ANALISIS KOMPARATIF PERFORMA MODEL YOLO LINTAS GENERASI DENGAN MODIFIKASI ARSITEKTUR UNTUK DETEKSI LUBANG JALAN

TUGAS AKHIR

SKRIPSI

FREYZA FACHRURROZI KUSUMA

41520110083

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2026

ANALISIS KOMPARATIF PERFORMA MODEL YOLO LINTAS GENERASI DENGAN MODIFIKASI ARSITEKTUR UNTUK DETEKSI LUBANG JALAN

TUGAS AKHIR

SKRIPSI

FREYZA FACHRURROZI KUSUMA

41520110083

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2026

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Freyza Fachrurrozi Kusuma
NIM	: 41520110083
Fakultas/Program Studi	: Fakultas Ilmu Komputer/Teknik Informatika

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir berjudul:
"Analisis Komparatif Performa Model YOLO Lintas Generasi dengan Modifikasi Arsitektur untuk Deteksi Lubang Jalan" adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apapun dan tidak melanggar hukum atau hak pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 13 Agustus 2026

Freyza Fachrurrozi Kusuma

UNIVERSITAS
MERCU BUANA
AKREDITASI UNGGUL

PERNYATAAN SIMILARITY CHECK
/SIMILARITY CHECK STATEMENT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang ditulis oleh
/The undersigned, hereby declare that the scientific work written by

Nama /Name	: Freyza Fachrurrozi Kusuma
NIM /Student ID Number	: 41520110083
Program Studi /Study Program	: Teknik Informatika

Dengan Judul Tugas Akhir
/The title:

"Analisis Komparatif Performa YOLOv8 Termodifikasi dan Model YOLO Lintas Generasi untuk Deteksi Lubang Jalanan."

telah dilakukan pengecekan *similarity* dengan sistem Turnitin pada tanggal:
/Similarity checks have been carried out with the Turnitin system on the date:

31 Juli 2026

dengan nilai persentase sebesar :
/with a percentage value of:

10%

dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan berlaku di **Fakultas Ilmu Komputer** Universitas Mercu Buana. */declared to meet standards in accordance with applicable regulations at the Faculty of Computer Science, Universitas Mercu Buana.*

File hasil cek similarity turnitin:
/Turnitin similarity report file

https://drive.google.com/file/d/107tcpjJo0V-pmFUEbCWvR_V3xXJ_1ipC/view?usp=drive_link

Jakarta, 31 Juli 2026
Admin Turnitin Fasilkom UMB

Agung Prawoto

Agung Prawoto, S.Kom., B.Sc
NIK : 322970503

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi ini diajukan oleh:

Nama	: Freyza Fachrurrozi Kusuma
NIM	: 41520110083
Fakultas/Program Studi	: Fakultas Ilmu Komputer/Teknik Informatika
Judul Laporan Skripsi	: Analisis Komparatif Performa Model YOLO Lintas Generasi dengan Modifikasi Arsitektur untuk Deteksi Lubang Jalan.

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 13 Agustus 2026 dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing

Dr. Ir. Hadi Santoso, S.Kom., M.Kom.
NIDN/NUPTK: 0225067701

Jakarta, 13 Agustus 2026
Mengetahui,

Dekan Fakultas Ilmu Komputer	Ketua Program Studi
Dr. Bambang Jokonowo, S.Si., M.TI.	Dr. Ir. Hadi Santoso, S.Kom., M.Kom.
NIDN/NUPTK: 0320037002	NIDN/NUPTK: 0225067701

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Laporan Skripsi ini. Penulisan Laporan Skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Komputer pada Fakultas Ilmu Komputer Universitas Mercu Buana. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Laporan Skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof Dr. Andi Adriansyah, M.Eng, selaku Rektor Universitas Mercu Buana,
2. Bapak Dr. Bambang Jokonowo, S.Si., M.TI. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer,
3. Bapak Dr. Ir. Hadi Santoso, S.Kom., M.Kom, selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika, selaku Dosen Pembimbing dan selaku Dosen Penguji yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini,
4. Ibu Dr. Afiyati S.Si., M.T., selaku Ketua Dosen Penguji Tugas Akhir atas koreksi dan arahan serta masukannya.
5. Bapak Sabar Rudiarto S.Kom., M.Kom., selaku Dosen Penguji Tugas Akhir atas koreksi dan arahan serta masukannya.
6. Ibu Juwita Laraswaty, selaku Ibu Kandung saya yang telah mendukung saya selama pembuatan skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Laporan Skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 13 Agustus 2026

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Freyza Fachrurrozi Kusuma
NIM	: 41520110083
Fakultas/Program Studi	: Fakultas Ilmu Komputer/Teknik Informatika
Judul Laporan Skripsi	: Analisis Komparatif Performa Model YOLO Lintas Generasi dengan Modifikasi Arsitektur untuk Deteksi Lubang Jalan.

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 13 Agustus 2026

Yang menyatakan,

(Freyza Fachrurrozi Kusuma)

ANALISIS KOMPARATIF PERFORMA MODEL YOLO LINTAS GENERASI DENGAN MODIFIKASI ARSITEKTUR UNTUK DETEKSI LUBANG JALAN.

FREYZA FACHRURROZI KUSUMA

ABSTRAK

Lubang jalan merupakan salah satu bentuk kerusakan infrastruktur yang dapat mengurangi kenyamanan berkendara, merusak kendaraan, serta meningkatkan risiko kecelakaan lalu lintas. Pemeriksaan kondisi jalan secara manual membutuhkan waktu dan sumber daya yang besar sehingga diperlukan metode deteksi otomatis berbasis computer vision. Penelitian ini bertujuan menganalisis secara komparatif performa model YOLO lintas generasi dengan modifikasi arsitektur untuk mendeteksi lubang jalan. Konfigurasi yang dievaluasi meliputi baseline, Convolutional Block Attention Module (CBAM), Squeeze-and-Excitation (SE), Fusion Plus, dan Ghost Module yang diterapkan pada YOLOv8, YOLOv9, YOLOv10, YOLO11, YOLO12, dan YOLO26. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen komparatif. Dataset citra jalan dibagi menjadi 70% data pelatihan, 20% data validasi, dan 10% data pengujian dengan penerapan augmentasi. Evaluasi dilakukan menggunakan metrik precision, recall, F1-score, mAP50, dan mAP50–95, serta mempertimbangkan jumlah parameter dan waktu inferensi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa YOLO12 dengan Ghost Module memperoleh performa terbaik secara keseluruhan, dengan precision 50,54%, recall 48,62%, F1-score 49,56%, mAP50 46,25%, dan mAP50–95 22,02%. Model tersebut memiliki 7.911.715 parameter dan rata-rata waktu inferensi 8,15 milidetik. Model baseline memberikan hasil terbaik pada YOLOv8, YOLOv10, dan YOLO26, sedangkan CBAM unggul pada YOLOv9, SE pada YOLO11, dan Ghost Module pada YOLO12. Temuan ini menunjukkan bahwa generasi YOLO yang lebih baru tidak selalu menghasilkan performa lebih tinggi dan efektivitas modifikasi bergantung pada kesesuaiannya dengan arsitektur dasar model.

Kata Kunci: deteksi lubang jalan, YOLO, deteksi objek, modifikasi arsitektur, computer vision.

COMPARATIVE PERFORMANCE ANALYSIS OF CROSS-GENERATION YOLO MODELS WITH ARCHITECTURAL MODIFICATIONS FOR POTHOLE DETECTION

FREYZA FACHRURROZI KUSUMA

ABSTRACT

Potholes are a form of infrastructure damage that can reduce driving comfort, damage vehicles, and increase the risk of traffic accidents. Manual road inspection requires considerable time and resources; therefore, an automated detection method based on computer vision is needed. This study aims to comparatively analyse the performance of cross-generation YOLO models with architectural modifications for pothole detection. The evaluated configurations consist of the baseline, Convolutional Block Attention Module (CBAM), Squeeze-and-Excitation (SE), Fusion Plus, and Ghost Module, implemented in YOLOv8, YOLOv9, YOLOv10, YOLO11, YOLO12, and YOLO26. This study employed a quantitative approach using a comparative experimental method. The road image dataset was divided into 70% training data, 20% validation data, and 10% testing data, with data augmentation applied. Model performance was evaluated using precision, recall, F1-score, mAP50, and mAP50–95, while also considering parameter count and inference time. The results show that YOLO12 with the Ghost Module achieved the best overall performance, with a precision of 50.54%, recall of 48.62%, F1-score of 49.56%, mAP50 of 46.25%, and mAP50–95 of 22.02%. The model contained 7,911,715 parameters and achieved an average inference time of 8.15 milliseconds. The baseline configuration produced the best results for YOLOv8, YOLOv10, and YOLO26, while CBAM performed best on YOLOv9, SE on YOLO11, and the Ghost Module on YOLO12. These findings indicate that newer YOLO generations do not necessarily provide better detection performance and that the effectiveness of architectural modifications depends on their compatibility with the underlying model architecture.

Keywords: *pothole detection, YOLO, object detection, architectural modification, computer vision.*

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL **0**
HALAMAN JUDUL ..... **i**
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI ..... **ii**
HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN ..... **iii**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **iv**
KATA PENGANTAR ..... **v**
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB ..... **vi**
ABSTRAK ..... **vii**
ABSTRACT ..... **viii**
DAFTAR ISI ..... **ix**
DAFTAR TABEL ..... **xiii**
DAFTAR GAMBAR ..... **xiv**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xv**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Perumusan Masalah 4
1.3. Tujuan Penelitian 4
1.4. Manfaat Penelitian 5
1.5. Batasan Penelitian 5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **7**
2.1. Penelitian Terdahulu 7
2.1.1. Gap Penelitian 7
2.1.2. Kesimpulan Penelitian Terdahulu 13
2.2. Teori Pendukung 14
2.2.1. Kecerdasan Buatan 14
2.2.2. Machine Learning 14
2.2.3. Deep Learning 16
2.2.4. Computer Vision 16
2.2.5. Pengolahan Citra 18
2.2.6. Convolutional Neural Network (CNN) 20

2.2.7. Object Detection....22
2.2.8. You Only Look Once....23
2.2.9. YOLOv8....24
2.2.10. Squeeze-and-Excitation Block....24
2.2.11. Convolutional Block Attention Module....25
2.2.12. Bidirectional Feature Pyramid Network....26
2.2.13. Ghost Module....27
2.2.14. Hyperparameter....27
2.2.15. Dataset dan Anotasi....28
2.2.16. Evaluasi Object Detection....29
2.2.17. Evaluasi Efisiensi Model....31
BAB III METODE PENELITIAN....33
3.1. Jenis Penelitian....33
3.2. Tahapan Penelitian....35
3.2.1. Identifikasi Masalah....35
3.2.2. Studi Literatur....35
3.2.3. Pengumpulan Dataset....36
3.2.4. Seleksi dan Pemeriksaan Dataset....36
3.2.5. Anotasi Dataset....37
3.2.6. Pembagian Dataset....37
3.2.7. Persiapan Model Baseline....37
3.2.8. Pengembangan Model Termodifikasi....38
3.2.9. Konfigurasi Proses Training....39
3.2.10. Pelatihan Model....39
3.2.11. Evaluasi Model....40
3.2.12. Validasi Hasil Evaluasi....41
3.2.13. Analisis Komparatif....41
3.2.14. Analisis Faktor yang Memengaruhi Performa....42
3.2.15. Penarikan Kesimpulan....44
BAB IV PEMODELAN....46
4.1. Analisis Model....46
4.1.1. Gambaran Umum Pemodelan....46

4.1.2. Arsitektur Model Baseline 47
4.1.3. Model dengan *Squeeze-and-Excitation*....48
4.1.4. Model dengan *Convolutional Block Attention Module*....48
4.1.5. Model dengan *Fusion Plus (BiFPN)* 48
4.1.6. Model dengan *Ghost Module*....49
4.1.7. Konfigurasi Pelatihan Model 49
4.1.8. Rancangan Eksperimen....50
4.2. Evaluasi Algoritma....50
4.2.1. Evaluasi YOLOv8 50
4.2.2. Evaluasi YOLOv9 52
4.2.3. Evaluasi YOLOv10 54
4.2.4. Evaluasi YOLO11....56
4.2.5. Evaluasi YOLO12 58
4.2.6. Evaluasi YOLO26 60
4.2.7. Perbandingan Model Terbaik Lintas Generasi 62
4.2.8. Analisis Pengaruh *Squeeze-and-Excitation*....64
4.2.9. Analisis Pengaruh *Convolutional Block Attention Module*....66
4.2.10. Analisis Pengaruh *Fusion Plus*....68
4.2.11. Analisis Pengaruh *Ghost Module*....70
4.2.12. Analisis Akurasi dan Efisiensi Model 72
4.2.13. Temuan Utama Penelitian....74
4.2.14. Analisis Faktor yang Memengaruhi Performa....76
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 83
5.1. Kesimpulan....83
5.2. Saran....85
DAFTAR PUSTAKA....87
LAMPIRAN....90

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian-Penelitian Terdahulu.....7
Tabel 3.1. Seri YOLO dan Konfigurasinya.....40
Tabel 4.1. Spesifikasi untuk Kebutuhan Riset.....49
Tabel 4.2. Seri Model dan Konfigurasi Sebagai Rancangan Eksperimen 50
Tabel 4.3. Hasil Eksperimen YOLOv8.....51
Tabel 4.4. Hasil Eksperimen YOLOv9.....53
Tabel 4.5. Hasil Eksperimen YOLOv10.....54
Tabel 4.6. Hasil Eksperimen YOLO11.....56
Tabel 4.7. Hasil Eksperimen YOLO12.....58
Tabel 4.8. Hasil Eksperimen YOLO26.....60
Tabel 4.9. Hasil Berdasarkan Konfigurasi Terbaik di Setiap Model YOLO.....62
Tabel 4.10. Selisih antara Baseline dengan Konfigurasi SE Module 64
Tabel 4.11. Selisih antara Baseline dengan Konfigurasi CBAM Module 66
Tabel 4.12. Selisih antara Baseline dengan Konfigurasi Fusion Plus Module 68
Tabel 4.13. Selisih antara Baseline dengan Konfigurasi Ghost Module ..70
Tabel 4.14. Hasil Akurasi dan Efisiensi Model.....72
Tabel 4.15. Variasi Performa Antar-Arsitektur Dasar Keluarga YOLO 77
Tabel 4.16. Peningkatan Performa pada Keluarga YOLO 78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Arsitektur Convolutional Neural Network (CNN).....21
Gambar 2.2. Arsitektur Algoritma YOLO 23
Gambar 3.1. Alur Tahapan Penelitian 45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Bimbingan.....90
Curriculum Vitae 91
Lampiran Surat Pernyataan HKI 92
Sertifikat BNSP 94