

Implementasi YOLOv8n Berbasis Cloud untuk Deteksi Objek Manusia pada Sistem Pengawasan Perumahan Otomatis

Mizan Ghazy Praraya
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
mizanghazyp@student.telkomuniversity.ac.id

Burhanuddin Dirgantoro
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
burhanuddin@telkomuniversity.ac.id

Hasbi Ash Shiddieqy
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
hasbisiddiq@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Tingginya angka pencurian di kawasan perumahan Mekarsari Endah mendorong pengembangan sistem pengawasan otomatis berbasis teknologi cerdas. Dalam penelitian ini, dirancang dan diimplementasikan sistem keamanan rumah yang mengintegrasikan algoritma deteksi objek YOLOv8n yang dijalankan di cloud server. Gambar dikirimkan dari perangkat edge setelah dipicu oleh sensor gerak, lalu diproses di cloud untuk deteksi objek secara real-time. Hasil deteksi dikirimkan kepada pengguna melalui bot Telegram. YOLOv8n dipilih karena kemampuannya mendeteksi objek secara cepat dan akurat, serta fleksibilitasnya untuk dijalankan di server Ubuntu 22.04. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi latensi sistem, akurasi deteksi, dan kestabilan komunikasi antara perangkat edge dan cloud. Hasil menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan deteksi objek yang responsif dengan waktu tanggap di bawah 2,5 detik, sehingga meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengawasan keamanan perumahan.

Kata kunci— Cloud Computing, Deteksi Objek, Real-Time, Sistem Pengawasan, Telegram Bot, YOLOv8n,

I. PENDAHULUAN

Keamanan lingkungan perumahan menjadi isu penting seiring meningkatnya angka kriminalitas seperti pencurian, terutama di kawasan yang memiliki sistem pengawasan konvensional yang belum optimal. Perumahan Mekarsari Endah, sebagai salah satu contoh, mengalami peningkatan kasus pencurian yang umumnya terjadi pada malam hari saat aktivitas warga menurun. Hal ini menunjukkan perlunya penguatan sistem keamanan melalui pendekatan teknologi yang lebih *modern* dan adaptif.

Kemajuan teknologi kecerdasan buatan, khususnya dalam bidang Computer Vision, telah menciptakan peluang besar untuk meningkatkan efektivitas sistem pengawasan. Salah satu algoritma deteksi objek yang banyak digunakan adalah *You Only Look Once* versi 8 (YOLOv8n), yang dikenal karena kecepatannya dan akurasinya dalam mengenali objek dalam gambar secara real-time[1]. Namun, proses deteksi objek dengan model deep learning seperti YOLOv8n

membutuhkan sumber daya komputasi yang cukup besar, yang sulit dipenuhi oleh perangkat edge seperti mikrokontroler atau kamera pintar.

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, solusi yang digunakan dalam penelitian ini adalah mengimplementasikan YOLOv8n di cloud computing, di mana pemrosesan gambar dilakukan pada server yang memiliki daya komputasi lebih tinggi. Gambar yang ditangkap oleh perangkat edge dikirimkan ke server *cloud* untuk diproses, dan hasil deteksinya dikirim ke pengguna melalui aplikasi Telegram dalam bentuk notifikasi otomatis. Pendekatan ini memungkinkan sistem bekerja secara efisien tanpa membebani perangkat lokal, sekaligus mempertahankan kemampuan deteksi real-time.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sistem dari sisi akurasi deteksi objek, latensi komunikasi antara edge dan cloud, serta respon waktu pengiriman notifikasi. Dengan pendekatan ini, diharapkan sistem pengawasan berbasis cloud dan YOLOv8n dapat menjadi solusi efektif dalam menciptakan lingkungan perumahan yang lebih aman dan tanggap terhadap potensi ancaman keamanan.

II. KAJIAN TEORI

Bagian ini menyajikan teori-teori utama yang mendasari penelitian, terutama terkait dengan variabel-variabel utama: deteksi objek dengan YOLOv8, komputasi awan (*cloud computing*), serta sistem pengawasan real-time berbasis kecerdasan buatan.

A. Deteksi Objek Menggunakan YOLOv8n

YOLO (*You Only Look Once*) adalah salah satu arsitektur deep learning untuk deteksi objek secara real-time. YOLOv8n merupakan versi YOLO ini memiliki peningkatan dari sisi kecepatan inferensi dan akurasi prediksi dibandingkan pendahulunya. YOLO bekerja dengan membagi gambar ke dalam grid dan melakukan prediksi bounding box serta klasifikasi objek secara langsung dalam satu proses (*single-shot detection*). Keunggulan YOLOv8n antara lain adalah efisiensi model[2], dukungan terhadap

berbagai ukuran gambar, serta kemudahan implementasi melalui sistem cloud. Model ini cocok untuk diterapkan dalam sistem pengawasan karena mampu mendeteksi berbagai jenis objek secara simultan dengan latensi yang rendah.

B. Cloud Computing

Cloud computing adalah teknologi yang memungkinkan pemrosesan dan penyimpanan data dilakukan secara terpusat di server yang dapat diakses melalui jaringan internet[3]. Dalam konteks sistem pengawasan, cloud digunakan untuk mengeksekusi algoritma deteksi objek yang membutuhkan sumber daya tinggi. Dengan menggunakan *cloud*, perangkat edge seperti kamera atau sensor tidak perlu melakukan inferensi secara lokal, melainkan cukup mengirimkan data (gambar) ke server untuk diproses. Pendekatan ini memungkinkan sistem pengawasan menjadi lebih ringan, fleksibel, dan mudah diperluas.

C. Sistem Pengawasan Berbasis Kecerdasan Buatan

Sistem pengawasan konvensional seperti CCTV hanya mampu merekam kejadian tanpa kemampuan analisis otomatis. Dengan integrasi kecerdasan buatan, sistem pengawasan dapat mendeteksi objek atau aktivitas mencurigakan secara otomatis dan memberikan notifikasi secara real-time kepada pengguna. Penggabungan AI dengan pengawasan berbasis cloud memungkinkan deteksi objek dilakukan dengan cepat dan presisi tinggi, serta memungkinkan respon langsung dari pengguna melalui aplikasi seperti Telegram. Hal ini mengubah sistem pengawasan dari yang bersifat pasif menjadi aktif dan adaptif[4].

III. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan rekayasa sistem untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pengawasan keamanan berbasis deteksi objek menggunakan YOLOv8n yang akan di instalasi pada cloud. Proses dilakukan secara terstruktur melalui beberapa tahapan mulai dari perancangan, implementasi, integrasi perangkat keras dan lunak, hingga pengujian dan analisis kinerja sistem.

A. Rancangan Umum Sistem

Sistem pengawasan dirancang untuk mendeteksi gerakan secara otomatis menggunakan sensor PIR (*Passive Infrared*) yang terhubung dengan ESP32-CAM. Ketika sensor mendeteksi gerakan, ESP32-CAM akan menangkap gambar dan mengirimkannya ke server cloud menggunakan koneksi Wi-Fi. Di sisi cloud, gambar tersebut diproses oleh model YOLOv8n yang telah di-deploy pada server Ubuntu 22.04 untuk mendeteksi objek manusia. Hasil deteksi kemudian dikirim kepada pengguna melalui bot Telegram[5], sehingga memungkinkan notifikasi secara real-time.

B. Prosedur Penelitian

Tahapan prosedural penelitian ini meliputi:

1. Analisis Kebutuhan

Mengidentifikasi komponen yang dibutuhkan untuk membangun sistem, baik perangkat keras (ESP32-CAM, sensor PIR, koneksi Wi-Fi) maupun perangkat lunak (YOLOv8, server cloud, integrasi API Telegram).

2. Perancangan Arsitektur Sistem

Mendesain arsitektur komunikasi antara perangkat edge dan server cloud, termasuk skema pengambilan gambar, pengiriman data, proses inferensi, dan pengiriman hasil.

3. Implementasi YOLOv8n di Cloud

Model YOLOv8n diinstal dan dikonfigurasi pada server Ubuntu 22.04. Model yang digunakan adalah model dari data YOLOv8n itu sendiri dan endpoint API dibangun untuk menerima gambar dari perangkat edge.

4. Integrasi Sistem dengan Telegram Bot

Menghubungkan hasil inferensi deteksi objek dengan Telegram bot menggunakan API, agar pengguna menerima notifikasi berupa teks dan gambar deteksi.

5. Pengujian dan Evaluasi Sistem

Dilakukan uji coba sistem secara menyeluruh untuk mengukur latensi, akurasi deteksi objek, dan stabilitas komunikasi *edge-to-cloud*.

C. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan dalam rentang waktu Mei hingga Juli 2025. Implementasi cloud dilakukan di server virtual dengan sistem operasi Ubuntu 22.04, sedangkan pengujian perangkat keras dilakukan di lingkungan uji yang menyerupai perumahan, untuk menyesuaikan dengan konteks sebenarnya dari kasus yang diangkat.

D. Sumber dan Teknik Pengumpulan Data

Sumber data utama berupa gambar hasil tangkapan ESP32-CAM yang dikirim ke cloud setelah sensor PIR memicu deteksi gerakan. Data dikumpulkan secara otomatis dalam bentuk log:

- Waktu Deteksi
- Gambar yang dikirim
- Objek yang terdeteksi oleh YOLOv8n
- Waktu pengiriman notifikasi telegram

Setiap skenario dijalankan dalam kondisi pencahayaan dan posisi objek yang berbeda (siang, malam, jauh, dekat) untuk melihat ketepatan dan konsistensi sistem.

E. Metode Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk mengevaluasi performa sistem berdasarkan:

- Latensi: Diukur sebagai waktu antara pengambilan gambar dan diterimanya notifikasi oleh pengguna.
- Akurasi Deteksi: Menggunakan perbandingan antara objek yang benar-benar ada (ground truth) dengan hasil deteksi YOLOv8n. Perhitungan dilakukan dengan confusion matrix untuk memperoleh nilai precision, recall, dan F1-score[6].
- Stabilitas Sistem: Sistem dijalankan selama periode 24 jam untuk menguji konsistensi koneksi *cloud*, respon waktu, dan akurasi deteksi dalam jangka panjang.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

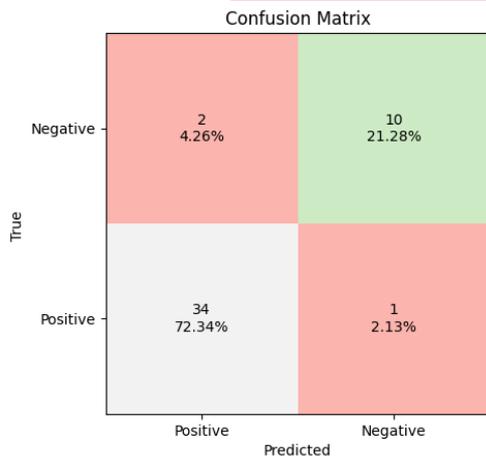
Bagian ini berisi penelitian yang menghasilkan sistem pengawasan perumahan otomatis berbasis pengolahan citra yang mengintegrasikan pengambilan gambar dari ESP32-CAM, deteksi objek menggunakan YOLOv8n di cloud server, dan notifikasi *real-time* melalui Telegram bot. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi performa sistem dalam hal latensi, akurasi deteksi, serta kestabilan integrasi sistem *cloud*.

A. Hasil Pengujian Sistem

Pada pengujian sistem dilakukan dengan cara yaitu, akurasi deteksi YOLOv8n dan stabilitas dari sistem *cloud*

1. Akurasi Deteksi YOLOv8n

Model YOLOv8n diuji dengan cara beragam posisi, pencahayaan, dan jumlah objek. Hasil pengujian sebagai berikut:



Gambar 1 Confusion Matriks Pengujian Pada Siang hari

Tabel 1

TP	TN	FP	FN
34	2	1	10

$$- \text{Precision} = \frac{TP}{TP+FP} = \frac{34}{34+1} = 0.971$$

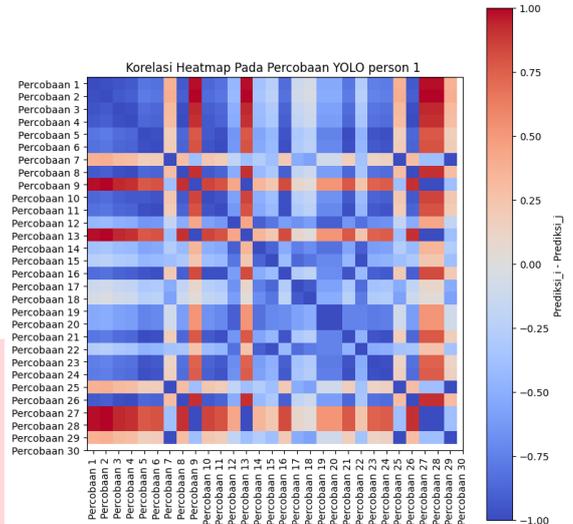
$$- \text{Recall} = \frac{TP}{TP+FN} = \frac{34}{34+10} = 0.773$$

$$- \text{Accuracy} = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} = \frac{34+2}{34+2+1+10} = 0.766$$

$$- \text{F1 Score} = 2 \cdot \frac{\text{Precision} \cdot \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}} = 2 \cdot \frac{0.971 \cdot 0.773}{0.971 + 0.773} = 0.861$$

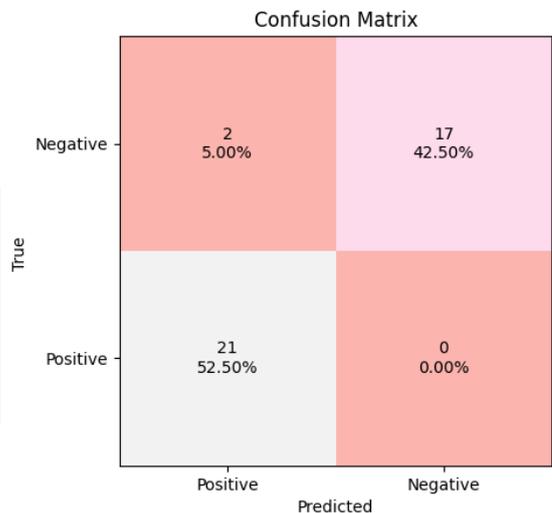
Pada Gambar 1 dan Tabel 1 bisa terlihat bahwa dari total 47 sampel uji pada siang hari, model hanya berhasil mengenali dengan benar 2 kasus negatif (true negative, 4,26 %) dan 34 kasus positif (true positive, 72,34 %). Sebaliknya, terdapat 10 kasus positif yang

terlewat (false negative, 21,28 %) artinya sampel sebenarnya positif diprediksi negatif serta hanya 1 kasus negatif yang keliru diprediksi positif (false positive, 2,13 %).



Gambar 2 Korelasi Heatmap Percobaan YOLO Pada Siang Hari

Heatmap di atas Gambar 2 memvisualisasikan selisih absolut antar-prediksi Person 1 pada YOLO di masing-masing “Kolom 1” hingga “Kolom 19”, setelah dinormalisasi ke rentang -1 hingga +1. Sumbu-Sumbu X dan Y menampilkan nama kolom yang sama, sehingga setiap sel (i,j) menunjukkan seberapa besar perbedaan prediksi antara Kolom i dan Kolom j. Warna merah tua (mendekati 1) berarti jarak absolut terbesar, sedangkan biru tua (mendekati -1 pada skala normalisasi) mewakili jarak paling kecil.



Gambar 3 Confusion Matriks Pengujian Pada Malam hari

Tabel 2

TP	TN	FP	FN
21	2	0	17

$$\begin{aligned}
 - \text{Precision} &= \frac{TP}{TP+FP} = \frac{21}{21+0} = 1 \\
 - \text{Recall} &= \frac{TP}{TP+FN} = \frac{21}{21+17} = 0.553 \\
 - \text{Accuracy} &= \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} = \frac{21+2}{21+2+0+17} = 0.575 \\
 - \text{F1 Score} &= 2 \cdot \frac{\text{Precision} \cdot \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}} = 2 \cdot \frac{1 \cdot 0.553}{1+0.553} = 0.712
 \end{aligned}$$

Tabel 3

Waktu	Precision	Recall	Accuracy	F1 Score
Siang	0.971	0.773	0.766	0.861
Malam	1	0.553	0.575	0.712

Pada malam hari terlihat bahwa dari total 40 sampel uji, model berhasil mengidentifikasi dengan benar 2 kasus negatif (true negative, 5 %) dan 21 kasus positif (true positive, 52,5 %). Tidak ada kasus negatif yang salah diprediksi sebagai positif (false positive = 0 %), tetapi terdapat 17 sampel positif yang terlewat (false negative, 42,5 %), artinya nyaris separuh kondisi positif malam hari gagal terdeteksi. Dengan tidak adanya false positive, precision mencapai 100 %.

Pengujian dilakukan pada malam hari dengan jarak 3-5 meter karena pencahayaan yang kurang atau gelap jadi yolo kesulitan untuk mendeteksi manusia, perlu berulang kali yolo untuk mendeteksi manusia, jadi pada malam hari yolo hanya dapat berjalan pada jarak 3-5 meter jika di bandingkan dengan siang hari yang pencahayaannya cukup terang.

Tabel 3 menunjukkan perbandingan kinerja model berdasarkan waktu pengujian, yaitu antara siang dan malam hari. Pada waktu siang, model menunjukkan performa yang lebih baik dengan nilai Precision sebesar 0,971, Recall sebesar 0,773, Accuracy sebesar 0,766, dan F1 Score sebesar 0,861. Sementara itu, pada malam hari, meskipun Precision mencapai nilai maksimum 1, namun nilai Recall turun drastis menjadi 0,553, yang berdampak pada penurunan Accuracy menjadi 0,575 dan F1 Score menjadi 0,712. Hal ini mengindikasikan bahwa model lebih efektif saat digunakan pada siang hari dibandingkan malam hari, terutama karena keseimbangan antara Precision dan Recall yang lebih baik.

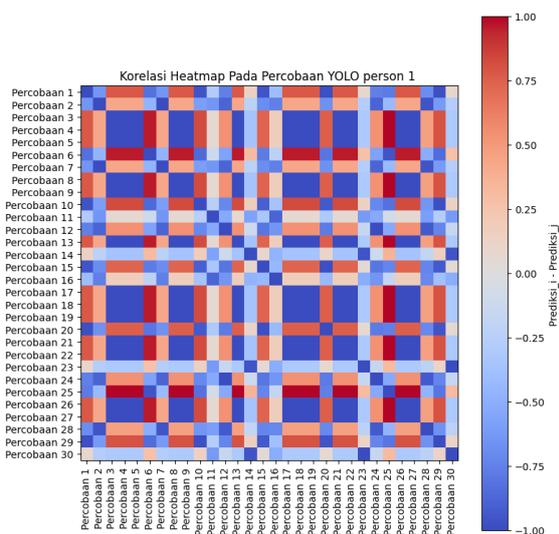
2. Stabilitas Sistem Cloud

Sistem diuji selama 24 jam *non-stop*, dengan skenario aktif setiap kali deteksi gerakan, Hasil pengamatan menunjukkan bahwa

- Sistem tidak mengalami crash atau disconnect.
 - Notifikasi terkirim tanpa backlog.
- Integrasi sistem dari edge ke cloud sangat stabil. Penggunaan VPS Ubuntu 22.04 dengan konfigurasi ringan sudah cukup untuk menjalankan YOLOv8 tanpa bottleneck.

B. Analisis

Hasil menunjukkan bahwa pemrosesan deteksi objek menggunakan YOLOv8 di *cloud* memberikan hasil yang akurat dan efisien. Pemisahan beban komputasi antara edge (ESP32-CAM + PIR) dan cloud (YOLOv8n + inferensi) membuat sistem bekerja optimal tanpa membutuhkan perangkat lokal berdaya besar.



Gambar 4 Korelasi Heatmap Percobaan YOLO Pada malam Hari

Heatmap pada Gambar 4 di atas menggambarkan normalisasi jarak absolut antar nilai prediksi YOLO pada pengujian malam hari di memvisualisasikan selisih absolut antar-prediksi di Kolom 1–30. Setiap sel (i,j) menunjukkan seberapa jauh perbedaan prediksi antara Kolom i dan Kolom j, setelah dinormalisasi ke rentang -1 (warna biru tua) hingga +1 (warna merah tua). Nilai aslinya berkisar dari 0 (prediksi sama) hingga sekitar 90 (perbedaan maksimum), kemudian dipetakan ulang sehingga mudah dibandingkan secara visual. Diagonal (Kolom dengan dirinya sendiri) selalu bernilai -1 karena selisihnya 0, menampilkan biru gelap. Pasangan seperti (Kolom 5, 6) atau (Kolom 10, 11) tampil lebih biru karena prediksinya relatif serupa, sedangkan kolom seperti Kolom 7 versus Kolom 1–4 berwarna merah pekat, menandakan perbedaan prediksi terbesar. Dapat terlihat dari gambar 4 dapat disimpulkan bahwa perbedaan percobaan pada waktu siang hari dan malam hari dapat mempengaruhi deteksi pada objek manusia.

V. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem pengawasan perumahan otomatis berbasis cloud dengan menggunakan algoritma deteksi objek YOLOv8n. Sistem ini mengintegrasikan ESP32-CAM dan sensor PIR sebagai perangkat edge untuk pengambilan gambar, yang kemudian dikirimkan ke server *cloud* guna dilakukan proses inferensi menggunakan YOLOv8n. Hasil deteksi selanjutnya disampaikan secara real-time melalui bot Telegram kepada pengguna. Berdasarkan hasil pengujian, sistem menunjukkan performa yang cukup baik pada kondisi siang hari dengan nilai precision sebesar 0,971 dan *F1-score* mencapai 0,861, sedangkan pada malam hari terjadi penurunan akurasi akibat keterbatasan pencahayaan. Meskipun precision tetap tinggi pada malam hari, nilai recall menurun hingga 0,553, menunjukkan bahwa model kesulitan mendeteksi objek secara konsisten dalam kondisi gelap. Selain itu, sistem juga terbukti stabil selama pengujian 24 jam tanpa mengalami gangguan atau keterlambatan dalam pengiriman notifikasi.

Dengan memanfaatkan keunggulan komputasi awan, sistem ini mampu mengurangi beban komputasi di sisi perangkat edge, sekaligus mempertahankan kecepatan dan akurasi deteksi objek. Penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan pengawasan berbasis cloud dan deteksi objek real-time dapat menjadi solusi efektif untuk meningkatkan keamanan lingkungan perumahan, dan membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut, seperti integrasi multi-kamera, sistem pengenalan wajah, atau otomatisasi alarm.

REFERENSI

- [1] L. Dolbachian, W. Harizi, and Z. Aboura, "Structural Health Monitoring (SHM) Study of Polymer Matrix Composite (PMC) Materials Using Nonlinear Vibration Methods Based on Embedded Piezoelectric Transducers," *Sensors*, vol. 23, no. 7, 2023, doi: 10.3390/s23073677.
- [2] R. R. Hamidi, M. K. Herliansyah, D. Sukma, and E. Atmaja, "Comparative Analysis of YOLOv5n and YOLOv8n Deep Learning Models for Precision Detection of Klowong Defects in Batik Fabric," vol. 6, no. 1, pp. 74–86, 2025.
- [3] M. Hakimi, G. A. Amiri, S. Jalalzai, F. A. Darmel, and Z. Ezam, "Exploring the Integration of AI and Cloud Computing: Navigating Opportunities and Overcoming Challenges," *TIERS Inf. Technol. J.*, vol. 5, no. 1, pp. 57–69, 2024, doi: 10.38043/tiers.v5i1.5496.
- [4] P. Mohanty *et al.*, "Integrating Multi-Sensors and AI to Develop Improved Surveillance Systems," *J. Robot. Control*, vol. 6, no. 2, pp. 980–994, 2025, doi: 10.18196/jrc.v6i2.25596.
- [5] S. P. R, "International Journal of Research Publication and Reviews SMART HOME SECURITY AND WARNING TELEGRAM AND Esp32 CAM," vol. 8, no. 5, pp. 7488–7493, 2024.
- [6] N. A. Megantara and E. Utami, "Object Detection Using YOLOv8 : A Systematic Review," *Sist. J. Sist. Inf.*, vol. 14, no. 3, pp. 1186–1193, 2025, [Online]. Available: <http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id>