

**ID: 04**

## Implementasi YOLO untuk Pengawasan Real-Time di Area Pemandokan Mahasiswa

### *YOLO Implementation for Real Time Monitoring in Student Housing Areas*

**Muhammad Iqbal Angkasa<sup>1</sup>, Abdullah Martua Muslih<sup>2</sup>, Elvira Sukma Wahyuni<sup>3</sup>, Hendra Setiawan<sup>4\*</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup>Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta, Indonesia

Jl. Kaliurang km 14,5 Yogyakarta, Indonesia

20524054@students.uii.ac.id<sup>1</sup>, 20524071@students.uii.ac.id<sup>2</sup>, 155231301@uui.ac.id<sup>3</sup>,

025200526@uui.ac.id<sup>4\*</sup>

**Abstrak** – Pencurian kendaraan bermotor di Indonesia, terutama di kawasan kos, asrama dan pemandokan mahasiswa, menjadi masalah keamanan yang semakin mendesak. Banyak kasus pencurian terjadi di lingkungan ini, di mana pengawasan dan sistem keamanan sering kali kurang memadai. Untuk menjawab tantangan ini, penelitian ini mengembangkan sebuah sistem keamanan inovatif berbasis pengenalan wajah dengan menggunakan model You Only Look Once (YOLO). Sistem ini memanfaatkan kamera Arducam IMX477 yang terhubung dengan Raspberry Pi 4B, yang secara otomatis memproses gambar wajah dan mengirimkan notifikasi secara real-time kepada pengguna melalui bot Telegram. Pengujian menunjukkan bahwa sistem ini memiliki akurasi sebesar 86% dan presisi 85,5%, dengan performa yang meningkat pada malam hari, mencapai akurasi 92%. Dari enam spesifikasi yang diusulkan, lima telah berhasil dipenuhi, termasuk kemampuan mengirim notifikasi secara real-time, resolusi kamera 1080p, identifikasi orang, pemantauan melalui aplikasi, dan operasi selama 24 jam. Namun, ketahanan alat terhadap kondisi cuaca, terutama hujan, masih perlu ditingkatkan. Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan keamanan di lingkungan kos-kosan, membantu mengurangi angka kejahatan, dan memberikan rasa aman bagi para penghuninya.

**Kata Kunci:** sistem keamanan, pengenalan wajah, You Only Look Once, notifikasi real-time

**Abstract** – Motorcycle theft in Indonesia, particularly in boarding house areas, has become an increasingly pressing security issue. Many thefts occur in these environments where surveillance and security systems are often inadequate. To address this challenge, this research developed an innovative security system based on facial recognition using You Only Look Once (YOLO) model. The system utilizes an Arducam IMX477 camera connected to a Raspberry Pi 4B, which automatically processes facial images and sends real-time notifications to users via a Telegram bot. Testing showed that the system has an accuracy of 86% and a precision of 85.5%, with performance improving at night, reaching an accuracy of 92%. Of the six proposed specifications, five have been successfully met, including the ability to send real-time notifications, 1080p camera resolution, person identification, monitoring via an application, and 24-hour operation. However, the system's durability in weather conditions, particularly rain, still needs improvement. This system is expected to enhance security in boarding house environments, help reduce crime rates, and provide a sense of safety for the residents.

**Keywords:** security system, facial recognition, You Only Look Once, real-time notification.

### **1. Pendahuluan**

Pencurian adalah tindakan kriminal yang sangat merugikan masyarakat. Pencurian kendaraan di Indonesia telah menjadi masalah keamanan yang semakin serius di berbagai wilayah. Data dari Robinopsnal Bareskrim Polri menunjukkan peningkatan jumlah penindakan



terhadap kasus pencurian sepeda motor selama dua pekan pertama Mei 2022. Pada periode 1 hingga 7 Mei 2022, polisi berhasil menindak 118 kasus pencurian sepeda motor di seluruh wilayah Indonesia. Namun, jumlah tersebut meningkat drastis pada periode 8 hingga 14 Mei 2022, dengan peningkatan sebesar 61%, mencapai 309 kasus. Setelah itu, terjadi penurunan jumlah kasus pada periode 15 hingga 21 Mei 2022, menjadi sebanyak 257 kasus [1]. Menurut data dari Radar Jogja, kawasan kos-kosan sering kali menjadi target para pelaku tindak pidana pencurian kendaraan bermotor. Iptu Mateus Wiwit Kustiyadi, Kanit Reskrim Polsek Depok Barat, menegaskan bahwa lingkungan kos-kosan merupakan daerah yang rawan. Kejadian ini sering kali menjadi incaran pelaku pencurian bukan tanpa alasan. Hal ini disebabkan oleh kurangnya sistem keamanan yang memadai di area parkir kos-kosan, yang pada akhirnya berkontribusi pada peningkatan kasus pencurian kendaraan. Kondisi ini memberikan kepercayaan diri kepada para pencuri untuk melancarkan aksinya [2].

Pasal 362 KUHP menyatakan, “Barang siapa yang mengambil barang atau sesuatu yang seluruhnya atau sebagian kepunyaan orang lain, diancam dengan pidana penjara paling lama lima tahun atau denda paling banyak enam puluh rupiah.” Tindak kejahatan yang memiliki efek sangat merugikan korban adalah pencurian, karena selain kehilangan materi, korban pencurian kendaraan sering kali harus menghadapi kerugian finansial yang signifikan, baik karena harus mengganti kendaraan yang dicuri atau melakukan perbaikan yang mahal. Pencurian kendaraan juga dapat mengganggu mobilitas sehari-hari dan menciptakan rasa ketidakamanan di lingkungan tempat tinggal.

Kejahatan pencurian kendaraan sering kali terjadi di lingkungan kos-kosan, terutama ketika kehadiran orang asing tidak terdeteksi. Hal ini menimbulkan kekhawatiran bagi para penghuni, yang berpotensi merasa tidak aman. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan sistem keamanan yang lebih efektif. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah pengembangan alat yang memanfaatkan teknologi pengenalan wajah melalui kamera. Alat ini dirancang untuk membedakan antara penghuni kos-kosan dan orang asing, sehingga dapat memberikan peringatan dini kepada penghuni.

Sistem ini akan dilengkapi dengan komponen yang mampu mengirimkan data secara real-time kepada pengguna, memastikan bahwa setiap aktivitas mencurigakan dapat segera ditindaklanjuti. Saat ini, banyak sistem kamera yang tidak memiliki kemampuan untuk mengenali wajah, sehingga pengembangan sistem baru ini sangat penting. Dengan memanfaatkan kemajuan dalam teknologi pengenalan wajah, yang kini semakin akurat dan cepat berkat algoritma kecerdasan buatan, sistem ini dapat meningkatkan keamanan di lingkungan kos-kosan secara signifikan.

Pasar teknologi pengenalan wajah diperkirakan akan tumbuh pesat, mencapai lebih dari USD 19,3 miliar pada tahun 2032, dengan tingkat pertumbuhan tahunan sebesar 14,6% [3]. Hal ini menunjukkan potensi besar penerapan teknologi ini dalam meningkatkan sistem keamanan. Dengan demikian, pengembangan sistem pengenalan wajah yang terintegrasi dengan CCTV tidak hanya akan memberikan rasa aman bagi penghuni kos-kosan, tetapi juga berkontribusi pada pengurangan angka kejahatan di area tersebut.

Tiga penelitian terkait sistem keamanan berbasis pengenalan wajah menunjukkan perkembangan yang signifikan dalam upaya meningkatkan keamanan rumah. Pada tahun 2019, Sutarti, Sunny Samsuni, dan Isnan Asseghaf [4] mengembangkan sistem yang menggunakan Raspberry Pi dan webcam dengan teknologi pengenalan wajah untuk mendeteksi penghuni rumah dan orang asing, serta mengirimkan notifikasi ke telepon pintar penghuni. Sistem ini efektif di siang hari namun mengalami penurunan akurasi pada malam hari, dengan tingkat kesalahan mencapai 74,3%. Kelebihan dari sistem ini adalah kemampuannya memberikan peringatan cepat, meskipun terbatas oleh jarak deteksi wajah.

Selanjutnya, pada tahun 2020, Setiawan dkk. [5] mengembangkan sistem pengenalan wajah sebagai kata sandi pintu rumah, yang menunjukkan tingkat akurasi keseluruhan 98,5%. Sistem ini sangat efektif dalam kondisi cahaya terang, dengan akurasi 100% saat mendeteksi wajah dengan ekspresi senyum. Kelebihan utama sistem ini adalah tingkat keamanan yang tinggi, karena hanya pemilik rumah atau orang yang diizinkan yang dapat membuka kunci rumah. Namun, sistem ini kurang efektif dalam kondisi pencahayaan rendah, yang dapat mengurangi kemampuan deteksi wajah dengan akurat.

Kemudian, pada tahun 2022, A. Putri Jutika [6] memperkenalkan sistem keamanan yang lebih canggih menggunakan metode Haar-Cascade dan dual-camera untuk meningkatkan akurasi deteksi wajah. Sistem ini mampu memberikan notifikasi real-time kepada pemilik rumah melalui smartphone saat orang asing terdeteksi, dengan tingkat keberhasilan 99,2% pada jarak 50 cm. Meskipun lebih akurat, sistem ini memiliki kekurangan dalam hal biaya yang lebih tinggi dan perbedaan resolusi antara kedua kamera.

Meskipun penelitian sebelumnya telah menunjukkan kemajuan dalam pengembangan sistem keamanan berbasis pengenalan wajah, namun untuk implementasinya diperlukan biaya yang tidak murah. Selain itu tidak ada notifikasi dari sistem ketika ada orang yang tidak dikenal berada di area pengawasan. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengembangkan sistem yang dapat memberikan informasi terkait dengan keberadaan orang asing dengan biaya implementasi yang lebih efisien.

## **2. Metode Penelitian**

Sistem yang diusulkan menggunakan tetap menggunakan konsep face recognition untuk mengenali obyek yang ada di dalam area pengawasan. Face recognition adalah teknologi biometrik yang sering digunakan dalam sistem keamanan untuk mengidentifikasi pelaku tindak kriminal melalui kamera, meningkatkan efisiensi dan akurasi. Proses ini melibatkan perbandingan citra wajah yang terdeteksi dengan data yang ada, mengidentifikasi wajah yang paling mirip. Langkah-langkah dalam pengenalan wajah meliputi deteksi wajah, ekstraksi ciri, pencocokan dengan database, verifikasi atau identifikasi, pengambilan keputusan, pencatatan akses, dan pemberian atau penolakan akses [7].

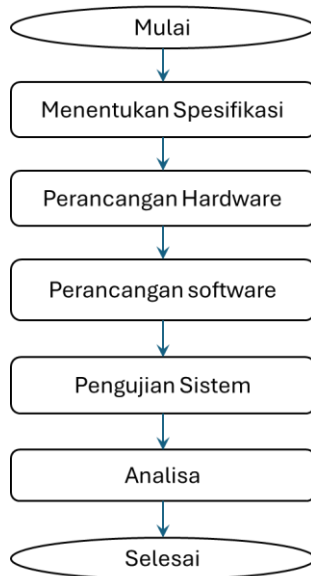
Salah satu model pengenalan wajah yang digunakan cukup terkenal adalah You Only Look Once (YOLO). YOLO [8] adalah algoritma real-time untuk mendeteksi objek, menggunakan jaringan saraf tiruan (JST). Algoritma ini membagi citra menjadi beberapa wilayah, memprediksi kotak pembatas dan probabilitasnya, kemudian memilih kotak dengan skor tertinggi sebagai deteksi. YOLO memiliki keunggulan dibandingkan sistem berbasis classifier, karena mampu melihat seluruh citra secara global selama pengujian, membuatnya lebih cepat dibandingkan dengan metode seperti Region-Convolutional Neural Network (R-CNN), yang memerlukan ribuan deteksi per citra [9][10].

Proses perancangan sistem terdiri dari beberapa langkah sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1. Pada awal perancangan, dirumuskan spesifikasi sistem yang akan dibangun. Secara umum spesifikasi sistem yang dibuat meliputi:

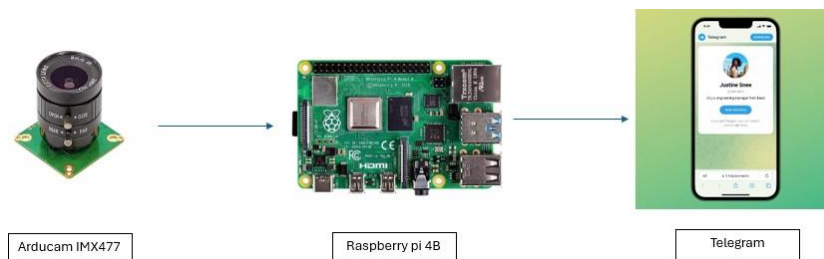
- a. Harus tahan terhadap suhu di luar ruang, dan percikan hujan karena sistem ditempatkan di ruang ruangan.
- b. Gambaran citra cukup jelas dengan resolusi minimal HD 720p
- c. Memiliki kemampuan mengirimkan notifikasi keberadaan orang asing di area pengawasan secara real-time
- d. Mampu untuk beroperasi selama 24 jam

Selanjutnya, dilakukan perancangan pada bagian hardware. Bagian hardware terdiri dari kamera dan pemroses gambar. Untuk kamera digunakan Arducam IMX477. Kamera ini dilengkapi dengan sensor Sony IMX 477 yang memiliki resolusi tinggi (12,3 megapiksel).

Kamera ini kompatibel dengan Raspberry Pi melalui antarmuka CSI (Camera Serial Interface), yang memastikan transfer data gambar dengan cepat dan efisien. Bagian pemrosesan gambar dilakukan di Raspberry Pi 4B. Perangkat ini menjalankan algoritma deteksi dan pengenalan wajah, didukung oleh prosesor quad-core ARM Cortex-A72, RAM hingga 4GB, dan konektivitas yang lengkap (WiFi, Bluetooth, Ethernet). Kemampuan pemrosesan yang kuat memungkinkan Raspberry Pi 4B untuk menjalankan aplikasi berbasis deep learning secara efektif. Raspberry Pi 4B menjalankan perangkat lunak berbasis OpenCV dan algoritma deep learning untuk mendeteksi dan mengenali wajah dari gambar yang ditangkap oleh kamera. Selain itu, Raspberry Pi 4B juga mengelola penyimpanan data serta berfungsi sebagai server yang mengirimkan notifikasi ke pengguna menggunakan aplikasi Telegram. Ilustrasi komponen utama sistem ditunjukkan pada Gambar 2.

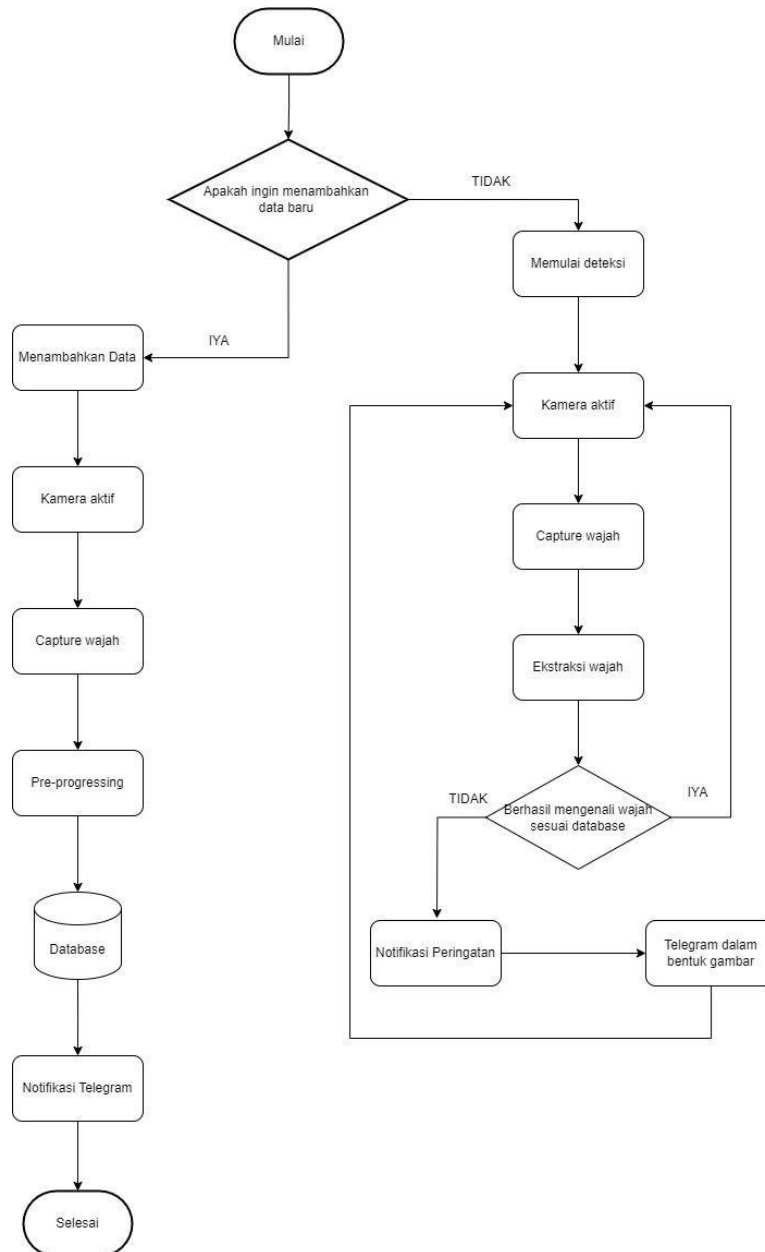


Gambar 1 Alur kegiatan penelitian



Gambar 2. Bagian utama sistem yang dirancang

Telegram berfungsi sebagai media penyampaian informasi/notifikasi dari sistem ke pengguna. Aplikasi Telegram mendukung fitur bot yang memungkinkan sistem untuk mengirimkan pesan otomatis ke pengguna. Notifikasi ini berupa gambar wajah yang terdeteksi, informasi waktu, serta status keamanan terkini. Ketika sistem mendeteksi wajah yang tidak dikenal, Raspberry Pi 4B akan mengirimkan data tersebut melalui bot Telegram, sehingga pengguna dapat menerima notifikasi real-time dan segera mengambil tindakan jika diperlukan. Untuk perangkat lunak yang dikembangkan, digunakan model algoritma YOLO untuk pengenalan wajah. Sedangkan alur kerja sistem ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Alur kerja sistem

Setelah sistem selesai dibuat, selanjutnya dilakukan pengujian yang meliputi pengujian akurasi deteksi wajah, pengujian ketahanan sistem terhadap suhu dan percikan air, dan pengujian ketahanan kerja 24 jam. Hasil masing-masing pengujian diuraikan di bab selanjutnya.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pada bagian ini dibahas tentang hasil perancangan sistem yang telah dilakukan dan hasil pengujian.

#### 3.1. Hasil Perancangan

Perangkat keras sistem yang terdiri dari kamera dan raspberry digabungkan dengan posisi sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4. Sebuah sistem pendingin dual-fan ditambahkan di

raspberry untuk memperlancar disipasi panas yang muncul. Perangkat ini kemudian ditempatkan di teras rumah podokan yang merupakan akses utama masuk ke rumah.



Gambar 4. Penampakan hardware yang dibuat

Program deteksi dan pengenalan wajah ini mengintegrasikan berbagai komponen perangkat lunak untuk mencapai fungsionalitas yang canggih dan interaktif. Program ini menggunakan perpustakaan Python seperti threading, numpy, dan face\_recognition untuk melakukan deteksi dan pengenalan wajah secara efisien. Threading memungkinkan tugas berjalan secara paralel, sehingga memastikan proses utama tidak terganggu. Pustaka face\_recognition, yang berbasis deep learning, digunakan untuk menemukan lokasi wajah dan melakukan identifikasi. OpenCV, melalui modul cv2, digunakan untuk pemrosesan gambar, seperti konversi warna dan peningkatan kontras. Untuk berkomunikasi dengan pengguna, program ini menggunakan telepot dan Telegram Bot API untuk mengirim notifikasi dan gambar hasil deteksi. Picamera2 mengakses kamera pada Raspberry Pi untuk menangkap gambar dan video. Pustaka tenacity memastikan pengiriman pesan Telegram tetap andal dengan mekanisme retry otomatis saat terjadi kesalahan. Kombinasi komponen perangkat lunak ini menghasilkan sistem yang tangguh dan user-friendly, memungkinkan deteksi dan pengenalan wajah yang akurat serta komunikasi yang efisien dengan pengguna melalui berbagai antarmuka.

Dari segi finansial, biaya komponen utama berupa kamera, raspberry, kipas pendingin, casing, dan kabel adalah Rp. 3.312.250,00 dengan rincian di Tabel 1.

Tabel 1. Rincian biaya pembuatan sistem

Komponen	Kuantitas	Harga satuan	Jumlah total
Arducam 12.3MP IMX477 HQ Camera With 6mm CS Lens For Raspberry Pi	1	1.609.600	1.609.600
KIT-2C : Raspberry Pi 4 (4GB RAM)-Complete SET	1	1.609.400	1.609.400
Dual Fan Heatsink Radiator Cooling System for Raspberry Pi	1	65.750	65.750
Casing	1	15.000	15.000
Kabel, steker	1	12.500	12.500
<b>Total</b>			<b>3,312,250</b>

### 3.2. Hasil Pengujian

Pengujian yang dilakukan meliputi: (a) pengujian akurasi deteksi, (b) pengujian ketahanan sistem terhadap suhu dan percikan air, (c) pengujian ketahanan kerja 24 jam, dan (d) pengujian kecepatan notifikasi. Berikut rincian hasil pengujian.

#### 3.2.1. Pengujian Akurasi Deteksi

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa tepatnya sistem mengenali wajah orang yang ada dalam area pengawasannya. Pengujian ini terdiri dari dua tahapan yaitu pengujian jarak jangkauan deteksi dan pengujian akurasi. Pengujian jarak jangkauan dilakukan dengan menempatkan subyek pada jarak tertentu dari kamera. Subyek yang digunakan merupakan subyek yang sudah didaftarkan di database sistem dan yang belum didaftarkan. Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian yang diperoleh dimana wajah subyek sudah tidak terdeteksi pada jarak 4 meter.

Tabel 2. Pengujian jarak jangkauan deteksi

Subyek	Jarak (m)	Hasil deteksi
Sudah terdaftar di database	0,5	Terdeteksi dan dikenali
	1	Terdeteksi dan dikenali
	2	Terdeteksi dan dikenali
	3	Terdeteksi dan dikenali
	4	Tidak terdeteksi
Belum terdaftar di database	0,5	Terdeteksi dan tidak dikenali
	1	Terdeteksi dan tidak dikenali
	2	Terdeteksi dan tidak dikenali
	3	Terdeteksi dan tidak dikenali
	4	Tidak terdeteksi

Selanjutnya dilakukan pengujian akurasi dengan melibatkan 15 orang yang masuk dalam database dan 15 orang yang tidak masuk dalam database. Subyek diposisikan pada jarak 1m sampai dengan 2 m dengan berbagai macam penampilan baik di siang maupun malam hari. Pengujian pada masing-masing subyek diulang sebanyak 5 kali, sehingga total ada 150 data percobaan dengan rangkuman hasil sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian akurasi deteksi.

	Kondisi subyek	
	Masuk dalam database	Tidak masuk dalam database
Hasil deteksi sistem	Terdeteksi dan dikenali	65
	Terdeteksi dan tidak dikenali	0
	Tidak terdeteksi	10
		11

Hasil pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa tingkat akurasi deteksi mencapai 86%. Hal ini bukan berarti akurasi kurang baik, namun karena ada beberapa hal yang menyebabkan subyek tidak terdeteksi (bukan salah deteksi). Beberapa hal yang menyebabkan subyek tidak terdeteksi adalah:

- (a) Subyek tertutup sebagian wajahnya atau wajah tidak menghadap ke kamera
- (b) Pantulan obyek lain yang menyebabkan cahaya terlalu silau masuk ke kamera di siang hari
- (c) Penerangan yang kurang memadai di malam hari

Sehingga apabila mengabaikan faktor pengganggu tersebut sesungguhnya semua subyek terdeteksi meskipun ada yang sudah masuk di database dan belum masuk ke database.

### **3.2.2. Pengujian Ketahanan Suhu dan Air**

Pengujian ini bertujuan untuk menguji ketahanan sistem terhadap perubahan suhu udara siang dan malam hari. Hal ini berkaitan dengan penempatan sistem di luar ruangan sehingga akan mengalami perubahan suhu udara yang cukup lebar. Untuk pengujian ini, sistem diukur suhunya pada siang hari dan malam hari. Pada siang hari suhu sistem mencapai 40°C - 50°C. Pada suhu tersebut sistem masih dapat bekerja secara normal. Stabilitas suhu pada raspberry terbantu dengan adanya sistem pendingin double-fan.

Pengujian percikan air dilakukan dengan menyemprotkan air ke kamera dan casing luar raspberry. Simulasi ini diharapkan dapat mewakili kondisi percikan hujan yang mungkin mengenai sistem. Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa sistem masih dapat bekerja setelah disemprot beberapa kali. Hal ini membuktikan sistem tahan terhadap percikan air.

### **3.2.3. Pengujian Ketahanan Kerja**

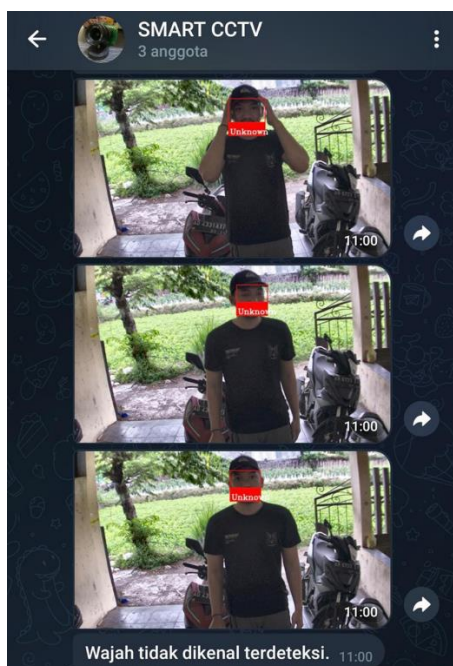
Sistem keamanan ini harus mampu bekerja selama 24 jam non-stop. Sehingga ketahanan kerja selama 24 jam tanpa henti perlu diuji. Pengujian dilakukan pada tanggal 27 juni 2024. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berhasil mempertahankan performa optimal tanpa mengalami kegagalan atau penurunan kinerja yang signifikan. Selama pengujian, sistem menunjukkan respons waktu yang konsisten, dengan penggunaan sumber daya yang efisien dan stabil. Tidak ditemukan kebocoran memori atau overheating, dan semua komponen berfungsi sesuai dengan spesifikasinya.

### **3.2.4. Pengujian Kecepatan Notifikasi**

Pengukuran ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja notifikasi secara real-time pada aplikasi Telegram ketika terdeteksi wajah yang tidak terdaftar dalam database. Pengukuran ini melibatkan pengujian kecepatan pengiriman notifikasi, keandalan sistem, serta responsivitas pengguna. Pada tahap pengujian ini, kami melakukan pengukuran terhadap dua aspek utama, yaitu kecepatan pengiriman notifikasi dan keandalan sistem. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa sistem memiliki performa yang sangat baik dalam hal kecepatan pengiriman notifikasi. Rata-rata waktu pengiriman notifikasi tercatat kurang dari 2 detik, dengan waktu pengiriman tercepat juga di bawah 2 detik dan waktu pengiriman terlama tidak melebihi 3 detik. Hal ini menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan informasi secara real-time dengan respons yang cepat.

Selain itu, pengukuran keandalan sistem juga menunjukkan hasil yang optimal. Dari seluruh notifikasi yang diuji, sebanyak 30 dari 30 notifikasi berhasil terkirim tanpa adanya kegagalan. Tingkat keberhasilan pengiriman mencapai 100%, menandakan bahwa sistem sangat andal dalam memastikan setiap notifikasi dikirimkan secara konsisten dan tanpa gangguan. Keandalan ini sangat penting untuk memastikan bahwa pengguna menerima informasi penting tepat waktu, sehingga dapat segera mengambil tindakan yang diperlukan. Contoh hasil notifikasi ke pengguna ditunjukkan pada Gambar 5.





Gambar 5. Contoh notifikasi ketika ada orang yang tidak dikenal

Hasil pengukuran ini menggambarkan bahwa sistem yang dikembangkan tidak hanya cepat dalam mengirimkan notifikasi, tetapi juga sangat andal dalam operasionalnya. Kombinasi kedua aspek ini memastikan bahwa sistem dapat diandalkan untuk memberikan keamanan yang efektif dan responsif bagi pengguna.

#### 4. Kesimpulan

Pada kegiatan penelitian ini, tim telah berhasil merancang, membuat dan mengimplementasikan sistem deteksi orang asing pada area pemondokan mahasiswa untuk meningkatkan aspek keamanan. Penyusun utama sistem adalah sebuah kamera Arducam 12,3MP, sebuah raspberry dan program notifikasi melalui telegram. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, sistem mampu mendeteksi wajah sampai jarak 3-meter dengan tingkat akurasi mencapai 92% baik di malam maupun siang hari. Sistem juga telah diuji untuk durasi operasi 24 jam non-stop dan beberapa kali memberikan percikan air sebagai simulasi air hujan. Untuk pengadaan komponen sistem ini diperlukan biaya sekitar 3,3 juta rupiah.

#### Referensi

- [1] Pusiknas Bareskrim Polri, "Waspada! Pencurian Sepeda Motor Mencapai 700 Kasus dalam Dua Pekan," Dec. 19, 2023. [Online]. Available: [https://pusiknas.polri.go.id/detail\\_artikel/waspada\\_pencurian\\_sepeda\\_motor\\_mencapai\\_700\\_kasus\\_dalam\\_dua\\_pekan](https://pusiknas.polri.go.id/detail_artikel/waspada_pencurian_sepeda_motor_mencapai_700_kasus_dalam_dua_pekan)
- [2] Radar Jogja, "Kesadaran Keamanan Rendah, Kos-Kosan Sering Jadi Incaran Pelaku Curanmor," Dec. 19, 2023. [Online]. Available: <https://radarjogja.jawapos.com/hukum-kriminal/65757605/kesadaran-keamanan-rendah-koskosan-sering-jadi-incaran-pelaku-curanmor>
- [3] Lystloc, "7 New Facial Recognition Technology Trends to Boom in the Future," Jul. 25, 2024. [Online]. Available: <https://www.lystloc.com/blog/7-new-facial-recognition-technology-trends-to-boom-in-the-future>

- [4] S. Sutarti, S. Samsuni, and I. Asseghaf, "Sistem Keamanan Rumah melalui Pengenalan Wajah Menggunakan Webcam dan Library Opencv Berbasis Raspberry Pi," *Jurnal Dinamika Informatika*, vol. 8, no. 2, pp. 13-26, 2019
- [5] I. I. Setiawan, A. Jaenul, and D. Priyokusumo, "Prototipe Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Face Recognition Berbasis Raspberry Pi 4," *Prosiding Snitt Poltekba*, vol. 4, pp. 496-501, 2020.
- [6] A. P. Jutika, "Implementasi Face Recognition Berbasis Haar-Cascade Classifier Pada Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Dual-Camera," *INFOTECH Journal*, vol. 8, no. 2, pp. 106-115, 2022.
- [7] G. Levakov, O. Sporns, and G. Avidan, "Modular community structure of the face network supports face recognition," *Cerebral Cortex*, vol. 32, no. 18, pp. 3945-3958, 2022.
- [8] M. S. Hidayatulloh, "Sistem Pengenalan Wajah Menggunakan Metode YOLO (You Only Look Once)," Doctoral dissertation, Universitas Dinamika, 2021.
- [9] P. A. Nugroho, I. Fenriana, and R. Arijanto, "Implementasi deep learning menggunakan convolutional neural network (CNN) pada ekspresi manusia," *Algor*, vol. 2, no. 1, pp. 12-20, 2020.
- [10] M. H. Diponegoro, S. S. Kusumawardani, and I. Hidayah, "Tinjauan pustaka sistematis: implementasi metode deep learning pada prediksi kinerja murid," *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*, vol. 10, no. 2, 2021.