

Rancang Bangun Sistem Kamera Pengawas dengan Pengenalan Wajah untuk Keamanan Berbasis Blynk Legacy

Chandra I. Zamorano¹, Kiki Prawiroredjo², E. Shintadewi Julian³, Endang Djuana⁴

Program Studi Teknik Elektro,
Fakultas Teknologi Industri,
Universitas Trisakti, Jakarta

¹chandra062002004021@std.trisakti.ac.id, ²kiki.prawiroredjo@trisakti.ac.id,
³eshintadewij@trisakti.ac.id, ⁴edjuana@trisakti.ac.id

Abstrak

Pandemi Covid-19 yang terjadi sejak awal tahun 2020 telah meruntuhkan seluruh persendian negeri, mulai dari aktivitas masyarakat sampai dengan ekonomi. Hal ini berimbas pada meningkatnya angka kejahatan yang dilakukan oleh masyarakat seperti pencurian, perampokan atau kriminalitas yang lain. Pada penelitian ini diajukan sebuah sistem keamanan ruangan yang menggunakan kamera pengawas dengan pengenalan wajah yang dapat merekam wajah penyusup dan dapat merekam kejadian sebagai barang bukti terjadinya penyusupan. Sistem ini dapat mengirimkan informasi dengan cepat secara otomatis ke aplikasi Android pemilik rumah apabila ada seorang penyusup yang tidak dikenal kamera memasuki rumahnya. Pengguna aplikasi dapat menggerakkan kamera di dalam rumah untuk mengawasi pergerakan penyusup dan merekamnya melalui smartphone. Pada sistem ini digunakan lima buah kamera ESP32-CAM. Satu buah kamera berfungsi untuk mengenali dan merekam citra wajah penyusup yang diletakkan di depan rumah dan empat buah kamera sebagai kamera pengawas dan pengenalan citra wajah yang diletakkan di dalam ruangan. Kamera digerakkan oleh sebuah motor servo yang dikendalikan oleh sebuah mikrokontroler ESP8266. Dari hasil pengujian diketahui bahwa jarak maksimum kamera dapat mengenali citra wajah penyusup atau citra wajah pemilik rumah adalah 2 meter pada saat cahaya terang. Pada saat redup kamera pengenalan citra wajah di luar rumah dapat mengenali citra wajah hingga jarak 0,5 meter sedangkan kamera pengenalan citra wajah di dalam ruangan 1 meter. Waktu delay rata-rata pengiriman data dari sistem kamera ke pengguna aplikasi adalah 201 ms sampai 617 ms.

Kata kunci: kamera, pengenalan wajah, penyusup, ESP32-CAM

Abstract

Covid-19 pandemic that has occurred since the beginning of 2020 has brought down all aspects of the country, starting from community activities to the economy. This has an impact on increasing the number of crimes committed by the community such as theft, robbery or other crimes. In this study, a room security system is proposed that uses a surveillance camera with a face recognition ability that records the face image of an intruder and records events as evidence of an intrusion. This system sends information quickly and automatically to the Android application user if an intruder who the camera doesn't recognize enters his house. The smartphone application user can control camera movements inside the house to monitor the movement of intruders and record the incident. This system uses 5 ESP32-CAM cameras.

One camera is used to recognize and record the intruder's face image placed in front of the house and four cameras as surveillance and face recognition cameras are placed inside of the house. Each camera is driven by a servo motor controlled by a ESP8266 microcontroller. From the test results it is known that the maximum distance that the cameras still recognize the face image of an intruder or the home owner's face image is 2 meters when the light is bright. When it is dim, the camera in front of the house recognizes the face images up to 0.5 meters while the cameras inside of the house recognize the face images up to 1 meter. The average delay time for sending data from the camera system to application user is 201 ms to 617 ms.

Keywords: camera, face recognition, intruder, ESP32-CAM

1. Pendahuluan

Pandemi Covid-19 yang terjadi sejak awal tahun 2020 memberikan dampak kepada kondisi kehidupan sosial dan ekonomi dalam masyarakat. Pandemi ini telah meruntuhkan seluruh persendian negeri, mulai dari aktivitas masyarakat sampai dengan ekonomi dan juga gangguan psikologis. Hal ini juga berimbas pada meningkatnya angka kejahatan yang dilakukan oleh masyarakat. Angka kejahatan yang meningkat tersebut menuntut kinerja ekstra kepolisian dan aparat penegak hukum yang lain untuk cepat bertindak dalam mengatasi masalah tersebut [1]. Terjadinya PHK karena covid menyebabkan mereka kesulitan mencukupi kebutuhan sehari-hari, akibatnya menggunakan jalan pintas dengan melakukan pencurian, perampokan atau kriminalitas yang lain [2].

Untuk mencegah terjadinya pencurian dan dapat mengidentifikasi pencuri dengan cara mendapatkan citra wajah pencuri maka harus dibuat sebuah sistem keamanan yang mampu menangkap citra wajah melalui sebuah kamera. Umumnya banyak yang menggunakan CCTV (*Closed Circuit Television*) sebagai sistem keamanan yang dapat merekam kejadian pada suatu tempat seperti di perumahan, sekolah, dalam toko, pergudangan, perkantoran, laboratorium, bank dll. Namun CCTV mempunyai beberapa kekurangan yaitu rumitnya sistem pengkabelan sehingga untuk jangkauan pemasangan sistem bergantung pada panjang kabel. Ukuran kamera CCTV yang cukup besar dapat disadari oleh pelaku kejahatan sehingga dapat menghindar dari kamera tersebut. Tidak semua kamera CCTV dilengkapi dengan pengenalan citra wajah. Kamera yang dilengkapi dengan kemampuan mendeteksi gelombang infra merah dan mampu bergerak agar penglihatan lebih luas belum ada. Agar sistem keamanan bekerja lebih efektif maka dibutuhkan sebuah sistem keamanan dengan kamera yang terhubung dengan server *website* yang dapat merekam wajah dan dapat membedakan citra wajah pemilik rumah atau wajah penyusup. Sistem pada penelitian ini menggunakan baterai sehingga pengkabelan dapat dihindari. Kamera dapat bergerak sesuai dengan sudut yang diinginkan sehingga pemilik rumah dapat mengikuti pergerakan penyusup. Hasil rekaman memiliki ukuran yang ringkas dapat langsung diakses pada aplikasi di *smartphone* dengan menggunakan aplikasi Blynk Legacy. Diperlukannya pembuatan sistem kamera ini karena selama ini sulit memperlihatkan bukti adanya pencurian kepada pihak berwajib sehingga tidak dapat diproses lebih jauh oleh kepolisian. Sistem kamera ini melengkapi sistem keamanan dengan hasil rekaman pencurian yang dapat digunakan sebagai bukti terjadinya tindak kriminal.

Penelitian tentang keamanan suatu ruangan menggunakan *webcam* telah dilakukan banyak peneliti. Penelitian dengan judul Sistem *Image Capturing* Menggunakan ESP32-CAM Untuk Memonitoring Objek Melalui Telegram menggunakan ESP32-CAM untuk memonitor adanya penyusup di warung yang ditinggalkan pemiliknya. Apabila sensor

pasif infra merah mendeteksi adanya pergerakan di warung, maka kamera akan aktif dan mengambil citra wajah penyusup [3]. Sistem ini menggunakan satu kamera yang diam.

Artikel [4] memaparkan penelitian tentang pengenalan citra wajah berbasis ESP32-CAM untuk sistem kunci sepeda motor yang dapat mengenali wajah pemilik motor dan bukan pemilik motor. Apabila motor tidak mengenali wajah orang yang hendak menyalakan motor maka sistem akan mematikan kelistrikan motor sehingga tidak dapat menyala.

Artikel dengan judul Aplikasi Kontrol Keamanan Ruang Menggunakan mikrokontroler Atmega328, Sensor PIR dan *webcam* Berbasis Android pada Roofkop Café merupakan sistem keamanan yang mendeteksi pergerakan pada café [5]. Jika terdapat gerakan maka mikrokontroler akan mengirimkan instruksi lampu hidup dan alarm berbunyi serta *webcam* akan mengambil citra objek tersebut. Sistem menggunakan komputer PC sebagai *interface* ke internet.

Pemanfaatan ESP32 Pada Sistem Keamanan Rumah Tinggal Berbasis IoT merupakan penelitian dari Ali Ramschie dkk yang menggunakan *webcam* untuk mendeteksi pergerakan penyusup pada ruangan dan mengirimkan citra penyusup ke *smartphone* pemilik ruangan [6].

Penelitian dengan judul Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Melalui Pengenalan Wajah Menggunakan Metode LBP (*Local Binary Pattern*) Berbasis Raspberry Pi dan Telegram dilakukan oleh Elang Wibisono dkk menggunakan Raspberry Pi sebagai pemroses dan kamera penangkap citra penyusup. Raspberry Pi digunakan sebagai pemroses dan *pi camera* sebagai alat untuk perekam wajah. Wajah pemilik rumah atau bukan dapat dikenali dengan menggunakan library *OpenCV* yang akan diproses dengan metode LBP (*Local Binary Pattern*). Jika wajah tidak dikenali maka sistem akan mengirimkan pesan melalui *Telegram* ke pemilik rumah dengan memanfaatkan teknologi IoT [7].

Dari penelitian terdahulu tidak semua kamera dilengkapi aplikasi pengenalan citra wajah tapi hanya aplikasi mendeteksi dan menangkap citra wajah. Pada penelitian terdahulu tidak ada kamera yang dapat mengikuti pergerakan seorang penyusup ke dalam suatu ruangan dan tidak menggunakan kamera pada beberapa tempat sehingga tidak dapat mengikuti pergerakan seorang penyusup.

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu maka dirasakan perlu membuat pengembangan sistem yang sudah ada menjadi sebuah sistem kamera yang dapat mengenali citra wajah seseorang yang sudah dikenal atau penyusup dan kamera dapat bergerak mengikuti pergerakan penyusup yang dikendalikan oleh pengguna aplikasi dari sebuah *smartphone*. Sistem kamera terdiri dari 5 buah kamera yang diletakkan di tempat-tempat berbeda yang penting untuk diawasi dan untuk memperluas jangkauan penglihatan pengguna aplikasi. Interfacing dari sistem kamera ini menggunakan sebuah *smartphone* dengan satu aplikasi tetapi terdiri dari beberapa halaman untuk menampilkan hasil tangkapan dari kamera yang dapat digunakan dengan mudah dan cepat. Jaringan komunikasi data pada sistem yang dibuat sudah berbasis cloud server menggunakan internet, sehingga tidak ada keterbatasan jarak untuk mengoperasikan dan mengendalikan sudut kamera manual. Pengembangan sistem ini dapat menjadi terobosan untuk sistem keamanan ruangan dengan tingkat otorisasi tinggi dengan notifikasi yang cepat untuk melihat pergerakan seorang penyusup seperti di ruang server, ruangan tempat rahasia, ruangan dengan akses orang tertentu dll.

2. Metode Penelitian

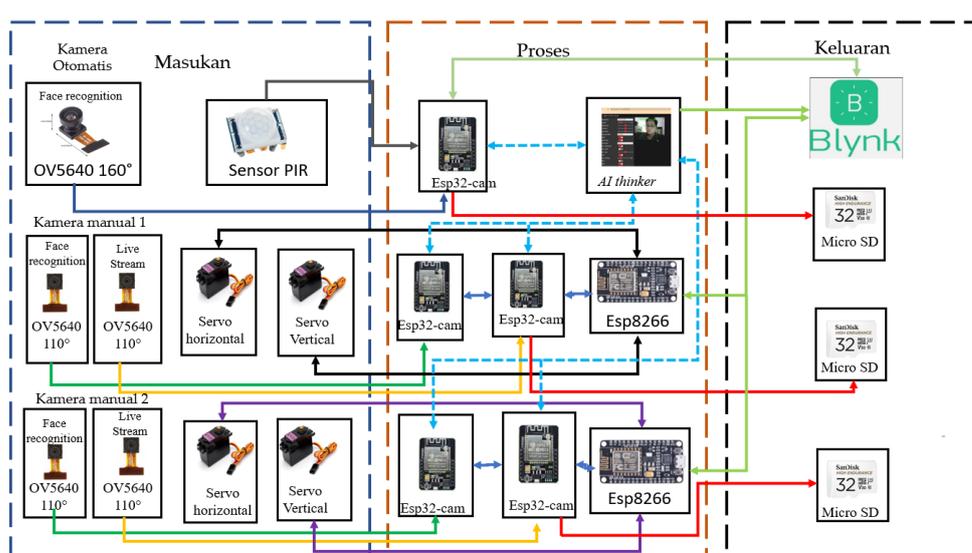
Pada penelitian ini dibuat sebuah aplikasi yang memanfaatkan teknologi IoT dengan kamera pengawas ruangan yang dapat digerakkan melalui *smartphone* oleh pengguna

aplikasi untuk mengikuti pergerakan penyusup di dalam ruangan. Menggunakan dua buah kamera yang dapat mengikuti pergerakan penyusup yang diletakkan di tempat yang berbeda sehingga cakupan ruangan yang dapat diawasi lebih luas.

Penelitian ini dibuat melalui beberapa tahap yang dimulai dengan perancangan sistem yang terdiri dari sistem kamera pendeteksi citra wajah yang diletakkan di depan pintu rumah atau teras depan rumah yang disebut sebagai kamera otomatis dan sistem kamera manual yang terdiri dari dua buah kamera yang diletakkan di dalam ruangan. Kamera manual pertama berfungsi untuk memantau pergerakan penyusup dan kamera manual kedua berfungsi untuk pengenalan wajah. Perancangan perangkat keras dimulai dengan mempelajari komponen dan jenis kamera yang ada di pasaran sedangkan perancangan perangkat lunak dibuat agar sistem dapat memberikan notifikasi adanya penyusup kepada pengguna aplikasi dan kamera dapat berinteraksi dengan pengguna aplikasi. Langkah selanjutnya adalah membuat perangkat keras, perangkat lunak dan pengujian sistem.

Komponen perangkat keras pada sistem yang digunakan terdiri dari kamera ESP32-CAM, motor servo Mg996 180°, motor servo Mg996 360°, mikrokontroler ESP8266 NodeMCU, dan sensor PIR HC-SR501. Perangkat lunak yang digunakan yaitu program aplikasi Arduino IDE, aplikasi antarmuka Blynk Legacy, dan layanan cloud Ai-Thinker.

2.1. Diagram Blok Sistem



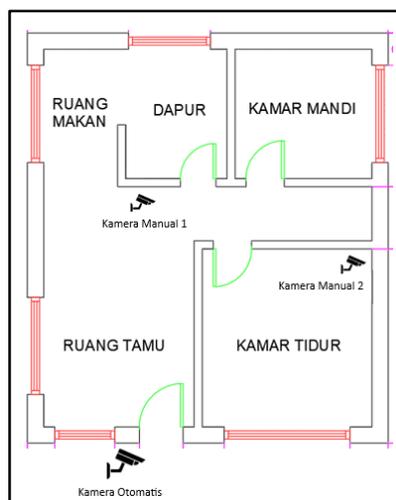
Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Gambar 1 merupakan diagram blok sistem dengan komponen utamanya modul kamera ESP32-CAM. Modul kamera tersebut merupakan sebuah board yang terdiri dari chip ESP32-S, sebuah kamera OV2640, slot card microSD dan beberapa GPIO untuk koneksi peripheral [8]. Kamera otomatis berfungsi untuk melakukan pengenalan dan perekaman citra wajah setelah sensor PIR mendeteksi adanya pancaran gelombang infra merah dari tubuh manusia. Hasil rekaman citra akan disimpan pada microSD dan dikirim ke *smartphone* melalui aplikasi Blynk Legacy. Sistem kamera manual terdiri dari dua buah kamera ESP32-CAM yang memiliki kemampuan untuk bergerak 180° secara vertikal dan 360° secara horizontal dengan menggunakan motor servo yang dikendalikan oleh mikrokontroler ESP8266. NodeMCU ESP8266 telah dilengkapi dengan modul WiFi pada sebuah board yang kompak dengan berbagai fungsi seperti mikrokontroler ditambah adanya chip komunikasi USB to serial sehingga untuk memprogramnya

hanya dibutuhkan kabel data mikro USB [9]. Satu kamera manual digunakan untuk melihat dan merekam kejadian di dalam ruangan dan satu kamera lagi untuk pengenalan wajah di dalam ruangan. Pada penelitian ini digunakan dua buah sistem kamera manual yang diletakkan pada tempat berbeda untuk memungkinkan pengawasan pergerakan penyusup lebih luas.

2.2. Perancangan Perangkat Keras

Gambar 2 memperlihatkan ilustrasi penempatan kamera otomatis dan kamera manual pada suatu rumah. Kamera otomatis diletakkan di depan rumah atau teras sehingga dapat menangkap citra wajah seseorang yang menuju depan rumah tersebut. Kamera manual diletakkan di dalam ruangan, pada gambar ilustrasi diletakkan di ruang tamu dan di kamar tidur.



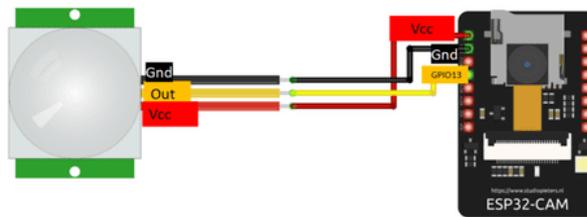
Gambar 2. Ilustrasi penempatan kamera pada rumah

Pada Gambar 3 dan 4 diperlihatkan rangkaian sistem kamera otomatis dan kamera manual. Hal yang harus diperhatikan dalam menyatukan ketiga sistem kamera yang berbeda dalam satu antarmuka adalah penyesuaian halaman Blynk Legacy. IP address dari ESP32-CAM dan ESP8266 harus didaftarkan dahulu di aplikasi Blynk agar dapat dikendalikan. Untuk menentukan halaman pada aplikasi Blynk Legacy kamera otomatis diberi alamat V0, kamera manual satu V1 dan kamera manual dua V2. Menyatukan ketiga sistem kamera pada satu antarmuka memudahkan pengguna aplikasi berpindah dari satu kamera ke kamera yang lain dengan cepat dan mudah. Supaya dapat berkomunikasi dengan pengguna aplikasi maka ESP32-CAM, ESP8266 dan Blynk Legacy harus dikoneksikan ke WiFi setempat dengan memberikan kode SSID, authentication token dan password WiFi pada coding masing-masing device.

Pada Gambar 3 dapat dilihat kamera otomatis terhubung dengan sensor PIR yang berfungsi mendeteksi adanya pancaran gelombang sinar infra merah dari tubuh manusia. Sensor PIR HC-SR501 bekerja pada range tegangan antara 5 sampai dengan 20 volt, mendeteksi sudut pergerakan kurang dari 120° dan jarak terjauh sampai 10 meter [10].

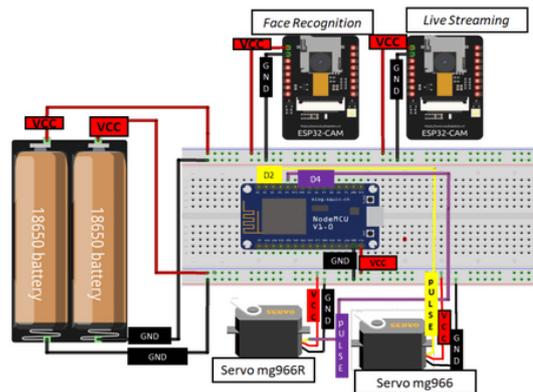
Pada saat sensor PIR tidak mendeteksi pancaran gelombang infra merah dari tubuh manusia, maka tegangan yang dikeluarkan oleh pin out sensor PIR adalah 0 volt. Ketika mendeteksi adanya gelombang infra merah maka tegangan pin out pada sensor PIR bernilai 5 volt. Tegangan ini akan diterima oleh ESP32-Cam pada pin IO13 dan ESP32-cam akan langsung mengambil citra wajah.

Pada modul ESP32-CAM terdapat konektivitas Bluetooth dan WiFi, memori sebesar 520KB SRAM dan 4 MB PSRAM, mempunyai 9 port GPIO, mendukung kamera OV2640 dengan resolusi 2 mega pixel [8]. Citra wajah harus didaftarkan dan disimpan dahulu pada *cloud* Ai-Thinker sehingga dapat diakses untuk digunakan oleh semua ESP32-CAM. Jika citra wajah seseorang sudah terdaftar pada data pengenalan wajah maka kamera hanya akan mengambil gambar dan menyimpannya pada microSD. Jika citra wajah subjek tidak terdaftar pada data pengenalan wajah maka ESP32-CAM akan merekam dan mengirimkan notifikasi pada *smartphone* pengguna. Hasil rekam citra wajah akan ditampilkan pada halaman pertama Blynk Legacy dan disimpan di *smartphone*.



Gambar 3. Rangkaian kamera otomatis

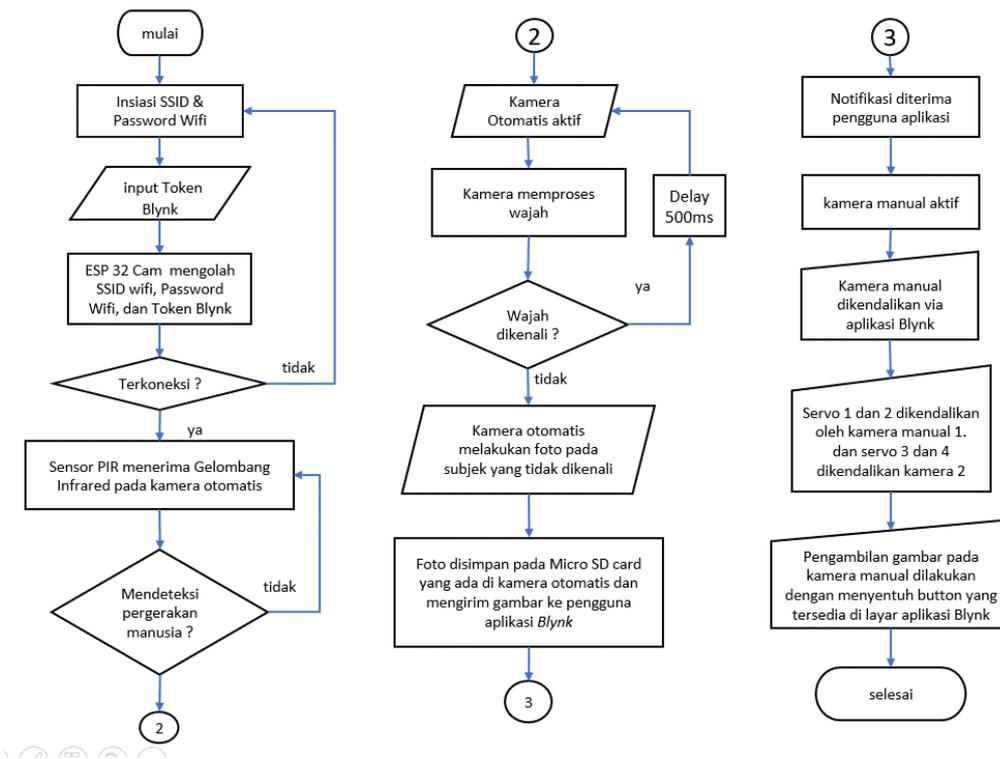
Gambar 4 memperlihatkan rangkaian kamera manual yang terdiri dari dua unit ESP32-CAM yang berfungsi untuk pengenalan wajah dan *live streaming*. ESP32-CAM pengenalan wajah di dalam ruangan berfungsi untuk membandingkan subjek terhadap citra wajah yang telah didata. Citra wajah akan ditampilkan di layar *smartphone* menggunakan aplikasi Blynk Legacy. Ketika ESP32-CAM tidak mengenali wajah yang diambil maka akan ada tampilan pemberitahuan “*Intruder Alert*” pada bingkai wajah penyusup, namun ketika ESP32-CAM mengenali wajah, maka pada bingkai wajah terdapat tulisan “*Hello Subject #*”. ESP32-CAM *live streaming* berfungsi untuk merekam kejadian secara *realtime*. Hasil rekaman akan disimpan pada microSD sebagai dokumentasi perekaman, dan hasil rekamannya dapat disaksikan pada halaman kedua Blynk Legacy oleh pengguna aplikasi.



Gambar 4. Rangkaian kamera manual

2.3. Perancangan Perangkat Lunak

Diagram alir perangkat lunak sistem diperlihatkan pada Gambar 5. Pada saat sistem diaktifkan maka akan dilakukan proses inisialisasi SSID dan password WiFi di ESP32-CAM supaya terkoneksi dengan jaringan internet sekitar lokasi.



Gambar 5. Diagram Alir Perangkat Lunak

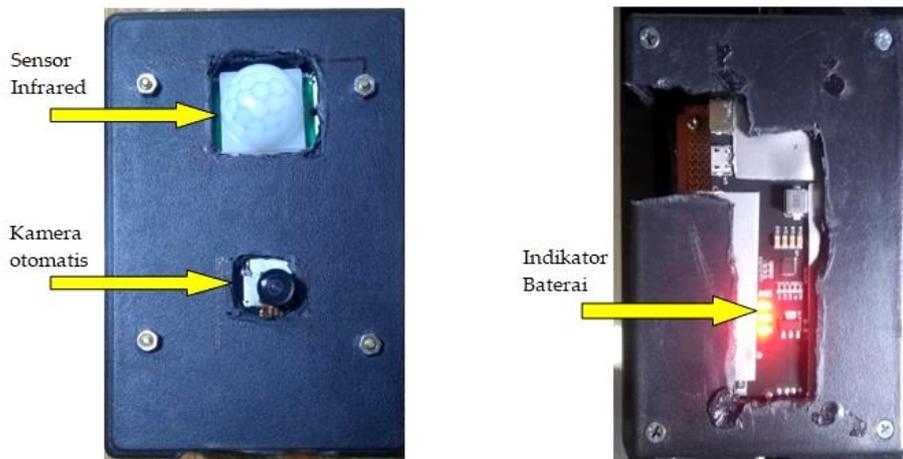
Pemberian Auth Token juga berpengaruh untuk mengelompokkan *device* agar tidak terjadi kesalahan pada saat pengendalian motor servo dan pengambilan gambar pada kamera manual. Apabila sistem sudah terkoneksi maka sensor PIR siap menerima gelombang infra merah. Apabila sensor PIR mendeteksi adanya pergerakan manusia maka kamera otomatis akan bekerja menangkap citra wajah dan membandingkan dengan citra yang sudah terdaftar.

Apabila citra wajah tidak dikenal maka kamera otomatis akan merekam citra tersebut, menyimpan dan mengirimkan ke pengguna aplikasi. Pengguna aplikasi akan mengaktifkan kamera manual apabila menerima notifikasi. Pengguna dapat mengendalikan gerakan kamera manual melalui aplikasi Blynk Legacy dan dapat merekam kejadian dengan menyentuh tombol yang terdapat pada layar smartphone.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pembuatan Perangkat Keras

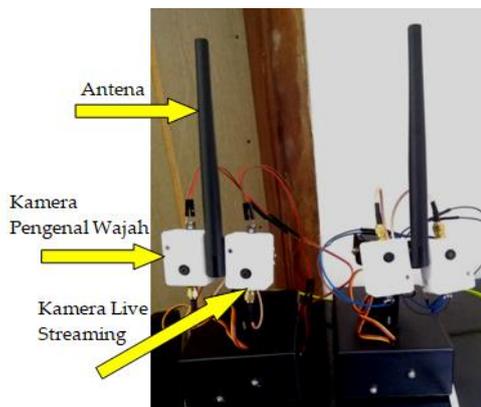
Sistem terdiri dari dua fungsi kamera yaitu sebuah kamera otomatis dan dua buah kamera manual. Kamera otomatis berfungsi untuk mengenali citra wajah seseorang yang menuju depan rumah sedangkan kamera manual berfungsi untuk mengawasi pergerakan seseorang di dalam ruangan dan mengenali citra wajah di dalam ruangan. Gambar 6 dan Gambar 7 memperlihatkan tampak depan dan belakang dari kamera otomatis sedangkan Gambar 8 dan Gambar 9 memperlihatkan tampak depan dan samping dari kamera manual. Peletakan sensor infra merah di atas lensa kamera otomatis tidak memengaruhi kerja sensor karena sudut *sensing* dari sensor berupa sudut kerucut dengan lebar 120°. Peletakan kamera otomatis maupun manual harus sekitar tinggi manusia supaya dapat menangkap citra wajah seseorang.



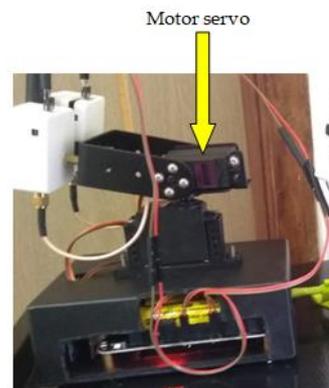
Kamera otomatis dilengkapi dengan sensor infra merah untuk mendeteksi pergerakan seseorang di depan rumah. Apabila sensor mendeteksi adanya pergerakan seseorang maka kamera otomatis akan aktif dan membandingkan citra wajah seseorang dengan citra wajah yang ada di database.

Kamera pengenalan citra wajah juga dipasang pada kamera di dalam ruangan bertujuan untuk melengkapi bukti subjek yang tidak dikenali pada kamera otomatis. Karena masing-masing kamera hanya memiliki resolusi 2 mega pixel sehingga ada keterbatasan penangkapan citra wajah terhadap jarak, pencahayaan dan arah wajah juga sangat mempengaruhi pengenalan wajah. Akan lebih baik dipasang lebih dari satu kamera pengenalan wajah pada sistem keamanan agar bukti yang didapat lebih akurat. Apabila kamera otomatis tidak dapat mengenali citra wajah seseorang maka kemungkinan kamera manual satu atau kamera manual dua dapat mengenali. Selain itu apabila kamera otomatis tidak dapat dengan jelas merekam citra wajah penyusup di bagian depan rumah ada kemungkinan kamera manual dapat menangkap citra wajah lebih jelas yang dapat digunakan sebagai barang bukti bahwa ada seorang penyusup yang tidak berhak masuk ke dalam rumah.

Kamera manual dilengkapi dengan antena untuk memperkuat pengiriman sinyal dan fungsi motor servo adalah untuk menggerakkan kamera secara vertikal dan horisontal.



Gambar 8. Tampak depan kamera manual



Gambar 9. Tampak samping kamera manual

3.2. Pembuatan Perangkat Lunak

Gambar 10 adalah proses pendaftaran wajah melalui Ai-Thinker dengan menuliskan URL (*Uniform Resource Locators*) dan mengisi *IP Address* kamera. Cara menghubungkan

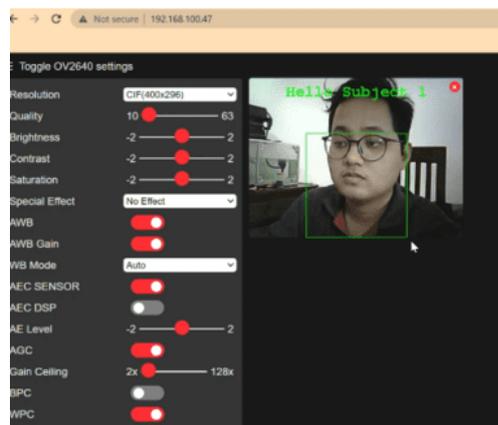
kamera otomatis dan manual dengan AI thinker adalah dengan menuliskan GPIO virtual Ai-Thinker pada coding ESP32-CAM yang sudah disediakan pada library face recognition sehingga dapat terhubung langsung dengan ESP32-CAM. ESP32-CAM akan memproses bentuk wajah, warna wajah, bentuk mata dan bentuk hidung sehingga didapatkan data-data citra wajah seseorang dalam bentuk hexadecimal dan disimpan di *cloud* Ai-Thinker.

Proses pengenalan wajah menggunakan metode Eigenface, yaitu suatu metode pengenalan wajah berdasarkan algoritma Principal Component Analysis (PCA) [11]. Digunakannya metode Eigenface karena mudah terhubung langsung dengan layanan *cloud* Ai-Thinker dan membutuhkan tempat penyimpanan yang kecil. Selain itu *library* Eigenface tersedia di Arduino IDE sehingga dapat dibuat sesuai kebutuhan.

Proses pengenalan citra wajah dengan metode Eigenface untuk sistem absensi telah dilakukan pada penelitian [12] dengan hasil akurasi yang berbeda-beda untuk 10 data wajah hasil rata-rata persentasi kecocokan adalah 88 persen. Untuk 20 data wajah rata-rata persentasi kecocokan adalah 52 persen. Pada penelitian [13] menghasilkan akurasi pengenalan citra wajah dengan metode Eigenface sebesar 93 persen untuk 52 data wajah dengan jarak dekat. Pada penelitian [14] proses pengenalan wajah untuk keamanan pintu dengan metode Eigenface didapatkan akurasi pengenalan citra wajah sebesar 92 persen untuk citra wajah yang sama pada jarak dekat. Penelitian tentang pengenalan citra wajah dengan metode Eigenface dengan ekstraksi fitur PCA untuk CCTV telah dilakukan oleh Ardi Jamhari dkk menghasilkan akurasi 97,73 persen dengan data 9 citra wajah [15]

Ai-Thingker menyimpan data citra wajah yang sudah terdaftar untuk dapat digunakan oleh tiap ESP32-CAM untuk proses pengenalan wajah. Apabila suatu saat ESP32-CAM akan diganti dengan modul lainnya maka citra wajah yang sudah terdaftar masih tetap ada di Ai-Thingker dan dapat digunakan kembali.

Sesudah masing-masing perangkat kamera memiliki *IP Address* maka dilakukan pengelompokan perangkat untuk dimasukkan ke dalam tiga kelompok. Halaman pertama akan diisi oleh kamera otomatis dengan kode halaman (H0), halaman kedua diisi oleh kamera manual satu dengan kode halaman (H1), dan halaman ketiga diisi oleh kamera manual dua dengan kode halaman (H2).

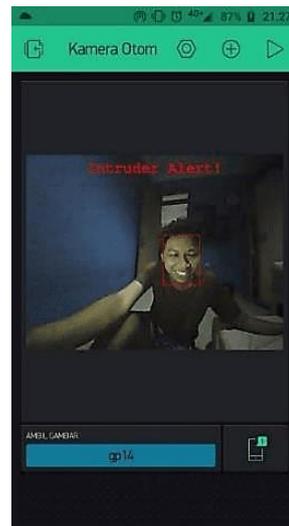


Gambar 10. Pendaftaran wajah melalui Ai-Thinker

Gambar 11 dan Gambar 12 merupakan tampilan gambar kamera otomatis yang terdapat pada halaman pertama aplikasi Blynk Legacy yang sudah berhasil terkoneksi dengan *smartphone* dan sudah dapat mengidentifikasi citra wajah penghuni. Apabila wajah dikenal maka akan ditampilkan tulisan "Hello Subject #" di bagian atas citra wajah dan apabila wajah tidak dikenal akan ditampilkan tulisan "Intruder Alert !".

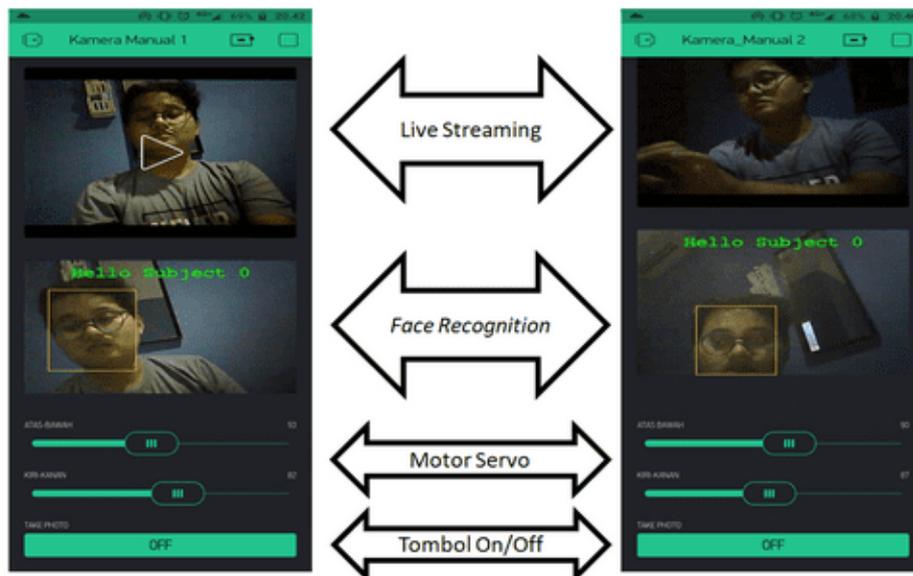


Gambar 11. Citra wajah dikenal



Gambar 12. Citra wajah tidak dikenal

Pada Gambar 13 terdapat tampilan layar *smartphone* dari kamera manual satu dan manual dua yang terdapat pada halaman ke dua dan halaman ke tiga pada aplikasi di *smartphone*. Untuk pindah halaman hanya perlu menggeser layer *smartphone* dari kanan ke kiri atau kiri ke kanan. Pada tiap sistem kamera manual terdapat kamera untuk *live streaming* dan kamera untuk pengenalan wajah yang tampilannya terdapat pada satu halaman bagian atas dan bawah. Di bagian bawah layar *smartphone* terdapat dua gambar *slider* untuk mengendalikan gerakan kamera ke atas ke bawah (secara vertikal) dan ke kiri dan ke kanan (secara horisontal). Di bagian paling bawah layar *smartphone* terdapat tombol *on/off* berfungsi untuk merekam kejadian *live streaming* yang terdapat pada layar bagian atas.



Gambar 13. Tampilan kamera manual 1 dan manual 2

3.3. Pengujian Pengenalan Wajah Kamera Otomatis dan Kamera Manual

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah kamera otomatis dan kamera manual dapat mengenali citra wajah seseorang karena sudah terdaftar pada kamera atau tidak dikenal karena tidak terdaftar pada kamera.

Tabel 1. Hasil pengujian pengenalan wajah

| Jenis kamera | Wajah dikenal | Wajah tidak dikenal |
|-----------------|---|---|
| Kamera otomatis |  |  |
| Kamera manual 1 |  |  |
| Kamera manual 2 |  |  |

Citra wajah pengguna aplikasi harus didaftarkan dahulu pada masing-masing *IP Address* ESP32-cam. Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa kamera otomatis dan kamera manual mampu membedakan antara citra wajah yang dikenal dan tidak dikenal yang ditandai dengan kotak berwarna hijau dengan tulisan “*Hello Subject #*” dan kotak berwarna merah “*Intruder Alert!*”.

3.4. Pengujian Jarak Pengenalan Citra Wajah Kamera Otomatis

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui jarak terjauh di mana kamera masih dapat mengenali wajah yang ditangkap. Pengujian dilakukan pada siang hari saat cahaya matahari terang dan pada malam hari dengan satu lampu teras menyala. Hasil pengujian terdapat pada Tabel 2.

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa kamera otomatis dapat mengenali citra yang sudah terdaftar sampai jarak dua meter pada siang hari dengan kondisi cahaya matahari terang. Pada malam hari saat cahaya berasal dari sebuah lampu, kamera otomatis dapat mengenali citra wajah yang sudah terdaftar hanya sampai jarak setengah meter. Kamera tidak dapat mengenali citra wajah apabila penyusup berada di samping kiri kanan kamera.

Pada saat verifikasi wajah tidak berhasil kamera tetap mengambil foto seseorang yang telah dideteksi oleh sensor infra merah untuk melengkapi hasil rekaman dimana adanya seseorang yang mendekati teras rumah. Rekaman tersebut mungkin diperlukan suatu saat apabila hendak menyelidiki suatu kejadian di rumah tersebut.

Hal-hal yang mempengaruhi verifikasi citra wajah tidak terjadi antar lain resolusi pada kamera otomatis hanya sebesar 2 mega pixel sehingga mempengaruhi penangkapan citra wajah apabila jarak subjek menjauh dari kamera. Verifikasi citra wajah hanya akurat pada posisi subjek lurus di depan kamera dan sangat dipengaruhi kondisi cahaya.

Tabel 2. Hasil pengujian jarak pengenalan citra wajah kamera otomatis

| Waktu pengujian | Jarak subjek | Hasil foto | Hasil verifikasi wajah |
|--|----------------------------|---|---|
| Siang hari kondisi cahaya terang | Sejajar di tengah 1 meter |  | Berhasil |
| | Sejajar di tengah 2 meter |  | Berhasil |
| | Sejajar di tengah 3 meter |  | Verifikasi wajah tidak aktif, hanya sensor PIR memberikan perintah untuk foto |
| Siang hari kondisi cahaya terang | Posisi kiri 2 meter |  | Verifikasi wajah tidak aktif, hanya sensor PIR memberikan perintah untuk foto |
| | Posisi kanan 2 meter |  | Verifikasi wajah tidak aktif, hanya sensor PIR memberikan perintah untuk foto |
| | Posisi kiri 3 meter |  | Verifikasi wajah tidak aktif, hanya sensor PIR memberikan perintah untuk foto |
| | Posisi kanan 3 meter |  | Verifikasi wajah tidak aktif, hanya sensor PIR memberikan perintah untuk foto |
| Malam hari kondisi lampu menyala (redup) | Sejajar ditengah 0,5 meter |  | Berhasil |

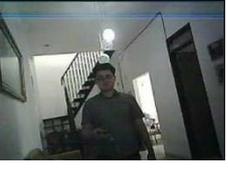
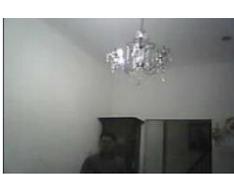
| Waktu pengujian | Jarak subjek | Hasil foto | Hasil verifikasi wajah |
|--|-----------------------------|--|---|
| | Sejajar di tengah 1,5 meter |  | Verifikasi wajah tidak aktif, hanya sensor PIR memberikan perintah untuk foto |
| | Sejajar di tengah 3 meter |  | Verifikasi wajah tidak aktif, hanya sensor PIR memberikan perintah untuk foto |
| | Posisi kiri 1,5 meter |  | Verifikasi wajah tidak aktif, hanya sensor PIR memberikan perintah untuk foto |
| Malam hari kondisi lampu menyala (redup) | Posisi kanan 1,5 meter |  | Verifikasi wajah tidak aktif, hanya sensor PIR memberikan perintah untuk foto |
| | Posisi kiri 2 meter |  | Verifikasi wajah tidak aktif, hanya sensor PIR memberikan perintah untuk foto |
| | Posisi kanan 2 meter |  | Verifikasi wajah tidak aktif, hanya sensor PIR memberikan perintah untuk foto |

3.5. Pengujian Jarak Pengenalan Citra Wajah Kamera Manual

Pengujian jarak pengenalan wajah kamera manual satu dan kamera manual dua dilakukan pada saat siang hari di dalam ruangan dengan kondisi cahaya terang dari cahaya matahari dan dengan lampu dan pada saat malam hari kondisi cahaya redup dengan lampu.

Dari Tabel 3 dapat dilihat pada saat kondisi ruangan terang kamera manual dapat mengenali citra wajah yang sudah terdaftar sampai jarak dua meter baik untuk kamera manual satu maupun dua. Pada saat cahaya redup kamera manual dapat mengenali citra wajah yang sudah terdaftar sampai jarak satu meter.

Tabel 3. Hasil pengujian jarak pengenalan citra wajah kamera manual

| Kondisi cahaya | Jarak | Kamera manual 1 | Kamera manual 2 |
|----------------|---------|---|--|
| Terang | 1 meter |  |  |
| | 2 meter |  |  |
| | 3 meter |  |  |
| Redup | 1 meter |  |  |
| | 2 meter |  |  |
| | 3 meter |  |  |

3.6. Pengujian Delay Transfer Data ke Aplikasi

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui waktu delay pengiriman data yang diterima aplikasi Blynk Legacy di *smartphone* apabila kamera otomatis, kamera manual satu dan kamera manual dua dijalankan bersamaan. Pengujian ini juga bertujuan mengetahui ketahanan perangkat keras dan perangkat lunak apakah tidak bermasalah bila bekerja selama 8 jam.

Waktu delay didapat dari layar serial monitor waktu menjalankan program dan disimpan menggunakan perangkat lunak Excel. Setiap dua jam berakhir dicatat waktu

delay tiap kamera. Semua kamera dinyalakan bersama selama pengujian, tapi untuk mengambil nilai waktu transfer data dilakukan per kamera karena serial monitor hanya dapat menampilkan data dari satu kamera saja. Penyedia internet yang digunakan adalah Indihome dengan kecepatan 20 MBPS di daerah Bogor. Sistem kamera berada pada jarak 5 meter dari router untuk mendapatkan koneksi internet yang baik. Pengguna aplikasi berada di daerah yang sama dengan sistem kamera.

Berdasarkan hasil pengujian di Tabel 4 dapat dilihat bahwa untuk durasi pengujian selama delapan jam, waktu *delay* dari kamera otomatis, kamera manual satu dan dua bervariasi sesuai kondisi jaringan internet yang berubah-ubah. Waktu *delay* berkisar dari 201 ms sampai dengan 716 ms termasuk baik bagi pengguna aplikasi untuk dapat mengamati kejadian penyusupan di tempat adanya sistem kamera. Selama bekerja delapan jam baterai memanas sehingga perlu adanya peredam panas pada box sistem kamera atau pendingin ruangan.

Tabel 4. Hasil pengujian waktu delay pengiriman data ke aplikasi Blynk Legacy

| Tahap | Jenis Kamera | Kondisi | Delay Rata-rata | Durasi waktu pengujian |
|-------|-----------------|--|-----------------|------------------------|
| 1 | Kamera Otomatis | 1. Pir mendeteksi subjek selama 2 jam | 713 ms | Dua jam tahap pertama |
| | Kamera Manual 1 | Siaran langsung selama 2 jam Pengenalan wajah selama 2 jam Motor servo digerak-gerakkan setiap 10 menit sekali dalam waktu 2 jam | 716 ms | |
| | Kamera Manual 2 | Siaran langsung selama 2 jam Pengenalan wajah selama 2 jam Motor servo digerak-gerakkan setiap 10 menit sekali dalam waktu 2 jam | 260 ms | |
| 2 | Kamera Otomatis | Pir mendeteksi subjek selama 4 jam | 250 ms | Dua jam tahap ke dua |
| | Kamera Manual 1 | Siaran langsung selama 4 jam Pengenalan wajah selama 4 jam Motor servo digerak-gerakkan setiap 10 menit sekali selama 2 jam | 204 ms | |
| | Kamera Manual 2 | Siaran langsung selama 4 jam Pengenalan wajah selama 4 jam Motor servo digerak-gerakkan setiap 10 menit sekali selama 2 jam | 519 ms | |
| 3 | Kamera Otomatis | Pir mendeteksi subjek selama 6 jam | 254 ms | Dua jam tahap ke tiga |
| | Kamera Manual 1 | Siaran langsung selama 6 jam Pengenalan wajah selama 6 jam Motor servo digerak-gerakkan setiap 30 menit sekali selama 2 jam | 252 ms | |
| | Kamera Manual 2 | Siaran langsung selama 6 jam Pengenalan wajah selama 6 jam Motor servo digerak-gerakkan setiap 30 menit sekali selama 2 jam | 397 ms | |
| 4 | Kamera Otomatis | Pir mendeteksi subjek selama 8 jam | 206 ms | Dua jam terakhir |
| | Kamera Manual 1 | Siaran langsung selama 8 jam Pengenalan wajah selama 8 jam Motor servo digerak-gerakkan setiap 30 menit sekali selama 2 jam | 201 ms | |
| | Kamera Manual 2 | Siaran langsung selama 8 jam Pengenalan wajah selama 8 jam Motor servo digerak-gerakkan setiap 30 menit sekali selama 2 jam | 659 ms | |

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

Telah dibuat sebuah Sistem Kamera Pengawas dengan Pengenalan Wajah untuk Keamanan Berbasis Blynk Legacy sebagai pelengkap alat keamanan yang dapat mengenali wajah pemilik rumah atau penyusup, dapat mengikuti pergerakan penyusup di dalam rumah, dapat merekam wajah dan kejadian di dalam rumah. Rekaman yang dibuat sistem ini dapat menjadi barang bukti atas suatu kejadian pencurian atau kriminalitas di suatu tempat.

Berdasarkan hasil pengujian pengenalan wajah pada Tabel 1, baik kamera otomatis maupun kamera manual dapat mengenali atau membedakan citra wajah yang sudah didaftarkan dan belum didaftarkan. Bila kamera mengenali citra wajah maka akan terdapat tulisan Hello Subject # sedangkan bila tidak dikenal maka akan terdapat tulisan Intruder Alert !. Berdasarkan hasil pengujian jarak pengenalan citra wajah kamera otomatis pada Tabel 2, dapat diketahui bahwa kamera dapat mengenali citra wajah paling jauh pada jarak dua meter pada saat siang hari kondisi terang. Pada saat malam hari dengan kondisi lampu redup kamera hanya dapat mengenali citra wajah yang terdaftar paling jauh pada jarak setengah meter. Dari hasil pengujian jarak pengenalan citra wajah kamera manual 1 dan 2 pada Tabel 3, dapat diketahui bahwa kamera dapat mengenali citra wajah paling jauh pada jarak dua meter pada saat kondisi terang. Pada saat malam hari dengan kondisi lampu menyala di dalam ruangan kamera hanya dapat mengenali citra wajah yang terdaftar paling jauh pada jarak satu meter. Pada pengukuran waktu delay Tabel 4 pengiriman hasil foto dari kamera otomatis, kamera manual satu dan dua ke aplikasi Blynk Legacy dapat diketahui bahwa delay berada pada range di 201 ms sampai 716 ms selama 8 jam tanpa henti. Waktu delay ini termasuk baik untuk pengguna aplikasi untuk mengamati kejadian di tempat sistem kamera berada apabila ada penyusup.

Saran

Sistem kamera ini dapat dikembangkan lebih jauh dengan pengenalan citra wajah yang dapat mendeteksi citra wajah apabila berada di sisi kiri dan kanan kamera. Sistem pengenalan wajah juga perlu dikembangkan apabila cahaya tidak cukup terang supaya tetap dapat mengenali citra wajah.

Daftar Pustaka

- [1] BS. Wardhana, "Kompleksitas Tugas Kepolisian pada Masa Pandemi Covid-19," *Jurnal Ilmu Kepolisian*, vol. 14, no. 2, h. 80 - 88, 2020.
- [2] J. Aperdanaste¹, A. Hasanah A, AYM. Siregar, "Pengaruh Pembatasan Sosial dan Variabel Ekonomi Terhadap Prevalensi Pandemi Covid-19 di Provinsi Jawa Barat (Dalam Perspektif Kriminologi Dan Viktimologi)," *Jurnal Ekonomi Kesehatan Indonesia*, vol. 6, no. 2, h. 95 - 110, 2021.
- [3] N. Atikah N. and dkk, "Sistem Image Capturing Menggunakan ESP32-Cam Untuk Memonitoring Objek Melalui Telegram," *Jurnal Ilmiah Manajemen Informatika dan Komputer (KOPERTIP)*, vol. 6, no. 2, h. 49 - 53, 2022.
- [4] APM. Susilo, D. Darlis, DA. Nurmantris, "Pengenalan Wajah Berbasis Esp32-Cam Untuk Sistem Kunci Sepeda Motor," *Jurnal Elektro dan Telekomunikasi Terapan*, vol. 8, no. 2, h. 1091 - 1103, 2021.

- [5] A. Indraprasti, Windarto, "Aplikasi Kontrol Keamanan Ruang Menggunakan Mikrokontroler Atmega328, Sensor Pir Dan Webcam Berbasis Android Pada Roofkop Café," *Sistem Komputer dan Teknik Informatika (SKANIKA)*, vol. 1, no. 3, h. 1086 – 1092, 2018.
- [6] A. Ramschi A. J. Makal, R. Katuuk, V. Ponggawa, "Peran Strategis IPTEK dan Bisnis sebagai Modal Investasi Pembangunan Nasional Pasca Pandemi Covid-19: Pemanfaatan ESP32 Pada Sistem Keamanan Rumah Tinggal Berbasis IoT," in *Industrial Research Workshop and National Seminar (IRWNS)*. Bandung Indonesia 2021.
- [7] E. Wibisono, RP. Astutik, YA. Surya, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Melalui Pengenalan Wajah Menggunakan Metode LBP (Local Binary Pattern) Berbasis Raspberry Pi dan Telegram," *Jurnal Power Elektronik (POLEKTRO)*, vol. 11, no. 1, h. 21 – 25, 2022.
- [8] Handsontec, *ESP32-CAM WiFi + Bluetooth + Camera Module, Datasheet* [Online], <https://www.handsontec.com/dataspecs/module/ESP32-CAM.pdf>, diakses tanggal 20 Maret 2022.
- [9] A. Satriadi, Wahyudi dan Christiyono, "Perancangan Home Automation Berbasis NodeMCU," *Transient*, vol. 8, no. 1, h. 64 – 71, Maret 2019.
- [10] A. M. Alfazri, Awaliyah Tjut, and Negara Teguh Puja, "Prototipe Sistem Pintu Otomatis Keamanan Ruangan Menggunakan Sensor Pir Dan Sensor Limit Switich Berbasis Mikrokontroler," *Jurnal PROSISKO*, vol. 7, no. 1, pp. 1–16, Dec. 2017.
- [11] N. M. Raharja, M. A. Fathansyah, and A. N. N. Chamim, "Vehicle Parking Security System with Face Recognition Detection Based on Eigenface Algorithm," *Journal of Robotics and Control (JRC)*, vol. 3, no. 1, h. 78 – 85, Jan 2022.
- [12] M. R. Muliawan, B. Irawan, dan Y. Brianorman, "Implementasi Pengenalan Wajah dengan Metode Eigenface pada Sistem Absensi," *Jurnal Coding*, vol. 03, no. 1, pp 41-50, 2015.
- [13] Alfaizun, Mahyuddin, dan Sanusi, "Sistem Pengenalan Citra Wajah Menggunakan Metode Eigenface dengan Visual Studio," *Jurnal Teknologi Informasi*, vol. 1, no. 1, pp1-8, Mei 2022.
- [14] D. I. Bramantio, E. Susanto, R. Nugraha, "Perancangan dan Implementasi Keamanan Pintu Berbasis Pengenalan Wajah dengan Metode Eigenface," *e-Proceeding of engineering*, vol. 3, no. 1, pp 79, April 2016.
- [15] A. Jamhari, F. M. Wibowo, dan W. A. Saputra, "Perancangan Sistem Pengenalan Wajah Secara Real Time pada CCTV dengan Metode Eigenface," *Journal of Informatics, Information System, Software Engineering and Applications*, vol. 2, no. 2, pp 20-32, May 2020.

This Page Intentionally Left Blank