

**ANALISIS PERBANDINGAN EFISIENSI  
ARSITEKTUR CONVOLUTIONAL NEURAL  
NETWORK (CNN) MOBILENETV2 DAN  
INCEPTIONV3 PADA OBJEK BERGERAK**

---

---

**SKRIPSI SARJANA INFORMATIKA**

---

---

Oleh

Salmah Irsalina

227064516021



**PROGRAM STUDI INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI KOMUNIKASI DAN  
INFORMATIKA  
UNIVERSITAS NASIONAL**

**2026**

**ANALISIS PERBANDINGAN EFISIENSI  
ARSITEKTUR CONVOLUTIONAL NEURAL  
NETWORK (CNN) MOBILENETV2 DAN  
INCEPTIONV3 PADA OBJEK BERGERAK**

**SKRIPSI SARJANA**

Karya ilmiah sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Informatika dari Fakultas Teknologi Komunikasi dan  
Informatika

Oleh

Salmah Irsalina

227064516021



**PROGRAM STUDI INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI KOMUNIKASI DAN  
INFORMATIKA  
UNIVERSITAS NASIONAL**

**2026**


## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Bilamana di kemudian hari ditemukan bahwa karya tulis ini menyalahi peraturan yang ada berkaitan etika dan kaidah penulisan karya ilmiah yang berlaku, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku

Yang menyatakan,

Nama : Salmah Irsalina

NIM : 227064516021

Tanda Tangan : 

Tanggal : 27 Februari 2026

Mengetahui

Pembimbing I : Dr. Aris Gunaryati, S.Si., M.M.S.I (  )



HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

ANALISIS PERBANDINGAN EFISIENSI ARSITEKTUR  
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) MOBILENETV2 DAN  
INCEPTIONV3 PADA OBJEK BERGERAK



Dosen Pembimbing 1

(Dr. Aris Gunaryati, S.Si., M.M.S.I)

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**TUGAS AKHIR**

**Analisis Perbandingan Efisiensi Arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) MobileNetV2 dan InceptionV3 pada Objek Bergerak**



Oleh

**Salmah Irsalina**

**227064516021**

Program Studi Informatika

Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informatika  
Universitas Nasional

Disetujui pada Tanggal: 27 Februari 2026

Pembimbing I

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Aris Gunaryati'.

(Dr. Aris Gunaryati, S.Si., M.M.S.I)

NIDN. 0313087705

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul :

### **ANALISIS PERBANDINGAN EFISIENSI ARSITEKTUR CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) MOBILENETV2 DAN INCEPTIONV3 PADA OBJEK BERGERAK**

Yang dibuat untuk melengkapi salah satu persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informatika Universitas Nasional, sebagaimana yang saya ketahui adalah bukan merupakan tiruan atau publikasi dari Tugas Akhir yang pernah diajukan atau dipakai untuk mendapatkan gelar di lingkungan Universitas Nasional maupun perguruan tinggi atau instansi lainnya, kecuali pada bagian – bagian tertentu yang menjadi sumber informasi atau acuan yang dicantumkan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 27 Februari 2026



Salmah Irsalina

227064516021

## LEMBAR PERSETUJUAN REVIEW AKHIR

Tugas Akhir dengan judul :

# ANALISIS PERBANDINGAN EFISIENSI ARSITEKTUR CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) MOBILENETV2 DAN INCEPTIONV3 PADA OBJEK BERGERAK

Dibuat untuk melengkapi salah satu persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informatika Universitas Nasional. Tugas Akhir ini diujikan pada Sidang Review Akhir Semester Ganjil 2025-2026 pada tanggal 27 Februari Tahun 2026



Dosen Pembimbing 1

Dr. Aris Gunaryati, S.Si.,  
M.M.S.I

NIDN. 0313087705



Ratih Titi Komalasari, S.T.,  
M.M.S.I

NIDN. 0301038302

## LEMBAR PERSETUJUAN JUDUL YANG TIDAK ATAU YANG DIREVISI

Nama : Salmah Irsalina  
NPM : 227064516021  
Fakultas/Akademi : Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informatika  
Program Studi : Informatika  
Tanggal Sidang : 25 Februari 2026

JUDUL DALAM BAHASA INDONESIA :

**Analisis Perbandingan Efisiensi Arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) MobileNetV2 dan InceptionV3 pada Objek Bergerak**

JUDUL DALAM BAHASA INGGRIS :

**Comparative Analysis of the Efficiency of MobileNetV2 and InceptionV3 Convolutional Neural Network (CNN) Architectures on Moving Objects**

### TANDA TANGAN DAN TANGGAL

Pembimbing 1	Ka. Prodi	Mahasiswa
TGL : 27 Februari 2026	TGL : 27 Februari 2026	TGL : 27 Februari 2026
	 	
<b>Dr. Aris Gunaryati, S.Si., M.M.S.I</b> NIDN. 0313087705	<b>Ratih Tiwi Komalasari, S.T., M.M., MMSI</b> NIDN. 0301038302	<b>Salmah Irsalina</b> NPM. 227064516021



LAMPIRAN 2

**LEMBAR PERSETUJUAN JUDUL SKRIPSI/KARYA ILMIAH/TESIS/DISERTASI**

Nama : Salmah Irsalina  
NPM : 227064516021  
Fakultas : Teknologi Komunikasi dan Informatika  
Program Studi : Informatika



JUDUL DALAM BAHASA INDONESIA:

ANALISIS PERBANDINGAN EFISIENSI ARSITEKTUR CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) MOBILENETV2 DAN INCEPTIONV3 PADA OBJEK BERGERAK

JUDUL DALAM BAHASA INGGRIS:

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF MOBILENETV2 AND INCEPTIONV3 CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) ARCHITECTURES ON MOVING OBJECTS

**TANDA TANGAN DAN TANGGAL**

Pembimbing 1/ Promotor	Pembimbing 2/ Co-Promotor <i>(Wajib ttd jika ada)</i>	Ka. Prodi
TGL : 27 Februari 2026	TGL : 27 Februari 2026	TGL : 27/03/2026
 Dr. Aris Gunaryadi, SSI, MMSI	-	



LAMPIRAN 1

(Harap dibaca baik-baik)

## SURAT PERNYATAAN DATA UNTUK IJAZAH

Yang bertandatangan di bawah ini:

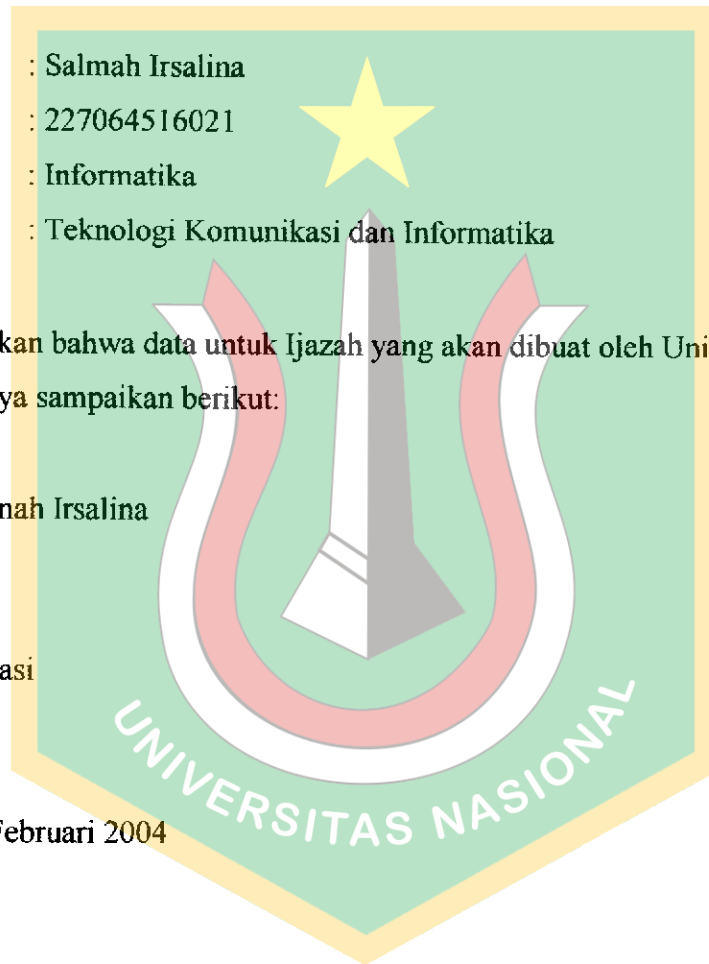
Nama : Salmah Irsalina  
NPM : 227064516021  
Program Studi : Informatika  
Fakultas : Teknologi Komunikasi dan Informatika

Dengan ini menyatakan bahwa data untuk Ijazah yang akan dibuat oleh Universitas Nasional sesuai dengan data yang saya sampaikan berikut:

Nama : Salmah Irsalina

Tempat lahir : Bekasi

Tanggal lahir : 20 Februari 2004



Seluruh data yang saya isikan dalam formulir ini adalah benar dan sesuai dengan dokumen asli. Apabila di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian data yang diakibatkan oleh kesalahan pengisian, maka hal tersebut sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya dan saya tidak akan menuntut pihak Universitas Nasional

Jakarta, 27 Februari 2026  
Mahasiswa Ybs,

( Salmah Irsalina )

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, serta karunia-Nya, sehingga skripsi dengan judul **“Analisis Perbandingan Efisiensi Arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) MobileNetV2 dan InceptionV3 pada Objek Bergerak”** dapat diselesaikan. Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, yang menjadi suri tauladan bagi umat manusia.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informatika (FTKI). Penulis menyadari bahwa penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, ucapan terima kasih yang tulus disampaikan kepada:

1. Bapak Prof. Agung Triayudi, S.Kom., M.Kom., Ph.D., scan selaku Dekan Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informatika (FTKI) yang telah memberikan fasilitas dan dukungan bagi kelancaran studi mahasiswa.
2. Ibu Ir. Endah Tri Esti Handayani, MMSI, selaku Wakil Dekan FTKI atas dukungannya dalam kegiatan akademik di lingkungan fakultas.
3. Ibu Ratih Titi Komalasari, S.T., M.M., MMSI, selaku Ketua Program Studi Informatika, atas arahan, kepemimpinan, dan manajemen program studi yang baik.
4. Ibu Rima Tamara Aldisa, S.Kom., M.Kom., selaku Sekretaris Program Studi Informatika, atas dukungan dan bantuannya dalam kelancaran administrasi maupun kegiatan akademik mahasiswa di tingkat program studi.
5. Ibu Dr. Aris Gunaryati, S.Si., M.M.S.I., selaku Dosen Pembimbing Skripsi, yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan serta arahan yang sangat berharga selama penyusunan skripsi ini.

6. Ibu Panca Dewi Pamungkasari, S.T., M.T., Ph.D., selaku Dosen Penguji I, dan Ibu Ir. Endah Tri Esti Handayani, MMSI., selaku Dosen Penguji II, yang telah meluangkan waktu untuk menguji, memberikan evaluasi, serta masukan yang sangat membangun demi penyempurnaan skripsi ini.
7. Bapak Agus Iskandar, S.Kom., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memantau dan membimbing perkembangan akademik penulis selama masa perkuliahan.
8. Bapak Ir. Asrul Sani, S.T., M.T., M.Kom., Ph.D., yang telah mengajarkan mata kuliah Metodologi Penelitian, sehingga memberikan pemahaman mendalam mengenai tata cara penulisan dan penelitian skripsi yang benar.
9. Seluruh Dosen Program Studi Informatika yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang bermanfaat bagi penulis.
10. Ibu Damar Arum Dwiariyani, S.Psi., M.Si., selaku Konselor pada pelayanan Badan Konseling Universitas, yang telah memberikan bantuan profesional, dukungan mental, dan pendampingan psikologis yang sangat berarti bagi penulis dalam melewati masa-masa sulit.
11. Ayah, Ibu, dan Kakak tercinta, yang senantiasa memberikan doa tulus, kasih sayang, serta dukungan moral dan materi yang tak terhingga.
12. Teman-teman masa kecil penulis, yakni Shofia, Sifana, dan Zahwa, yang senantiasa hadir memberikan warna, dukungan, dan kebersamaan dalam suka maupun duka dari dulu hingga saat ini.
13. Rekan-rekan seperjuangan, yaitu Ira, Hilda, Mawar, Novia, dan Indah, beserta seluruh teman-teman Informatika khususnya angkatan 2022 atas kebersamaan, diskusi, dan semangat yang saling ditularkan selama masa perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan karya ini di masa mendatang. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkan dan bagi

pengembangan ilmu pengetahuan.

Bekasi, Februari 2026

Salmah Irsalina



## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informatika, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Salmah Irsalina

NIM : 227064516021

demikian demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informatika, Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalti Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**Analisis Perbandingan Efisiensi Arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) MobileNetV2 dan InceptionV3 pada Objek Bergerak**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak ini Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bekasi

Pada tanggal : 27 Februari 2026

Yang menyatakan



(Salmah Irsalina)

## ABSTRAK

Perkembangan *Computer Vision* pada pengenalan objek bergerak dari data video sekuensial menuntut ekstraksi fitur spasial dan temporal yang optimal. Tantangan utama dalam bidang Informatika untuk tugas pemrosesan ini adalah tingginya beban komputasi. Arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN) konvensional yang kompleks umumnya menghasilkan ukuran parameter yang masif dan membutuhkan memori perangkat yang besar, sehingga sulit diimplementasikan pada perangkat keras dengan sumber daya terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan tingkat efisiensi komputasi antara dua arsitektur pengekstraksi fitur spasial, yaitu arsitektur *lightweight* MobileNetV2 dan arsitektur kompleks InceptionV3, yang keduanya dipadukan dengan *Bidirectional Long Short-Term Memory* (Bi-LSTM) untuk pemrosesan temporal. Evaluasi kinerja difokuskan murni pada efisiensi algoritma dengan metrik pengukuran meliputi jumlah parameter, ukuran model (dalam *Megabyte*), dan waktu inferensi per *frame*. Pengujian dilakukan secara berimbang dengan menetapkan teknik augmentasi *random brightness* sebagai variabel kontrol *preprocessing*. Hasil pengujian secara empiris menunjukkan bahwa model MobileNetV2-BiLSTM jauh lebih efisien secara komputasi dengan ukuran model sebesar 11,3 MB, total parameter sebanyak 2.955.522, dan waktu inferensi 0,0494 ms/frame, dibandingkan dengan model InceptionV3-BiLSTM yang memiliki ukuran model 87,5 MB dan waktu inferensi 0,0516 ms/frame. Kesimpulan dari penelitian ini membuktikan bahwa pendekatan arsitektur *lightweight* sangat direkomendasikan untuk menekan *overhead* komputasi dalam analisis video tanpa memerlukan sumber daya perangkat keras kelas atas.

**Kata Kunci:** Efisiensi Komputasi, MobileNetV2, InceptionV3, Bi-LSTM, Pengenalan Objek Bergerak.

## **ABSTRACT**

*The advancement of Computer Vision in moving object recognition from sequential video data demands optimal extraction of spatial and temporal features. The main challenge in the Informatics field for this processing task is the high computational load. Complex conventional Convolutional Neural Network (CNN) architectures generally produce massive parameter sizes and require large hardware memory, making them difficult to implement on resource-constrained devices. This study aims to analyze and compare the computational efficiency level between two spatial feature extraction architectures: the lightweight MobileNetV2 and the complex InceptionV3 architecture, both combined with Bidirectional Long Short-Term Memory (Bi-LSTM) for temporal processing. The performance evaluation focuses purely on algorithm efficiency, with measurement metrics including the number of parameters, model size (in Megabytes), and inference time per frame. The testing was conducted fairly by establishing the random brightness augmentation technique as a preprocessing control variable. Empirical test results indicate that the MobileNetV2-BiLSTM model is computationally much more efficient, with a model size of 11,3 MB, a total parameter count of 2.955.522, and an inference time of 0,0494 ms/frame, compared to the InceptionV3-BiLSTM model, which has a model size of 87,5 MB and an inference time of 0,0516 ms/frame. The conclusion of this study proves that the lightweight architecture approach is highly recommended for reducing computational overhead in video analysis without requiring high-end hardware resources.*

**Keywords:** *Computational Efficiency, MobileNetV2, InceptionV3, Bi-LSTM, Moving Object Recognition.*

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iv
HALAMAN PENGESAHAN .....	v
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....	vi
LEMBAR PERSETUJUAN REVIEW AKHIR.....	vii
LEMBAR PERSETUJUAN JUDUL YANG TIDAK ATAU DIREVISI.....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....	xii
ABSTRAK .....	xiii
<i>ABSTRACT</i> .....	xiv
DAFTAR ISI .....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xix
DAFTAR TABEL .....	xxi
BAB I PENDAHULUAN .....	2
1.1. Latar Belakang .....	2
1.2. Rumusan Masalah .....	4
1.3. Batasan Masalah .....	5
1.3.1 Metodologi.....	5
1.3.2 <i>Dataset</i> .....	5
1.3.3 Implementasi dan Lingkungan Pengujian .....	6
1.4. Tujuan Penelitian.....	6
1.5. Manfaat Penelitian .....	7
1.5.1 Bagi Penulis .....	7
1.5.2 Bagi Universitas .....	7
1.5.3 Bagi Masyarakat .....	7
1.6. Sistematika Penulisan .....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	10
2.1 <i>Deep Learning</i> dan <i>Computer Vision</i> .....	10
2.2 <i>Convolutional Neural Networks (CNN)</i> .....	11
2.3 <i>Transfer Learning</i> .....	12

2.3.1 <i>Fine-Tuning</i> dan <i>Feature Extraction</i> .....	13
2.4 Arsitektur MobileNetV2 .....	13
2.5 Arsitektur InceptionV3 .....	14
2.6 <i>Bi-directional Long Short-Term Memory</i> (Bi-LSTM) .....	17
2.7 Teknik Augmentasi Data dan Fungsi <i>Loss</i> .....	19
2.7.1 Data Augmentasi pada Video .....	19
2.7.2 <i>Focal Loss</i> untuk <i>Imbalanced Data</i> .....	19
2.8 Evaluasi Kinerja .....	19
2.8.1 <i>Confusion Matrix</i> .....	19
2.8.2 <i>Accuracy, Precision, Recall</i> , dan <i>F1-Score</i> .....	20
2.8.3 <i>Area Under the Curve</i> (AUC) - <i>ROC</i> .....	21
2.9 Metrik Efisiensi Komputasi ( <i>Computational Efficiency</i> ) .....	22
2.9.1 Jumlah Parameter ( <i>Number of Parameters</i> ) .....	22
2.9.2 GFLOPs ( <i>Giga Floating Point Operations per Second</i> ) .....	22
2.9.3 Waktu Inferensi ( <i>Inference Time</i> ) .....	23
2.10 <i>Literature Review</i> .....	24
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	29
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian .....	29
3.2 Subjek Penelitian .....	29
3.3 Fokus Penelitian .....	30
3.4 <i>Dataset</i> .....	31
3.4.1 Data Sekunder .....	31
3.4.2 <i>Sampling</i> dan Keseimbangan Kelas .....	32
3.4.3 Pembagian Data .....	32
3.5 Lingkungan Eksperimen .....	33
3.6 Alur Penelitian .....	33
3.7 Teknik Pra-pemrosesan dan Augmentasi Data .....	36
3.7.1 Ekstraksi dan Normalisasi <i>Frame</i> .....	36
3.7.2 <i>Letterbox Resize</i> .....	36
3.7.3 Penyimpanan dalam Format <i>.npy</i> .....	36
3.7.4 Penanganan Konflik Nama File ( <i>Smart Mapping</i> ) .....	37
3.7.5 Augmentasi Data <i>On-the-Fly</i> .....	37
3.8 Pembagian Dataset ( <i>Data Splitting</i> ) .....	38
3.9 Arsitektur Model .....	39

3.9.1 <i>Backbone</i> CNN .....	39
3.9.2 Jembatan Spasial–Temporal .....	40
3.9.3 Pemodelan Temporal: Bi-directional LSTM .....	40
3.9.4 Klasifikasi .....	41
3.10 Pelatihan Model .....	41
3.10.1 <i>Transfer Learning</i> dan Pembekuan Bobot .....	41
3.10.2 <i>Optimizer</i> dan <i>Hyperparameter</i> .....	41
3.10.3 <i>Callback</i> dan Penyimpanan Model .....	42
3.10.4 Protokol Eksperimen dan Reprodusibilitas .....	42
3.11 Metode Evaluasi .....	42
3.11.1 Evaluasi Kinerja Klasifikasi .....	42
3.11.2 Evaluasi Efisiensi Komputasi .....	43
3.11.3 Pengujian .....	44
BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL .....	45
4.1 Pengumpulan dan Pra-pemrosesan Data .....	45
4.1.1 Eksplorasi dan <i>Sampling</i> .....	46
4.1.2 Ekstraksi <i>Frame</i> dan <i>Uniform Sampling</i> .....	46
4.1.3 <i>Letterbox Resize</i> .....	47
4.1.4 Penyimpanan dalam Format <i>.npy</i> .....	48
4.1.5 Penanganan Konflik Nama File ( <i>Smart Mapping</i> ) .....	49
4.2 Pembagian Data .....	50
4.3 Data Augmentasi dan <i>Data Generator</i> .....	51
4.4 Arsitektur Model <i>Hybrid</i> .....	52
4.4.1 Komponen Ekstraksi Fitur Spasial .....	52
4.4.2 Jembatan Spasial–Temporal .....	53
4.4.3 Pemodelan Temporal dengan Bi-LSTM .....	53
4.4.4 <i>Classification Head</i> .....	54
4.5 Konfigurasi Pelatihan .....	55
4.5.1 <i>Hyperparameter</i> .....	55
4.5.2 Waktu Pelatihan .....	57
4.6 Hasil .....	58
4.6.1 Evaluasi Kinerja Model .....	59
4.7 Analisis Efisiensi Komputasi .....	63
4.7.1 <i>Trade-off</i> Efisiensi vs Akurasi .....	64

4.8 Analisis Komparatif dengan Penelitian Terdahulu .....	65
BAB V PENUTUP .....	67
5.1 Kesimpulan .....	67
5.2 Saran .....	67
DAFTAR PUSTAKA .....	69



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur <i>Inverted Residual Block</i> .....	14
Gambar 2.2 Modul <i>Inception</i> dengan Faktorisasi Konvolusi $5 \times 5$ menjadi dua $3 \times 3$ .....	15
Gambar 2.3 Modul <i>Inception</i> dengan Faktorisasi Konvolusi Asimetris ( $n \times 1$ dan $1 \times n$ ) .....	16
Gambar 2.4 <i>Framework</i> Bi-LSTM .....	18
Gambar 2.5 Struktur dan Notasi <i>Confusion Matrix</i> untuk Klasifikasi Biner .....	20
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian.....	34
Gambar 4.1 Distribusi Data <i>Sample</i> .....	46
Gambar 4.2 Implementasi <i>uniform sampling</i> dan <i>letterbox resize</i> .....	47
Gambar 4.3 Implementasi <i>Letterbox Resize</i> .....	48
Gambar 4.4 Implementasi Penyimpanan dalam Format <i>.npy</i> .....	49
Gambar 4.5 Implementasi <i>Smart Mapping</i> .....	49
Gambar 4.6 Implementasi <i>Splitting Data</i> .....	50
Gambar 4.7 Implementasi augmentasi <i>On-the-Fly</i> dan <i>Data Generator</i> .....	51
Gambar 4.8 Implementasi Ekstraksi Fitur Spasial .....	53
Gambar 4.9 Implementasi <i>TimeDistributed</i> dan <i>Global Average Pooling</i> 2D (GAP) .....	53
Gambar 4.10 Implementasi Pemodelan Temporal dengan Bi-LSTM .....	54
Gambar 4.11 Implementasi <i>Dense layer</i> Terakhir Penentu Hasil Prediksi .....	54
Gambar 4.12 Implementasi <i>Hyperparameter</i> .....	56
Gambar 4.13 Waktu <i>Training MobileNetV2</i> .....	57
Gambar 4.14 Waktu <i>Training InceptionV3</i> .....	57
Gambar 4.15 Kurva Akurasi Validasi dan <i>Loss</i> Validasi.....	58
Gambar 4.16 proses <i>training</i> model MobileNetV2+Bi-LSTM <i>epoch</i> ke-18 hingga 25 .....	59
Gambar 4.17 proses <i>training</i> model InceptionV3+Bi-LSTM <i>epoch</i> ke-40 hingga 47 .....	59
Gambar 4.18 <i>Confusion Matrix</i> Model <i>Hybrid</i> .....	61

Gambar 4.19 *Confusion Matrix* Model MobileNetV2 Per Kelas..... 62

Gambar 4.20 *Confusion Matrix* Model InceptionV3 Per Kelas..... 63



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan MobileNetV2 dan InceptionV3.....	17
Tabel 2.2 <i>Literature Review</i> .....	24
Tabel 3.1 Distribusi <i>Dataset</i> Penelitian .....	33
Tabel 4.1 Hasil <i>Smart Mapping</i> .....	50
Tabel 4.2 Distribusi Data Latih, Validasi, dan Uji .....	51
Tabel 4.3 Perbandingan Arsitektur Model <i>Hybrid</i> .....	55
Tabel 4.4 Perbandingan Performa Klasifikasi.....	60
Tabel 4.5 Perbandingan Efisiensi Komputasi .....	63
Tabel 4.6 Perbandingan Efisiensi Komputasi .....	64

