

**SKRIPSI**  
**PERANCANGAN *USER INTERFACE* BERBASIS *WEBSITE***  
**DENGAN MENGIMPLEMENTASIKAN ALGORITMA**  
***CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* (CNN) UNTUK**  
**MENDETEKSI PENYAKIT TUBERKULOSIS**  
**MENGGUNAKAN CITRA *CHEST X-RAY***



**Disusun Untuk Memenuhi Syarat mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada**  
**Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**  
**Univeristas Sriwijaya**

**Oleh:**  
**REGAN AGAM**  
**03041281924063**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERISTAS SRIWIJAYA**

**2023**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PERANCANGAN *USER INTERFACE* BERBASIS *WEBSITE* DENGAN  
MENGIMPLEMENTASIKAN ALGORITMA *CONVOLUTIONAL NEURAL  
NETWORK (CNN)* UNTUK MENDETEKSI PENYAKIT TUBERKULOSIS  
MENGUNAKAN CITRA *CHEST X-RAY***



**SKRIPSI**

**Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada**

**Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**

**Universitas Sriwijaya**

**Oleh:**

**REGAN AGAM**

**03041281924063**

**Palembang, 8 Juli 2023**

**Menyetujui,**

**Pembimbing Utama**



**Mengetahui,**

**Dekan Jurusan Teknik Elektro**

**Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D**

**NIP. 197108141999031005**

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

**NIP. 19840730200812200**

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Regan Agam  
NIM : 03041281924063  
Fakultas : Teknik  
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro  
Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil Pengecekan *Software iThenticate/Turnitin* : 3%

Menyatakan bahwa tugas akhir saya yang berjudul “Perancangan *User Interface* Berbasis *Website* Dengan Mengimplementasikan Algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) Untuk Mendeteksi Penyakit Tuberkulosis Menggunakan Citra *Chest X-Ray*” 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, 8 Juli 2023



Regan Agam

NIM. 03041281924063

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 : 10/07/2023 \_\_\_\_\_

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

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

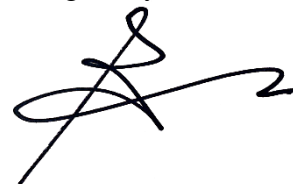
Nama : Regan Agam  
NIM : 03041281924063  
Fakultas : Teknik  
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro  
Universitas : Universitas Sriwijaya

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 :

**PERANCANGAN *USER INTERFACE* BERBASIS *WEBSITE* DENGAN  
MENGIMPLEMENTASIKAN ALGORITMA *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* (CNN) UNTUK MENDETEKSI PENYAKIT TUBERKULOSIS  
MENGUNAKAN CITRA *CHEST X-RAY***

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: 8 Juli 2023  
Yang menyatakan,



Regan Agam  
NIM. 03041281924063

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, atas berkat dan dan rahmat-Nya serta dukungan keluarga dan para sahabat, penulis dapat menyelesaikan skripsi “Perancangan *User Interface* Berbasis *Website* Dengan Mengimplementasikan Algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) Untuk Mendeteksi Penyakit Tuberkulosis Menggunakan Citra *Chest X-Ray*”.

Pembuatan skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak, Ibu, Kakak, dan Adek yang telah memberikan support, baik secara mental, fisik, maupun finansial.
2. Ibu Dr. Eng. Ir. Suci Dwijayanti S.T., M.S., IPM selaku dosen pembimbing utama tugas akhir yang telah memberikan bimbingan dan memberikan ilmu selama proses penulisan skripsi.
3. Bapak Dr. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T. dan Ibu Dr. Eng. Suci Dwijayanti S.T., M.S. selaku pencetus yang memberikan bimbingan pada tugas akhir ini serta pengembang ide.
4. Ibu Melia Sari, S.T., M.T selaku dosen pembimbing akademik.
5. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, 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 Teknik Elektro Universitas Sriwijaya.
6. Segenap dosen jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat selama perkuliahan.
7. Seluruh rekan seperjuangan konsentrasi Teknik Kendali dan Komputer Teknik Elektro Universitas Siwijaya Angkatan 2019 yang selalu bersemangat dalam pembuatan tugas akhir ini.
8. Ariq, Nami, Astri, Aldi, dan Davis selaku teman seperjuangan tugas akhir biomedik yang telah membantu dalam pengambilan data pada skripsi ini.
9. Dan seluruh pihak yang telah banyak membantu dalam penyusunan skripsi ini yang menyusun tidak dapat sebutkan satu persatu.

Pada penyusunan skripsi ini, masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, kritik, masukan, dan saran yang membangun sangat diharapkan agar dapat menjadi evaluasi bagi penyusun dimasa yang akan datang.

## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	vii
ABSTRAK.....	1
ABSTRACT.....	2
BAB I PENDAHULUAN.....	3
1.1 Latar Belakang.....	3
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Keaslian Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 <i>State of The Art</i> .....	9
2.2 Tuberkulosis.....	14
2.3 Citra digital.....	15
2.4 <i>Chest X-ray</i> .....	15
2.5 <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i> .....	16
2.5.1 <i>Convolution Layer</i> .....	16
2.5.2 <i>Pooling Layer</i> .....	17
2.5.3 <i>Activation Function</i> .....	18
2.5.4 <i>Fully Connected Layer</i> .....	18
2.5.5 <i>Loss Function</i> .....	19
2.6 <i>User Interface</i> .....	19
2.7 <i>Gradio</i> .....	20
BAB III METODE PENELITIAN.....	21
3.1 Alur Penelitian.....	21
3.2 Tahap Studi Literatur.....	22
3.3 <i>Hardware dan Software</i> .....	22
3.4 Pengambilan Data.....	24
3.5 Algoritma Deteksi Penyakit Tuberkulosis (TB).....	25
3.6 Perancangan <i>User Interface</i> Berbasis <i>Website</i> dengan <i>Library Gradio</i> .....	28
3.7 Pengujian Sistem Deteksi.....	30
3.8 <i>Deployment Model Machine Learning</i> ke <i>User Interface</i> .....	31
3.9 Pengujian <i>User Interface</i> .....	31

<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	32
<b>4.1 Pengumpulan dan Pembuatan <i>Dataset</i></b> .....	32
4.1.1 Penyeimbangan <i>Dataset</i> .....	33
4.1.2 Pembagian <i>Dataset</i> .....	34
<b>4.2 Pengolahan data</b> .....	35
<b>4.3 Pelatihan CNN dengan 3 Arsitektur</b> .....	36
<b>4.4 Hasil Pelatihan Menggunakan Ketiga Model</b> .....	38
4.4.1 Pelatihan dengan <i>Dataset</i> Kaggle .....	38
4.4.2 Pelatihan dengan <i>Dataset</i> RSUP .....	41
4.4.3 Pelatihan dengan <i>Dataset</i> Gabungan .....	44
<b>4.5 Hasil Pengujian Model CNN</b> .....	47
4.5.1 Pengujian dari Hasil Pelatihan dengan <i>Dataset</i> Kaggle.....	47
4.5.2 Pengujian dari Hasil Pelatihan dengan <i>Dataset</i> RSUP .....	50
4.5.3 Pengujian dari Hasil Pelatihan dengan <i>Dataset</i> Gabungan.....	52
<b>4.6 <i>Deployment Model ke User Interface</i></b> .....	54
4.6.1 Proses <i>Deployment Model ke User Interface</i> .....	54
4.6.2 Tampilan Akhir <i>User Interface (UI)</i> .....	56
<b>4.7 Pengujian Model Secara <i>Real-Time</i> Pada <i>User Interface</i></b> .....	58
<b>4.8 <i>Usability Testing</i> dengan Tenaga Kesehatan</b> .....	60
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	63
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	63
<b>5.2 Saran</b> .....	63
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	64
<b>LAMPIRAN</b> .....	68



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Confusion matrix dari model .....	10
Gambar 2.2 Nilai averaged dan smoothed accuracy (a) dan loss (b).....	12
Gambar 2.3 Implementasi visualisasi .....	12
Gambar 2.4 Arsitektur ANN yang digunakan untuk memprediksi komponen .....	13
Gambar 2.5 Pre-diagnosis pasien: nilai berupa angka pada SOM map .....	13
Gambar 2.6 Validasi model dimana web menunjukkan persentase prediksi dari setiap kelas tumor ...	14
Gambar 2.7 (a) Chest X-ray normal (b) Chest X-ray tuberkulosis (c) Chest X-ray covid-19 .....	15
Gambar 2.8 Contoh arsitektur CNN untuk klasifikasi gambar .....	16
Gambar 2.9 Perhitungan utama yang dilakukan pada setiap langkah convolution layer.....	17
Gambar 2.10 Tiga tipe operasi pooling .....	18
Gambar 2. 11 Fully connected layer .....	19
Gambar 3.1 Flowchart mekanisme penelitian.....	21
Gambar 3.2 Sampel RSUP dr Rivai Abdullah .....	25
Gambar 3.3 Flowchart algoritma CNN.....	25
Gambar 3.4 Arsitektur AlexNet .....	25
Gambar 3.5 Bagan alur arsitektur AlexNet.....	26
Gambar 3.6 Arsitektur LeNet.....	27
Gambar 3.7 Bagan alur arsitektur LeNet .....	27
Gambar 3.8 Arsitektur pengembangan sendiri.....	28
Gambar 3.9 Bagan alur arsitektur model sendiri .....	28
Gambar 3.10 Rancangan fitur pada user interface .....	29
Gambar 3.11 Tampilan user interface pada smartphone .....	29
Gambar 3.12 Alur deployment dari model ke user interface .....	31
Gambar 4.1 Plot jumlah data RSUP dan Kaggle .....	33
Gambar 4.2 Hasil penyeimbangan <i>dataset</i> .....	34
Gambar 4.3 Plot pembagian data <i>training</i> , <i>validation</i> dan <i>testing</i> .....	35
Gambar 4.4 Hasil cropping citra.....	35
Gambar 4.5 Citra hasil proses greyscaling.....	36
Gambar 4.6 Grafik Model A dengan dataset Kaggle .....	39
Gambar 4.7 Grafik Model B dengan dataset Kaggle .....	39
Gambar 4. 8 Grafik Model C dengan dataset Kaggle .....	39
Gambar 4.9 Grafik perbandingan ketiga Model dengan dataset Kaggle .....	41
Gambar 4.10 Grafik Model A dengan dataset RSUP.....	41
Gambar 4.11 Grafik Model B dengan dataset RSUP.....	42
Gambar 4.12 Grafik Model C dengan dataset RSUP.....	42

Gambar 4.13 Grafik perbandingan ketiga Model dengan dataset RSUP .....	43
Gambar 4.14 Grafik Model A dengan dataset gabungan .....	44
Gambar 4.15 Grafik Model B dengan dataset gabungan .....	44
Gambar 4.16 Grafik Model C dengan <i>dataset</i> gabungan.....	45
Gambar 4.17 Grafik perbandingan ketiga Model dengan <i>dataset</i> gabungan .....	46
Gambar 4.18 Proses penyimpanan model CNN dalam bentuk <i>file</i> HDF5.....	55
Gambar 4.19 Berkas <i>file</i> pada <i>environment HuggingFace</i> .....	55
Gambar 4.20 Tampilan akhir <i>user interface</i> .....	56
Gambar 4.21 Proses penginputan citra <i>chest X-Ray</i> .....	57
Gambar 4.22 Hasil keluaran dari <i>user interface</i> .....	57

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Cohen kappa score</i> .....	9
Tabel 2.2 <i>Model accuracy, precision, recall dan f1-score</i> .....	10
Tabel 2.3 <i>Confusion matrix</i> untuk <i>training set</i> .....	11
Tabel 2.4 Nilai AUC dari berbagai arsitektur.....	12
Tabel 3.1 Spesifikasi Laptop .....	22
Tabel 3.2 Spesifikasi Google Colab.....	23
Tabel 3.3 Spesifikasi PyCharm, Python, <i>Framework</i> dan <i>Library</i> yang digunakan .....	23
Tabel 3.4 Spesifikasi <i>Hugging Face Hub</i> .....	24
Tabel 3.5 <i>Confusion matrix</i> .....	30
Tabel 3.6 Data pengujian <i>user interface</i> .....	31
Tabel 4.1 Perbandingan kondisi citra chest X-Ray dari RSUP dan Kaggle.....	32
Tabel 4.2 Rincian arsitektur Model A .....	37
Tabel 4.3 Rincian arsitektur Model B .....	37
Tabel 4.4 Rincian arsitektur Model C .....	37
Tabel 4. 5 Parameter pelatihan arsitektur CNN .....	38
Tabel 4.6 Nilai Akurasi <i>Training</i> dan <i>Validation</i> Ketiga Model .....	46
Tabel 4.7 Nilai <i>Loss Training</i> dan <i>Validation</i> Ketiga Model.....	46
Tabel 4.8 <i>Confusion matrix</i> pengujian model CNN hasil pelatihan menggunakan <i>dataset</i> Kaggle .....	47
Tabel 4.9 Hasil perhitungan performa ketiga model CNN hasil pelatihan <i>dataset</i> Kaggle .....	48
Tabel 4.10 <i>Confusion matrix</i> pengujian model CNN hasil pelatihan menggunakan <i>dataset</i> RSUP.....	50
Tabel 4.11 Hasil perhitungan performa ketiga model CNN hasil pelatihan <i>dataset</i> Kaggle .....	50
Tabel 4.12 <i>Confusion matrix</i> pengujian model CNN hasil pelatihan menggunakan <i>dataset</i> gabungan	52
Tabel 4.13 Hasil perhitungan performa ketiga model CNN hasil pelatihan <i>dataset</i> gabungan .....	53
Tabel 4.14 Pengujian <i>user interface</i> secara <i>real-time</i> untuk 9 data.....	58
Tabel 4.15 Pengujian <i>user interface</i> menggunakan data baru.....	60

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Program Python Untuk Mengubah Gambar Menjadi <i>Greyscale</i> .....	68
Lampiran 2 Program Python Untuk Mengubah Ukuran Gambar .....	68
Lampiran 3 Program Python Untuk Melakukan Pelatihan Model CNN .....	68
Lampiran 4 Program Python Untuk Melakukan Pengujian Model CNN .....	74
Lampiran 5 Program Python Untuk <i>Deployment</i> Model CNN Pada <i>User Interface</i> .....	75
Lampiran 6 Hasil Pengujian <i>Real-Time</i> Menggunakan <i>Testing Dataset</i> RSUP dr. Rivai Abdullah .....	76
Lampiran 7 Kuesioner Penelitian Pada <i>Usability Testing</i> .....	79
Lampiran 8 Dokumentasi Pengujian <i>Website</i> Oleh Dokter Spesialis Radiologi.....	82

## ABSTRAK

### **Perancangan *User Interface* Berbasis *Website* Dengan Mengimplementasikan Algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) Untuk Mendeteksi Penyakit Tuberkulosis Menggunakan Citra *Chest X-Ray***

(Regan Agam, 03041281924063, 2023, 94 halaman)

---

---

Abstrak — *Convolutional Neural Network* (CNN) merupakan bagian dari *deep learning* yang biasa digunakan untuk mengklasifikasi gambar. Ada banyak penelitian yang menggunakan CNN untuk masalah klasifikasi penyakit tuberkulosis dan covid-19 maupun kondisi normal menggunakan citra *chest x-ray*. Namun, penelitian tersebut masih jarang diterapkan di data Indonesia. Selain itu, model CNN yang dibangun belum dilakukan *deployment* ke dalam bentuk *user interface* yang dapat digunakan oleh tenaga kesehatan. Pada penelitian ini, 3 arsitektur CNN, yaitu AlexNet, LeNet, dan arsitektur modifikasi digunakan untuk mengklasifikasi tuberkulosis, covid-19, dan kondisi normal dengan melakukan pelatihan menggunakan *dataset* yang merupakan kombinasi dari *dataset* Indonesia dan negara luar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa arsitektur AlexNet merupakan arsitektur terbaik dengan akurasi tertinggi mencapai 97.52% pada *dataset* Kaggle, 64.45% untuk *dataset* RSUP dr. Rivai Abdullah, dan 92.43% untuk *dataset* gabungan. Model ini selanjutnya digunakan pada *deployment* ke dalam *user interface*. Pada pengujian dengan menggunakan data baru dari RSUP dr. Rivai Abdullah, model yang telah di-*embedded* pada *website* mampu mendeteksi 7 dari 10 data baru dengan presentase akurasi yaitu 70%. *User interface* yang berbasis *webiste* dengan *library* Gradio ini sudah mampu untuk diagnosis awal pasien untuk membantu petugas medis.

***Kata kunci: Dataset Indonesia, Model CNN, AlexNet, LeNet, Arsitektur Pengembangan Sendiri, Deployment.***

## **ABSTRACT**

### ***Website-Based User Interface Design By Implementing Convolutional Neural Network (CNN) Algorithms To Detect Tuberculosis Using Chest X-Ray Imagery***

(Regan Agam, 03041281924063, 2023, 94 pages)

---

*Abstract — Convolutional Neural Network (CNN) is a part of deep learning commonly used for image classification. There are many studies that utilize CNN for classifying tuberculosis and covid-19, as well as normal conditions, using chest x-ray images. However, these studies are still rarely implemented on Indonesian data. Furthermore, the CNN models built have not been deployed in the form of a user interface that can be used by health workers. In this study, three CNN architectures, namely AlexNet, LeNet, and a modified architecture, are used to classify tuberculosis, covid-19, and normal conditions by training them on a dataset that combines Indonesia and Kaggle datasets. The results shows that the AlexNet architecture is the best architecture with the highest accuracy of 97.52% on the Kaggle dataset, 64.45% for the RSUP dr. Rivai Abdullah dataset, and 92.43% for the combined dataset. This model is then used for deployment in a user interface. During tesing using new data from RSUP dr. Rivai Abdullah, the model embedded in the website was able to detect 7 out of 10 new data with an accuracy percentage of 70%. The web-based user interface, built using the Gradio library, is capable of providing an initial diagnosis for patients to assist medical staff.*

***Keywords: Indonesian Dataset, CNN Model, AlexNet, LeNet, Self-Modified Architecture, Deployment.***

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Hari Tuberkulosis (TB) atau TBC Sedunia diperingati setiap tanggal 24 Maret untuk menumbuhkan rasa kesadaran masyarakat mengenai konsekuensi kesehatan, ekonomi dan sosial akibat TB serta sebagai upaya untuk mengakhiri epidemi TB global [1].

Tuberkulosis adalah penyakit menular yang biasanya menyerang paru-paru dan disebabkan oleh infeksi bakteri, yaitu *Mycobacterium Tuberculosis* [2]. Sampai sekarang, Tuberkulosis masih menjadi salah satu penyakit menular paling mematikan di dunia. Pada tahun 2021 diperkirakan sekitar 10.6 juta orang terjangkit TB yang mana kasus tersebut meningkat sekitar 4.5% dari tahun 2020 [3].

Identifikasi dan diagnosis penyakit Tuberkulosis sendiri dilakukan dengan menggunakan hasil rontgen paru-paru berupa citra *chest X-ray*. Citra tersebut akan dibaca oleh dokter spesialis radiologi untuk menentukan diagnosis akhir pada pasien. Akan tetapi jumlah dokter spesialis radiologi dan jumlah pasien TB yang setiap harinya melakukan proses pengambilan citra X-ray tidaklah sebanding. Tidak hanya pasien TB, proses pengambilan citra X-ray juga dilakukan oleh pasien penyakit lainnya dan membutuhkan dokter untuk membaca citra dalam mendiagnosis pasien. Hal ini dapat menyebabkan seorang tenaga medis atau dokter spesialis radiologi membutuhkan waktu untuk membaca setiap citra *chest X-ray* tersebut dan kemungkinan dapat melakukan kesalahan identifikasi dan diagnosis yang disebabkan oleh kelelahan akibat kurangnya istirahat.

Beberapa upaya telah dilakukan untuk membantu proses identifikasi penyakit Tuberkulosis dengan memanfaatkan kemampuan *machine learning* (ML) menggunakan data citra *chest X-ray*. Penelitian yang dilakukan oleh Ojasvi Yadav, dkk membahas tentang klasifikasi citra X-ray dari pasien yang berpotensi Tuberkulosis dengan menggunakan *deep learning* [4]. Penelitian tersebut menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan tingkat akurasi 94.89% dan *dataset* didapatkan dari *China-Shenzhen set Chest X-ray Database*, *Montgomery County Chest X-ray Database* dan *NIH Chest X-ray Dataset of 14 Common Thorax Diseases*. [5] membahas tentang kerangka kerja yang efisien untuk identifikasi Tuberkulosis dan Pneumonia pada citra *chest X-ray* menggunakan *neural network* dan *transfer learning* dengan menggunakan *dataset Shenzhen chest X-ray set*. Penelitian selanjutnya membahas tentang analisis *Chest X-ray* Tuberkulosis menggunakan *deep learning* dengan *segmentation* dan *augmentation* [6].

Pada penelitian tersebut digunakan arsitektur *deep CNN* dengan *dataset* dari *Shenzhen Hospital (SH) dataset*. Namun penelitian-penelitian tersebut hanya terbatas pada pembuatan dan optimalisasi model *machine learning* dan belum banyak yang melakukan proses *deployment* dalam *user interface* agar dapat lebih bisa digunakan oleh tenaga kesehatan ataupun ahli radiologi.

Pada proses *deployment* model *machine learning* ke bentuk *user interface* umumnya dapat menggunakan bahasa pemrograman python dengan memanfaatkan *library* atau *framework* khusus sebagai *Application Programming Interface (API)* yang dapat membantu untuk melakukan *deployment* model *machine learning* ke bentuk web. *Library* dan *framework* python yang dapat digunakan untuk melakukan *deployment* model ML seperti *library* Gradio dan *framework* Bottle.

Beberapa penelitian telah melakukan *deployment* model ML dengan menggunakan *library* dan *framework* python, seperti penelitian oleh Quang H. Nguyen, dkk [7]. Pada penelitian tersebut digunakan model *deep learning* untuk mendeteksi Tuberkulosis dari citra *chest X-ray* dengan *dataset* yang digunakan berasal dari *Montgomery and Shenzhen datasets, NIH-14 dataset, hospital-scale chest X-ray database, benchmarks on weakly-supervised classification and localization of common thorax diseases*. Model *deep learning* yang telah dibuat kemudian dilakukan *deployment* ke python web dengan *framework* Bottle. Penelitian selanjutnya [8] melakukan klasifikasi tumor otak MRI berdasarkan tingkat fitur dua tahap *ensemble* model *deep CNN* dengan 3 *dataset* dari figshare dan kaggle. Kemudian dilakukan *deployment* ke bentuk *user interface* menggunakan python dengan *library* Gradio untuk evaluasi kemampuan prediksi model secara *real-time*.

Berdasarkan penelitan-penelitian tersebut, penelitian yang membahas mengenai *deployment* model *machine learning* ke bentuk *user interface* masih sangat terbatas, terutama untuk mendeteksi penyakit Tuberkulosis. Selain itu, penelitian-penelitian tersebut menggunakan *dataset* yang dapat diakses secara publik dari Kaggle [9] dan *dataset* dari negara China [4]–[7]. Sedangkan *dataset* dari negara Indonesia masih sangat terbatas hanya pada beberapa penelitian saja [10]. Padahal, Indonesia menempati peringkat ketiga setelah India dan Cina untuk penyakit tuberkulosis, dengan jumlah kasus 824 ribu dengan kematian mencapai 93 ribu per tahunnya atau setara dengan 11 kematian per jamnya [11].

Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka pada penelitian ini akan dikembangkan model *machine learning* dengan *dataset* citra *chest X-ray* yang didapatkan secara privat untuk wilayah kota Palembang dengan metode CNN. Kemudian model CNN yang didapat



akan dilakukan *deployment* dalam bentuk *user interface* dengan menggunakan *library* Gradio. *Library* ini memiliki kelebihan dimana Gradio dapat memungkinkan untuk menghasilkan *user interface* untuk model ML yang telah dibuat sebelumnya dan membuat akses ke model ML menjadi lebih mudah seperti berbagi URL [12]. Selain itu, web yang dihasilkan juga lebih sederhana dan memiliki *user interface* yang *friendly* [13]. *Deployment* dari model *machine learning* ini diharapkan dapat membantu dokter dalam mengidentifikasi dan mendiagnosis dari citra *chest X-ray* dengan cepat dan tepat secara otomatis.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, penelitian-penelitian yang membahas mengenai pemanfaatan *machine learning* dengan mengimplementasikan algoritma *deep learning* untuk deteksi penyakit Tuberkulosis telah cukup banyak dan memiliki akurasi yang tinggi. Akan tetapi, penggunaan *dataset* citra *chest X-ray* untuk Indonesia masih sangat minim, terutama untuk masyarakat kota Palembang. Model *machine learning* yang didapat juga belum banyak yang dibuat dalam bentuk *user interface* untuk memudahkan penggunaan oleh tenaga kesehatan atau ahli radiologi.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat dan mengembangkan *user interface* berbasis web dengan *library* Gradio berbahasa pemrograman python dari model *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan citra *chest X-ray* untuk deteksi penyakit Tuberkulosis.

## 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini meliputi:

- a. *Dataset* citra *chest X-ray* yang digunakan merupakan *open source dataset* dari kaggle dan data privat sekunder untuk wilayah kota Palembang yang berasal dari RSUP dr. Rivai Abdullah.
- b. Metode yang digunakan adalah metode *Convolutional Neural Network* (CNN).
- c. *Deployment* model ML berupa *user interface* berbasis *website*.
- d. *Library* yang digunakan untuk *deployment* adalah *library* Gradio dengan bahasa pemrograman python.
- e. Tampilan *user interface* berupa *input* gambar baru dan *output* berupa hasil diagnosis dan persentasenya.

## 1.5 Keaslian Penelitian

Penelitian yang dilakukan ini berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan dimana memiliki kesamaan tema, namun dengan data dan menggunakan *tool* yang berbeda. Penelitian yang dilakukan oleh Ojasi Yadav, dkk membahas penggunaan *deep learning* untuk mengklasifikasi citra X-ray dari pasien yang berpotensi Tuberkulosis [4]. Penelitian ini menggunakan citra *chest X-ray*, yang terdiri dari 3 *dataset*, yaitu *NIH Chest X-ray Dataset of 14 Common Thorax Diseases* yang berisi 100.000 gambar dengan resolusi kecil, dan *dataset* dari *China-Shenzhen set Chest X-ray Database* yang digabung dengan *dataset* dari *Montgomery County Chest X-ray Database* yang berisi 800 citra dengan resolusi besar. Pada penelitian ini dilakukan pelatihan *machine learning* terlebih dahulu ke *dataset* yang mempunyai banyak gambar dan resolusi kecil yang kemudian akan dilakukan *fine-tuned* ke *dataset* yang mempunyai *dataset* sedikit dan resolusi besar. Penelitian ini menggunakan cara *transfer learning* dari model yang sudah dilatih sebelumnya menggunakan arsitektur dari model ResNet-50. Untuk meningkatkan performa dan akurasi model serta meminimalikan *overfitting* dilakukan *image augmentation* dan *tunning hyperparameters*. Akurasi yang didapatkan dari hasil pelatihan model sebesar 94.89%. Namun, penelitian ini tidak menunjukkan *validation accuracy* sehingga tidak diketahui kemampuan model dalam mendeteksi data baru dengan benar sama seperti presentase akurasi. Selain itu, pada penelitian tidak dilakukan proses *deployment* model ML ke bentuk *user interface* sehingga penggunaannya masih belum *user friendly* bagi tenaga kesehatan yang membutuhkan untuk mendiagnosis data citra X-ray tersebut.

Selanjutnya, Devvret Verma, dkk membahas tentang kerangka kerja yang efisien untuk mengidentifikasi tuberkulosis dan pneumonia pada citra *chest X-ray* menggunakan *neural network* [5]. Pada penelitian ini dilakukan proses untuk mengidentifikasi penyakit tuberkulosis dari model *machine learning* yang telah dibuat pada penelitian sebelumnya untuk deteksi pneumonia, dan *output* dari model yang dibuat akan mendeteksi kedua penyakit tersebut. Metode yang digunakan adalah *neural network* dengan menggunakan arsitektur dari model InceptionV3. Sebelumnya, model untuk deteksi pneumonia dengan menggunakan *dataset* dari *Shenzhen chest X-ray set* telah dibuat. Kemudian, model tersebut dikembangkan untuk mendeteksi penyakit tuberkulosis dengan mengimplementasikan metode *pre-processing*, seperti *augmentation*, *learning rate variation* dan *annealing*. *Dataset* yang digunakan untuk Tuberkulosis juga berasal dari *Shenzhen chest X-ray set* dengan jumlah 336 gambar *chest X-ray* Tuberkulosis dan 326

normal. Penelitian tersebut menunjukkan hasil akurasi tertinggi sebesar 99.01%. Meskipun demikian, proses *deployment* model *machine learning* ke bentuk *user interface* masih belum dilakukan pada penelitian tersebut.

Penelitian selanjutnya membahas tentang analisis *chest X-ray* tuberkulosis menggunakan *deep learning* dengan *segmentation* dan *augmentation* [6]. Data yang digunakan adalah citra *chest X-ray* dari *Shenzhen Hospital (SH) dataset* yang berisi 336 citra normal dan 326 abnormal atau tuberkulosis. Data pertama kali dilakukan *pre-processing* dengan hanya menggunakan *segmentation* gambar yang kemudian dilatih menggunakan CNN dengan beberapa arsitektur model yang sudah ada, seperti VGG16, ResNet50, DenseNet21. Kemudian, data dilatih sebanyak 3 kali dengan perlakuan data yang berbeda, yaitu data yang hanya menggunakan *segmentation*, data dengan mengimplementasikan *lossless augmentation*, dan data dengan mengimplementasikan *lossy augmentation*. Pada pelatihan yang mengimplementasikan *lossless augmentation* dan *lossy augmentation* didapatkan hasil dengan akurasi *training* dan akurasi *validation* yang rendah namun berbanding lurus yang mengindikasikan minimnya *overfitting*. Penelitian ini juga belum melakukan proses *deployment* model ML ke bentuk *user interface*.

Adapun penelitian mengenai *deployment* untuk mendeteksi tuberkulosis dari citra *chest X-ray* dilakukan oleh Quang H. Nguyen, dkk dengan menggunakan model *deep learning* [7]. *Dataset* yang digunakan berasal dari *Montgomery and Shenzhen datasets*, *NIH-14 dataset*, *hospital-scale chest X-ray database* dan *benchmarks on weakly-supervised classification and localization of common thorax diseases*. Total citra yang ada pada *dataset* berjumlah 112.120 tanpa label. Pelatihan dilakukan dengan menggunakan *deep neural network* (DNN) dengan menggunakan *pre-trained model* dari arsitektur ResNet-50, VGG-16, VGG-19, Inception ResNet V2, dan DenseNet. Kemudian, model dengan arsitektur terbaik berdasarkan *area under curve* (AUC) akan dilakukan *deployment* menjadi sebuah *python web-app* dengan menggunakan *framework* Bottle.

Penelitian lainnya dilakukan Juan D. Doria, dkk yang membahas sistem untuk akuisisi data dalam memprediksi tuberkulosis pulmonari [14]. Penelitian ini berfokus pada pembuatan *user interface* menggunakan web untuk mendeteksi status tuberkulosis pasien yang datanya sudah direkam dalam *file* CSV. *User interface* dibangun dengan menggunakan model *artificial neural network* (ANN). *Library* Django digunakan dalam pembangunan web dan *deployment* model. Penelitian ini berhasil melakukan *deployment* model untuk deteksi penyakit Tuberkulosis namun data yang digunakan bukanlah *dataset* citra.

Penelitian selanjutnya oleh Nahid Ferdous Aurna, dkk mengenai klasifikasi tumor otak MRI berdasarkan tingkat fitur dua tahap *ensemble* model *deep* CNN [8]. *Dataset* yang digunakan berjumlah 3 dan bersumber dari figshare dan kaggle. *Dataset* 1 berisi 3064 gambar MRI, *dataset* 2 berisi 3264 gambar MRI dan *dataset* 3 berisi 4292 gambar MRI. Ketiga *dataset* tersebut digabung untuk membuat *dataset* 4. Kemudian dilakukan *pre-processing* dan *feature selection* pada data, dan dilanjutkan dengan pelatihan dengan menggunakan beberapa arsitektur, yaitu VGG-19, EfficientNetB0, InceptionV3, ResNet50, Xception dan Scratched CNN. Pelatihan dilakukan dalam 2 babak *ensemble model* yang mana akan dilakukan seleksi arsitektur terbaik. Pada setiap babak dilakukan *tunning hyperparameters* dan model dengan arsitektur terbaik yang didapatkan selanjutnya dilatih dengan menggunakan metode CNN. Selanjutnya dibuat *deployment* ke bentuk *user interface* dengan *library* Gradio dari model yang didapat untuk mengevaluasi kemampuan prediksi model secara *real-time*.

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya dapat dilihat bahwa beberapa penelitian hanya terbatas pada pembuatan dan optimalisasi model *machine learning* dan belum melakukan proses *deployment*, seperti *user interface*. Penelitian yang membahas mengenai *deployment* model *machine learning* ke bentuk *user interface* juga masih sangat terbatas. Kemudian, *dataset* yang digunakan merupakan *dataset* sekunder yang dapat diakses secara publik dari kaggle dan *dataset* China. Sehingga, pada penelitian ini akan dikembangkan model *machine learning* dengan *dataset* citra *chest X-ray* yang merupakan *dataset* sekunder yang didapatkan secara privat untuk wilayah kota Palembang. Metode yang digunakan adalah CNN. Model *machine learning* tersebut kemudian akan dilakukan *deployment* dalam bentuk *user interface* dengan menggunakan *library* Gradio. Pada akhirnya, *user interface* yang dibangun diharapkan dapat membantu tenaga kesehatan atau ahli radiologi dalam mendeteksi penyakit tuberkulosis dengan cepat dan tepat serta dapat digunakan dengan mudah.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] WHO, “World Tuberculosis Day 2022,” *who.int*, 2022. <https://www.who.int/indonesia/news/campaign/tb-day-2022> (diakses Nov 10, 2022).
- [2] M. Khatri, “Tuberculosis (TB),” *webmd.com*, 2020. <https://www.webmd.com/lung/understanding-tuberculosis-basics> (diakses Nov 10, 2022).
- [3] WHO, “Tuberculosis deaths and disease increase during the COVID-19 pandemic,” *who.int*, 2022. <https://www.who.int/news/item/27-10-2022-tuberculosis-deaths-and-disease-increase-during-the-covid-19-pandemic> (diakses Nov 10, 2022).
- [4] O. Yadav, K. Passi, dan C. K. Jain, “Using Deep Learning to Classify X-ray Images of Potential Tuberculosis Patients,” *Proc. - 2018 IEEE Int. Conf. Bioinforma. Biomed. BIBM 2018*, hal. 2368–2375, 2019, doi: 10.1109/BIBM.2018.8621525.
- [5] D. Verma, C. Bose, N. Tufchi, K. Pant, V. Tripathi, dan A. Thapliyal, “An efficient framework for identification of Tuberculosis and Pneumonia in chest X-ray images using Neural Network,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 171, no. 2019, hal. 217–224, 2020, doi: 10.1016/j.procs.2020.04.023.
- [6] S. Stirenko *et al.*, “Chest X-Ray Analysis of Tuberculosis by Deep Learning with Segmentation and Augmentation,” *2018 IEEE 38th Int. Conf. Electron. Nanotechnology, ELNANO 2018 - Proc.*, hal. 422–428, 2018, doi: 10.1109/ELNANO.2018.8477564.
- [7] Q. H. Nguyen *et al.*, “Deep Learning Models for Tuberculosis Detection from Chest X-ray Images,” *2019 26th Int. Conf. Telecommun. ICT 2019*, hal. 381–385, 2019, doi: 10.1109/ICT.2019.8798798.
- [8] N. F. Aurna, M. A. Yousuf, K. A. Taher, A. K. M. Azad, dan M. A. Moni, “A classification of MRI brain tumor based on two stage feature level ensemble of deep CNN models,” *Comput. Biol. Med.*, vol. 146, no. January, hal. 105539, 2022, doi: 10.1016/j.combiomed.2022.105539.
- [9] M. Rahman, Y. Cao, X. Sun, B. Li, dan Y. Hao, “Deep pre-trained networks as a feature extractor with XGBoost to detect tuberculosis from chest X-ray,” *Comput. Electr. Eng.*, vol. 93, no. April, hal. 107252, 2021, doi: 10.1016/j.compeleceng.2021.107252.
- [10] Y. Agussationo, I. Soesanti, dan W. Najib, “Ekstraksi Ciri Citra Digital X-Ray Paru Diagnosis Tuberkulosis,” *Semin. Nas. Apl. Teknol. Inf.*, hal. 13–17, 2015.
- [11] Kemenkes, “Tahun ini, Kemenkes Rencanakan Skrining TBC Besar-besaran,”

- sehatnegeriku.kemkes.go.id*, 2022. <https://sehatnegeriku.kemkes.go.id/baca/rilis-media/20220322/4239560/tahun-ini-kemenkes-rencanakan-skrining-tbc-besar-besaran/> (diakses Nov 10, 2022).
- [12] A. Abid, A. Abdalla, A. Abid, D. Khan, A. Alfozan, dan J. Zou, “Gradio: Hassle-Free Sharing and Testing of ML Models in the Wild,” no. ML, 2019, [Daring]. Tersedia pada: <http://arxiv.org/abs/1906.02569>.
- [13] S. Krishnamurthi dan I. M, “Sign Language Translator Using Deep Learning Techniques,” in *2021 Fourth International Conference on Electrical, Computer and Communication Technologies (ICECCT)*, 2021, hal. 1–5, doi: 10.1109/ICECCT52121.2021.9616795.
- [14] J. D. Doria, A. D. Orjuela-Cañón, dan J. E. Camargo, “A System for the Acquisition of Data to Predict Pulmonary Tuberculosis,” *Commun. Comput. Inf. Sci.*, vol. 942, hal. 107–118, 2018, doi: 10.1007/978-3-030-01535-0\_8.
- [15] O. T. Imam, M. Haque, C. Shahnaz, S. A. Imran, M. T. Islam, dan M. T. Islam, “Detection of Tuberculosis from Chest X-Ray Images Based on Modified Inception Deep Neural Network Model,” *Proc. 2020 IEEE Int. Women Eng. Conf. Electr. Comput. Eng. WIECON-ECE 2020*, hal. 360–363, 2020, doi: 10.1109/WIECON-ECE52138.2020.9397994.
- [16] T. Rahman *et al.*, “Reliable tuberculosis detection using chest X-ray with deep learning, segmentation and visualization,” *IEEE Access*, vol. 8, hal. 191586–191601, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3031384.
- [17] M. E. H. Chowdhury *et al.*, “Can AI Help in Screening Viral and COVID-19 Pneumonia?,” *IEEE Access*, vol. 8, hal. 132665–132676, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3010287.
- [18] T. Rahman *et al.*, “Exploring the effect of image enhancement techniques on COVID-19 detection using chest X-ray images,” *Comput. Biol. Med.*, vol. 132, hal. 104319, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.compbimed.2021.104319>.
- [19] L. Alzubaidi *et al.*, *Review of deep learning: concepts, CNN architectures, challenges, applications, future directions*, vol. 8, no. 1. Springer International Publishing, 2021.
- [20] D. Barušauskas, “Tuberculosis Chest X-rays (Shenzhen),” *Kaggle*, 2020. <https://www.kaggle.com/datasets/raddar/tuberculosis-chest-xrays-shenzhen>.
- [21] T. F. Gonzalez, *Handbook of approximation algorithms and metaheuristics*. Chapman and Hall/CRC, 2007.
- [22] H. Mardjan dan M. K. Abrori, *Pengobatan Komplementer Holistik Modern*. Mujahid

Press Bandung, 2016.

- [23] C. Liu *et al.*, “TX-CNN: Detecting tuberculosis in chest X-ray images using convolutional neural network,” in *2017 IEEE international conference on image processing (ICIP)*, 2017, hal. 2314–2318.
- [24] M. Toğaçar, B. Ergen, dan Z. Cömert, “Detection of lung cancer on chest CT images using minimum redundancy maximum relevance feature selection method with convolutional neural networks,” *Biocybern. Biomed. Eng.*, vol. 40, no. 1, hal. 23–39, 2020.