

SKRIPSI

**KLASIFIKASI TUBERKULOSIS BERDASARKAN CITRA
CHEST X-RAY MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK DENGAN TUJUH LAYER KONVOLUSI**

***CLASSIFICATION OF TUBERCULOSIS BASED ON CHEST
X-RAY IMAGE USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK
WITH SEVEN CONVOLUTION LAYERS***



Disusun oleh

AIE DEVI NURAINIE

19101062

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK TELEKOMUNIKASI
FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO**

2023

**KLASIFIKASI TUBERKULOSIS BERDASARKAN CITRA
CHEST X-RAY MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK DENGAN TUJUH LAYER KONVOLUSI**

***CLASSIFICATION OF TUBERCULOSIS BASED ON CHEST
X-RAY IMAGE USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK
WITH SEVEN CONVOLUTION LAYERS***

**Skripsi ini digunakan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Teknik (S.T.)
Di Institut Teknologi Telkom Purwokerto
2023**

Disusun oleh

**AIE DEVI NURAINIE
19101062**

DOSEN PEMBIMBING

**Rahmat Widadi, S.Pd., M. Eng.
Zein Hanni Pradana, S.T., M.T.**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK TELEKOMUNIKASI
FAKULTAS TEKNIK TELEKOMUNIKASI DAN ELEKTRO
INSTITUT TEKNOLOGI TELKOM PURWOKERTO**

2023

HALAMAN PENGESAHAN





KLASIFIKASI TUBERKULOSIS BERDASARKAN CITRA *CHEST X-RAY* MENGUNAKAN *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* DENGAN TUJUH LAYER KONVOLUSI

CLASSIFICATION OF TUBERCULOSIS BASED ON CHEST X-RAY IMAGE USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK WITH SEVEN CONVOLUTION LAYERS

Disusun oleh
AIE DEVI NURAINIE
19101062

Telah dipertanggungjawabkan di hadapan Tim Penguji pada tanggal 8 Agustus 2023

Susunan Tim Penguji

| | | |
|-----------------------|--|---|
| Pembimbing Utama | : <u>Rahmat Widadi, S. Pd., M. Eng.</u> NIDN. 0631039201 | () |
| Pembimbing Pendamping | : <u>Zein Hanni Pradana, S.T., M.T.</u> NIDN. 0604039001 | () |
| Penguji 1 | : <u>Solichah Larasati, S.T., M.T.</u> NIDN. 0617069301 | () |
| Penguji 2 | : <u>Melinda Br. Ginting, S.T., M.T.</u> NIDN. 0622079601 | () |

Mengetahui,

Ketua Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi
Institut Teknologi Telkom Purwokerto


Prayogo Sulantoro, S.T., M.T.

NIDN. 0620079201

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya, **AIE DEVI NURAINIE**, menyatakan bahwa Skripsi dengan judul “**KLASIFIKASI TUBERKULOSIS BERDASARKAN CITRA CHEST X-RAY MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK DENGAN TUJUH LAYER KONVOLUSI**” adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan kecuali melalui pengutipan sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku. Saya bersedia menanggung risiko ataupun sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila ditemukan pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam skripsi saya ini.

Purwokerto, 08 Agustus 2023

Yang menyatakan,



(Aie Devi Nurainie)

PRAKATA

Puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Klasifikasi Tuberkulosis Berdasarkan Citra *Chest X-Ray* Menggunakan *Convolutional Neural Network* Dengan *Tujuh Layer Konvolusi*”**

Maksud dari penyusunan skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat dalam menempuh ujian sarjana Teknik Telekomunikasi pada Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro Institut Teknologi Telkom Purwokerto.

Dalam proses penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapat bantuan dari beberapa pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan berbagai kenikmatan berupa nikmat iman, islam, sehat, hidup, dan nikmat lainnya.
2. Ayah, Ibu, adik serta keluarga yang selalu memberikan dukungan, doa dan kasih sayang selama penyusunan laporan skripsi ini.
3. Ibu Dr. Tenia Wahyuningrum, S.Kom., M.T. selaku Rektor Institut Teknologi Telkom Purwokerto
4. Ibu Dr. Anggun Fitriani Isnawati, S.T., M.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik Telekomunikasi dan Elektro.
5. Bapak Prasetyo Yuliantoro, S.T. M.T. selaku Kepala Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi.
6. Bapak Rahmat Widadi S.Pd., M. Eng. selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan pada saat penyusunan laporan skripsi.
7. Bapak Zein Hanni Pradana, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan pada saat penyusunan laporan skripsi.
8. Seluruh dosen, staff dan karyawan Program studi S1 Teknik Telekomunikasi Institut Teknologi Telkom Purwokerto.

9. Pemilik NIM 19101059 terima kasih telah bersedia mendengarkan keluhan jalannya skripsi ini, terima kasih selalu mendukung dan memberikan semangat mulai dari awal hingga akhir penulisan skripsi ini.
10. Teman-teman Kelas S1-TT-07-B yang telah membantu dan mendukung penulis sejak awal penyusunan laporan skripsi ini.
11. Sahabat dan rekan seperjuangan yang tiada henti memberi dukungan dan motivasi kepada penulis.
12. Seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan laporan skripsi ini.

Dalam penyusunan laporan skripsi ini penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyajian tulisan ini, untuk itu saran dan kritik pembaca untuk kesempurnaan laporan skripsi ini sangat diharapkan.

Penulis berharap semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan bagi para pembaca.

Purwokerto, 08 Agustus 2023



(Aie Devi Nurainie)

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| HALAMAN PENGESAHAN | V |
| PRAKATA | VI |
| ABSTRAK..... | VIII |
| <i>ABSTRACT</i> | 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 BATASAN MASALAH..... | 3 |
| 1.4 TUJUAN..... | 4 |
| 1.5 MANFAAT | 4 |
| 1.6 SISTEMATIKA PENULISAN | 4 |
| BAB II DASAR TEORI | 6 |
| 2.1 KAJIAN PUSTAKA | 6 |
| 2.2 DASAR TEORI | 8 |
| 2.2.1 <i>ARTIFICIAL INTELLEGENCE</i> | 8 |
| 2.2.2 <i>DEEP LEARNING</i> | 8 |
| 2.2.3 <i>CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)</i> | 9 |
| 2.2.3.1 <i>CONVOLUTIONAL LAYER</i> | 10 |
| 2.2.3.2 <i>POOLING LAYER</i> | 11 |
| 2.2.3.3 <i>FLATTEN</i> | 11 |
| 2.2.3.4 <i>FULLY CONNECTED LAYER</i> | 12 |
| 2.2.3.5 FUNGSI AKTIVASI | 13 |
| 2.2.3.6 <i>OPTIMIZER</i> | 15 |
| 2.2.4 TUBERKULOSIS | 15 |
| 2.2.5 CITRA | 16 |
| 2.2.6 CITRA X-RAY..... | 16 |
| 2.2.7 AUGMENTASI DATA | 17 |

| | | |
|------------------------------------|---|----|
| 2.2.8 | <i>CONFUSION MATRIX</i> | 18 |
| BAB III METODE PENELITIAN | | |
| 3.1 | ALAT DAN BAHAN | 20 |
| 3.1.1 | DATASET | 20 |
| 3.1.2 | PERANGKAT KERAS (<i>HARDWARE</i>) | 21 |
| 3.1.3 | PERANGKAT LUNAK (<i>SOFTWARE</i>) | 21 |
| A. | <i>GOOGLE COLABORATORY</i> | 22 |
| B. | BAHASA PEMROGRAMAN <i>PYTHON</i> | 22 |
| C. | <i>LIBRARY</i> | 22 |
| 3.2 | ALUR PENELITIAN | 24 |
| 3.2.1 | <i>STUDI LITERATUR</i> | 25 |
| 3.2.2 | <i>METODE DAN MODEL SISTEM</i> | 25 |
| 3.2.3 | <i>PENGUMPULAN DATASET</i> | 25 |
| 3.2.4 | <i>RANCANGAN SISTEM</i> | 26 |
| A. | <i>INPUT CITRA</i> | 27 |
| B. | <i>PREPROCESSING</i> | 27 |
| C. | KLASIFIKASI | 29 |
| D. | HASIL PREDIKSI | 33 |
| 3.2.5 | <i>ANALISIS HASIL PENGUJIAN</i> | 34 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | | |
| 4.1 | HASIL PERANCANGAN MODEL | 36 |
| 4.2 | <i>TRAINING MODEL</i> | 40 |
| 4.2.1 | <i>TRAINING DAN VALIDATION MENGGUNAKAN BATCH SIZE 32</i> | 41 |
| 4.2.2 | <i>TRAINING DAN VALIDATION MENGGUNAKAN BATCH SIZE 64</i> | 46 |
| 4.2.3 | <i>TRAINING DAN VALIDATION MENGGUNAKAN BATCH SIZE 128</i> | 50 |
| 4.3 | HASIL DAN ANALISIS PENGUJIAN | 55 |
| 4.3.1 | PENGUJIAN MENGGUNAKAN <i>BACTH SIZE 32</i> | 55 |
| 4.3.2 | PENGUJIAN MENGGUNAKAN <i>BACTH SIZE 64</i> | 62 |
| 4.3.3 | PENGUJIAN MENGGUNAKAN <i>BACTH SIZE 128</i> | 67 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | | |
| 5.1 | KESIMPULAN | 79 |
| 5.2 | SARAN | 79 |

| | |
|---------------------|----|
| DAFTAR PUSTAKA..... | 81 |
| LAMPIRAN | 85 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2. 1 Arsitektur CNN | 9 |
| Gambar 2. 2 Operasi konvolusi..... | 10 |
| Gambar 2. 3 Proses Konvolusi..... | 10 |
| Gambar 2. 4 Operasi <i>pooling layer</i> | 11 |
| Gambar 2. 5 Proses pada lapisan <i>flatten</i> | 12 |
| Gambar 2. 6 <i>Fully Connected Layer</i> | 12 |
| Gambar 2. 7 Fungsi Aktivasi ReLU..... | 14 |
| Gambar 2. 8 Fungsi aktivasi sigmoid | 14 |
| Gambar 2. 9 Titik Koordinat Citra | 16 |
| Gambar 2. 10 (a) Paru-paru normal (b) paru-paru positif TB..... | 17 |
| Gambar 2. 11 Augmentasi dengan perputaran gambar..... | 18 |
| Gambar 3. 1 Jumlah dataset per-kelas | 20 |
| Gambar 3. 2 Tampilan awal <i>google colab</i> | 22 |
| Gambar 3. 3 <i>Python</i> | 22 |
| Gambar 3. 4 <i>Flowchart</i> Alur Penelitian..... | 24 |
| Gambar 3. 5 Blok diagram perancangan sistem klasifikasi | 26 |
| Gambar 3. 6 <i>Source code</i> augmentasi data | 27 |
| Gambar 3. 7 <i>Source code</i> <i>resize</i> | 28 |
| Gambar 3. 8 <i>Flowchart</i> proses klasifikasi | 29 |
| Gambar 3. 9 <i>Source code</i> model <i>convolutional neural etwork</i> | 31 |
| Gambar 3. 10 <i>Code</i> proses pelatihan model..... | 32 |
| Gambar 3. 11 Model evaluasi | 32 |
| Gambar 3. 12 <i>Source code</i> proses klasifikasi..... | 33 |
| Gambar 3. 13 <i>Source vode</i> visualisasi <i>confusion matrix</i> | 34 |
| Gambar 4. 1 Hasil perancangan model CNN..... | 38 |
| Gambar 4. 2 Hasil plot model CNN..... | 39 |
| Gambar 4.3 Grafik <i>Accuracy</i> dan <i>loss</i> pada saat <i>training</i> menggunakan <i>batch size</i> 32 dan <i>max pooling</i> | 43 |
| Gambar 4.4 Grafik <i>Accuracy</i> dan <i>loss</i> pada saat <i>training</i> menggunakan <i>batch size</i> 32 dan <i>average pooling</i> | 45 |

| | |
|---|----|
| Gambar 4. 5 Grafik <i>Accuracy</i> dan <i>loss</i> pada saat <i>training</i> menggunakan <i>batch size 64</i> dan <i>max pooling</i> | 47 |
| Gambar 4.6 Grafik <i>Accuracy</i> dan <i>loss</i> pada saat <i>training</i> menggunakan <i>batch size 64</i> dan <i>average pooling</i> | 49 |
| Gambar 4. 7 Grafik <i>Accuracy</i> dan <i>loss</i> pada saat <i>training</i> menggunakan <i>batch size 128</i> dan <i>max pooling</i> | 51 |
| Gambar 4. 8 Grafik <i>Accuracy</i> dan <i>loss</i> pada saat <i>training</i> menggunakan <i>batch size 128</i> dan <i>average pooling</i> | 53 |
| Gambar 4.9 Hasil plot visualisasi <i>confusion matrix</i> dengan <i>batch size 32</i> dan <i>max pooling</i> | 56 |
| Gambar 4.10 Hasil plot visualisasi <i>confusion matrix</i> dengan <i>batch size 32</i> dan <i>average pooling</i> | 59 |
| Gambar 4.11 Hasil plot visualisasi <i>confusion matrix</i> dengan <i>batch size 64</i> dan <i>max pooling</i> | 62 |
| Gambar 4.12 Hasil plot visualisasi <i>confusion matrix</i> dengan <i>batch size 64</i> dan <i>average pooling</i> | 65 |
| Gambar 4. 13 Hasil plot visualisasi <i>confusion matrix</i> dengan <i>batch size 128</i> dan <i>max pooling</i> | 68 |
| Gambar 4.14 Hasil plot visualisasi <i>confusion matrix</i> dengan <i>batch size 128</i> dan <i>average pooling</i> | 70 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian..... | 7 |
| Tabel 2. 2 <i>Hyparparameter</i> pada <i>convolutional layer</i> | 11 |
| Tabel 2. 3 Kondisi <i>Confusion Matrix</i> | 18 |
| Tabel 3. 1 Spesifikasi perangkat keras..... | 21 |
| Tabel 3. 2 <i>Software Tools</i> | 21 |
| Tabel 3. 3 Jumlah Dataset..... | 26 |
| Tabel 3. 4 Jumlah dataset dengan rasio 70% 10% 20%..... | 26 |
| Tabel 4.1 Hasil training <i>loss</i> dan <i>accuracy</i> menggunakan <i>batch size 32</i> dan <i>max pooling</i> | 42 |
| Tabel 4.2 Hasil training <i>loss</i> dan <i>accuracy</i> menggunakan <i>batch size 32</i> dan <i>Average pooling</i> | 44 |
| Tabel 4.3 Hasil training <i>loss</i> dan <i>accuracy</i> menggunakan <i>batch size 64</i> dan <i>max pooling</i> | 46 |
| Tabel 4. 4 Nilai <i>Loss</i> dan <i>Accuracy</i> pada saat <i>training</i> menggunakan <i>batch size 64</i> dan <i>Average pooling</i> | 48 |
| Tabel 4.5 Hasil training <i>loss</i> dan <i>accuracy</i> menggunakan <i>batch size 128</i> dan <i>max pooling</i> | 50 |
| Tabel 4.6 Hasil training <i>loss</i> dan <i>accuracy</i> menggunakan <i>batch size 128</i> dan <i>average pooling</i> | 52 |
| Tabel 4. 7 Hasil pengujian dengan <i>batch size 32</i> | 73 |
| Tabel 4. 8 Hasil pengujian dengan <i>batch size 64</i> | 74 |
| Tabel 4. 9 Hasil pengujian dengan <i>batch size 128</i> | 75 |
| Tabel 4. 10 Hasil pengujian dengan variasi <i>batch size</i> dan <i>pooling layer</i> | 77 |