

**INTEGRASI IOT DENGAN ARSITEKTUR YOLOV8 UNTUK
IDENTIFIKASI VISUAL KERUSAKAN DINDING BANGUNAN**

SKRIPSI

Nama : Agung Gumelar

NIM : 20210040008

Nama : Satria Rizki Rohmat

NIM : 20210040025



FAKULTAS TEKNIK, KOMPUTER DAN DESAIN

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA

UNIVERSITAS NUSA PUTRA

2025

**INTEGRASI IOT DENGAN ARSITEKTUR YOLOV8 UNTUK
IDENTIFIKASI VISUAL KERUSAKAN DINDING BANGUNAN**

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Dalam Menempuh Gelar Sarjana
Teknik Informatika*

Nama : Agung Gumelar

NIM : 20210040008

Nama : Satria Rizki Rohmat

NIM : 20210040025



FAKULTAS TEKNIK, KOMPUTER DAN DESAIN

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA

UNIVERSITAS NUSA PUTRA

2025

PERNYATAAN PENULIS

JUDUL : INTEGRASI IOT DENGAN ARSITEKTUR YOLOV8 UNTUK
IDENTIFIKASI VISUAL KERUSAKAN DINDING BANGUNAN

NAMA : AGUNG GUMELAR

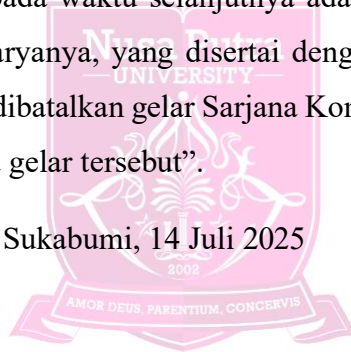
NIM 20210040008

NAMA : SATRIA RIZKI ROHMAT

NIM 20210040025

”Kami menyatakan dan bertanggungjawab dengan sebenarnya bahwa Skripsi ini adalah hasil karya sendiri kecuali cuplikan dan ringkasan yang masing-masing telah dijelaskan sumbernya. Jika pada waktu selanjutnya ada pihak lain yang mengklaim bahwa Skripsi ini sebagai karyanya, yang disertai dengan bukti- bukti yang cukup, maka penulis bersedia untuk dibatalkan gelar Sarjana Komputer beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut”.

Sukabumi, 14 Juli 2025



Materai

Materai

Agung Gumelar
Penulis 1

Satria Rizki Rohmat
Penulis 2

PENGESAHAN SKRIPSI

JUDUL : INTEGRASI IOT DENGAN ARSITEKTUR YOLOV8
UNTUK IDENTIFIKASI VISUAL KERUSAKAN
DINDING BANGUNAN
NAMA PENULIS 1 : AGUNG GUMELAR
NIM PENULIS 1 : 20210040008
NAMA PENULIS 2 : SATRIA RIZKI ROHMAT
NIM PENULIS 2 : 20210040025

Skripsi ini telah diujikan dan dipertahankan di depan Dewan Penguji pada Sidang Skripsi tanggal 14 Juli Menurut pandangan kami, Skripsi ini memadai dari segi kualitas untuk tujuan penganugerahan gelar Sarjana Komputer (S.Kom)

Sukabumi, 14 Juli 2025

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Kamdan, S.T., M.Kom

NIDN . 0401107401

Ir. Somantri, S.T., M.Kom

NIDN . 0419128801

Ketua Penguji

Ketua Program Studi Teknik Informatika



Hermanto, S.T., M.Kom

NIDN . 0402027401

Ir. Somantri, S.T., M.Kom

NIDN . 0419128801

Dekan Fakultas Teknik Komputer dan Desain

Ir.H. Paikun, S.T., M.T., IPM., Asean Eng

NIDN. 0402037401

HALAMAN PERUNTUKAN

Dengan segala kerendahan hati dan rasa syukur, kami ucapkan terima kasih kepada Allah SWT yang senantiasa memberikan segala keberanian, ketabahan, dan semangat yang tak kenal rasa menyerah dalam diri kami. Atas segala izin nya selalu menjawab doa-doa baik yang kami panjatkan dan memberikan takdir yang terbaik untuk kami. Berkat rahmat dan anugerah-nya, akhirnya kami bisa menyelesaikan tugas ini dengan baik.

Dengan segala kerendahan hati, karya skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Allah SWT, Segala puji bagi Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayah, dan kemudahan-Nya dalam setiap langkah perjalanan hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
2. Kedua Orang Tua Kami tercinta yang selalu memberikan doa, dan dukungan yang tiada henti. Semangat dan pengorbanan kalian menjadi sumber motivasi terbesar dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Dosen Pembimbing, terima kasih kepada Bapak Ir. Kamdan, S.T., M.Kom dan Bapak Ir. Somantri, S.T., M.Kom atas bimbingan, arahan, serta ilmu yang diberikan dengan sabar dan penuh perhatian selama proses penyusunan skripsi ini .
4. Dosen-Dosen Program Studi Teknik Informatika, terima kasih yang sebesar-besarnya kami sampaikan kepada seluruh keluarga besar Teknik Informatika, termasuk Kaprodi beserta jajarannya, serta semua dosen yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu. Ilmu dan pengalaman berharga yang kalian berikan selama masa perkuliahan telah menjadi fondasi yang kuat dan sangat bermanfaat dalam penelitian ini.
5. Teruntuk semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu, yang secara langsung maupun tidak langsung telah memberikan dukungan moril, bantuan, dan doa demi kelancaran penyusunan karya akhir ini

ABSTRACT

Damage to non-structural building elements, particularly walls, can serve as an early indicator of more serious structural issues. Manual crack identification is often time-consuming, subjective, and lacks consistency. This study develops an automated identification system based on computer vision using the YOLOv8 architecture, integrated with Internet of Things (IoT) technology through the ESP32-CAM device. The system is designed to visually detect and classify wall damage into light, moderate, or severe categories based on field-captured images. The model was trained and evaluated using the confusion matrix metric to assess its classification performance. The test results show that the system achieved a solid performance with an mAP@50 score of 0.822 and a stricter mAP@50-95 score of 0.522, indicating the system's strong capability in detecting damage objects with a good level of precision. The implementation of this system is expected to support building inspection processes in a more standardized, objective, and sustainable manner, and assist in decision-making regarding building maintenance and repair.

Keywords: YOLOv8, Building Wall Identification, Computer Vision, Internet of Things, ESP32-CAM, Artificial Intelligence



ABSTRAK

Kerusakan pada elemen non-struktural bangunan, khususnya dinding, dapat menjadi indikator awal dari potensi kerusakan yang lebih serius. Identifikasi keretakan secara manual sering kali memakan waktu, dan memakan biaya yang cukup besar untuk jangka panjang. Penelitian ini mengembangkan sistem identifikasi otomatis berbasis *computer vision* menggunakan arsitektur *YOLOv8* yang terintegrasi dengan teknologi *Internet of Things (IoT)* melalui perangkat ESP32-CAM. Sistem ini dirancang untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan kerusakan dinding secara visual ke dalam kategori ringan, sedang, atau berat berdasarkan citra yang ditangkap di lapangan. Model dilatih dan dievaluasi menggunakan metrik *confusion matrix* untuk mengukur kinerja klasifikasinya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mencapai performa yang baik dengan nilai *mAP@50* sebesar 0.822, serta *mAP@50-95* yang lebih ketat sebesar 0.522, menandakan kapabilitas sistem dalam mengidentifikasi objek kerusakan dengan tingkat ketelitian yang baik. Implementasi sistem ini diharapkan dapat mendukung proses inspeksi bangunan secara lebih terstandar, objektif, dan berkelanjutan, serta membantu dalam pengambilan keputusan terkait perawatan dan perbaikan struktur bangunan.

Kata Kunci: *YOLOv8*, Identifikasi Dinding Bangunan, *Computer Vision*, *Internet of Things*, ESP32-CAM, Kecerdasan Buatan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya. Shalawat dan salam kami haturkan kepada Nabi Muhammad SAW. Dengan penuh rasa syukur, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “INTEGRASI IOT DENGAN ARSITEKTUR YOLOV8 UNTUK IDENTIFIKASI VISUAL KERUSAKAN DINDING BANGUNAN” dengan baik.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, baik dari segi penyajian, permasalahan, maupun pemecahan masalah. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat, khususnya bagi penulis dan umumnya bagi semua pihak yang membutuhkan.

Selama mengerjakan skripsi ini, penulis tidak lepas dari bantuan dan dorongan dari berbagai pihak, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Bapak Dr. H. Kurniawan, S.T., MH, selaku Rektor Universitas Nusa Putra.
2. Bapak Ir.H. Paikun,S.T., M.T., IPM., Asean Eng, selaku Dekan Fakultas Univeristas Nusa Putra.
3. Bapak Ir.Somantri,ST., M.Kom, selaku ketua program studi Teknik Informatika Universitas Nusa Putra.
4. Bapak Ir. Kamdan, S.T., M.Kom dan Ir. Somantri,ST., M.Kom, selaku dosen pembimbing skripsi atas segala bimbingan, arahan serta saran yang diberikan kepada kami sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
5. Ibu Ivana Lucia Kharisma., M.Kom, selaku pembimbing akademik kami, yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dan dukungan selama proses perkuliahan.

6. Seluruh dosen/staff pengajar Fakultas Teknik, Komputer dan desain program studi Teknik Informatika yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang tak ternilai selama kami menempuh pendidikan di Universitas Nusa Putra.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat kami harapkan demi perbaikan. Amin Yaa Rabbal 'Alamin.

Sukabumi, 14 Juli 2025

Penulis I

Penulis II

Agung Gumelar

Satria Rizki Rohmat



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik UNIVERSITAS NUSA PUTRA, kami yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Agung Gumelar
NIM : 20210040008
Nama : Satria Rizki Rohmat
NIM : 20210040025
Program Studi : Teknik Informatika
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nusa Putra **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“INTEGRASI IOT DENGAN ARSITEKTUR YOLOV8 UNTUK IDENTIFIKASI VISUAL KERUSAKAN DINDING BANGUNAN”, beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, Universitas Nusa Putra berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan 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: Sukabumi
Pada tanggal: 14 Juli 2025
Yang Menyatakan,

Agung Gumelar

Satria Rizki Rohmat

DAFTAR ISI

PERNYATAAN PENULIS.....	i
PENGESAHAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERUNTUKAN.....	iii
ABSTRACT	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Penelitian Terkait.....	6
2.2 Landasan Teori	13
2.2.1 Dinding Bangunan	13
2.2.2 Jenis Kerusakan Dinding Bangunan	13
2.2.3 Kecerdasan Buatan.....	15
2.2.4 <i>Internet of Things</i>	15
2.2.5 <i>Convolutional Neural Network</i>	15
2.2.6 <i>YOLOv8</i>	16
2.2.7 <i>Anotasi Data</i>	18
2.2.8 <i>Augmentasi Data</i>	19
2.2.9 <i>Mean Average Precision</i>	19
2.2.10 <i>Confusion Matrix</i>	19
2.2.11 <i>Python</i>	20
2.2.12 <i>Vue.js</i>	20

2.2.13 <i>MySQL</i>	20
2.2.14 <i>Socketio</i>	21
2.2.15 <i>Blackbox Testing</i>	22
2.3 Kerangka Berpikir.....	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1 Metode Penelitian	24
3.2 Metode Pengumpulan Data.....	25
3.2.1 Studi Literatur	25
3.2.2 Wawancara.....	26
3.2.3 Observasi.....	28
3.3 Pengumpulan Dataset	29
3.4 <i>Pre-Processing</i>	30
3.4.1 Anotasi Data.....	30
3.4.2 Augmentasi Data.....	31
3.5 <i>Training Model</i>	32
3.5.1 Skenario Eksperimen <i>Training Model</i>	34
3.6 <i>Evaluation</i>	37
3.6.1 <i>Confusion matrix</i>	37
3.6.2 <i>Mean Average Precision</i>	38
3.7 Pengembangan Alat.....	39
3.7.1 Perancangan Alat	39
3.7.2 Instalasi Alat.....	54
3.8 <i>Software Development</i>	60
3.8.1. <i>Use Case Diagram</i>	61
3.8.2 Pengembangan <i>Server</i>	62
3.8.3 Pengembangan <i>Dashboard Monitoring</i>	63
3.9 Arsitektur Sistem	64
3.10 Integrasi Sistem	66
3.11 Skema Pengujian	68
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	74
4.1 Pemodelan <i>YOLOv8</i>	74
4.1.1 Evaluasi <i>Mean Average Precision</i>	76
4.1.2 <i>Confusion Matrix</i>	84

4.2 Implementasi Alat.....	86
4.3 Implentasi <i>Dashboard Monitoring</i>	88
4.4 Pengujian Alat, Model <i>YOLOv8s</i> dan <i>Dashboard Monitoring</i>	91
4.3.1 Pengujian Alat.....	92
4.3.2 Pengujian Model <i>YOLOv8s-GFPN</i>	96
4.2.3 Pengujian <i>Dashboard Monitoring</i>	103
4.2.4 Pengujian Integrasi Alat, Model dan <i>Dashboard Monitoring</i>	105
BAB V PENUTUP	108
5.1 Kesimpulan.....	108
5.2 Saran.....	109
DAFTAR PUSTAKA	110



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Contoh Kerusakan Dinding Bangunan	14
Gambar 2. 2 Convolutional Neural Network	16
Gambar 2. 3 Arsitektur YOLOv8.....	17
Gambar 2. 4 Socketio	21
Gambar 2. 5 Kerangka Berpikir Penelitian	22
Gambar 3. 1 Flowchart Tahapan Penelitian	25
Gambar 3. 2 Anotasi data.....	30
Gambar 3. 3 Augmentasi Data	31
Gambar 3.4 Arsitektur YOLOv8-GFPN	35
Gambar 3. 5 <i>Confusion Matrix</i>	37
Gambar 3. 6 Alur Kerja Alat.....	40
Gambar 3. 7 Alur alat Input, Proses dan Output	41
Gambar 3. 8 Skema Instalasi Alat.....	55
Gambar 3. 9 Skema Penempatan Alat.....	59
Gambar 3. 10 Use case diagram	61
Gambar 3. 11 Alur kerja server	62
Gambar 3. 12 Wireframe Dashboard Monitoring	63
Gambar 3. 13 Arsitektur Sistem	65
Gambar 3. 14 System integration IoT and yolov8	67
Gambar 4. 1 Hasil training 150 epoch.....	75
Gambar 4. 2 Grafik mAP@0.5.....	77
Gambar 4. 3 Grafik mAP@0.5-0.95.....	79
Gambar 4. 4 Metrik Precision, Recall, F1 Score vs Epoch	81

Gambar 4. 5 Precision-Recall Curve	83
Gambar 4. 6 Hasil Confusion Matrix YOLOv8s-GFPN	85
Gambar 4. 7 Implementasi Alat.....	87
Gambar 4. 8 Dashboard Monitoring.....	89



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terkait	6
Tabel 3. 1 Pengumpulan Dataset	29
Tabel 3. 2 Pembagian Dataset	33
Tabel 3. 3 Nama Alat, Fungsi, Cara Kerja dan Spesifikasi Alat	42
Tabel 3. 4 Jalur Pin Alat.....	56
Tabel 3. 5 Skenario Pengujian Alat.....	68
Tabel 3. 6 Skenario Pengujian Model YOLOv8	70
Tabel 3. 7 Skema Pengujian Dashboard Monitoring.....	71
Tabel 4. 1 Rekapitulasi percobaan pelatihan YOLOv8s	74
Tabel 4. 2 Tabel Perhitungan mAP@0.5.....	77
Tabel 4. 3 Tabel Perhitungan mAP@0.5-0.95	79
Tabel 4. 4 Pengujian Alat	92
Tabel 4. 5 Pengujian model mengidentifikasi kerusakan	97
Tabel 4. 6 Pengujian non kerusakan.....	100
Tabel 4. 7 Pengujian Dashboard Monitoring.....	103

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bangunan memiliki peran penting dalam kehidupan manusia, baik sebagai hunian, ruang kerja, maupun sarana fasilitas umum. Bangunan terdiri dari 2 elemen, yaitu elemen struktural dan nonstruktural. Bagian elemen struktural meliputi kolom, balok, lantai dan lain-lain. Sedangkan elemen nonstruktural meliputi, pintu, jendela, langit-langit, dinding, serta elemen pendukung lainnya[1]. Ketahanan bangunan bergantung pada elemen struktural dan nonstrukturnya. Salah satu nya elemen dinding, yang merupakan bagian dari elemen nonstruktural. Dalam banyak kasus, dinding menjadi salah satu elemen bangunan yang paling rentan terhadap kerusakan[2].

Kerusakan pada dinding tidak hanya mengurangi estetika bangunan, tetapi juga dapat menjadi potensi bahaya jika tidak segera ditangani. Kerusakan tersebut dapat berkembang lebih besar, merusak lapisan cat, memengaruhi bagian lainnya seperti jendela dan atap, hingga meningkatkan risiko keruntuhan. Untuk mencegah kerusakan semakin memburuk, diperlukan tindakan perbaikan. Namun, perbaikan tersebut tidak boleh dilakukan sembarangan. Penting untuk memahami penyebab kerusakan terlebih dahulu agar penanganannya dapat dilakukan secara tepat sesuai kebutuhan[3].

Berdasarkan sifat dan tingkat keparahannya, kerusakan pada dinding bangunan umumnya diklasifikasikan menjadi tiga kategori utama, yaitu: a) kerusakan *hairline* yang ditandai dengan retak halus pada permukaan, b) kerusakan *structural* yang berkaitan dengan gangguan pada elemen penopang dinding, dan c) kerusakan *spalling* yang ditandai dengan pengelupasan atau terlepasnya material permukaan dinding akibat korosi atau kelembaban. Pemahaman terhadap klasifikasi ini menjadi dasar penting dalam menentukan metode penanganan yang tepat dan berkelanjutan[4].

Secara umum, Identifikasi kerusakan pada dinding dilakukan secara manual oleh tenaga ahli atau teknisi bangunan. Metode ini memakan waktu yang cukup lama,

tergantung pada penilaian individu dan memakan biaya yang cukup besar untuk jangka panjang. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah sistem otomatis yang dapat mengidentifikasi keretakan dengan cepat dan akurat. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah dengan memanfaatkan teknologi *computer vision*[5].

Computer vision, sebagai bagian dari *artificial intelligence*, berfokus pada bagaimana sebuah mesin atau sistem dapat melihat dan memahami berbagai hal, seperti pengenalan objek, pendeteksian gerakan, rekonstruksi adegan, dan pemulihan gambar[6]. Pada Penelitian kali ini, algoritma yang di kembangkan adalah *You Only Look Once* atau *YOLO*. Algoritma *You Only Look Once* atau *YOLO* adalah merupakan suatu algoritma yang mendeteksi objek dengan membagi citra menjadi beberapa *grid*. *Feature map* dari keluaran *YOLO* menghasilkan *bounding box*, skor objektif, dan skor kelas *YOLO* adalah salah satu metode deteksi objek tercepat dengan kinerja yang baik dan akurasi tinggi[7].

Sistem ini diimplementasikan menggunakan *IoT* dengan memanfaatkan ESP32-CAM untuk mengambil gambar guna mengidentifikasi kerusakan dinding bangunan. Foto akan dianalisis menggunakan model *YOLO* untuk mengidentifikasi adanya keretakan. Setelah objek dalam hal ini, kerusakan pada dinding teridentifikasi, model *YOLO* akan mengklasifikasikan keretakan tersebut berdasarkan kategori yang telah dilabeli sebelumnya, seperti keretakan ringan, sedang, atau parah.

Metode Identifikasi kerusakan pada dinding bangunan berbasis *deep learning* bukanlah hal yang sepenuhnya baru. Sebelumnya, penelitian seperti "*Implementasi Algoritma Convolutional Neural Network untuk Identifikasi Tingkat Kerusakan Struktur Bangunan Pasca Gempa Bumi*". Menggunakan algoritma *CNN* untuk mendeteksi dan mengidentifikasi tingkat kerusakan pascagempa. Penelitian ini berfokus pada pemrosesan gambar bangunan yang terdampak gempa untuk mengklasifikasikan tingkat kerusakan[8]. Penelitian lainnya, *Crack Multiclass "Classification: Expertise-Based Dataset Construction and Learning Algorithms"*, juga Membandingkan berbagai model kecerdasan buatan untuk klasifikasi kerusakan

dinding bangunan, seperti algoritma *VGG16-ANN*, dan *RestNET50*[9]. *Internet of things (IoT)* merupakan sebuah teknologi yang bisa diartikan sebagai konsep komunikasi sebuah alat atau benda agar bisa berkomunikasi satu sama lain menggunakan internet[10].

Pada penelitian ini yang menggunakan *YOLO*, pengujian dilakukan dengan menggunakan *Confusion Matrix*, yaitu tabel yang digunakan untuk menunjukkan jumlah data uji yang benar (*True Positive*, *True Negative*) dan jumlah data uji yang salah (*False Positive*, *False Negative*)[11]. Dengan menggunakan *confusion matrix*, kinerja model *YOLO* dalam mengklasifikasikan kerusakan dapat dievaluasi secara lebih mendalam, memberikan gambaran tentang akurasi dalam mengidentifikasi tingkat kerusakan pada bangunan.

Oleh karena itu, penelitian dengan judul “*Integrasi IoT dengan Arsitektur YOLOv8 untuk Identifikasi Visual Kerusakan Dinding Bangunan*” diharapkan dapat membantu pemilik bangunan untuk mengambil langkah awal, seperti mengidentifikasi jenis dan tingkat kerusakan. Dengan informasi ini, pihak terkait dapat menentukan prioritas tindakan, seperti perbaikan atau pemeliharaan, berdasarkan tingkat keparahan kerusakan yang teridentifikasi. Selain itu, sistem ini juga dapat mengurangi kebutuhan inspeksi manual yang memakan biaya lebih besar dalam jangka panjang.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang diidentifikasi adalah sebagai berikut:

- 1.2.1 Bagaimana performa *YOLOv8* dalam mengidentifikasi kerusakan visual pada dinding bangunan?
- 1.2.2 Bagaimana cara mengintegrasikan *YOLOv8* dengan *IoT* untuk merancang alat identifikasi kerusakan dinding bangunan?
- 1.2.3 Bagaimana hasil pengujian integrasi sistem *IoT*, model *YOLOv8* dengan web dalam perancangan alat pengidentifikasian kerusakan visual pada kerusakan dinding bangunan?

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini, peneliti membatasi masalah antara lain :

- 1.3.1 Model ini hanya dapat mengidentifikasi jenis kerusakan pada bangunan berdasarkan dataset, tanpa mampu mengukur diameter atau kedalaman kerusakan pada dinding.
- 1.3.2 Pada penelitian ini hanya dibataskan pada tiga jenis kerusakan yaitu *Hairline*, *Structural*, dan *Spalling*.
- 1.3.3 Diaplikasikan hanya pada dinding polos, elemen lain diabaikan, dan kategori kerusakan hanya berdasarkan visual.
- 1.3.4 Pengambilan gambar tidak dilakukan dalam kondisi gelap.
- 1.3.5 Pendeteksian secara otomatis hanya dapat dilakukan pada bagian dalam bangunan yang memiliki permukaan atau alas untuk jalur robot.

1.4 Tujuan Penelitian

Terdapat beberapa tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1.4.1 Menganalisis performa model *YOLOv8* dalam mengidentifikasi kerusakan visual dinding bangunan.
- 1.4.2 Merancang alat identifikasi kerusakan dinding bangunan melalui integrasi model *YOLOv8* dengan *IoT*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun untuk beberapa manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1.5.1 Membantu untuk mengidentifikasi kerusakan, agar dapat memungkinkan untuk melakukan perbaikan atau pemeliharaan sedini mungkin.

- 1.5.2 Memberikan implementasi nyata dalam bidang keilmuan Teknik Informatika, sehingga bisa dimanfaatkan di masyarakat.

1.6 Sistematika Penelitian

Memberikan gambaran secara garis besar, dalam hal ini dijelaskan isi dari masing masing bab dari tugas akhir ini. Sistematika penulisan dalam pembuatan laporan ini sebagai berikut :

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penelitian tentang Pembuatan Alat Identifikasi kerusakan dinding bangunan dengan *IoT* dan algoritma *YOLOv8*.

2. BAB II LANDASAN TEORI

Dalam bab ini dibahas dan diuraikan secara teoritis mengenai konsep-konsep yang dijadikan landasan teori masalah, penelitian terkait, dan juga kerangka pemikiran.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini membahas tentang metode-metode seperti metode penelitian, metode pengumpulan data, dan metode perancangan sistem.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini membahas tentang output yang dihasilkan dalam penelitian dan dibahas secara detail.

5. PENUTUP

Pada bab ini membahas tentang kesimpulan dari isi semua penelitian skripsi ini dan diakhiri dengan penutup.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini telah berhasil mengembangkan sebuah sistem identifikasi kerusakan dinding cerdas berbasis *Internet of Things (IoT)* dan *computer vision* untuk mengatasi kelemahan proses identifikasi manual yang lambat dan memakan biaya yang cukup besar dalam jangka panjang. Berdasarkan analisis dan pengujian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut

1. Model *YOLOv8* yang telah dimodifikasi dengan penambahan modul *GFPN* menunjukkan performa deteksi yang baik dalam mengidentifikasi berbagai jenis kerusakan visual pada dinding bangunan. Model ini berhasil mencapai nilai akurasi sebesar 0,822 pada metrik *mAP@50*, dengan performa yang stabil di seluruh skenario pengujian. Namun, masih ditemukan beberapa misklasifikasi yang menandakan adanya ruang perbaikan pada aspek generalisasi model.
2. Sistem ini berhasil diintegrasikan secara fungsional dengan perangkat *IoT*, di mana ESP8266 digunakan sebagai *mikrokontroler* penggerak alat, dan ESP32-CAM berperan sebagai akuisisi citra dari lingkungan nyata. Data citra yang diambil dikirimkan ke *server* untuk diproses oleh model *YOLOv8*, kemudian hasilnya ditampilkan secara *real-time* melalui *dashboard* pemantauan berbasis web.
3. Pengujian sistem secara menyeluruh menunjukkan bahwa integrasi antara perangkat keras (ESP8266 dan ESP32-CAM) dengan model *YOLOv8* dapat berjalan secara mandiri dan *real-time*. Sistem mampu melakukan proses akuisisi, deteksi, dan visualisasi hasil deteksi secara konsisten tanpa keterlibatan manusia secara langsung, menjadikannya solusi potensial untuk implementasi monitoring kondisi bangunan secara cerdas.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah diuraikan, terdapat beberapa saran untuk pengembangan penelitian di masa mendatang agar dapat menghasilkan sistem yang lebih baik dan komprehensif:

1. Perlu dilakukan penambahan dan diversifikasi *dataset* gambar kerusakan dinding, mencakup berbagai jenis pencahayaan, tekstur, dan tingkat keparahan untuk meningkatkan akurasi dan mengurangi potensi *misklasifikasi*.
2. Disarankan untuk mengembangkan sebuah *dashboard monitoring* berbasis aplikasi *mobile* yang terintegrasi, guna mempermudah pengguna dalam melakukan kontrol perangkat dan visualisasi data hasil identifikasi secara *real-time*.
3. Penelitian selanjutnya dapat mengeksplorasi penggunaan algoritma *computer vision* lain atau mengoptimalkan lebih lanjut arsitektur *YOLOv8* untuk perbandingan performa yang lebih mendalam.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Putra, D. Mabui, and M. Wantoro, “Evaluasi Kinerja Bangunan Gedung Rektorat Universitas Yapis Papua Akibat Pengaruh Gempa Di Jayapura,” *Cyclops J. Tek. Sipil dan Perenc.*, vol. 1, no. 2, pp. 63–74, 2023, doi: 10.55098/jtsp.v1i2.492.
- [2] D. G. Gutama and R. L. Rahayu, “Ketahanan Bangunan Rumah Sakit Terhadap Bencana Gempa Bumi Di Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta,” *Lakar J. Arsit.*, vol. 4, no. 2, p. 150, 2021, doi: 10.30998/lja.v4i2.10958.
- [3] S. S. Kelty Joria , Sheera Xaviera, Radha P. , Lidia B. Manalu , Erwin , Allan Jali, “Perumahan Marina Park,” *JUTEKS - J. Tek. SIPIL*, vol. V, no. I, pp. 11–19, 2020.
- [4] A. P. Wibowo, A. Adha, I. F. Kurniawan, and I. Laory, “Wall Crack Multiclass Classification: Expertise-Based Dataset Construction and Learning Algorithms Performance Comparison,” *Buildings*, vol. 12, no. 12, 2022, doi: 10.3390/buildings12122135.
- [5] Z. Jiang, J. I. Messner, and E. Matts, “Computer Vision Applications in Construction and Asset Management Phases: a Literature Review,” *J. Inf. Technol. Constr.*, vol. 28, no. November 2022, pp. 176–199, 2023, doi: 10.36680/J.ITCON.2023.009.
- [6] Yudistira Bagus Pratama and Nurzaidah Putri Dalimunthe, “Implementasi Teknik Computer Vision Untuk Deteksi Viridiplantae Pada Lahan Pasca Tambang,” *Bull. Comput. Sci. Res.*, vol. 3, no. 1, pp. 64–72, 2022, doi: 10.47065/bulletincsr.v3i1.193.
- [7] M. Sarosa and N. Muna, “Implementasi Algoritma You Only Look Once (YOLO) Untuk Deteksi Korban Bencana Alam,” vol. 8, no. 4, pp. 787–792, 2021, doi: 10.25126/jtiik.202184407.
- [8] M. Q. Jannah, Z. Amalia, C. N. Asyifa, and M. Afifuddin, “Implementasi Algoritma Convolutional Neural Network Untuk Identifikasi Tingkat Kerusakan Struktur Bangunan Pasca Gempa Bumi,” vol. 6, pp. 212–221, 2024.
- [9] F. Asriani, G. Pamudji, H. Susilawati, and F. T. Anggoro, “Application of Convolutional Neural Networks (Cnn) for Classification Crack of Concrete,” *Din. Rekayasa*, vol. 19, no. 1, pp. 9–17, 2019, [Online]. Available: <http://dinarek.unsoed.ac.id>
- [10] S. Supiyandi, C. Rizal, M. Iqbal, M. N. H. Siregar, and M. Eka, “Smart Home Berbasis Internet of Things (IoT) Dalam Mengendalikan dan Monitoring Keamanan Rumah,” *J. Inf. Syst. Res.*, vol. 4, no. 4, pp. 1302–1307, 2023, doi: 10.47065/josh.v4i4.3822.

- [11] D. Normawati and S. A. Prayogi, "Implementasi Naïve Bayes Classifier Dan Confusion Matrix Pada Analisis Sentimen Berbasis Teks Pada Twitter," *J. Sains Komput. Inform. (J-SAKTI)*, vol. 5, no. 2, pp. 697–711, 2021.
- [12] A. Fajar, D. I. Mulyana, A. S. Amrullah, and ..., "Identifikasi Kerusakan Jalan dengan Metode Faster R-CNN Studi Kasus di Jalan Pakansari Bogor Jawa Barat," *Smart Comp ...*, vol. 11, no. 2, pp. 247–256, 2022, [Online]. Available: <http://ejournal.poltektegal.ac.id/index.php/smartcomp/article/view/3509>
- [13] R. Soekarta, S. Aras, and A. M. Fitrah Pasaribu, "Deteksi Keretakan Permukaan Gedung Menggunakan Algoritma YOLO Berbasis Web," *Insect (Informatics Secur. J. Tek. Inform.)*, vol. 11, no. 1, pp. 116–126, 2025, doi: 10.33506/insect.v11i1.4339.
- [14] S. Shomal Zadeh, S. Aalipour birgani, M. Khorshidi, and F. Kooban, "Concrete Surface Crack Detection with Convolutional-based Deep Learning Models," *SSRN Electron. J.*, vol. 10, no. 3, pp. 25–35, 2024, doi: 10.2139/ssrn.4661249.
- [15] W. S. N. Hassanah, Y. P. Lestari, and R. A. Saputra, "Digital Image Processing to Detect Cracks in Buildings Using Naïve Bayes Algorithm (Case Study: Faculty of Engineering, Halu Oleo University)," *Telematika*, vol. 20, no. 1, p. 1, 2023, doi: 10.31315/telematika.v20i1.8925.
- [16] J. F. Kolatung, "Analisis Tingkat Kepatuhan Wajib Pajak Bumi Dan Bangunan Di Kota Manado," *J. EMBA J. Ris. Ekon. Manajemen, Bisnis dan Akunt.*, vol. 9, no. 2, pp. 1006–1014, 2021.
- [17] Y. S. Pongtambing *et al.*, "Peluang dan Tantangan Kecerdasan Buatan Bagi Generasi Muda," *Bakti Sekawan J. Pengabd. Masy.*, vol. 3, no. 1, pp. 23–28, 2023, doi: 10.35746/bakwan.v3i1.362.
- [18] F. Susanto, N. K. Prasiani, and P. Darmawan, "Implementasi Internet of Things Dalam Kehidupan Sehari-Hari," *J. Imagine*, vol. 2, no. 1, pp. 35–40, 2022, doi: 10.35886/imagine.v2i1.329.
- [19] I. Nihayatul Husna, M. Ulum, A. Kurniawan Saputro, D. Tri Laksono, and D. Neipa Purnamasari, "Rancang Bangun Sistem Deteksi Dan Perhitungan Jumlah Orang Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN)," *Semin. Nas. Fortei Reg.*, vol. 7, pp. 1–6, 2022.
- [20] G. Wang, Y. Chen, P. An, H. Hong, J. Hu, and T. Huang, "UAV-YOLOv8: A Small-Object-Detection Model Based on Improved YOLOv8 for UAV Aerial Photography Scenarios," *Sensors*, vol. 23, no. 16, 2023, doi: 10.3390/s23167190.
- [21] D. Nafis Alfarizi, R. Agung Pangestu, D. Aditya, M. Adi Setiawan, and P. Rosyani, "Penggunaan Metode YOLO Pada Deteksi Objek: Sebuah Tinjauan Literatur Sistematis," *J. Artif. Intel. dan Sist. Penunjang Keputusan*, vol. 1, no.

- 1, pp. 54–63, 2023, [Online]. Available: <https://jurnalmahasiswa.com/index.php/aidanspk>
- [22] J. Terven, D. M. Córdova-Esparza, and J. A. Romero-González, “A Comprehensive Review of YOLO Architectures in Computer Vision: From YOLOv1 to YOLOv8 and YOLO-NAS,” *Mach. Learn. Knowl. Extr.*, vol. 5, no. 4, pp. 1680–1716, 2023, doi: 10.3390/make5040083.
- [23] I. M. D. Maleh, R. Teguh, A. S. Sahay, S. Okta, and M. P. Pratama, “Implementasi Algoritma You Only Look Once (YOLO) Untuk Object Detection Sarang Orang Utan Di Taman Nasional Sebangau,” *J. Inform.*, vol. 10, no. 1, pp. 19–27, 2023, doi: 10.31294/inf.v10i1.13922.
- [24] I. Ahmad *et al.*, “Deep Learning Based Detector YOLOv5 for Identifying Insect Pests,” *Appl. Sci.*, vol. 12, no. 19, 2022, doi: 10.3390/app121910167.
- [25] Evidently AI Team, “Mean Average Precision (MAP) in ranking and recommendations.” [Online]. Available: <https://www.evidentlyai.com/ranking-metrics/mean-average-precision-map>
- [26] I. Hermadi, Wulandari, and D. Dhira, “Short Communication: Development of a protected birds identification system using a convolutional neural network,” *Biodiversitas*, vol. 23, no. 5, pp. 2561–2569, 2022, doi: 10.13057/biodiv/d230537.
- [27] F. Teknik, “Penerapan Teks Mining Dan Cosine Similarity Untuk Menentukan Kesamaan Dokumen Skripsi Application of Text Mining and Cosine Similarity To Determine the Similarity of Thesis Documents,” *IJIS Indones. J. Inf. Syst.*, vol. 9, no. April 2024, pp. 99–109, 2024.
- [28] Vue.js Indoensia, “Introduce Vue.js.” [Online]. Available: <https://docs.vuejs.id/v2/guide/>
- [29] Jeffrey Erickson, “MySQL: Understanding What It Is and How It’s Used.” [Online]. Available: <https://www.oracle.com/id/mysql/what-is-mysql/>
- [30] N. I. Ariffin, M. A. S. Hamdan, and S. F. Kamarulzaman, “Internet of Things Intercommunication Using SocketIO and WebSocket with WebRTC in Local Area Network as Emergency Communication Devices,” *8th Int. Conf. Softw. Eng. Comput. Syst. ICSECS 2023*, pp. 268–273, 2023, doi: 10.1109/ICSECS58457.2023.10256297.
- [31] Kamdan, Ivana Lucia Kharisma, Gina Purnama Insany, and Paikun, “Research topic modeling in informatics engineering study program at Nusa Putra University using LDA method,” *Int. J. Eng. Appl. Technol.*, vol. 5, no. 2, pp. 24–35, 2022, doi: 10.52005/ijeat.v5i2.76.
- [32] D. S. Charismana, H. Retnawati, and H. N. S. Dhewantoro, “Motivasi Belajar Dan Prestasi Belajar Pada Mata Pelajaran Ppkn Di Indonesia: Kajian Analisis

- Meta,” *Bhineka Tunggal Ika Kaji. Teor. dan Prakt. Pendidik. PKn*, vol. 9, no. 2, pp. 99–113, 2022, doi: 10.36706/jbti.v9i2.18333.
- [33] M. Alda, “Pengembangan Aplikasi Pengolahan Data Siswa Berbasis Android Menggunakan Metode Prototyping,” *J. Manaj. Inform.*, vol. 13, no. 1, pp. 11–23, 2023, doi: 10.34010/jamika.v13i1.8216.
- [34] F. Estikhamah and A. Rumintang, “Studi Literatur Tentang Pengaruh Demand Bus Antar Kota Terhadap Kualitas Udara di Area Terminal,” *J. Tek. Sipil*, vol. 1, no. 1, pp. 39–44, 2020, doi: 10.31284/j.ts.2020.v1i1.904.
- [35] A. Raimundo, “Crack Detection Computer Vision Project.” [Online]. Available: <https://universe.roboflow.com/antonio-raimundo/crack-detection-y5kyg>
- [36] G. G, “Building Crack Detection Computer Vision Project.” [Online]. Available: <https://universe.roboflow.com/gobinath-g-lnc1l/building-crack-detection-dmhfV>
- [37] Tim BR, “Damage-detection Computer Vision Project.” [Online]. Available: <https://universe.roboflow.com/tim-4ijf0/damage-detection-0otvb>
- [38] Jxyao, “混凝土缺陷检测分割0509_1 Computer Vision Project.” [Online]. Available: https://universe.roboflow.com/jxyao/-0509_1
- [39] P. A. Telnoni, “Pelabelan Data Dengan Latent Dirichlet Allocation dan K-Means Clustering pada Data Twitter Menggunakan Bahasa Indonesia,” *J. Elektro dan Telekomun. Terap.*, vol. 7, no. 2, p. 885, 2021, [Online]. Available: <http://journals.telkomuniversity.ac.id/jett/article/view/3442>
- [40] C. Clausner, A. Antonacopoulos, and S. Pletschacher, “Efficient and effective OCR engine training,” *Int. J. Doc. Anal. Recognit.*, vol. 23, no. 1, pp. 73–88, 2020, doi: 10.1007/s10032-019-00347-8.
- [41] M. I. Hatta, F. Yanto, I. Afrianty, and L. Afriyanti, “Pengaruh Image Enhancement Contrast Stretching dalam Klasifikasi CT-Scan Tumor Ginjal Menggunakan Deep Learning,” pp. 408–419, 2024.
- [42] geeksforgeeks, ““ML | Underfitting dan Overfitting.”” [Online]. Available: <https://www.geeksforgeeks.org/underfitting-and-overfitting-in-machine-learning/>
- [43] B. Khalili and A. W. Smyth, “SOD-YOLOv8 -- Enhancing YOLOv8 for Small Object Detection in Traffic Scenes,” 2024, doi: 10.3390/s24196209.
- [44] L. Seraydarian, “What Is a Confusion Matrix And How to Read It?” [Online]. Available: <https://plat.ai/blog/confusion-matrix-in-machine-learning/>
- [45] Z. Liang, Z. Zhang, M. Zhang, X. Zhao, and S. Pu, “RangeIoUDet: Range Image based Real-Time 3D Object Detector Optimized by Intersection over Union,”

- Proc. IEEE Comput. Soc. Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit.*, no. 2020, pp. 7136–7145, 2021, doi: 10.1109/CVPR46437.2021.00706.
- [46] handsontec, “Handson Technology User Guide ESP8266 NodeMCU I/O Expansion Board,” pp. 1–4, 2021, [Online]. Available: www.handsontec.com
 - [47] V. Semiconductors, “Vishay Semiconductors BLOCKING FILTER PARAMETER SYMBOL Vishay Semiconductors Reflective Optical Sensor with PARAMETER PARAMETER,” *Pulse*, pp. 1–6, 2002.
 - [48] Handson_Technology, “Handson Technology Datasheet G12-N20 Geared Mini DC Motor Brief Data,” HandsonTechnology. [Online]. Available: www.handsontec.com
 - [49] J. Solawetz, “What is Mean Average Precision (mAP)?” [Online]. Available: <https://blog.roboflow.com/mean-average-precision/>

