

**TRANSFER LEARNING ANALYSIS TUBERCULOSIS
CLASSIFICATION USING MOBILENETV2 ARCHITECTURE
BASED ON CHEST X-RAY IMAGES**

LAPORAN NON-REGULER

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana
Program Studi Informatika



disusun oleh
ALI SAMSUL LATUPONO
22.11.5310

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2026

**TRANSFER LEARNING ANALYSIS TUBERCULOSIS
CLASSIFICATION USING MOBILENETV2 ARCHITECTURE
BASED ON CHEST X-RAY IMAGES**

LAPORAN NON-REGULER

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana
Program Studi Informatika



disusun oleh

ALI SAMSUL LATUPONO

22.11.5310

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2026

HALAMAN PERSETUJUAN

JALUR NON-REGULER

**TRANSFER LEARNING ANALYSIS TUBERCULOSIS
CLASSIFICATION USING MOBILENETV2 ARCHITECTURE BASED
ON CHEST X-RAY IMAGES**

yang disusun dan diajukan oleh

ALI SAMSUL LATUPONO

22.11.5310

telah disetujui oleh Dosen Pembimbing
pada tanggal 28 Januari 2026

Dosen Pembimbing,


Majid Rahardi, S.Kom., M.Eng
NIK. 190302393

HALAMAN PENGESAHAN

JALUR NON-REGULER

TRANSFER LEARNING ANALYSIS TUBERCULOSIS
CLASSIFICATION USING MOBILENETV2 ARCHITECTURE BASED
ON CHEST X-RAY IMAGES

yang disusun dan diajukan oleh

Ali Samud Latupoe

22.11.5318

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal 28 Januari 2026

Susunan Dewan Penguji

Nama Penguji

Tanda Tangan

Bayu Sriaji, M.Kom
NIK. 190302216

Windha Mega Pradnya Dhuwita, S.Kom, M.Kom
NIK. 190302185

Malid Rahardi, S.Kom, M.Eng
NIK. 190302193

Laporan ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer
Tanggal 28 Januari 2026

DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER



Prof. Dr. Kusriati, M.Kom
NIK. 190302106

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini tepat pada waktunya. Penulisan tugas akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana S.Kom

Penulis menyadari bahwa proses penyelesaian karya ini merupakan perjalanan panjang yang membutuhkan ketekunan ekstra. Namun, berkat petunjuk dan kemudahan Allah SWT, segala tantangan selama proses penelitian dan penulisan dapat terlampaui dengan baik. Dengan penuh ketulusan dan rasa syukur yang dalam, karya sederhana ini penulis persembahkan kepada :

1. Kedua orang tuaku tercinta, Bapak Samadin Latupono dan Ibu Kulsum Salampessy. Terima kasih yang tidak akan pernah cukup penulis sampaikan atas segala cinta kasih, arahan, usaha, dan dukungan yang tiada henti. Ayah dan Ibu adalah anugerah paling berharga yang penulis miliki. Terima kasih atas doa-doa yang tak pernah putus, atas ridha yang selalu mengiringi setiap langkah, dan cinta yang menjadi cahaya dalam setiap perjalanan menuju mimpi. Untuk Bapak, lelaki terhebat yang menjadi panutan dan penguat hati penulis, terima kasih atas segala jerih payah, pengorbanan yang sering tak terlihat, serta dukungan yang selalu diberikan tanpa diminta. Untuk pinta surgaku, Ibu, wanita yang paling hebat, terima kasih atas setiap doa yang Ibu panjatkan, yang membuat penulis senantiasa dipeluk keberkahan dan dijaga dalam setiap proses kehidupan. Senyuman Ayah dan Ibu yang tak pernah pudar serta kepercayaan yang diberikan telah menjadi alasan kuat untuk terus bergerak maju dan menjadi versi terbaik dari diri sendiri. Sebagai anak sulung yang memikul harapan untuk membawa kebahagiaan bagi keluarga, penulis mempersembahkan gelar sarjana ini dengan penuh cinta dan syukur. Terima kasih atas segalanya, Ayah dan Ibu.

2. Bapak Majid Rahardi, S.Kom., M.Eng , selaku Dosen Pembimbing yang sudah membantu dalam pembuatan laporan penulisan, atas segala bimbingan, arahan, semangat yang diberikan, serta sabar dalam membimbing penulisan laporan hingga terselesaikan penelitian ini.
3. Bapak Ajie Kusuma Wardhana, S.Kom., M.Eng , selaku Dosen yang membantu riset, bimbingan, arahan, semangat yang diberikan serta kesabarannya dalam membimbing penulis hingga terselesaikannya penelitian ini.
4. Bapak Kusnawi, S.Kom., M.Eng, selaku Dosen Wali, atas perhatian, arahan, serta dukungan yang selalu diberikan kepada penulis selama menempuh perkuliahan.
5. Teman-teman tongkrongan RAMBE yang selalu memberikan dukungan, terima kasih juga untuk canda dan tawa, serta kebersamaan yang selalu menguatkan selama masa perkuliahan dan yang selalu dapat diajak kerjasama apabila ada tugas perkuliahan.
6. Dan terakhir, untuk laki-laki sederhana dengan segudang mimpinya, terima kasih telah selalu percaya pada dirimu sendiri. Meski kadang ragu dan lelah, meski terselip ketakutan yang tak terlihat, terima kasih telah tetap tegar dan berusaha menebar kebahagiaan untuk orang-orang tercinta. Terima kasih karena selalu yakin bahwa setiap usaha dan doa yang dipanjatkan akan membimbingmu melewati perjalanan ini. Hargai dirimu, rayakan setiap langkah dan peluh yang menetes. Percayalah, Allah SWT selalu turut menyertai perjalanammu. Semoga setiap jejak langkahmu senantiasa dihiasi kebaikan, keberkahan, dan manfaat bagi sesama.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga laporan kelulusan ini dapat terselesaikan dengan baik. Keberhasilan dalam penyusunan laporan ini tidak terlepas dari bimbingan, dukungan, serta bantuan tulus dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh hormat dan rasa terima kasih yang mendalam, penulis menyampaikan apresiasi kepada:

1. Bapak Prof. Dr. M. Suyanto, M.M., selaku Rektor Universitas AMIKOM Yogyakarta.
2. Ibu Prof. Dr. Kusriani, M.Kom., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas AMIKOM Yogyakarta.
3. Ibu Eli Pujastuti, M.Kom., selaku Ketua program Studi S1 Informatika Universitas Amikom Yogyakarta.
4. Bapak Majid Rahardi, S.Kom., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing, atas bimbingan, arahan, serta motivasi yang senantiasa diberikan hingga terselesaikannya penelitian ini.
5. Bapak Ajie Kusuma Wardhana S.Kom., M.Eng., selaku Dosen yang membantu riset dan eksperimen atas bimbingan, arahan, serta motivasi yang diberikan hingga terselesaikannya naskah ini.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna dan memiliki berbagai keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan di masa mendatang. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca serta berkontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan.

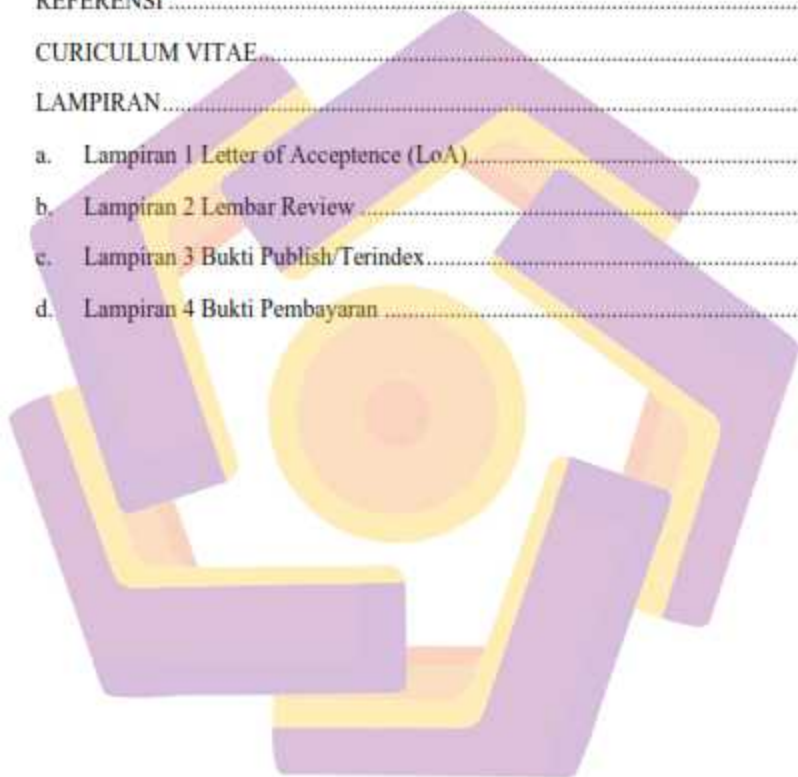
Yogyakarta, Januari 2026

Penulis

DAFTAR ISI

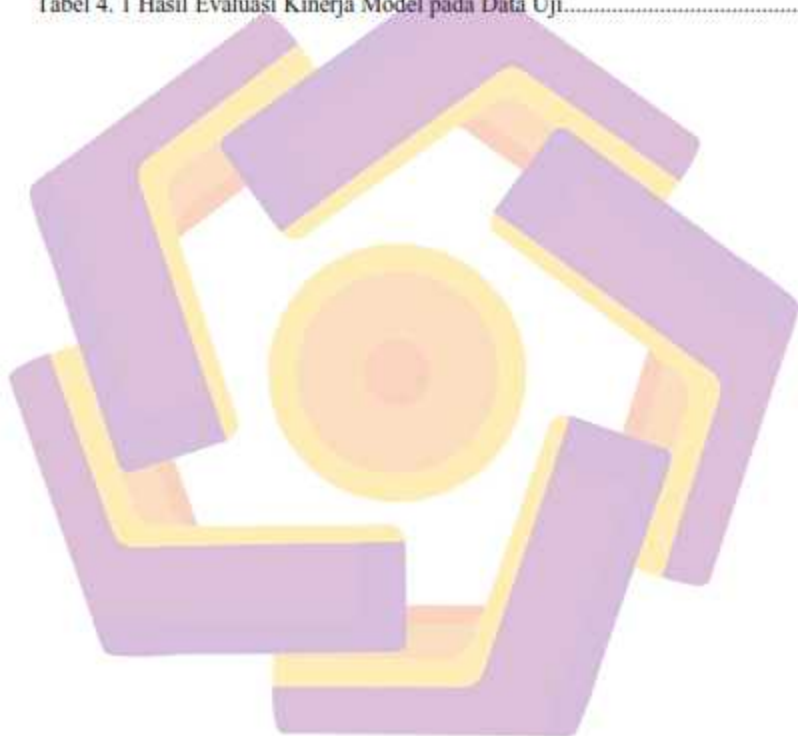
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN	xiv
DAFTAR ISTILAH	xv
INTISARI	xvii
ABSTRACT	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Gambaran Umum	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Studi Literatur	4
2.2 Landasan Teori	8
BAB III METODE PENELITIAN	11
3.1 Alur Penelitian	11

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	21
BAB V PENUTUP	28
5.1 Kesimpulan	28
5.2 Saran	29
REFERENSI	30
CURICULUM VITAE	31
LAMPIRAN	32
a. Lampiran 1 Letter of Acceptance (LoA)	32
b. Lampiran 2 Lembar Review	33
c. Lampiran 3 Bukti Publish/Terindex	35
d. Lampiran 4 Bukti Pembayaran	36



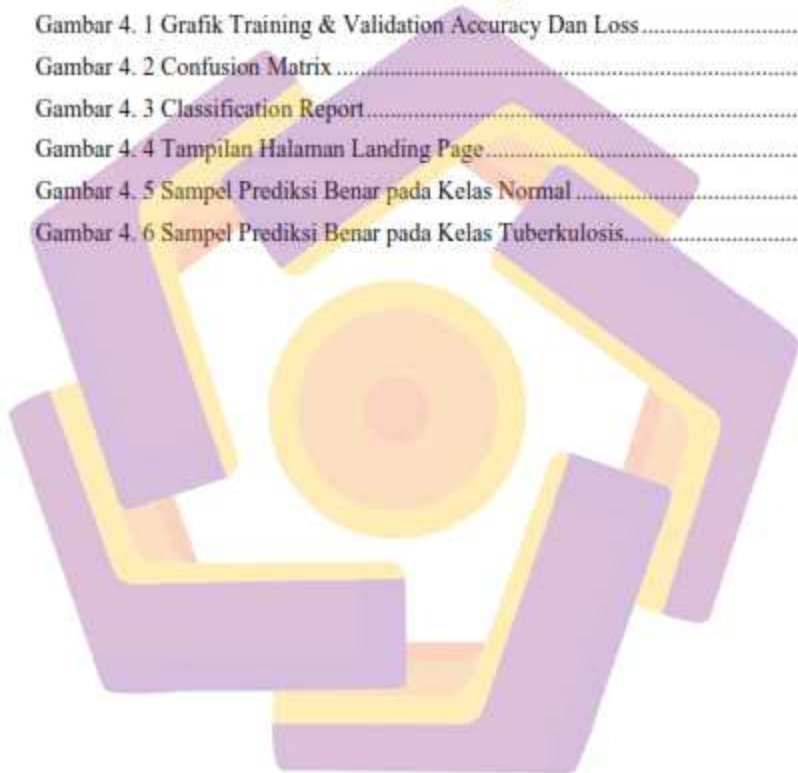
DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Keaslian Penelitian	5
Tabel 3. 1 Rincian Isi Dataset	13
Tabel 3. 2 Detail Pembagian Dataset	15
Tabel 3. 3 Parameter Value	18
Tabel 4. 1 Hasil Evaluasi Kinerja Model pada Data Uji.....	23



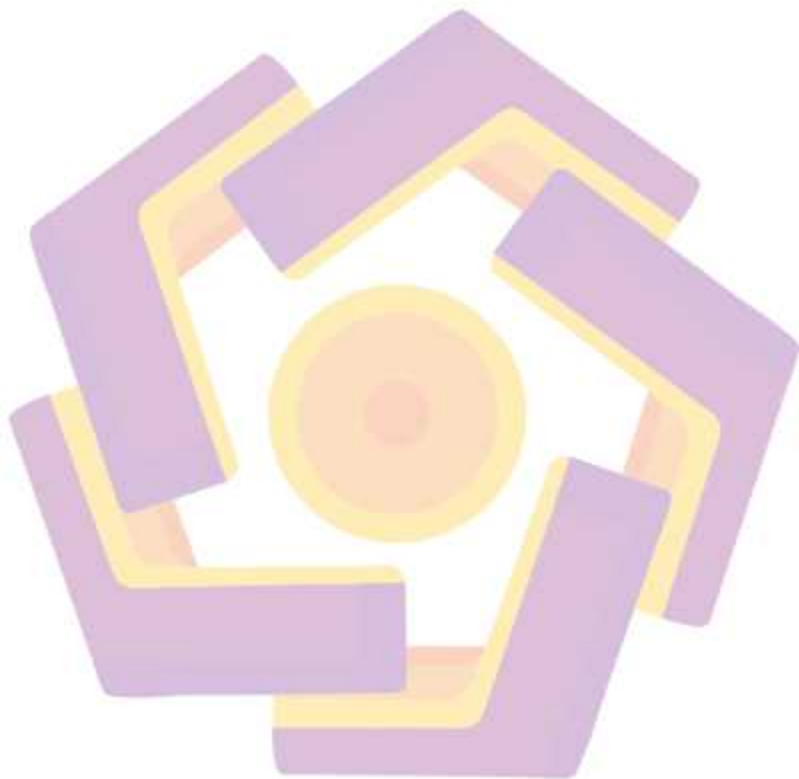
DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Alur Penelitian	11
Gambar 3. 2 Citra X-ray TBC.....	13
Gambar 3. 3 MobileNetV2 Architecture Diagram.....	17
Gambar 3. 4 Transfer Learning on MobileNetV2.....	17
Gambar 3. 5 MobileNetV2 CNN architecture diagram.....	18
Gambar 4. 1 Grafik Training & Validation Accuracy Dan Loss.....	21
Gambar 4. 2 Confusion Matrix	22
Gambar 4. 3 Classification Report.....	23
Gambar 4. 4 Tampilan Halaman Landing Page.....	26
Gambar 4. 5 Sampel Prediksi Benar pada Kelas Normal	27
Gambar 4. 6 Sampel Prediksi Benar pada Kelas Tuberkulosis.....	27



DAFTAR LAMPIRAN

a. Lampiran 1 Letter of Acceptance (LoA).....	32
b. Lampiran 2 Lembar Review	33
c. Lampiran 3 Bukti Publish/Terindex.....	35
d. Lampiran 4 Bukti Pembayaran	36



DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN



ANFIS	<i>Adaptive Network Fuzzy Inference System</i>
SVM	<i>Support Vector Machines</i>
Adam	<i>Adaptive Moment Estimation (Algoritma optimasi)</i>
AI	<i>Artificial Intelligence</i>
CAD	<i>Computer-Aided Diagnosis</i>
CNN	<i>Convolutional Neural Netwrok</i>
CXR	<i>Chest X-ray (Citra sinar-x dada)</i>
FN	<i>False Negative</i>
FP	<i>False Positive</i>
PCA	<i>Principal Component Analysis</i>
ReLU	<i>Rectified Linear Unit (Fungsi aktivasi)</i>
TBC	<i>Tuberkulosis</i>
TN	<i>True Negative</i>
TP	<i>True Positive</i>
VIT	<i>Vision Transformer</i>
WHO	<i>World Health Organization</i>

DAFTAR ISTILAH

<i>Accuracy</i>	Rasio prediksi benar (positif dan negative) terhadap keseluruhan data yang diuji.
<i>Augmentasi Data</i>	Teknik manipulasi data latih (rotasi, flip, zoom) untuk memperbanyak variasi data dan mencegah overfitting.
<i>Batch Size</i>	Jumlah sampel data yang diproses oleh model dalam satu kali literasi pelatihan
<i>Confusion Matrix</i>	Tabel evaluasi yang menyajikan perbandingan antara prediksi model dengan label sebenarnya (TAPI, TN, FP, FN)
<i>Deep Learning</i>	Cabang kecerdasan buatan yang menggunakan jaringan saraf tiruan berlapis banyak untuk mempelajari fitur dari data
<i>Dropout</i>	Teknik regularisasi dengan menonaktifkan sebagian neuron secara acak untuk mencegah model menghafak data (overfitting)
<i>Early Stopping</i>	Mekanisme menghentikan pelatihan secara otomatis jika tidak ada perbaikan kinerja pada data validasi
<i>Epoch</i>	Satu siklus penuh di mana seluruh dataset pelatihan melewati proses pembelajaran model.
<i>F1-Score</i>	Rata-rata harmonis antara presisi dan recall, memberikan gambaran keseimbangan performa model.
<i>Loss Function</i>	fungsi matematis untuk mengukur kesalahan antara prediksi model dan label asli.
<i>Overfitting</i>	Kondisi di mana model mengenali data latih dengan sangat baik namun gagal mengenali data baru.
<i>Precision</i>	Tingkat keakuratan model dalam menetapkan label positif
<i>Recall</i>	kemampuan model untuk menemukan kembali seluruh kasus positif yang ada dalam dataset

<i>Softmax</i>	fungsi aktivasi pada lapisan output yang mengubah nilai menjadi probabilitas untuk klasifikasi.
<i>Stratified Random Sampling</i>	Metode pembagian dataset yang menjaga proporsi pembagian kelas agar tetap seimbang
<i>Transfer Learning</i>	Teknik menggunakan kembali model yang telah dilatih pada dataset besar untuk tugas baru dengan dataset yang lebih kecil.



INTISARI

Tuberkulosis (TBC) tetap menjadi masalah kesehatan global yang serius, dengan jutaan kasus baru dilaporkan setiap tahun. Diagnosis dini dan akurat sangat penting, namun interpretasi manual gambar rontgen dada (CXR) dibatasi oleh subjektivitas dan keterbatasan sumber daya. Studi ini menerapkan arsitektur MobileNetV2 menggunakan transfer learning untuk mengklasifikasikan tuberkulosis dari gambar CXR. Dataset Tuberculosis Chest X-ray yang tersedia secara publik, yang berisi 4.200 gambar, dibagi menjadi pelatihan (70%), validasi (15%), dan pengujian (15%). Model MobileNetV2 yang telah dilatih sebelumnya pada ImageNet digunakan sebagai jaringan dasar, dengan lapisan klasifikasi tambahan dan pelatihan menggunakan optimizer Adam dan early stopping. Model mencapai akurasi validasi di atas 99,84% setelah epoch kedua dan tetap stabil. Pada set pengujian, model mencapai akurasi 99,84%, dengan presisi 99,53% dan recall 99,90% untuk kelas tuberkulosis. Hasil ini menunjukkan bahwa transfer learning dengan MobileNetV2 menyediakan metode yang cepat, efisien, dan sangat akurat untuk deteksi tuberkulosis. Model ini memiliki potensi untuk diintegrasikan ke dalam sistem Diagnosis Bantu Komputer (CAD) di lingkungan klinis dengan sumber daya terbatas.

Kata kunci: Tuberkulosis, MobileNetV2, Pembelajaran Mendalam, Pembelajaran Transfer, Rontgen Dada.

ABSTRACT

Tuberculosis(TBC) remains a major global health issue, with millions of new cases reported annually. Early and accurate diagnosis is essential, but manual interpretation of chest X-ray(CXR) images is limited by subjectivity and resource constrains. This study applies the MobileNetV2 architecture using transfer learning to classify tuberculosis from CXR images. The publicly available Tuberculosis Chest X-ray dataset containing 4200 images was divided into training (70%), validation (15%), and testing (15%). The pretrained MobileNetV2 model on ImageNet was used as the base network, with additional classification layers and training through the Adam optimizer and early stopping. The model achieved a validation accuracy above 99.84% after the second epoch maintained stable performance. Once the test set, model reached 99.84% accuracy, with precision 99.53% and recall 99.90% for the tuberculosis class. The result demonstrate that the transfer learning with MobileNetV2 provides a fast, efficient, and highly accurate method for tuberculosis detection. This model show potential for integration into Computer-Aided Diagnosis (CAD) system in low resource clinical settings.

Keyword: Tuberculosis, MobileNetV2, Deep Learning, Transfer Learning, Chest X-Ray