

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian sistem yang telah dilakukan pada BAB IV, dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem yang dirancang berhasil mengimplementasikan algoritma YOLO pada ESP32-CAM untuk mendeteksi manusia secara real-time. Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu mendeteksi 1–4 orang pada jarak 1–4 meter dengan hasil deteksi yang baik, sedangkan pada jarak 5 meter deteksi mulai kurang stabil karena ukuran objek lebih kecil. Sistem juga bekerja optimal pada kondisi pencahayaan ± 300 lux dan ± 150 lux, sementara pada ± 50 lux deteksi mulai kurang stabil dan di bawah 30 lux sering gagal. Waktu respon sistem berkisar 1–2 detik pada jaringan stabil, 2–3 detik pada jaringan kurang stabil, dan dapat lebih dari 3 detik pada jaringan lambat, namun sistem masih mampu memberikan respon cukup cepat sehingga tetap dapat dikategorikan sebagai sistem real-time untuk otomatisasi rumah tinggal.
2. Kinerja sistem dipengaruhi oleh kualitas jaringan internet dan proses pengolahan data pada server. Berdasarkan hasil pengujian, waktu respon sistem dalam mendeteksi manusia dan mengaktifkan lampu berada pada kisaran 1–2 detik pada kondisi jaringan stabil, sekitar 2–3 detik pada jaringan yang kurang stabil, dan dapat mencapai lebih dari 3 detik ketika jaringan lambat. Hal ini terjadi karena proses sistem melibatkan beberapa tahapan, yaitu pengambilan gambar oleh ESP32-CAM, pengiriman data ke server, proses deteksi menggunakan algoritma YOLO, serta pengiriman kembali perintah ke modul relay. Meskipun terdapat keterlambatan beberapa detik, sistem masih mampu memberikan respon yang cukup cepat sehingga tetap dapat digunakan untuk sistem kontrol otomatis pada rumah tinggal.
3. Integrasi antara perangkat keras yang digunakan, yaitu ESP32-CAM, sensor PIR, modul relay, dan lampu, dapat bekerja dengan baik sesuai dengan perancangan sistem. Berdasarkan hasil pengujian, sensor PIR mampu mendeteksi pergerakan manusia pada jarak sekitar 1–5 meter, dimana deteksi paling optimal terjadi pada jarak 1–3 meter, masih dapat terdeteksi pada 4 meter, dan mulai menurun pada 5 meter. Ketika sensor mendeteksi pergerakan dan sistem mendeteksi keberadaan manusia melalui kamera, modul relay akan mengaktifkan lampu secara otomatis. Proses ini berlangsung dengan

waktu respon beberapa detik sehingga menunjukkan bahwa sistem otomatisasi yang dirancang mampu berfungsi dengan baik dalam mengontrol peralatan listrik pada rumah tinggal.

5.2 Saran

Pada penelitian selanjutnya, ada beberapa poin saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian:

1. Mengimplementasikan deteksi langsung pada perangkat (edge computing)
Untuk mengurangi ketergantungan pada server dan koneksi internet, proses deteksi dapat dikembangkan agar berjalan langsung di perangkat menggunakan model yang lebih ringan seperti Tiny-YOLO atau TensorFlow Lite.
2. Meningkatkan akurasi deteksi pada kondisi minim Cahaya
Penambahan lampu inframerah (IR) atau kamera dengan fitur night vision dapat meningkatkan performa sistem pada kondisi pencahayaan rendah.
3. Menambahkan fitur monitoring konsumsi daya Listrik
Sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan sensor arus (misalnya PZEM atau ACS712) untuk mengukur secara langsung penghematan energi yang dihasilkan.
4. Mengintegrasikan dengan platform smart home lainnya
5. Sistem dapat dikembangkan agar terhubung dengan aplikasi seperti Google Home atau platform IoT dashboard sehingga kontrol menjadi lebih fleksibel.
6. Mengoptimalkan waktu respon system
Perbaikan pada sisi jaringan atau penggunaan protokol komunikasi yang lebih ringan seperti MQTT dapat mempercepat respon sistem.
7. Menambahkan fitur identifikasi jumlah orang secara lebih detail
Sistem dapat dikembangkan tidak hanya mendeteksi keberadaan manusia, tetapi juga menghitung jumlah orang untuk kebutuhan analisis ruangan.
8. Meningkatkan keamanan data dan system
Implementasi enkripsi data dan autentikasi yang lebih kuat diperlukan untuk meningkatkan keamanan komunikasi antara perangkat dan server.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] “Wulandari, L., Umar, D. D., Septiani, D., Iskandar, H. H., Safina, M., & Haq, V. A. (2022). Analisis pengaruh globalisasi dan perkembangan teknologi nuklir terhadap lingkungan hidup yang berkelanjutan (sustainable environment). *Jurnal Bisnis Dan Manajemen West Science*, 1(01), 36-50.”.
- [2] “Yusuf, M., & Sodik, M. (2023). Penggunaan teknologi Internet of Things (IoT) dalam pengelolaan fasilitas dan infrastruktur lembaga pendidikan Islam. *PROPHETIK: Jurnal Kajian Keislaman*, 1(2), 65-82.
- [3] Megawati, S. (2021). Pengembangan sistem teknologi internet of things yang perlu dikembangkan negara indonesia. *JIEET (Journal of Information Engineering and Educational Technology)*, 5(1), 19-26.
- [4] M. Syaifullah Tamsir, A. B. Arief, A. Achmad, S. Panggalo, P. Studi, and T. Elektro, “IMPLEMENTATION OF YOLOv4 WITH IMAGE PRE-PROCESSING FILTERS FOR OPTIMIZATION OF ESP32-CAM BASED HOME SECURITY MONITORING SYSTEM IMPLEMENTASI YOLOv4 DENGAN FILTER PRE PROCESSING GAMBAR UNTUK OPTIMALISASI SISTEM MONITORING KEAMANAN RUMAH BERBASIS ESP32-CAM,” *Journal of Scientech Research and Development*, vol. 6, no. 2, 2024, [Online]. Available: <https://idm.or.id/JSCR/in>
- [5] M. Wibowo, R. Tullah, and W. Ricesa, “Studi Perbandingan Algoritma YOLO dan FOMO untuk Object Detection pada Perangkat ESP32-CAM,” vol. 11, no. 1, 2025.
- [6] A. Rianto, “Penerapan Pengenalan Wajah dengan Algoritma Viola-Jones Artificial Intelligence Berbasis Internet of Things Menggunakan ESP32-CAM,” *Jurnal FORTECH*, vol. 5, no. 1, pp. 48–57, Jun. 2024, doi: 10.56795/fortech.v5i1.5107.
- [7] Aldiasyah, M. I., Sujono, S., & Widya, M. A. A. (2026). Sistem Pengendalian dan Monitoring Konsumsi Daya Lampu Rumah Berbasis IoT. *Exact Papers in Compilation (EPiC)*, 8(1), 1-12.
- [8] I. Putu, S. Yoga, G. Sukadarmika, R. S. Hartati, and Y. Divayana, “Pendeteksi Jumlah Orang pada Sistem Bangunan Pintar Menggunakan Algoritma You Only Look Once,” *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, vol. 22, no. 1, doi: 10.24843/MITE.

- [9] J. Renhard, O. Tampubolon, W. Ramadan, J. Buulolo, P. P. Purba, and S. Dohot Siregar, "Rancang Bangun IoT Otomatis Berbasis Sensor PIR untuk Menghemat Energi Listrik pada saat Ruang Kosong," *Jurnal Sistem Komputer dan Informatika (JSON) Hal*, vol. 6, no. 4, pp. 257–263, 2025, doi: 10.30865/json.v6i4.
- [10] A. Herwandi, A. A. Ramadhan, N. T. Sunggono, and F. Ferawati, "Analisis Kinerja ESP32-CAM Dalam Mendeteksi Objek," *bit-Tech*, vol. 7, no. 3, pp. 1014–1021, Apr. 2025, doi: 10.32877/bt.v7i3.2296.
- [11] González, O. A. G., Soberanes, A. M. P., Ortega, V. G., & Savedra, J. C. S. (2019). Embedded system for human detection applied to domotics. *Research in Computing Science*, 148(10), 103-115.
- [12] F. Dharma Adhinata, D. Putra Rakhmadani, A. Jala, and T. Segara, "YOLO Algorithm for Detecting People in Social Distancing System," *TRANSFORMTIKA*, vol. 19, no. 1, pp. 1–7, 2021, [Online]. Available: <https://pjreddie.com/>.
- [13] R. Gustia, M. Hasanah, W. Febriani, A. Fradana, T. Informasi Teknik Komputer, and P. Negeri Padang, "Telegram dan Spreadsheet," *Jurnal Pustaka AI*, vol. 5, no. 3, pp. 695–700, 2025, doi: 10.55382/jurnalpustakaai.v5i3.1482.
- [14] D. Febrian Munggaran and Z. Alamsyah, "Pemanfaatan Tongkat Berbasis IoT dan Yolo V3 Untuk Meningkatkan Mobilitas dan Keamanan Penyandang Tunanetra," vol. 6, no. 2, pp. 94–103, 2025, doi: 10.37859/coscitech.v6i2.9793.
- [15] S. Suherman, H. Hermansyah, and J. Syahpita, "Sistem Alarm Deteksi Gerak Berbasis IoT Menggunakan Sensor PIR dan ESP32 dengan Notifikasi Telegram Real-Time," *Jurnal Komputer Teknologi Informasi Sistem Informasi (JUKTISI)*, vol. 4, no. 2, pp. 1469–1476, Nov. 2025, doi: 10.62712/juktisi.v4i2.701.
- [16] Irawan, R. (2023). Analisis Sistem Kerja Interlock Pada Relay Dengan Menggunakan Tegangan Direct Current (DC) Sebagai Pengaman Rumah Tinggal. *ISMETEK*, 16(1).
- [17] U. Mahanin Tyas, A. Apri Buckhari, P. Studi Pendidikan Teknologi Informasi, and P. Studi Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, "IMPLEMENTASI APLIKASI ARDUINO IDE PADA MATA KULIAH SISTEM DIGITAL," 2023.

- [18] M. R. Pratama and D. Laksmiati, "Prototipe Sistem Deteksi Burung Menggunakan ESP32-Cam dan Algoritma YOLO," *Jurnal Ilmiah Giga*, vol. 27, no. 2, pp. 78–87, Jan. 2025, doi: 10.47313/jig.v27i2.3826.
- [19] H. A. Kusuma, S. B. Wijaya, and D. Nusyirwan, "SISTEM KEAMANAN RUMAH BERBASIS ESP32-CAM DAN TELEGRAM SEBAGAI NOTIFIKASI," *Infotronik : Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika*, vol. 8, no. 1, p. 30, Jun. 2023, doi: 10.32897/infotronik.2023.8.1.2291.
- [20] M. W. Aprilia and A. Purwanto, "IOT-BASED BOARDING ROOM SECURITY SYSTEM USING PIR SENSOR AND ESP32-CAM WITH TELEGRAM NOTIFICATION," *Jurnal Ilmu Fisika dan Terapannya*, vol. 12, no. 2, pp. 95–102, Oct. 2025, doi: 10.21831/jifta.v12i2.25388.
- [21] S. Rumere and V. Manullang, "RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN RUMAH BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT) DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR PIR DAN ESP32-CAM," vol. 12, no. 1, pp. 9–16, 2024.
- [22] J. T. Sirait and A. I. Santoso, "Perancangan Sistem Keamanan Rumah berbasis IoT dan Aplikasi Telegram," *Jurnal Minfo Polgan*, vol. 14, no. 1, pp. 676–681, May 2025, doi: 10.33395/jmp.v14i1.14834.
- [23] P. Pebriana Sitanggang *et al.*, "Penerapan Metode Waterfall Pada Sistem Informasi Pendaftaran dan Pembayaran Membership Komunitas United Indonesia," *Jurnal Komputer Antartika*, vol. 1, p. 2023, [Online]. Available: <https://ejournal.mediaantartika.id/index.php/jka>
- [24] A. Lutfiyani, F. Fachri, E. Wahyuningsih, and P. Studi Teknik informatika, "INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi Deteksi Hewan Secara Real-Time Menggunakan Algoritma You Only Look Once (YOLO)," *Media Cetak*, vol. 5, no. 1, pp. 263–269, 2026, doi: 10.55123/insologi.v5i1.7592.
- [25] Pakpahan, M. Y., & Hidayat, H. (2025). *RANCANGAN APLIKASI MOBILE UNTUK KONSELING DAN PENGADUAN PEREMPUAN DAN ANAK DI KABUPATEN AGAM PADA UNIT PELAKSANA TEKNIS DAERAH PERLINDUNGAN PEREMPUAN DAN ANAK (UPTD PPA)* (Doctoral dissertation, universitas bung hatta).

- [26] Sunaryo, B., Rusdi, J. F., Salam, S., Abu, N. A., Sabar, M., & Agustina, N. (2023, June). Tracking technology for tourist behavior. In *THE 6TH ENGINEERING SCIENCE AND TECHNOLOGY INTERNATIONAL CONFERENCE (ESTIC 2021): Applied Technology for Sustainable Development* (Vol. 2691, No. 1, p. 080002). AIP Publishing LLC.
- [27] Zulfadli, Arnita, Sunaryo, B., Amelia, R., & Sukma, D. N. E. (2023, June). Computerized framework for assessment of OBE in Bung Hatta University. In *THE 6TH ENGINEERING SCIENCE AND TECHNOLOGY INTERNATIONAL CONFERENCE (ESTIC 2021): Applied Technology for Sustainable Development* (Vol. 2691, No. 1, p. 080001). AIP Publishing LLC.
- [28] Rika, A., & Arnita, A. (2025). *RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN DAN FILTERING AIR PADA BUDIDAYA IKAN AIR TAWAR BERBASIS IOT (INTERNET OF THINGS)* (Doctoral dissertation, Universitas Bung Hatta).