process. The trained model using the modified DenseNet121 architecture exhibits the best performance in classifying tuberculosis through X-Ray images, achieving an accuracy of 99.47% and validation accuracy of 92.18%. Testing parameters such as learning rate, epoch, and batch size significantly impact the model's performance, with the modified DenseNet architecture producing the best performance using a learning rate of 0.0001, 50 epochs, and a batch size of 16.*

**Keywords:** *Tuberculosis, X-Ray, Convolutional Neural Network, DenseNet, modified DenseNet*

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN DOSEN .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Pembatasan Masalah .....	4
1.5 Keaslian Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 <i>State of The Art</i> .....	7
2.2 Pengolahan Citra Digital.....	13
2.2.1 Foto Rongten .....	13
2.2.2 <i>Image Preprocessing</i> .....	14
2.3 <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i> .....	14
2.3.1 <i>Convolution Layer</i> .....	15

2.3.2	<i>Activation ReLU Layer</i> .....	16
2.3.3	<i>Pooling Layer</i> .....	17
2.3.4	<i>Flatten Layer</i> .....	18
2.3.5	<i>Fully Connected Layer</i> .....	18
2.3.6	<i>Softmax</i> .....	19
2.4	Arsitektur CNN .....	19
2.4.1	DenseNet .....	19
2.4.2	AlexNet .....	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		22
3.1	Studi Literatur .....	22
3.2	Pengumpulan <i>Dataset</i> .....	23
3.3	Perancangan Sistem .....	24
3.4	Pengujian Sistem.....	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		26
4.1	Pengumpulan <i>Data Set</i> .....	26
4.2	Pengolahan <i>Data Set</i> .....	28
4.3	Perbandingan 3 Arsitektur CNN .....	30
4.3.1	AlexNet (Model A).....	31
4.3.2	DenseNet (Model B).....	32
4.3.3	Arsitektur Modifikasi (Model C).....	33
4.4	Hasil Pelatihan 3 Arsitektur CNN.....	34
4.4.1	AlexNet (Model A).....	34
4.4.2	DenseNet121 (Model B).....	37
4.4.3	Arsitektur Modifikasi (Model C).....	40
4.5	Hasil Pengujian 3 Arsitektur .....	44

4.6 Analisis Hasil Pelatihan dan Pengujian 3 Arsitektur .....	46
4.7 Pengujian Arsitektur Terbaik Menggunakan GUI .....	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	49
5.1 Kesimpulan .....	49
5.2 Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA .....	50
LAMPIRAN.....	52

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> <i>Dataset</i> Normal dan <i>Tuberculosis</i> Shenzhen Hospital[9]. .....	7
<b>Gambar 2.2</b> Diagram Pelatihan Model AlexNet[10]......	8
<b>Gambar 2.3</b> Alur Pemrosesan UM dan HEF[12]. .....	11
<b>Gambar 2.4</b> Perbandingan Citra Asli dengan UM dan HEF[12]......	11
<b>Gambar 2.5</b> Keakuratan Validasi Tiap Pemodelan .....	12
<b>Gambar 2.6</b> <i>Accuracy</i> Pada Berbagai Arsitektur .....	12
<b>Gambar 2.7</b> Foto Rongten Paru-Paru .....	14
<b>Gambar 2.8</b> Arsitektur CNN[6]......	15
<b>Gambar 2.9</b> Perhitungan Convolution Layer.....	16
<b>Gambar 2.10</b> <i>Activation ReLU</i> .....	17
<b>Gambar 2.11</b> <i>Max Pooling</i> dan <i>Average Pooling</i> .....	17
<b>Gambar 2.12</b> Proses <i>Flatten Layer</i> .....	18
<b>Gambar 2.13</b> <i>Fully Connected Layer</i> .....	18
<b>Gambar 2.14</b> Arsitektur DensNet[14] .....	20
<b>Gambar 2.15</b> Arsitektur AlexNet[15].....	21
<b>Gambar 3.1</b> <i>Flowchart</i> Penelitian.....	22
<b>Gambar 3.2</b> Citra X-Ray Paru (a) <i>Tuberculosis</i> (b) <i>Covid-19</i> (c)Normal yang diambil dari RSUP Arivai Abdullah. ....	23
<b>Gambar 3.3</b> <i>Flowchart</i> Klasifikasi <i>Tuberculosis</i> .....	24
<b>Gambar 4.1</b> Jumlah Data Primer (a) dan Data Sekunder (b).....	26
<b>Gambar 4.2</b> Jumlah Data Primer dan Data Sekunder Setelah Disamaratakan ....	27
<b>Gambar 4.3</b> Praproses <i>Cropping</i> Citra .....	29
<b>Gambar 4.4</b> Praproses <i>Greyscale</i> Citra.....	29
<b>Gambar 4.5</b> Hasil Augmentasi Citra (a) <i>Horizontal flip</i> , (b) <i>Rotation</i> , (c) <i>Shear</i> , (d) <i>Crop</i> .....	30

<b>Gambar 4.6</b> Grafik Pemodelan <i>Accuracy</i> (a) dan <i>Loss</i> (b) Terbaik AlexNet.....	36
<b>Gambar 4.7</b> Grafik Pemodelan <i>Accuracy</i> (a) dan <i>Loss</i> (b) Terbaik DenseNet121 .....	39
<b>Gambar 4.8</b> Grafik Pemodelan <i>Accuracy</i> (a) dan <i>Loss</i> (b) Terbaik Arsitektur Modifikasi. ....	42
<b>Gambar 4.9</b> Grafik Pemodelan <i>Accuracy</i> dan <i>Loss</i> Terbaik dari Setiap Arsitektur Pemodelan.....	43

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Performa 5 Pemodelan dan Representatif .....	7
<b>Tabel 2.2</b> Hasil Performansi dari Parameter Pengujian Terbaik .....	9
<b>Tabel 2.3</b> Hasil Uji <i>Ensembles</i> dengan Literatur Terbaru .....	10
<b>Tabel 3.1</b> <i>Confusion Matrix</i> .....	25
<b>Table 4.1</b> Contoh Gambar <i>Data Set</i> Yang Digunakan .....	27
<b>Tabel 4.2</b> Pembagian <i>Data Set</i> Pada Setiap Kelasnya.....	28
<b>Tabel 4.3</b> Arsitektur AlexNet Pada Proses Pelatihan .....	31
<b>Tabel 4.4</b> Arsitektur DenseNet121 Pada Proses Pelatihan.....	33
<b>Tabel 4.5</b> Arsitektur Modifikasi DenseNet121 Pada Proses Pelatihan .....	33
<b>Tabel 4.6</b> Hasil Pengujian <i>Learning Rate</i> AlexNet.....	34
<b>Tabel 4.7</b> Hasil Pengujian <i>Epoch</i> AlexNet.....	35
<b>Tabel 4.8</b> Hasil Pengujian <i>Batch Size</i> AlexNet .....	36
<b>Tabel 4.9</b> Hasil Pengujian <i>Learning Rate</i> DenseNet121.....	37
<b>Tabel 4.10</b> Hasil Pengujian <i>Epoch</i> DenseNet121.....	38
<b>Tabel 4.11</b> Hasil Pengujian <i>Batch Size</i> DenseNet121.....	38
<b>Tabel 4.12</b> Hasil Pengujian <i>Learning Rate</i> Arsitektur Modifikasi.....	40
<b>Tabel 4.13</b> Hasil Pengujian <i>Epoch</i> Arsitektur Modifikasi.....	41
<b>Tabel 4.14</b> Hasil Pengujian <i>Batch Size</i> Arsitektur Modifikasi .....	42
<b>Tabel 4.15</b> Parameter Terbaik Dari Setiap Arsitektur .....	43
<b>Tabel 4.16</b> Sampel Hasil Pengujian Menggunakan Data Test .....	44
<b>Tabel 4.17</b> Hasil Pengujian Arsitektur Modifikasi Menggunakan GUI.....	47

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Tuberculosis* (TB) merupakan penyakit menular yang diakibatkan oleh *Mikrobakterium tuberculosis*. Penyakit TB ini tergolong penyakit infeksi kronis dan menjadi masalah kesehatan dunia. WHO pada tahun 1992 telah mencanangkan sebagai *emergency* dan pada tahun 2012 diperkirakan sebanyak 8,6 miliar orang di dunia telah terinfeksi penyakit TB. Sebanyak 1,3 miliar diantaranya telah meninggal akibat penyakit tersebut[1]. *Mikrobakterium tuberculosis* tersebut ditularkan melalui udara sehingga pasien penderita *tuberkulosis* menjadi sumber penyebab penyebaran di populasi sekitarnya[2].

Pada tahun 2006, WHO melaporkan angka penyebaran kasus tuberkulosis yang terjadi di Indonesia 130/100.000 dan, setiap tahunnya dilaporkan sebanyak 539.000 orang menjadi kasus baru di Indonesia dengan jumlah kematian yang terjadi sebesar 101.000 kasus setiap tahunnya. Angka tersebut menjadikan penyakit *tuberculosis* ini menjadi penyebab kematian nomor 3 setelah penyakit jantung dan penyakit saluran pernafasan[2].

Salah satu pemeriksaan penyakit *tuberculosis* adalah menggunakan radiologi atau yang lebih dikenal dengan sinar X-Ray / foto rontgen. Namun, pemeriksaan *tuberculosis* dari citra hasil X-Ray masih memiliki beberapa kekurangan. Hal ini disebabkan karena beberapa praktisi medis seperti dokter masih mengandalkan pengamatan manual dalam pembacaan hasil rontgen citra X-Ray tersebut. Sehingga hasil yang didapatkan dari pembacaan visual tersebut menjadi sangat subjektif. Praktisi medis harus melakukan pembacaan citra X-Ray secara teliti dan akurat dalam mendeteksi dan diagnosis penyakit tuberkulosis pada pasien. Oleh karena itu, dibutuhkan perangkat lunak yang bisa mendeteksi penyakit tuberkulosis secara objektif sebagai pembanding dari hasil pembacaan manual oleh praktisi medis. Perangkat lunak tersebut diharapkan dapat membantu memberikan keakuratan dalam pendagnosisan penyakit *tuberculosis*[3].



Ada beberapa penelitian yang telah dikembangkan untuk mendeteksi TB dengan menggunakan *Artificial Intelligence* (AI). Andi Sitti Nur Afifah dkk telah melakukan penelitian mengenai deteksi dini *tuberculosis* dengan implementasi klasifikasi menggunakan support vector machine (SVM) dan jaringan saraf tiruan (JST). Pada penelitian tersebut dilakukan klasifikasi penyakit dengan menggunakan *dataset* yang berasal dari Puskesmas Kalumata kota Ternate. Akan tetapi penelitian tersebut menunjukkan penurunan hasil akurasi validasi dengan metode SVM dan JST dari hasil akurasi *training* yang didapat. Selain itu, *dataset* yang digunakan pada penelitian tersebut juga cukup kecil dengan 100 data[4].

Penelitian lain untuk mendeteksi *tuberculosis* adalah dengan menggunakan metode *deep learning*. Ovy Rochmawati, dkk menggunakan CNN dan melakukan pengujian dengan enam arsitektur guna mendapatkan performa terbaik dalam mendeteksi *tuberculosis* yakni InceptionResNetV2, MobileNet, DenseNet121, Xception, InceptionV3 dan ResNet50. Hasil performa terbaik didapatkan pada arsitektur DenseNet121 dengan akurasi 91.57%[5]. Dalam penelitian lain Mutia Ramadhan, dkk., membahas optimasi algoritma CNN menggunakan *transfer learning* untuk klasifikasi citra X-Ray paru medis. Hasil yang didapatkan bahwa model ResNet152V2 memiliki akurasi sebesar 91.4% dengan total data set yang berasal dari *kaggle* sebanyak 3590 citra X-Ray[6]. Namun, pada penelitian-penelitian tersebut, *data set* yang digunakan masih berasal dari data publik yang didapatkan secara *online* dari *Kaggle*, dan data tersebut juga hanya merujuk pada pasien luar negeri[5][7][8]. Sedangkan penelitian untuk *data set* yang berasal dari rumah sakit langsung dan pasien dari Indonesia masih jarang ditemukan karena data citra X-Ray medis pasien yang bersifat *private*.

Berdasarkan uraian di atas, maka pada penelitian ini akan dikembangkan sistem deteksi penyakit *tuberculosis* menggunakan data citra X-Ray paru dengan *data set* yang akan digunakan merupakan data pasien Indonesia yang berasal dari RSUP Rivai Abdullah Palembang. Penelitian ini juga mengklasifikasikan data citra X-Ray paru dalam tiga kelas, yaitu *tuberculosis*, covid-19 dan normal. Covid-19 digunakan sebagai kelas dalam penelitian karena Covid-19 juga termasuk penyakit yang menyerang pernapasan. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *Convolutional Neural Network* (CNN). Metode CNN adalah salah satu

algoritma yang paling populer untuk mengolah data dalam bentuk citra medis[5][6][9][10]. Cara kerja dari CNN seperti menirukan jaringan syaraf otak manusia. Algoritma CNN sangat efektif dalam pengenalan pola dan pemrosesan gambar 2D. CNN pada umumnya memiliki 3 tipe *layer* yang menjadi inti, diantaranya *convolution layer*, *pooling layer*, dan *fully connected layer*. *Convolution layer* dan *pooling layer* umumnya digunakan untuk mengekstraksi informasi yang terdapat pada gambar dengan mengidentifikasi kesamaan input, sedangkan *fully connected layer* digunakan untuk melakukan prediksi dengan memberikan hasil yang tepat sebagai output klasifikasinya[5]. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan CNN terhadap data set yang didapatkan secara *offline* untuk mengklasifikasikan penyakit *tuberculosis*

## **1.2 Rumusan Masalah**

Penelitian-penelitian sebelumnya mengenai *tuberculosis* pada umumnya menggunakan *data set* yang berasal dari data publik atau didapatkan secara *online*. Namun penelitian menggunakan *data set* yang berasal langsung dari rumah sakit di Indonesia masih jarang ditemukan. Selain itu akurasi identifikasi model CNN yang didapat belum menunjukkan hasil yang optimal dan belum banyak yang mengklasifikasikan *tuberculosis*

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini memiliki tujuan mengembangkan sistem deteksi dan ujuk kerja hasil dari (CNN) untuk mengidentifikasi *tuberculosis* pada citra X-Ray dengan *data set* yang berasal dari RSUP Rivai Abdullah..

## 1.4 Pembatasan Masalah

1. *Dataset* yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra X-Ray paru-paru yang berasal dari RSUP Arivai Abdullah.
2. Menggunakan *Pycharm* dengan bahasa pemrograman python.
3. Hasil penelitian berupa klasifikasi tiga kelas, yaitu normal, *tuberculosis* dan Covid-19

## 1.5 Keaslian Penelitian

Penelitian tentang identifikasi *tuberculosis* telah dilakukan pada penelitian-penelitian sebelumnya. Sendhy Septhyan, dkk mendeteksi Covid-19, pneumonia, dan *tuberculosis*. Dengan menggunakan arsitektur CNN AlexNet pada cira rontgen. Arsitektur Alexnet dirancang untuk dapat melakukan klasifikasi yang terdiri atas 5 *convolution layer*, 3 *pooling layer*, 2 *dropout layer*, dan 3 *fully connected layer*. *Data set* yang digunakan dalam penelitian tersebut sebesar 2304 citra yang terbagi menjadi 4 kelas, masing-masing sebesar 576 citra dan dibagi menjadi data *train* dan data tes sebesar 75% dan 25%. Pemodelan yang digunakan dalam penelitian ini berhasil mengklasifikasikan 4 kelas dengan akurasi sebesar 95% dan loss sebesar 0.161[10].

Lalu penelitian yang dilakukan oleh Olyvia Fernanda Soedradjat dkk, mendeteksi gangguan paru-paru berbasis citra x-ray menggunakan *deep learning*. Dalam penelitian tersebut penyakit paru diklasifikasikan menjadi 4 kelas, yaitu normal, covid-19, pneumonia dan *tuberculosis*. Arsitektur CNN yang digunakan terdiri dari beberapa variasi jenis lapisan seperti 18, 34, 50, 101, dan 152 *layer*. Arsitektur ResNet melakukan pemetaan identitas data citra x-ray dengan *layer* yang cukup, tanpa kehilangan *gradient* yang cukup besar. Sebelum pelatihan model dilakukan *pre processing* berupa *resizing* diimplementasikan pada citra input untuk memberikan kualitas yang lebih baik terhadap citra. Pada penelitian tersebut model CNN dengan arsitektur ResNet -34 menghasilkan akurasi yang lebih baik dari pada variasi yang lainnya, dan mendapatkan nilai 100% untuk akurasi pelatihan dan 95% untuk akurasi pengujian yang dilakukan[11].

Selanjutnya penelitian yang dilakukan Mutia Ramadhan dkk. membahas penggunaan metode transfer learning untuk klasifikasi citra X-ray paru-paru pneumonia dan non pneumonia. Penelitian tersebut menerapkan metode transfer learning dan memanfaatkan pre-trained model dari ResNet152V2. *Transfer learning* adalah metode yang memanfaatkan arsitektur *network* yang telah ada dan memodifikasi, meng-*update* parameter-parameter pada *network* tersebut. *Data set* yang digunakan pada penelitian tersebut berasal dari kaggle dengan hanya mengambil 2 kelas citra X-ray paru. Total data sebanyak 1000 citra non pneumonia untuk data *train* , 2000 citra data pneumonia untuk data *train*, 200 citra non pneumonia untuk data tes, dan 390 citra pneumonia untuk data tes. Hasil klasifikasi menggunakan ResNet152v2 terhadap *data set* memperoleh akurasi sebesar 91.4% dan loss sebesar 0.18[6].

Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Ovy Rochmawanti dkk, menggunakan metode CNN dengan 5 *pre-trained* yaitu ResNet50, DenseNet121, MobileNet, InceptionV3, dan InceptionResNetV2. Penelitian tersebut menganalisis performa terbaik dari setiap pemodelan yang digunakan. *Data set* yang digunakan diambil dari Shenzhen No.3 People's Hospital, Guangdong Medical Collage Shenzhen China, dengan total *data set* sebanyak 662 citra X-ray, yang terbagi menjadi 326 citra normal dan 336 citra tuberculosis. Sebelum dilakukan pelatihan, seluruh citra diproses dengan memperkecil ukuran menjadi beberapa ukuran yaitu 128x128, 150x150, 224x224, 299x299 untuk melihat pengaruhnya terhadap akurasi pada masing-masing pemodelan. kemudian augmentasi data juga dilakukan karena terbatasnya data yang diperoleh. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin besar ukuran *data set* maka nilai akurasi juga akan semakin tinggi dan sebaliknya, Model DenseNet121 mendapatkan hasil akurasi yang lebih tinggi dari pemodelan lainnya yakni sebesar 91.57%. Sedangkan MobileNet adalah pemodelan dengan waktu tersingkat untuk pelatihan terutama pada ukuran gambar 128x128 dan 150x150[5].

Selanjutnya, penelitian Dedi Suherman dkk, menggunakan pemodelan DenseNet201 dan bantuan hyperparameter dalam pengklasifikasikan penyakit *tuberculosis*. Penelitian ini menggunakan data set sebanyak 4270 *data set*, dengan rincian 23% data *training*, 7% data *validasi*, 70% *data test*, Data set tersebut di

ambil dari 3 sumber berbeda, yakni *National Library of Medicine*, Kementerian kesehatan republic of Belarus, dan *Radiological Society of North America*. Sebelum dilakukan penginputan citra, citra tersebut dipraproses dengan mengubah ukuran menjadi 224x224. Pada saat dilakukan pelatihan DenseNet201, akurasi yang didapatkan setelah proses *training* telah cukup baik. Sehingga DenseNet201, dapat digunakan untuk mendeteksi citra X-ray paru yang tergolong *tuberculosis* atau normal[8].

Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pemodelan CNN adalah salah satu metode yang mampu mengolah data dalam bentuk citra X-ray medis. Namun penelitian lebih lanjut masih diperlukan untuk mendapatkan kinerja yang lebih baik agar dapat memperoleh hasil akurasi yang lebih baik dalam penggunaan CNN sebagai pemodelan klasifikasi Citra X-ray medis.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. A. Nurjana, “Faktor Risiko Terjadinya Tuberculosis Paru Usia Produktif (15- 49 Tahun) di Indonesia”. *Media Litbangkes*. vol. 25, no. 3, pp. 163–170, 2015.
- [2] E. A. Wikurendra, “Faktor Faktor yang Mempengaruhi Kejadian TB Paru dan Upaya Penanggulangannya”. *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*, Vol.11/No.2, Oktober 2012
- [3] Tri D. W., “Deteksi Kanker Paru-Paru dari Citra Foto Rontgen Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation,” Skripsi, Dept.Fisika., Universitas Airlangga., Surabaya., 2012.
- [4] A. H. Husen, A. S. Nur Afiah, S. Soesanti, and F. Tempola, “Deteksi Dini Resiko Tuberculosis di Kota Ternate: Pelacakan dan Implementasi Algoritma Klasifikasi,” *J. CoSciTech (Computer Sci. Inf. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 217–225, 2022, doi: 10.37859/coscitech.v3i2.3986
- [5] O. Rochmawanti, F. Utamingrum, and F. A. Bachtiar, “Analisis Performa Pre-trained Model Convolutional Neural Network Dalam Mendeteksi Penyakit Tuberculosis”. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*. vol. 8, no. 4, pp. 805–814, 2021, doi: 10.25126/jtiik.202184441.
- [6] M. Ramadhan, D. I. Mulyana, and M. B. Yel, “Optimasi Algoritma CNN Menggunakan Metode Transfer Learning Untuk Klasifikasi Citra X-Ray Paru-Paru Pneumonia dan Non-Pneumonia”. *Jurnal Teknik Infomatikas (JTIK)* vol. 6, no. 2, pp. 670–679, Juli 2022.
- [7] S. Rajaraman and S. k. Antani, “Modality-Specific Deep Learning Model Ensembles Toward Improving TB Detection in Chest Radiographs,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 27318–27326, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2971257.
- [8] D. Suherman and F. A. Hermawati, “Sistem Diagnosa Penyakit TBC Berdasarkan Gambar X-Ray Dengan Dense Convolutional Network (DenseNet)”.*Prosiding Senakama* vol. 1, pp. 667–674, 2022.

- [9] T. Xu and Z. Yuan, "Convolution Neural Network With Coordinate Attention for the Automatic Detection of Pulmonary Tuberculosis Images on Chest X-Rays," *IEEE Access*, vol. 10, no. August, pp. 86710–86717, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3199419.
- [10] S. Septhyan, R. Magdalena, and N. K. C. Pratiwi, "Deep Learning Untuk Deteksi Covid-19 , Pneumonia , Dan Tuberculosis Pada Citra Rontgen Dada Menggunakan CNN Dengan Arsitektur Alexnet," e-Proceeding of Engineering: vol. 8, no. 6, pp. 2869–2878, 2022
- [11] O. F. Soedradjat, R. Magdalena, and N. K. C. Pratiwi, "Deteksi gangguan Paru-paru Berbasis Citra X-Ray Menggunakan Deep Learning" ," e-Proceeding of Engineering: vol. 8, no. 6, pp. 2891–2896, 2022.
- [12] K. Munadi, K. Muchtar, N. Maulina, and B. Pradhan, "Image Enhancement for Tuberculosis Detection Using Deep Learning," *IEEE Access*, vol. 8, no. Desember, pp. 217897–217907, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3041867.
- [13] R. C. Gonzales, W. Richard E, and E. Steven L, *Digital Image Processing Using MATLAB.*, no. 2004.[E-book] Available: Academia.edu
- [14] J. Pardede and D. A. L. Putra, "Implementasi DenseNet Untuk Mengidentifikasi Kanker Kulit Melanoma," *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi (JuTISI)* vol. 6, no.3, 2020.
- [15] A. S. B. dkk Karno, "Arsitektur Alexnet Convolution Neural Network (CNN) Untuk Mendeteksi Covid-19 Image Chest-Xray," *Proceeding KONIK (Konferensi Nas. Ilmu Komputer)*, vol. 5, no. 2021, pp. 482–485, 2021.
- [16] D. Irfansyah, M. Mustikasari, and A. Suroso, "Arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN) Alexnet Untuk Klasifikasi Hama Pada Citra Daun Tanaman Kopi," *J. Inform. J. Pengemb. IT (JPIT)*, vol. 6, no. 2, pp. 87–92, 2021