

**Optimasi Waktu Komputasi Model MobileNetV3 pada Klasifikasi
Penyakit Daun Tomat Menggunakan Metode Hybrid Knowledge
Distillation dan Post-Training Quantization**

SKRIPSI

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



disusun oleh

ADITA NAUFAL AL NAJIB

22.11.4953

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2026

**Optimasi Waktu Komputasi Model MobileNetV3 pada Klasifikasi
Penyakit Daun Tomat Menggunakan Metode Hybrid Knowledge
Distillation dan Post-Training Quantization**

SKRIPSI

untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana
Program Studi Informatika



disusun oleh

ADITA NAUFAL AL NAJIB

22.11.4953

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2026

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

**Optimasi Waktu Komputasi Model MobileNetV3 pada Klasifikasi
Penyakit Daun Tomat Menggunakan Metode Hybrid Knowledge
Distillation dan Post-Training Quantization**

yang disusun dan diajukan oleh

Adita Naufal Al Najib

22.11.4953

telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Skripsi
pada tanggal 23 Februari 2026

Dosen Pembimbing,



Anna Baifa, M. Kom

NIK. 190302290

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**OPTIMASI WAKTU KOMPUTASI MODEL MOBILENETV3
PADA KLASIFIKASI PENYAKIT DAUN TOMAT
MENGUNAKAN METODE HYBRID
KNOWLEDGE DISTILLATION
DAN POST-TRAINING
QUANTIZATION**

yang disusun dan diajukan oleh

Adita Naufal Al Najib

22.11.4953

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal 23 Februari 2026

Susunan Dewan Penguji

Nama Penguji

Dr. Hartatik, S.T., M.CS
NIK. 190302232

Ike Verawati, M.Kom
NIK. 190302237

Anna Balta, M.Kom
NIK. 190302290

Tanda Tangan



Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer
Tanggal 23 Februari 2026

DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER



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

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini,

Nama mahasiswa : Adita Naufal Al Najib
NIM : 22.11.4953

Menyatakan bahwa Skripsi dengan judul berikut:

Optimasi Waktu Komputasi Model MobileNetV3 pada Klasifikasi Penyakit Daun Tomat Menggunakan Metode Hybrid Knowledge Distillation dan Post-Training Quantization

Dosen Pembimbing : Anna Baita, M.Kom

1. Karya tulis ini adalah benar-benar ASLI dan BELUM PERNAH diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Universitas AMIKOM Yogyakarta maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian SAYA sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan disebutkan dalam Daftar Pustaka pada karya tulis ini.
4. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab SAYA, bukan tanggung jawab Universitas AMIKOM Yogyakarta.
5. Pernyataan ini SAYA buat dengan sesungguhnya, apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka SAYA bersedia menerima SANKSI AKADEMIK dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi.

Yogyakarta, 23 Februari 2026

Yang Menyatakan,



Adita Naufal Al Najib

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji dan syukur ke hadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala atas segala nikmat yang telah menyertai saya dalam menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Optimasi Waktu Komputasi Model MobileNet pada Klasifikasi Penyakit Daun Tomat”. Dengan kerendahan hati dan penuh rasa syukur, saya mempersembahkan tugas akhir ini kepada:

1. Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Mu, saya masih diberi kesehatan dan kenikmatan sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua, saudara dan seluruh keluarga, yang selalu memberikan motivasi, apresiasi, dukungan dan doa selama penulis mengerjakan tugas akhir ini.
3. Ibu Anna Baita, M.Kom, selaku dosen pembimbing yang telah membimbing penulis selama pengerjaan. Terima kasih atas ilmu, waktu, dan dorongan yang telah diberikan kepada penulis selama proses pengerjaan tugas akhir ini.
4. Seluruh teman-teman IF-07 dan kos rahmad yang selalu memberikan dukungan dan masukan kepada penulis.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kita panjatkan kepada Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya. Berkat karunia-Nya, penulis berhasil menyelesaikan skripsi yang berjudul “ Optimasi Waktu Komputasi Model MobileNet pada Klasifikasi Penyakit Daun Tomat”.

Penulis menyadari bahwa banyak pihak yang turut membantu dan mendukung dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. M. Suyanto, M.M. selaku Rektor Universitas Amikom Yogyakarta.
2. Bapak Majid Rahardi, S.Kom., M.Eng. selaku dosen wali.
3. Ibu Anna Baita, M.Kom, selaku dosen pembimbing.
4. Seluruh teman-teman yang telah mendukung dan membantu penelitian ini.

Akhir kata, penulis berharap dengan penelitian ini dapat memberikan manfaat yang besar bagi para pembaca dan peneliti. Semoga penelitian ini dapat terus dikembangkan dan memberikan manfaat bagi seluruh masyarakat.

Yogyakarta, 24 Februari 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN	xii
DAFTAR ISTILAH	xiii
INTISARI	xiv
<i>ABSTRACT</i>	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Studi Literatur	6

2.2	Dasar Teori	10
2.2.1	<i>Penyakit Daun</i>	10
2.2.2	<i>Exploratory Data Analysis (EDA)</i>	10
2.2.3	<i>Preprocessing Citra</i>	11
2.2.4	<i>Image Processing</i>	12
2.2.5	<i>Machine Learning</i>	12
2.2.6	<i>Deep Learning</i>	13
2.2.7	<i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	13
2.2.8	<i>MobileNetV3</i>	15
2.2.9	Teknik Optimasi Model	20
2.2.10	Evaluasi Model	22
BAB III METODE PENELITIAN		26
3.1	Objek Penelitian	26
3.2	Alur Penelitian	26
3.2.1	Akuisisi Data	27
3.2.2	<i>EDA (Exploratory Data Analysis)</i>	28
3.2.3	<i>Pre-Processing</i>	28
3.2.4	<i>Modelling</i>	29
3.2.5	<i>Knowledge Distillation</i>	30
3.2.6	<i>Post-Training Quantization (PTQ)</i>	31
3.2.7	Evaluasi Model	31
3.3	Alat dan Bahan	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		33
4.1	Dataset	33
4.2	Hasil <i>Exploratory Data Analysis (EDA)</i>	33

4.3 Hasil <i>Pre-processing</i>	38
4.3.1 <i>Image Resizing</i>	38
4.3.2 Pembagian Data (<i>Data Splitting</i>)	38
4.3.3 Normalisasi Nilai Piksel	39
4.4 Hasil Penelitian dan Analisis Kinerja Model	39
4.4.1 Kinerja Model <i>Baseline</i>	39
4.4.2 Pengaruh <i>Knowledge Distillation</i>	42
4.4.3 Pengaruh <i>Post-Training Quantization</i>	45
4.4.4 Kombinasi <i>Knowledge Distillation</i> dan <i>Quantization</i>	48
4.5 Evaluasi Model Akhir	50
4.5.1 Analisis <i>Confusion Matrix</i>	50
4.5.2 Analisis <i>Classification Report</i>	52
4.6 Pengujian Model Menggunakan Dataset Luar	54
4.7 Ringkasan Hasil Penelitian	60
4.8 <i>Deployment</i>	65
BAB V PENUTUP	68
5.1 Kesimpulan	68
5.2 Saran	69
REFERENSI	71

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Keaslian Penelitian	8
Tabel 4. 1	Ringkasan jumlah citra yang bermasalah	36
Tabel 4. 2	Hasil <i>Splitting Data</i>	39
Tabel 4. 3	Evaluasi model <i>baseline</i>	41
Tabel 4. 4	Hasil pengujian metode <i>knowledge distillation</i>	43
Tabel 4. 5	Hasil pengujian metode <i>quantization</i>	46
Tabel 4. 6	Performa model hasil kombinasi	48
Tabel 4. 7	<i>Classification report</i> model hybrid 1	53
Tabel 4. 8	Karakteristik dataset luar	55
Tabel 4. 9	Distribusi gambar setiap kelas dataset luar	55
Tabel 4. 10	<i>Classification report</i> model hybrid 1 menggunakan dataset luar	56
Tabel 4. 11	Rerata hasil uji dataset internal dan eksternal	61
Tabel 4. 12	Hasil optimasi model terhadap <i>baseline</i>	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Penyakit daun tomat	10
Gambar 2. 2 Arsitektur <i>MobileNetV3</i>	16
Gambar 2. 3 <i>Bottleneck</i>	16
Gambar 3. 1 Alur Penelitian	27
Gambar 4. 1 Dataset	33
Gambar 4. 2 Distribusi data setiap kelas	34
Gambar 4. 3 Distribusi kecerahan citra	35
Gambar 4. 4 Distribusi tingkat keburaman	36
Gambar 4. 5 Contoh ukuran citra	37
Gambar 4. 6 Hasil <i>Image Resizing</i>	38
Gambar 4. 7 <i>Confusion matrix</i> model hybrid 1	51
Gambar 4. 8 Citra dengan kesalahan klasifikasi	52
Gambar 4. 9 <i>Confusion matrix</i> model hybrid 1 menggunakan dataset luar	58
Gambar 4. 10 Contoh gambar salah prediksi	59
Gambar 4. 11 Contoh gambar salah prediksi pada kelas <i>Healthy</i>	60
Gambar 4. 12 Tampilan <i>Interface</i>	67

DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN



<i>SVM</i>	<i>Support Vector Machines</i>
<i>AI</i>	<i>Artificial Intelligence</i>
<i>CNN</i>	<i>Convolutional Neural Network</i>
<i>KD</i>	<i>Knowledge Distillation</i>
<i>PTQ</i>	<i>Post-Training Quantization</i>
<i>FP16</i>	<i>Floating Point 16-bit</i>
<i>INT16</i>	<i>Integer 16-bit</i>
<i>TFLite</i>	<i>TensorFlow Lite</i>
<i>Softmax</i>	Fungsi aktivasi probabilistik
<i>T</i>	<i>Temperature (parameter distilasi)</i>
<i>MB</i>	<i>Megabyte</i>
<i>s</i>	<i>Second (detik)</i>
<i>px</i>	<i>Pixel</i>

DAFTAR ISTILAH



Akurasi	Tingkat ketepatan hasil klasifikasi
<i>Baseline</i>	Model acuan tanpa optimasi
Blur	Tingkat ketajaman citra
Dataset Internal	Dataset pelatihan dan pengujian awal
Dataset Eksternal	Dataset uji dari sumber berbeda
Efisiensi Komputasi	Penghematan sumber daya komputasi
Inferensi	Proses prediksi oleh model terlatih
<i>Knowledge Distillation</i>	Transfer pengetahuan teacher ke student
Kuantisasi	Pengurangan presisi numerik model
Model Hybrid	Kombinasi KD dan PTQ
Resolusi Citra	Ukuran dimensi citra
<i>Trade-off</i>	Pertukaran antara akurasi dan efisiensi
Ukuran Model	Besaran file model
Waktu Inferensi	Waktu proses klasifikasi per citra

INTISARI

Penyakit daun tomat merupakan salah satu penyebab utama menurunnya produktivitas tanaman tomat. Pemanfaatan deep learning untuk klasifikasi penyakit daun tomat berbasis citra telah banyak dikembangkan, namun model yang dihasilkan umumnya memiliki ukuran besar dan waktu inferensi yang relatif lama. Kondisi tersebut menjadi kendala ketika model akan diterapkan pada perangkat dengan keterbatasan sumber daya komputasi, seperti perangkat *edge* di lingkungan pertanian.

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi waktu inferensi dan ukuran model klasifikasi penyakit daun tomat tanpa menurunkan performa akurasi secara signifikan. Metode yang digunakan meliputi *Knowledge Distillation* untuk menghasilkan model student yang lebih ringan serta *Post-Training Quantization* untuk mengurangi presisi bobot model. *MobileNetV3Small* digunakan sebagai model baseline, dengan pengujian dilakukan pada dataset citra penyakit daun tomat menggunakan data internal dan eksternal.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan *Post-Training Quantization* dan metode hybrid mampu menurunkan waktu inferensi hingga lebih dari 50% serta mengurangi ukuran model secara signifikan, dengan persentase penurunan mencapai sekitar 44% hingga 74% dibandingkan model baseline. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan model klasifikasi penyakit daun tomat yang lebih efisien dan dapat dimanfaatkan pada sistem pertanian cerdas berbasis perangkat dengan keterbatasan sumber daya. Penelitian selanjutnya dapat diarahkan pada implementasi langsung pada perangkat *edge*.

Kata kunci: penyakit daun tomat, *MobileNetV3Small*, *knowledge distillation*, *post-training quantization*, waktu inferensi.

ABSTRACT

Tomato leaf diseases are one of the main factors that reduce tomato crop productivity. The application of deep learning for image-based tomato leaf disease classification has been widely developed; however, the resulting models generally have large sizes and relatively long inference times. These limitations become critical when the models are deployed on resource-constrained devices, such as edge devices in agricultural environments.

This study aims to improve inference time efficiency and reduce model size without significantly degrading classification accuracy. The proposed methods include Knowledge Distillation to transfer knowledge from a larger teacher model to a lightweight student model, and Post-Training Quantization to reduce the numerical precision of model weights. MobileNetV3Small is used as the baseline model, and performance evaluation is conducted using tomato leaf disease image datasets with both internal and external testing data.

The experimental results show that Post-Training Quantization and hybrid optimization methods are able to reduce inference time by more than 50% while also significantly decreasing the model size, with reductions ranging from approximately 44% to 74% compared to the baseline model. This study contributes to the development of efficient tomato leaf disease classification models suitable for deployment on resource-limited devices. Future work may focus on direct implementation on edge devices.

Keyword: tomato leaf disease, MobileNetV3Small, knowledge distillation, post-training quantization, inference time