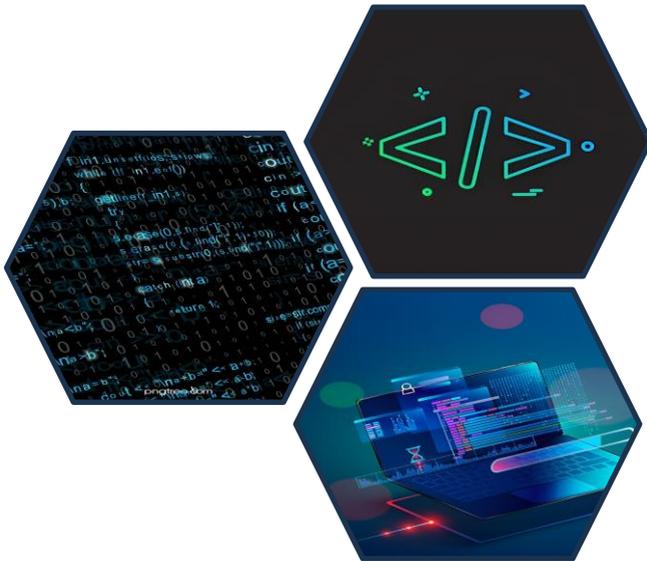


SISTEM KENDALI KEAMANAN PINTU BERBASIS ESP32-CAM DENGAN NOTIFIKASI TELEGRAM

Internet of Things



Asri Widya Agustina
Sahat Parulian Sitorus, S.T., M.Kom
Rahmadani Pane, S.Kom., M.Kom
Ali Akbar Ritonga, S.T., M.Kom

Sistem Kendali Keamanan Pintu Berbasis ESP32-CAM dengan Notifikasi Telegram Internet of Things

UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

Sistem Kendali Keamanan Pintu Berbasis ESP32-CAM dengan Notifikasi Telegram Internet of Things

Asri Widya Agustina

Sahat Parulian Sitorus, S.T., M.Kom

Rahmadani Pane, S.Kom., M.Kom

Ali Akbar Ritonga, S.T., M.Kom



**SISTEM KENDALI KEAMANAN PINTU PAGAR BERBASIS ESP32-CAM
DENGAN NOTIFIKASI TELEGRAM
INTERNET OF THINGS**

**ASRI WIDYA AGUSTINA
SAHAT PARULIAN SITORUS, S.T., M.Kom
RAHMADANI PANE, S.Kom., M.Kom
ALI AKBAR RITONGA, S.T., M.Kom**

Editor :
Sahat Parulian Sitorus

Desain Cover :
Nurhasanah

Sumber :
<https://isbn.indi.my.id/products/sistem-kendali-keamanan-pintu-berbasis-esp32-cam-dengan-notifikasi-internet-of-things/>

Tata Letak :
Ida Roayani Sitorus

Proofreader :
Sahat Parulian Sitorus

Ukuran :
Jml hal judul 110, Jml hal isi naskah 100, Uk: 14x20 cm

ISBN :
978-623-10-8399-9

Cetakan Pertama :
19 Maret 2025

Hak Cipta 2025, Pada Penulis

Isi diluar tanggung jawab percetakan

Copyright © 2025 by PT.JNDI
All Right Reserved

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau
memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PENERBIT PT. JASA NIAGA DIGITAL INDONESIA
Jl. H. Maulana Link. VI. Labuhan Ruku, Talawi, Batu Bara, Sumatera Utara 21254
Telp/Wa : 082361274081
<https://isbn.jndi.my.id>
E-mail: office@jndi.my.id

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat Rahmat dan karunia-Nya, buku ini dapat terselesaikan dengan baik. Buku ini berjudul “Sistem Kendali Keamanan Pintu Pagar Berbasis Kamera ESP32-CAM dengan notifikasi Telegram” hadir sebagai Upaya untuk memberikan Solusi inovatif dalam meningkatkan keamanan rumah melalui teknologi terkini.

Setiap bab dalam buku ini dirancang untuk membahas berbagai aspek dari sistem pengenalan komponen, cara kerja sistem, hingga prosedur instalasi dan pengujian. Kami berharap buku ini tidak hanya menjadi referensi bagi para peneliti dan praktisi di bidang teknologi informasi tetapi juga bermanfaat bagi Masyarakat umum yang ingin meningkatkan keamanan rumah mereka.

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dalam proses penulisan buku ini, termasuk rekan rekan peneliti dan keluarga. Semoga buku ini dapat memberikan wawasan baru dan mendorong pembaca untuk memanfaatkan teknologi dalam menciptakan lingkungan yang lebih aman

Rantauprapat, 19 Maret 2025

Asri Widya Agustina

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Pengantar	1
1.2 Internet of Things	1
1.3 Penggunaan teknologi.....	3
1.4 Manfaat sistem kendali berbasis IoT	6
BAB II Komponen dan Alat yang digunakan	
2.1 Daftar Komponen utama	10
2.2 Spesifikasi dan Fungsi Komponen	13
2.3 Alat Pendukung	21
BAB III PERSIAPAN SOFTWARE DAN HARDWARE	
3.1 Cara memilih komponen yang tepat.....	24
3.2 Flowchart Mekanisme Kerja Sistem.....	26
3.3 Instalasi Arduino IDE.....	28
3.4 Instalasi Library Manager.....	33
BAB IV KONFIGURASI SISTEM TAMBAHAN	

4.1 Konfigurasi ESP32 pada Arduino ide	35
4.2 Penambahan Board NodeMCU V3 di Arduino IDE	39
4.3 Pengaturan bot Telegram.....	41
BAB V PEMROGRAMAN SISTEM	
5.1 Kode dasar ESP32-CAM.....	44
5.2 Program testing antara ESP32-CAM dengan Web Server. .	46
5.3 Skematik Rangkaian Proyek.....	50
BAB VI PENGUJIAN SISTEM	
6.1 Integrasi Telegram dan ESP32-CAM.....	53
6.2 Koneksi Telegram dengan ESP32-CAM.....	62
6.3 Source Code Pengenalan wajah Otomatis	67
6.4 Proses Jalannya Alat.....	71
6.5 Uji Coba Proyek	72
BAB VII PENGAMANAN DAN PENINGKATAN PERFORMA SISTEM	
7.1 Enskripsi dan Proteksi Data dalam komunikasi	73
7.2 Risiko Keamanan pada Sistem Kendali Keamanan	75
7.3 Efisiensi Konsumsi daya	78
7.4 Alternatif Hardware untuk performa lebih baik	80

BAB VIII PENUTUP

8.1 Ringkasan Hasil Proyek.....	84
8.2 Evaluasi kelebihan dan kekurangan sistem	85
8.3 pengembangan ke depan.....	87
8.4 Potensi Implementasi dalam skala besar	89
DAFTAR PUSTAKA.....	91
TENTANG PENULIS.....	97

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Pengantar

Keamanan rumah adalah salah satu aspek terpenting dalam kehidupan sehari-hari. Dengan banyaknya angka kejahatan terutama pencurian, kebutuhan akan sistem keamanan yang efektif semakin mendesak. Menurut data terbaru, banyak rumah yang menjadi target pencurian karena kurangnya pengawasan dan sistem keamanan yang memadai. Oleh karena itu, pengembangan sistem keamanan yang dapat memberikan notifikasi secara real-time kepada pemilik rumah menjadi solusi yang sangat diperlukan.

Sistem kendali keamanan pintu pagar berbasis kamera ESP32-CAM dengan notifikasi Telegram menawarkan pendekatan inovatif dalam meningkatkan keamanan rumah. Dengan memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT), sistem ini tidak hanya dapat mendeteksi gerakan tetapi juga memberikan informasi visual kepada pemilik rumah melalui gambar yang diambil oleh kamera. Notifikasi yang dikirimkan melalui aplikasi Telegram memungkinkan pengguna untuk mengawasi keadaan rumah mereka dari jarak jauh, sehingga meningkatkan rasa aman dan nyaman.

1.2 Internet of Things

Internet of Things (IoT) adalah konsep di mana berbagai perangkat fisik dapat saling terhubung melalui internet, memungkinkan mereka untuk berbagi data dan berinteraksi satu sama lain secara otomatis. Perangkat ini mencakup segala

sesuatu, mulai dari smartphone, kamera CCTV, lampu pintar, hingga mesin di pabrik.

Komponen Utama IoT:

1. Perangkat IoT ialah Perangkat pintar yang dilengkapi dengan sensor, aktuator, atau alat lain untuk mengumpulkan data atau melakukan tugas tertentu. Contohnya adalah smartwatch atau termostat pintar.
2. Koneksi dalam IoT mengandalkan konektivitas, seperti Wi-Fi, Bluetooth, 5G, atau jaringan lainnya, untuk menghubungkan perangkat ke internet.
3. Platform IoT. Data yang dikumpulkan perangkat IoT dikirim ke platform yang digunakan untuk menyimpan, menganalisis, dan mengambil tindakan berdasarkan data tersebut.
4. Data dan Analitik IoT menghasilkan data dalam jumlah besar, yang dapat diolah untuk memberikan wawasan baru atau menjalankan tindakan otomatis (Bangun1 et al., 2020).

Contoh Penerapan IoT:

1. Rumah Pintar: Lampu, kunci pintu, dan AC yang bisa dikendalikan melalui smartphone.
2. Kesehatan: Wearable devices seperti smartwatch yang memonitor detak jantung atau aktivitas fisik.
3. Industri: Mesin di pabrik yang saling terhubung untuk meningkatkan efisiensi produksi.
4. Kota Pintar dalam Lampu jalan yang otomatis menyala saat gelap atau tempat parkir yang memberi tahu ketersediaan melalui aplikasi.

Kelebihan IoT:

1. Meningkatkan efisiensi dan produktivitas.
2. Memberikan kenyamanan dan kemudahan.
3. Memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih cepat dan berdasarkan data.

Tantangan IoT:

1. Keamanan: Risiko perangkat diretas.
2. Privasi: Data pengguna harus dikelola dengan bijak.
3. Kompleksitas: Banyak perangkat memerlukan pengaturan dan kompatibilitas yang baik.
4. IoT sedang berkembang pesat dan menjadi bagian dari kehidupan sehari-hari, membuka peluang baru di berbagai bidang, mulai dari bisnis hingga kehidupan pribadi.

1.3 Penggunaan teknologi

Penggunaan teknologi mengacu pada cara manusia memanfaatkan berbagai alat, sistem, metode, dan pengetahuan untuk memecahkan masalah, meningkatkan efisiensi kerja, dan menciptakan kenyamanan serta kemudahan dalam kehidupan sehari-hari. Teknologi hadir sebagai hasil dari perkembangan ilmu pengetahuan yang terus berkembang untuk memenuhi kebutuhan manusia yang semakin kompleks. Dalam penggunaannya, teknologi tidak hanya terbatas pada alat sederhana seperti roda yang menjadi salah satu penemuan penting dalam sejarah peradaban manusia, tetapi juga mencakup sistem canggih yang saat ini menjadi tulang punggung dunia modern, seperti kecerdasan buatan (AI), blockchain, serta Internet of Things (IoT)(Wijaya Setiady & Amanda Ginting, 2023).

Kemajuan teknologi telah membawa perubahan besar dalam berbagai aspek kehidupan, mulai dari cara manusia berkomunikasi, bekerja, belajar, hingga bagaimana mereka mengelola sumber daya alam dan lingkungan. Teknologi sederhana yang ditemukan di masa lalu, seperti alat-alat pertanian, telah berevolusi menjadi mesin-mesin otomatis yang mampu meningkatkan produktivitas secara signifikan. Di sisi lain, teknologi modern seperti AI dan blockchain kini membuka peluang baru dalam bidang yang lebih kompleks, seperti otomatisasi, keamanan digital, dan analisis data berskala besar. Dengan kata lain, teknologi merupakan bagian integral dari kehidupan manusia yang terus berkembang untuk menjawab tantangan zaman, sekaligus menciptakan peluang untuk masa depan yang lebih baik.

Penggunaan Teknologi di Berbagai Bidang:

1. Keseharian
 - a) Gadget Pribadi: Smartphone, tablet, dan smartwatch membantu komunikasi, hiburan, dan manajemen waktu.
 - b) Rumah Pintar: Teknologi seperti lampu otomatis, asisten virtual (seperti Alexa atau Google Assistant), dan perangkat keamanan meningkatkan kenyamanan dan keamanan rumah.

2. Edukasi
 - a) E-learning: Platform seperti Google Classroom atau Zoom memungkinkan pembelajaran jarak jauh.
 - b) Alat Pembelajaran Digital: Smartboards dan aplikasi pendidikan membantu siswa belajar secara interaktif.

3. Kesehatan
 - a) Peralatan Medis: MRI, CT Scan, atau teknologi robotik dalam operasi.
 - b) Telemedicine: Konsultasi dokter secara daring.
 - c) Wearables: Alat seperti Fitbit memonitor kesehatan secara real-time.

4. Bisnis
 - a) Otomasi: Robot dan AI meningkatkan produktivitas di pabrik.
 - b) Digital Marketing: Teknologi seperti SEO, media sosial, dan iklan online membantu bisnis menjangkau konsumen.
 - c) E-commerce: Toko online memudahkan transaksi kapan saja dan di mana saja.

5. Transportasi
 - a) Kendaraan Otonom: Mobil tanpa pengemudi yang didukung oleh AI.
 - b) Aplikasi Navigasi: GPS seperti Google Maps memberikan informasi rute dan kondisi lalu lintas secara real-time.
 - c) Ride-Sharing: Teknologi memungkinkan layanan transportasi seperti Grab atau Gojek.

6. Keamanan
 - a) Sistem Pengawasan: CCTV pintar dengan kemampuan pengenalan wajah.
 - b) Keamanan Siber: Enkripsi dan firewall melindungi data dari ancaman dunia maya.

7. Lingkungan dan Energi

- a) Energi Terbarukan: Teknologi panel surya atau turbin angin membantu pengurangan emisi karbon.
- b) Pemantauan Lingkungan: Sensor IoT untuk memonitor kualitas udara atau air.

Manfaat Utama Penggunaan Teknologi:

- a) Efisiensi: Menghemat waktu dan tenaga.
- b) Kemudahan: Mempermudah akses informasi dan komunikasi.
- c) Inovasi: Membuka peluang baru untuk menciptakan solusi yang lebih baik.

Tantangan dalam Penggunaan Teknologi:

- a) Ketergantungan: Terlalu bergantung pada teknologi dapat mengurangi keterampilan manual.
- b) Keamanan: Risiko privasi dan ancaman siber.
- c) Kesenjangan Digital: Tidak semua orang memiliki akses yang setara terhadap teknologi.

Secara keseluruhan, teknologi adalah alat yang sangat bermanfaat jika digunakan dengan bijak, menciptakan peluang untuk hidup lebih baik dan produktif (Purnama et al., 2020).

1.4 Manfaat sistem kendali berbasis IoT

Sistem kendali berbasis IoT (Internet of Things) menawarkan banyak manfaat, terutama karena kemampuannya untuk menghubungkan perangkat fisik dan mengelola data secara otomatis melalui internet. Berikut beberapa manfaat utama dari sistem ini:

1. Efisiensi Operasional

IoT memungkinkan pengendalian perangkat secara otomatis berdasarkan data real-time, sehingga proses kerja menjadi lebih efisien. Misalnya, dalam sistem manufaktur, IoT dapat mengoptimalkan penggunaan mesin, mendeteksi kerusakan lebih awal, dan meminimalkan waktu henti (downtime).

1. Pemantauan Jarak Jauh

Sistem kendali berbasis IoT memungkinkan pengawasan dan pengendalian perangkat dari mana saja menggunakan aplikasi atau dashboard berbasis cloud. Contohnya, pengelolaan rumah pintar (smart home) memungkinkan pengguna mengontrol pencahayaan, suhu ruangan, atau perangkat elektronik hanya melalui smartphone, meskipun berada jauh dari rumah.

2. Hemat Energi dan Biaya

IoT dapat digunakan untuk mengelola konsumsi energi dengan cerdas. Misalnya, sistem IoT pada gedung perkantoran dapat mengatur penggunaan listrik, seperti mematikan lampu atau pendingin ruangan di ruangan yang tidak digunakan. Hal ini membantu mengurangi pemborosan energi dan menekan biaya operasional (Faisal, 2021).

3. Analisis Data yang Lebih Baik

IoT mengumpulkan data dari berbagai perangkat yang terhubung. Data ini dapat dianalisis untuk memahami pola penggunaan, mendeteksi anomali, dan membuat prediksi, seperti memprediksi kebutuhan perawatan mesin di industri atau mendeteksi potensi kegagalan perangkat sebelum terjadi.

4. **Meningkatkan Keamanan**
Sistem kendali berbasis IoT memungkinkan pemantauan keamanan yang lebih canggih, seperti kamera CCTV pintar dengan fitur pengenalan wajah atau sistem alarm otomatis yang terintegrasi dengan sensor gerak. Ini membantu mencegah ancaman dan meningkatkan respons terhadap insiden.

5. **Automasi dan Kemudahan**
IoT memungkinkan automasi dalam berbagai aspek, seperti sistem irigasi pintar yang hanya mengairi tanaman saat kelembapan tanah rendah, atau lampu jalan yang menyala otomatis berdasarkan intensitas cahaya. Automasi ini mempermudah pekerjaan manusia dan mengurangi kebutuhan intervensi manual.

6. **Fleksibilitas dan Skalabilitas**
Sistem berbasis IoT mudah diperluas atau disesuaikan sesuai kebutuhan. Pengguna dapat menambahkan perangkat baru ke sistem tanpa perlu mendesain ulang seluruh infrastruktur, menjadikannya pilihan yang sangat fleksibel untuk berbagai skala penggunaan, baik di rumah, bisnis, maupun industri besar.

7. **Meningkatkan Pengalaman Pengguna**
Dalam aplikasi konsumen, seperti wearable devices atau smart gadgets, IoT memberikan pengalaman pengguna yang lebih personal dan responsif. Misalnya, smartwatch dapat memberikan rekomendasi kesehatan berdasarkan pola aktivitas harian pemakainya.

8. Mendukung Inovasi dan Transformasi Digital

Dengan memanfaatkan teknologi IoT, perusahaan dapat menciptakan model bisnis baru, seperti layanan berbasis data, dan mempermudah transformasi digital di berbagai sektor.

Dengan semua manfaat ini, sistem kendali berbasis IoT menjadi salah satu pilar penting dalam mewujudkan kehidupan yang lebih cerdas, hemat, dan terintegrasi.

BAB II

KOMPONEN DAN ALAT YANG DIGUNAKAN

2.1 Daftar Komponen utama

Komponen utama yang akan digunakan untuk membangun sistem ini adalah:

a) ESP32-CAM

Modul ini memiliki ukuran yang relatif kecil dan sering digunakan dalam proyek-proyek elektronik untuk memfasilitasi konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth. Ia memiliki port untuk menghubungkan kamera serta input/output digital yang memungkinkan interaksi dengan perangkat lain.

b) Adaptor ESP32-CAM

Adaptor ini biasanya digunakan untuk menyambungkan ESP32-CAM ke komputer untuk pemrograman. Bentuknya sederhana dengan port USB di satu ujung dan konektor untuk ESP32-CAM di ujung lainnya (Ipanhar et al., 2022). Ini memudahkan pengisian daya dan pemrograman tanpa menggunakan kabel tambahan.

c) Solenoid Door Lock.

Komponen ini berbentuk silinder kecil yang terbuat dari logam. Biasanya digunakan dalam proyek-proyek keamanan elektronik, solenoid door lock dapat terkunci atau terbuka dengan memberikan sinyal elektrik. Ia memanfaatkan medan magnet untuk mengontrol mekanisme buka/tutup pintu.

d) Breadboard 400.

Breadboard 400 memiliki ukuran yang kompak dan dilengkapi dengan banyak titik sambungan untuk memudahkan perakitan rangkaian elektronik sementara. Ia tidak memerlukan soldering untuk menyambungkan kabel atau komponen, menjadikannya ideal untuk pengujian dan pemrograman awal.

e) Relay Module 1-Channel

Modul relay ini dirancang dengan memisahkan bagian input dan output untuk memudahkan integrasi dengan perangkat mikrokontroler seperti ESP32-CAM. Memiliki satu saluran untuk mengontrol daya listrik yang lebih besar, sehingga dapat mengaktifkan perangkat seperti motor atau solenoid door lock.

f) Buzzer

Buzzer ini berfungsi untuk menghasilkan suara ketika sebuah peringatan atau status tertentu terjadi dalam sistem. Ukurannya kecil dan dapat menghasilkan suatu nada yang berbeda, memungkinkannya untuk digunakan dalam berbagai proyek elektronik untuk memberi tahu pengguna atau sebagai indikator.

g) LED RGB.

LED RGB adalah satu dioda yang mampu menghasilkan kombinasi warna merah, hijau, dan biru. Ia sering digunakan sebagai indikator visual untuk menunjukkan status atau kondisi sistem. LED ini fleksibel dalam penggunaannya karena kemampuannya untuk memproduksi berbagai warna.

h) Resistor

Resistor adalah komponen pasif yang digunakan untuk membatasi aliran arus dalam rangkaian elektronik. Bentuknya sederhana, biasanya berbentuk silinder kecil dengan dua kaki. Meskipun tanpa fitur khusus, resistor memainkan peran penting dalam melindungi komponen lain dari arus berlebih.

i) Kabel Micro USB.

Kabel ini sering digunakan untuk menghubungkan perangkat elektronik dengan port USB ke komputer atau sumber daya listrik. Ukurannya kecil dan fleksibel, memungkinkan koneksi yang stabil antara ESP32-CAM dan komputer untuk pemrograman atau pengisian daya.

j) Kabel Konektor (Jumper Cable)

Kabel konektor ini terdiri dari dua ujung yang dilengkapi dengan konektor. Mereka digunakan untuk membuat sambungan sementara antara titik-titik di breadboard atau menghubungkan modul-modul tanpa memerlukan soldering. Jumper cable sangat berguna untuk menghubungkan ESP32-CAM dengan berbagai komponen dalam sistem.

2.2 Spesifikasi dan Fungsi Komponen



gambar 2.1 ESP32-CAM

a) ESP32-CAM

Mikroprosesor dengan Wi-Fi dan Bluetooth bawaan yang mendukung kamera OV2640 berfungsi sebagai pengendali utama untuk berbagai aplikasi. Dilengkapi dengan

kemampuan untuk menangkap gambar berkualitas tinggi melalui kamera OV2640, mikroprosesor ini memungkinkan pengumpulan data visual yang detail dan akurat. Selain itu, dengan adanya dukungan Wi-Fi dan Bluetooth, mikroprosesor ini dapat dengan mudah terhubung ke berbagai perangkat lain dan jaringan nirkabel, memungkinkan komunikasi yang efisien dan pengendalian jarak jauh (Atmaja et al., 2024). Mikroprosesor ini juga mampu mengirimkan notifikasi melalui internet, memberikan kemampuan untuk memperingatkan pengguna tentang berbagai kejadian atau status perangkat secara langsung, menjadikannya pilihan yang ideal untuk aplikasi seperti smart home, pengawasan keamanan, atau sistem otomatisasi industri. Fungsionalitas ini memungkinkan mikroprosesor untuk berfungsi sebagai pusat kendali utama yang menangkap gambar, mengontrol perangkat lain, serta mengirimkan informasi penting ke perangkat pengguna dengan cepat dan tepat.

b) Adaptor ESP32-CAM

Board kecil yang mempermudah koneksi ESP32-CAM ke komputer melalui konektor micro USB

dirancang untuk mempermudah pemrograman perangkat ini. Dengan menggunakan konektor micro USB, board ini menyediakan cara yang sederhana dan stabil untuk menghubungkan ESP32-CAM ke komputer, memungkinkan transfer data dan pengisian daya yang lancar.

Selain itu, board ini juga berfungsi sebagai alat pemrograman, memberikan akses langsung ke port UART untuk memuat dan mengunggah kode, serta memungkinkan debug secara real-time. Keuntungan dari desain ini adalah kemampuan untuk melakukan pemrograman perangkat secara efisien tanpa perlu penggunaan adaptor atau kabel tambahan. Dengan menyediakan koneksi daya yang stabil dan kemampuan untuk memuat dan menjalankan kode secara cepat, board kecil ini sangat cocok digunakan dalam proyek-proyek berbasis ESP32-CAM, termasuk pengembangan aplikasi smart home, sistem pengawasan kamera, atau proyek IoT lainnya yang memerlukan fitur-fitur komunikasi nirkabel dan pemrosesan data berbasis gambar(Jardian & Owen, 2024).

c) Solenoid Door Lock



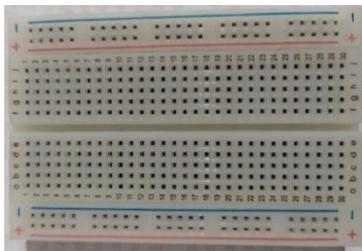
gambar 2.2 Solenoid door lock

Mekanisme kunci berbasis solenoid yang bekerja pada tegangan DC tertentu, biasanya 12V, dirancang untuk menyediakan kontrol mekanis pada pintu pagar. Solenoid ini menggunakan arus listrik DC untuk menghasilkan medan

magnet yang memungkinkan kunci untuk terkunci atau terbuka. Ketika perintah diberikan dari relay, solenoid akan menerima sinyal untuk membuka atau mengunci pintu pagar, memberikan keamanan tambahan dengan cara yang praktis dan otomatis.

Keunggulan dari solenoid berbasis tegangan DC adalah kemampuannya untuk bekerja dengan efisiensi dan daya tahan yang baik pada tegangan yang umum digunakan, seperti 12V. Penggunaan solenoid ini memungkinkan pengoperasian yang mudah dan dapat diandalkan dalam sistem keamanan berbasis otomatisasi, seperti akses kontrol pada rumah, kantor, atau fasilitas komersial, di mana keamanan dan kenyamanan pengendalian pintu sangat penting

d) Breadboard 400



gambar 2.3 BreadBoard

Breadboard kecil dengan 400 titik koneksi adalah alat yang sangat berguna dalam merakit rangkaian elektronik sementara tanpa memerlukan soldering (Sistem & Tgd, 2022). Dengan desainnya yang praktis,

breadboard ini memungkinkan pengguna untuk menyusun dan menguji komponen-komponen seperti resistor, kapasitor, transistor, dan IC secara sementara dan modular.

Setiap titik koneksi pada breadboard kecil ini terhubung secara horizontal dan vertikal, memudahkan penyusunan kabel jumper untuk membangun rangkaian tanpa memerlukan peralatan soldering atau membuang-buang

waktu dalam menyolder komponen satu per satu. Hal ini membuat breadboard kecil ini ideal digunakan dalam proyek-proyek eksperimen, pengembangan prototipe, atau pembelajaran elektronik, di mana fleksibilitas dan kemampuan untuk mengubah dan menyesuaikan rangkaian dengan cepat sangat penting. Dengan 400 titik koneksi, breadboard ini memberikan ruang yang cukup luas untuk merakit berbagai jenis rangkaian dan memungkinkan pengujian desain secara langsung sebelum dipindahkan ke papan solder permanen.

e) Modul relay 1 ch



gambar 2.4 Modul relay 1 channel

Modul relay yang mampu menangani beban daya hingga 10A dirancang untuk memberikan kontrol yang andal terhadap perangkat listrik, seperti solenoid door

lock. Dengan kapasitas arus yang besar, modul ini dapat menghubungkan atau memutus aliran listrik dengan aman dan efisien, sehingga memungkinkan pengoperasian perangkat secara otomatis berdasarkan sinyal kontrol (Yusuf et al., 2024). Dalam aplikasi seperti sistem akses pintu, relay ini berfungsi sebagai penghubung utama antara pengontrol

elektronik dan solenoid, memastikan arus listrik hanya mengalir saat diperlukan untuk membuka atau mengunci pintu.

Dengan kemampuan untuk menangani beban hingga 10A, modul ini tidak hanya cocok untuk solenoid door lock, tetapi juga untuk berbagai perangkat listrik lainnya yang membutuhkan kontrol yang presisi dan dapat diandalkan, menjadikannya komponen penting dalam sistem otomatisasi rumah atau proyek berbasis IoT.

f) Buzzer



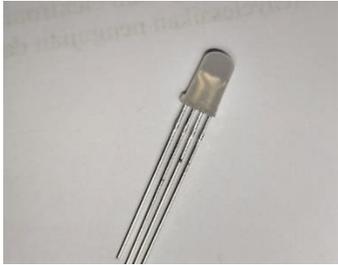
gambar 2.5 Buzzer

Buzzer aktif yang dapat bekerja pada tegangan 3.3V–5V dirancang untuk memberikan peringatan suara yang efektif dan mudah diintegrasikan ke dalam berbagai sistem elektronik.

Dengan rentang tegangan operasional yang fleksibel, buzzer ini kompatibel dengan banyak jenis mikrokontroler dan rangkaian elektronik standar, membuatnya ideal untuk aplikasi yang membutuhkan notifikasi audio. Buzzer aktif ini dapat menghasilkan bunyi tanpa memerlukan sirkuit tambahan untuk mengontrol frekuensinya, sehingga mempermudah penggunaannya dalam berbagai proyek. Fungsi utamanya adalah memberikan peringatan suara untuk menandai notifikasi atau status tertentu, seperti alarm, indikasi kesalahan, atau konfirmasi operasi berhasil. Keunggulan ini menjadikan buzzer aktif sebagai pilihan populer dalam sistem keamanan, perangkat IoT, aplikasi smart home, dan berbagai

proyek elektronik lainnya, di mana notifikasi suara diperlukan untuk memberikan informasi atau respons instan kepada pengguna(Santoso et al., 2024).

g) LED RGB



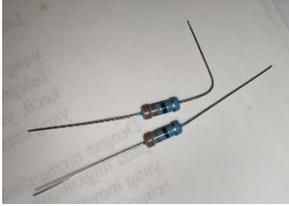
gambar 2.6 LED RGB

LED RGB yang mampu menampilkan berbagai warna berdasarkan kombinasi merah, hijau, dan biru adalah komponen serbaguna yang sering digunakan sebagai indikator visual dalam sistem elektronik. Dengan

kemampuan menghasilkan berbagai warna hanya dengan mengatur intensitas ketiga warna dasar tersebut, LED ini dapat menyampaikan informasi status secara intuitif.

Fungsinya meliputi indikasi koneksi sistem, seperti warna hijau untuk menandakan koneksi berhasil, merah untuk menunjukkan kesalahan, atau biru untuk menunjukkan deteksi aktivitas. Fleksibilitas dalam pengaturan warna memungkinkan LED RGB untuk digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk perangkat IoT, sistem keamanan, dan proyek smart home, di mana visualisasi status yang jelas dan informatif sangat dibutuhkan. Selain itu, konsumsi daya yang rendah dan kemampuan untuk diintegrasikan dengan mikrokontroler menjadikan LED RGB komponen yang andal dan efisien untuk memberikan feedback langsung kepada pengguna(Hazra et al., 2024).

h) Resistor



gambar 2.7 Resistor

Resistor adalah komponen pasif dengan nilai hambatan tertentu, biasanya dalam rentang 220Ω hingga $10k\Omega$, yang berfungsi untuk membatasi arus listrik dalam rangkaian elektronik. Dengan kemampuannya untuk mengontrol aliran arus, resistor melindungi komponen lain, seperti LED RGB, dari kerusakan akibat arus yang berlebihan. Sebagai contoh, dalam penggunaan LED RGB, resistor ditempatkan secara seri untuk memastikan bahwa arus yang mengalir ke setiap warna LED berada dalam batas aman, sehingga mencegah overheating atau kerusakan permanen.

Nilai hambatan resistor dipilih berdasarkan kebutuhan spesifik rangkaian untuk menjaga keseimbangan antara perlindungan komponen dan kinerja optimal. Resistor juga digunakan dalam berbagai aplikasi lainnya, seperti pembagi tegangan, filter sinyal, atau pengaturan waktu dalam sirkuit RC. Sebagai elemen penting dalam desain rangkaian elektronik, resistor membantu menjaga stabilitas, keandalan, dan efisiensi sistem, menjadikannya salah satu komponen dasar yang tidak tergantikan dalam berbagai proyek elektronik dan otomasi.

i) Konektor Micro USB

Kabel dengan konektor micro USB di salah satu ujungnya merupakan komponen penting dalam pengoperasian perangkat seperti adaptor ESP32-CAM. Kabel ini dirancang untuk menyediakan koneksi yang andal antara ESP32-CAM



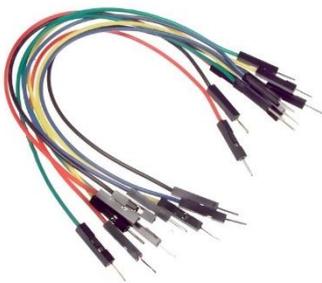
gambar 2.8 kabel micro USB

dan komputer atau sumber daya eksternal, memungkinkan pengisian daya sekaligus transfer data secara efisien. Konektor micro USB di ujungnya memastikan kompatibilitas yang luas dengan berbagai perangkat modern, sementara panjang dan fleksibilitas kabel memungkinkan penggunaan

yang praktis dalam berbagai situasi.

Dalam konteks ESP32-CAM, kabel ini digunakan untuk menghubungkan adaptor agar dapat memprogram perangkat, mengunggah kode, atau memberikan daya stabil selama operasi. Dengan kemampuan untuk menangani transfer data cepat dan pengisian daya yang konsisten, kabel ini menjadi komponen yang sangat penting dalam pengembangan proyek berbasis IoT, pengujian prototipe, dan aplikasi lainnya yang membutuhkan konektivitas USB yang handal.

j) Kabel Jumper



gambar 2.9 Kabel Jumper

Kabel jumper dengan konektor di ujungnya, baik male-to-male, female-to-female, maupun kombinasi male-to-female, dirancang untuk mempermudah penghubungan komponen elektronik tanpa memerlukan solder. Kabel ini digunakan secara luas dalam proyek

prototipe, terutama pada breadboard, untuk menghubungkan berbagai modul, sensor, atau mikrokontroler secara sementara(Efendi et al., 2022).

Dengan desain yang fleksibel dan konektor yang kompatibel dengan pin standar, kabel jumper memungkinkan perakitan rangkaian yang rapi dan mudah diubah sesuai kebutuhan eksperimen atau pengembangan. Misalnya, kabel ini dapat digunakan untuk menghubungkan modul relay ke mikrokontroler, sensor ke pin input, atau bahkan untuk membuat jalur antar titik koneksi pada breadboard.

Selain memberikan kemudahan dalam menyusun dan menguji rangkaian, kabel jumper juga memastikan koneksi yang stabil dan andal, menjadikannya alat esensial dalam pembelajaran elektronik, pengembangan sistem IoT, dan berbagai aplikasi lain yang memerlukan koneksi cepat dan fleksibel.

2.3 Alat Pendukung

a) Laptop atau PC

Laptop atau PC dengan spesifikasi minimal prosesor Intel i5 atau setara, RAM 8GB, dan penyimpanan SSD adalah perangkat utama yang sangat penting untuk mendukung pengembangan sistem elektronik. Prosesor yang cepat seperti Intel i5 atau setara memberikan kemampuan pemrosesan yang cukup untuk menangani tugas-tugas intensif, seperti pemrograman mikrokontroler, menjalankan emulator, atau software debugging. RAM 8GB memastikan perangkat dapat menjalankan beberapa aplikasi secara bersamaan tanpa mengalami lag, yang sangat membantu saat menggunakan Integrated Development Environment (IDE), seperti Arduino IDE

atau PlatformIO, sambil membuka browser atau aplikasi lain. Penyimpanan SSD meningkatkan kecepatan akses data dan booting sistem, sehingga alur kerja menjadi lebih efisien dan produktif.

Laptop ini digunakan untuk memrogram mikrokontroler seperti ESP32-CAM, di mana kode dikembangkan, diuji, dan diunggah ke perangkat melalui koneksi USB (Yudistira et al., 2025). Selain itu, perangkat ini juga digunakan untuk menjalankan perangkat lunak desain sirkuit elektronik, seperti Fritzing, KiCad, atau Altium Designer, untuk merancang rangkaian dan layout PCB. Fungsi debugging sistem elektronik juga dilakukan melalui perangkat ini, baik menggunakan monitor serial untuk memantau komunikasi data maupun alat debug eksternal. Dengan spesifikasi tersebut, laptop atau PC ini menjadi perangkat penting yang mampu mendukung semua kebutuhan dalam proses pengembangan dan implementasi sistem elektronik secara cepat dan efisien.

b) Smartphone atau tablet

Smartphone atau tablet berperan sebagai perangkat penting dalam sistem IoT dengan fungsinya yang fleksibel dan serbaguna. Perangkat ini dapat digunakan sebagai alat kontrol jarak jauh untuk mengoperasikan perangkat elektronik, seperti membuka atau mengunci pintu melalui aplikasi tertentu. Selain itu, smartphone atau tablet juga digunakan untuk menerima notifikasi dari sistem, misalnya pemberitahuan status kunci pintu, deteksi aktivitas, atau kondisi sistem lainnya melalui platform seperti Telegram.

Dengan kemampuan untuk mengakses jaringan internet dan mendukung aplikasi berbasis IoT, smartphone atau tablet memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengontrol perangkat kapan saja dan di mana saja, memberikan kemudahan dan keamanan

tambahan. Kombinasi antara antarmuka yang ramah pengguna dan notifikasi real-time membuat perangkat ini menjadi bagian integral dari sistem otomatisasi modern.

c) Router WiFi

Router dengan kecepatan minimal 300Mbps adalah perangkat penting dalam membangun infrastruktur jaringan untuk mendukung sistem berbasis IoT. Dengan kecepatan ini, router mampu menangani transmisi data yang cepat dan stabil, memastikan koneksi yang andal antara perangkat mikrokontroler, seperti ESP32-CAM, dengan jaringan Wi-Fi. Router ini dirancang untuk mendukung komunikasi antar perangkat IoT, memungkinkan transfer data secara real-time, seperti mengirimkan notifikasi dari sensor ke smartphone atau mengontrol perangkat jarak jauh melalui aplikasi (Rifaini et al., 2021).

Selain itu, router ini memiliki kemampuan untuk mengelola beberapa koneksi secara simultan, menjadikannya ideal untuk lingkungan dengan banyak perangkat IoT yang saling terhubung. Fitur keamanan bawaan pada router, seperti enkripsi WPA2, juga memberikan perlindungan terhadap akses yang tidak sah, memastikan sistem tetap aman. Dengan jangkauan sinyal yang luas dan kecepatan tinggi, router ini menjadi komponen penting dalam menciptakan ekosistem IoT yang efisien, responsif, dan mudah diakses dari berbagai perangkat pengguna.

BAB III

PERSIAPAN SOFTWARE DAN HARDWARE

3.1 Cara memilih komponen yang tepat

- a) Tentukan Kebutuhan Proyek
 1. Identifikasi tujuan utama proyek, seperti sistem IoT, kontrol otomatis, atau perangkat monitoring.
 2. Analisis fitur utama yang diperlukan, misalnya konektivitas Wi-Fi, pengendalian relay, atau deteksi aktivitas.

- b) Pilih Mikrokontroler yang Sesuai Pertimbangan
 1. Diperlukan konektivitas seperti Wi-Fi atau Bluetooth? Pilih mikrokontroler seperti ESP32-CAM.
 2. Kapasitas memori, jumlah pin I/O, dan kemampuan pemrosesan data.
 3. Rekomendasi: Gunakan ESP32 jika membutuhkan fungsi Wi-Fi dan Bluetooth bawaan untuk mendukung komunikasi IoT.

- c) Sesuaikan Daya Tahan dan Kapasitas Komponen
Pilih komponen yang mampu menangani beban yang sesuai, seperti:
 1. Modul Relay: Pastikan arus maksimalnya (misalnya 10A) cukup untuk mengontrol perangkat seperti solenoid.
 2. Pastikan spesifikasi daya, seperti tegangan kerja solenoid atau buzzer, sesuai dengan sumber daya proyek.

- d) Perhatikan Fleksibilitas dan Skalabilitas
 1. Pilih komponen yang dapat digunakan untuk pengembangan proyek lebih lanjut.

2. Gunakan breadboard untuk prototipe agar rangkaian mudah diubah sebelum membuat desain permanen.
- e) Pertimbangkan Ukuran dan Kompatibilitas Fisik
1. Pilih komponen dengan ukuran yang sesuai untuk ruang proyek, terutama jika sistem akan ditempatkan di area kecil.
 2. Pastikan konektor kompatibel, seperti kabel jumper male-to-male, female-to-female, atau kombinasi.
- f) Pilih Komponen Berkualitas Tinggi
1. Gunakan komponen dari produsen terpercaya untuk memastikan keandalan dan durabilitas.
 2. Hindari komponen murah tanpa spesifikasi jelas yang dapat merusak sistem.
- g) Evaluasi Kebutuhan Daya
1. Tentukan kebutuhan daya dari setiap komponen, dan pastikan sumber daya seperti adaptor atau power supply mampu menyuplai arus yang cukup tanpa overloading.
- h) Perhatikan Kemudahan Penggunaan
1. Pilih modul atau komponen yang sudah memiliki dokumentasi dan dukungan luas, seperti Arduino IDE untuk pemrograman mikrokontroler.
 2. Komponen seperti buzzer aktif atau modul relay pre-built lebih mudah digunakan daripada merakit dari nol.
- i) Uji Kompatibilitas Antar Komponen
- Pastikan komponen dapat berfungsi bersama, misalnya:
1. Router mendukung frekuensi Wi-Fi yang sesuai dengan ESP32-CAM.

2. Tegangan output dari modul relay sesuai dengan spesifikasi solenoid.
- j) Sesuaikan dengan Anggaran
1. Tentukan prioritas fitur dan pilih komponen dengan harga yang sesuai tanpa mengorbankan kualitas.
 2. Bandingkan beberapa pilihan untuk menemukan komponen yang terbaik untuk proyek.

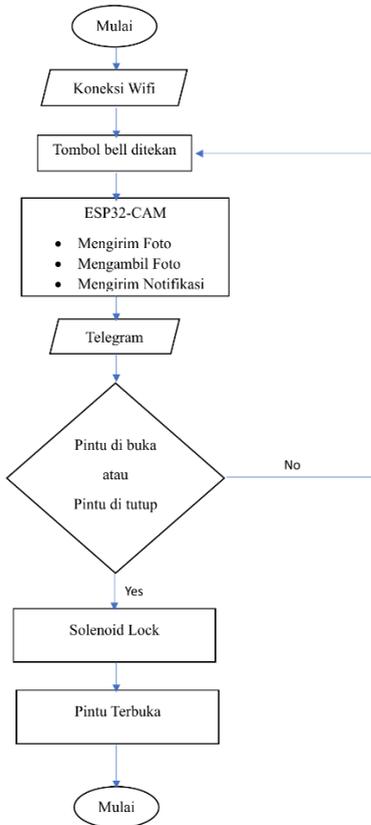
Dengan mempertimbangkan aspek-aspek di atas, kita dapat memilih komponen yang tepat, sehingga proyek elektronik berjalan dengan optimal, efisien, dan sesuai kebutuhan (Arri Ape Pane Basabilik Prodi Fisika et al., 2021).

3.2 Flowchart Mekanisme Kerja Sistem

Struktur Urutan Flowchart Sistem Pintu Otomatis dengan ESP32-CAM

- a) Mulai yaitu Sistem dinyalakan dan siap bekerja.
- b) Koneksi WiFi yaitu Sistem memastikan koneksi ke jaringan WiFi.
- c) Tombol bell ditekan, Saat seseorang menekan tombol bel, sistem akan mengaktifkan kamera dan mengirim notifikasi.
- d) ESP32-CAM aktif
 - a) Mengambil Foto → Kamera menangkap gambar pengunjung.
 - b) Mengirim Foto ke Telegram → Gambar dikirim ke pengguna.

- c) Mengirim Notifikasi ke Telegram → Pemberitahuan dikirim agar pengguna tahu ada tamu di depan pintu.
- e) Telegram
 - a) Pengguna menerima foto dan notifikasi melalui Telegram.
 - b) Pengguna bisa memutuskan apakah ingin membuka pintu atau tidak.
- f) Pintu dibuka atau ditutup
 - a) Jika **Yes** (Pengguna ingin membuka pintu) → Solenoid lock terbuka.
 - b) Jika **No** (Pengguna tidak ingin membuka pintu) → Sistem kembali ke langkah **Tombol Bel Ditekan**, menunggu bel ditekan lagi.
- g) Jika yes, pintu terbuka
 - a) Solenoid lock melepaskan kunci, sehingga pintu bisa dibuka.
- h) Selesai
 - Sistem kembali ke kondisi awal untuk terus memantau dan siap menerima input berikutnya.



gambar 3.1 Flowchat mekanisme kerja

3.3 Instalasi Arduino IDE

Berikut adalah langkah-langkah untuk mendownload Arduino IDE dari situs resmi Arduino:

a) Buka Situs Arduino

Buka browser dan kunjungi situs resmi Arduino di <https://www.arduino.cc/en/software>.

b) Pilih Versi Arduino IDE

Di halaman tersebut, kamu akan melihat pilihan untuk mendownload Arduino IDE untuk berbagai sistem operasi: Windows, macOS, dan Linux. Pilih sesuai dengan sistem operasi yang kamu gunakan.

1. Untuk Windows, ada dua pilihan: versi installer atau zip. Disarankan untuk memilih Windows Installer.



gambar 3.2 Instal Arduino IDE

2. Untuk macOS dan Linux, pilih versi yang sesuai dengan sistem operasi kamu.
3. Setelah memilih versi yang sesuai, klik versi yang telah kita pilih tadi.

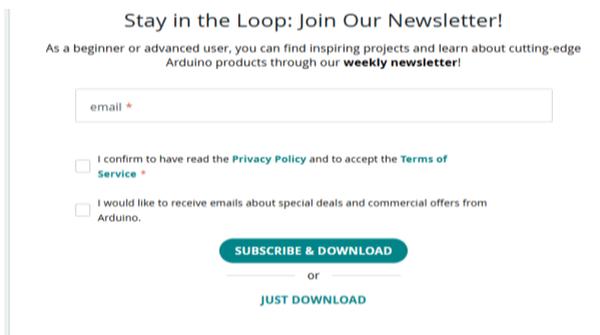
c) Setelah memilih versi yang sesuai, klik tombol "**Just Download**" untuk mulai mendownload file installer.



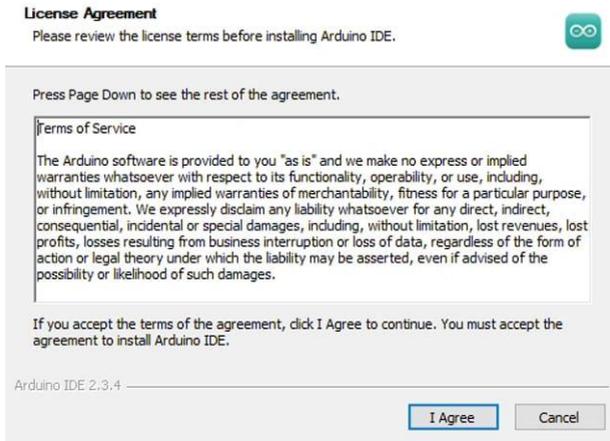
gambar 3.3 Install Arduino IDE

Kamu juga bisa memilih untuk mendownload versi berbayar, tapi biasanya yang just download sudah cukup.

- d) Klik **“just download”** kembali untuk memulai downloadnya.
- e) Tunggu proses download hingga selesai.
- f) Setelah selesai didownload, buka file untuk proses instalasi.
- g) Setujui persyaratan lisensi. Pada tampilan awal, kita akan diminta untuk menyetujui persyaratan lisesnsi. Klik **“I agree”**

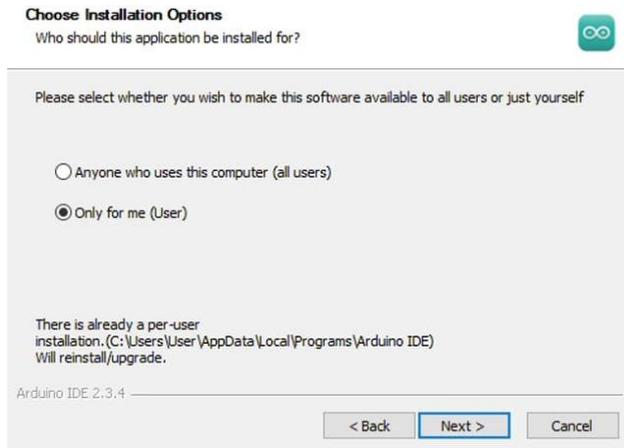


gambar 3.4 Install Arduino IDE



gambar 3.5 Instalasi Arduino IDE

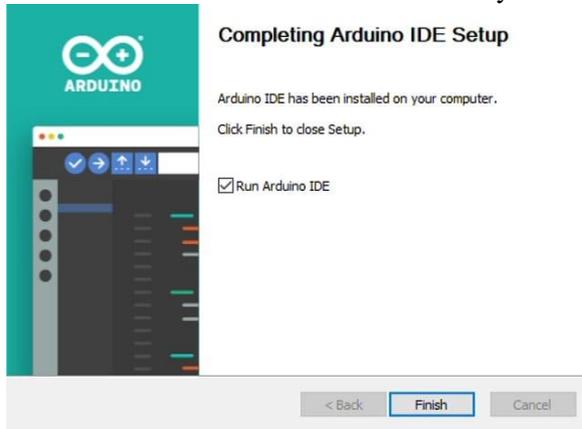
h) Klik “next” untuk melanjutkan.



gambar 3.6 Instalasi Arduimo IDE

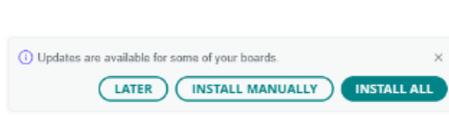
i) Lalu klik “install” dan tunggu hingga penginstalannya selesai.

- j) Klik **finish** untuk memulai Arduino IDE nya.



gambar 3.7 instalasi Arduino IDE

- k) buka aplikasi arduino IDE di laptop/pc. Setelah terbuka, dibagian bawah cari dan klik opsi “**Install All**” untuk menginstal seluruh pustaka yang terdaftar sekaligus.
- l) Pastikan laptop atau pc terhubung ke internet agar proses pengunduhan dan instalasi dapat berjalan dengan lancar

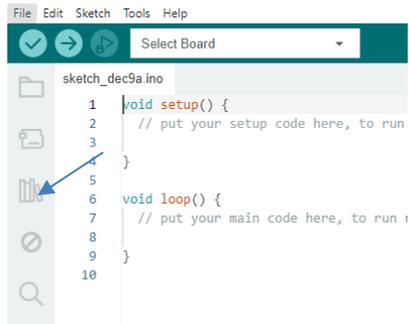


gambar 3.8 Instalasi library

Proses ini mungkin memerlukan beberapa waktu tergantung pada jumlah library yang diunduh serta kecepatan koneksi internet.

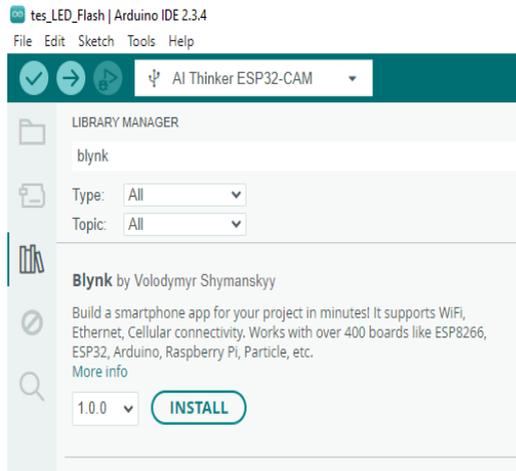
3.4 Instalasi Library Manager

- a) Library Blynk. Klik **Tools > Manage Libraries** gambar memori seperti dibawah ini.



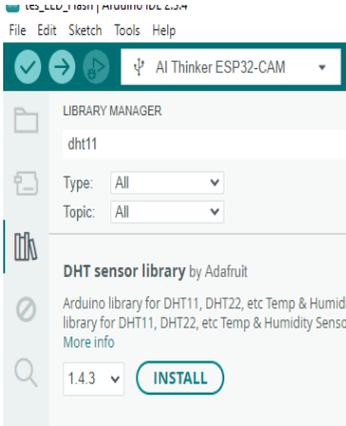
gambar 3.9 Library manager

- b) Di kolom “file your search, ketik blynk. Lalu install

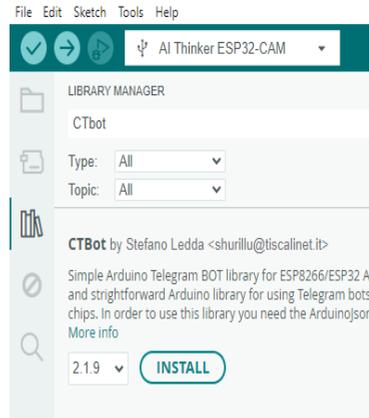


gambar 3.10 Library manager

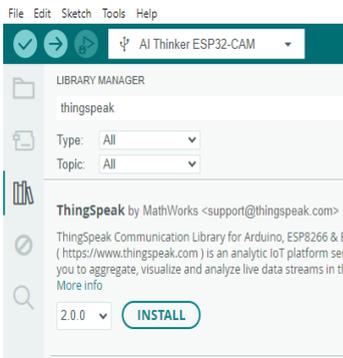
- c) Dengan cara yang sama, install juga library **DHT11**, **Ctbot**, **Thingspeak** dan **BMP280**.



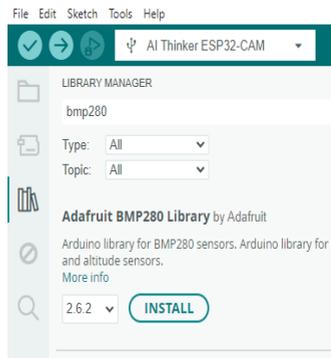
gambar 3.11 Library DHT11



gambar 3.12 Library ctbot



gambar 3.13 thingSpeak



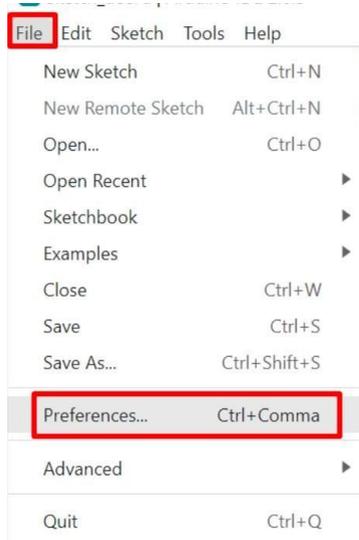
gambar 3.14 BMP280

BAB IV

KONFIGURASI SISTEM TAMBAHAN

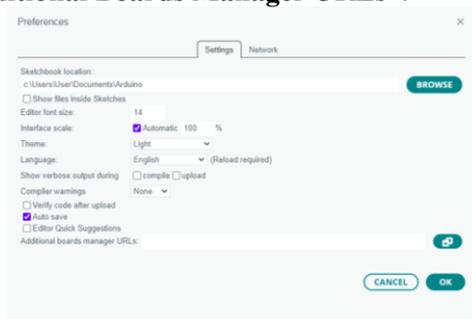
4.1 Konfigurasi ESP32 pada Arduino ide

- a) Buka Arduino IDE lalu masuk ke menu **File** > **Preferences**.



gambar 4.1 Konfigurasi

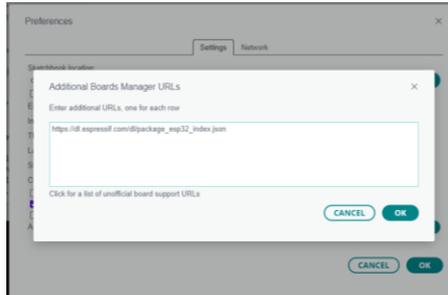
- b) Pada bagian bawah jendela Preferences, cari kolom **“Additional Boards Manager URLs”**.



gambar 4.2 Konfigurasi

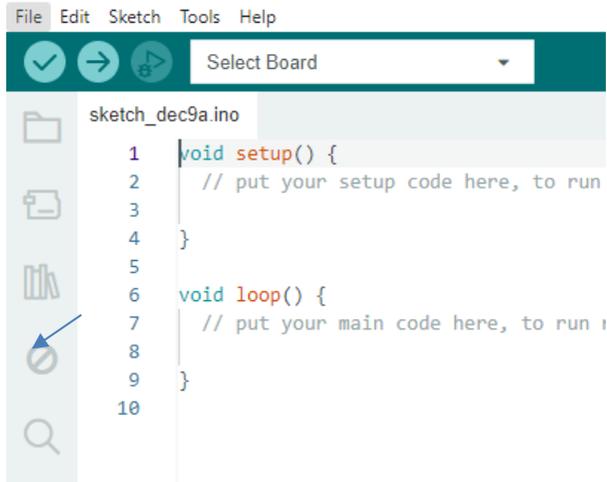
Isikan URL

https://dl.espressif.com/dl/package_esp32_index.json



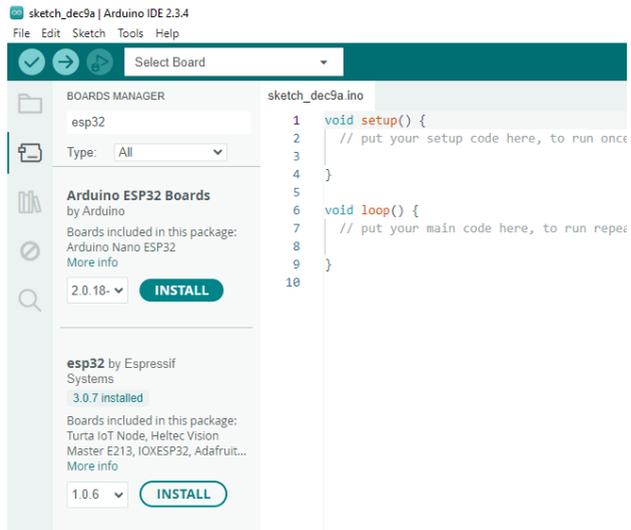
gambar 4.3 Konfigurasi

- c) Setelah itu klik tombol **OK** dua kali untuk menyimpan pengaturan.
- d) Selanjutnya klik gambar memori seperti gambar dibawah ini.



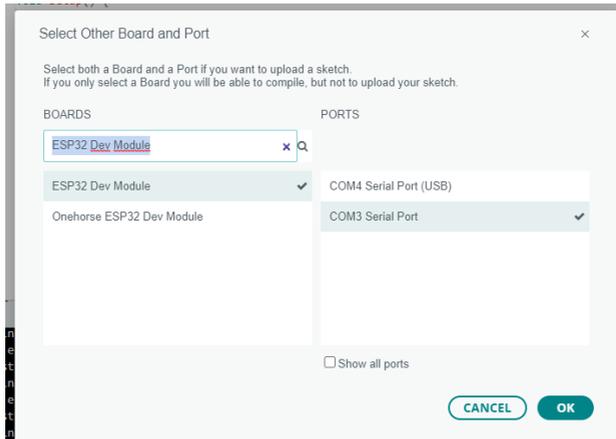
gambar 4.4 konfigurasi

- e) Pada kolom “**filter your search...**” ketik **ESP32** hingga muncul daftar paket ESP32.



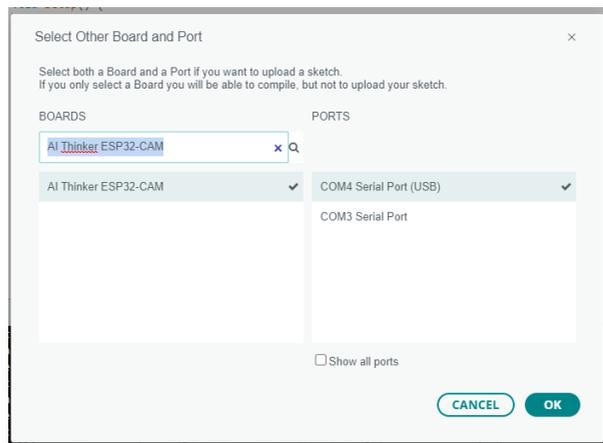
gambar 4.5 konfigurasi

- Pilih **ESP32 by espressif systems** lalu klik **install**. Tunggu hingga proses instalasi selesai. Pastikan laptop atau komputer terhubung ke internet selama proses ini.
- f) Setelah instalasi selesai, masuk ke menu **Tools > Board > Select other board and port**.
- g) Pada kolom pencarian board, ketikkan **ESP32** dan pilih **ESP32 Dev Module** (untuk modul ESP32 umum). Pilih nomor port sesuai dengan nomor com ESP32 yang terdeteksi di laptop.



Pada tahap ini, modul ESP32-CAM harus terhubung dengan laptop. Terakhir klik **OK**.

- h) Ulangi sekali lagi, pilih **AI Thinker ESP32-CAM** (khusus ESP32-CAM). Pilih nomor port sesuai dengan nomor com yang terdeteksi di laptop.



gambar 4.7 konfigurasi

Ketika sudah selesai, klik **OK**.

4.2 Penambahan Board NodeMCU V3 di Arduino IDE

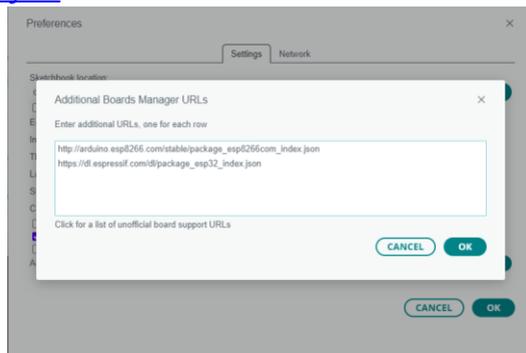
a) Buka Arduino IDE dan pilih menu **File > Preferences**.



gambar 4.8 NodeMCU

b) Pada bagian bawah jendela Preferences, temukan kolom “Additional Boards Manager URL”. Masukkan URL berikut:

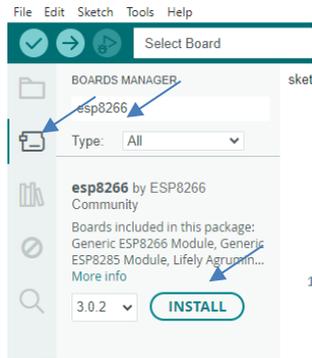
http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json



gambar 4.9 NodeMCU

Klik OK untuk menyimpan pengaturan.

c) klik gambar memori seperti di langkah sebelumnya.

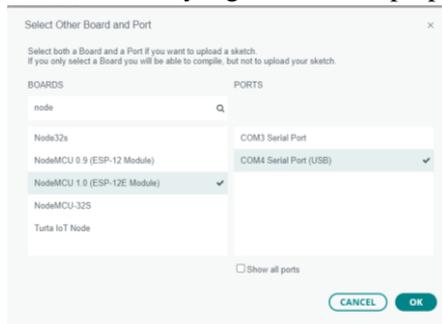


gambar 4.10 NodeMCU

Pada kolom “Search your file” ketik **ESP8266**. Pilih **ESP8266 by ESP8266 Community**, lalu klik tombol **Install**. Tunggu hingga proses instalasi selesai. Pastikan laptop atau pc terhubung ke internet selama proses ini.

d) Untuk memilih board dan port untuk NodeMCU, masuk ke menu **Tools > Board > Select Other Board and Port**.

e) Ketik **NodeMCU** di Boards kemudian pilih **NodeMCU 1.0 (ESP-12E Module)**. Pilih nomor port sesuai dengan nomor com NodeMCU yang terdeteksi laptop.



gambar 4.11 NodeMCU

4.3 Pengaturan bot Telegram

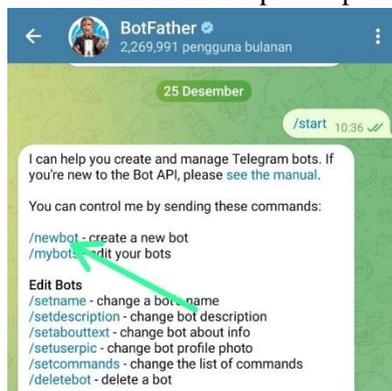
- a) Unduh dan install aplikasi telegram di smartphone sesuai perangkat yang digunakan. Pastikan perangkat memiliki akses ke internet dan cukup ruang penyimpanan.
 1. Android : melalui Google play store
 2. iOS : melalui App store
- b) setelah telegram terinstal, buka aplikasi dan login menggunakan nomor telepon.
- c) Pada halaman utama, gunakan kolom pencarian di bagian atas untuk mencari akun BotFather atau ketik username **@BotFather**.



gambar 4.12 Bot telegram

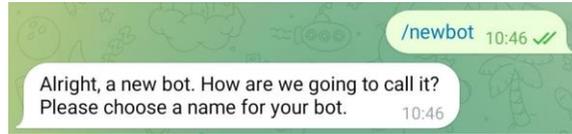
Pilih akun yang memiliki tanda centang biru (menunjukkan akun resmi).

- d) Setelah masuk ke chat dengan BotFather, klik **“restart”** atau **“mulai ulang”** di bagian bawah layar.
- e) Ketik perintah **“/newbot”** di kolom chat dan kirimkan pesan tersebut untuk memulai proses pembuatan bot baru



gambar 4.13 bot telegram

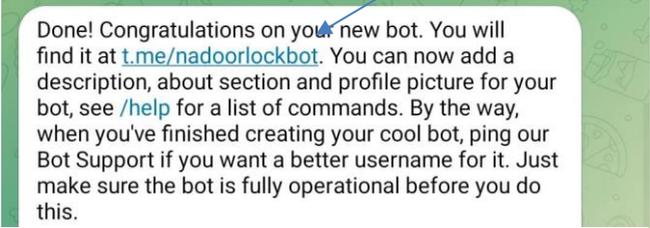
- f) BotFather akan meminta nama untuk bot yang akan dibuat



gambar 4.14 bot telegram

Ketik nama bot yang ingin dibuat, misalnya : Nadoorlock dan kirimkan pesan tersebut. Disclaimer, nama bot ini bersifat deskriptif. Jadi pilihlah nama yang menggambarkan fungsi bot tersebut.

- g) Setelah nama bot diterima, BotFather akan meminta nama untuk username. Username harus memenuhi syarat berikut:
- Unik dan belum pernah digunakan oleh bot lain
 - Diakhiri dengan kata “bot”. Misalnya nadoorlockbot. Ketik username yang diinginkan dan kirimkan.
- h) Jika username berhasil dibuat, BotFather akan memberikan konfirmasi dengan pesan “**Done!**”. Pesan tersebut akan berisi token API yang unik untuk bot kita nanti. Token API ini sangat penting karena digunakan untuk mengintegrasikan bot dengan program lain seperti Arduino. Selanjutnya salin token API ini dan simpan di tempat yang aman karena kita memerlukannya di langkah berikutnya.
- i) Aktifkan bot dengan cara mengklik username bot yang telah kita buat melalui pesan yang dikirim oleh BotFather tadi.

A screenshot of a Telegram chat interface. The background is a light green color with faint icons of a gear, a magnifying glass, and a speech bubble. A white rounded rectangular box contains the following text: "Done! Congratulations on your new bot. You will find it at t.me/nadoorlockbot. You can now add a description, about section and profile picture for your bot, see [/help](#) for a list of commands. By the way, when you've finished creating your cool bot, ping our Bot Support if you want a better username for it. Just make sure the bot is fully operational before you do this." A blue arrow points from the top right towards the text.

Done! Congratulations on your new bot. You will find it at t.me/nadoorlockbot. You can now add a description, about section and profile picture for your bot, see [/help](#) for a list of commands. By the way, when you've finished creating your cool bot, ping our Bot Support if you want a better username for it. Just make sure the bot is fully operational before you do this.

gambar 4.15 bot telegram

Lalu klik “start” atau “mulai” di chat bagian bawah untuk mengaktifkan bot dan memastikan bot sudah siap menerima perintah.

- j) Gunakan bot untuk mendapatkan Chat ID. Caranya dengan ketik “**Get Chat ID**” atau dengan username “**@GetChatID_IL_BOT**” untuk mengetahui Chat ID. Setelah mendapatkan Chat ID, catat dan simpan informasi tersebut. ID ini diperlukan bersama token API untuk integrasi di program Arduino IDE.
- k) Kumpulkan informasi penting dari ketiga hal yang tadi yaitu :
- Nama bot = nama deskriptif bot
 - Token API = token unik dari BotFather
 - Chat ID = identitas pengguna atau grup yang akan menerima pesan dari bot

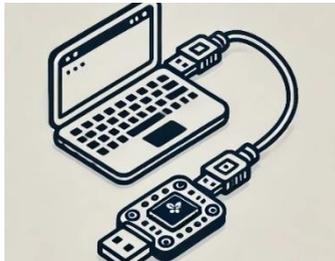
BAB V

PEMROGRAMAN SISTEM

5.1 Kode dasar ESP32-CAM

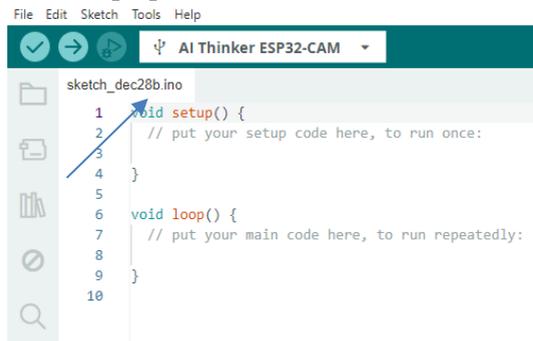
Sebelum memulai pemrograman ESP32-CAM dengan Arduino IDE, pastikan Arduino IDE sudah terinstal di laptop dan ESP32 board sudah di install di Arduino IDE.

- a) Koneksikan board ESP32-CAM ke laptop dengan kabel USB.



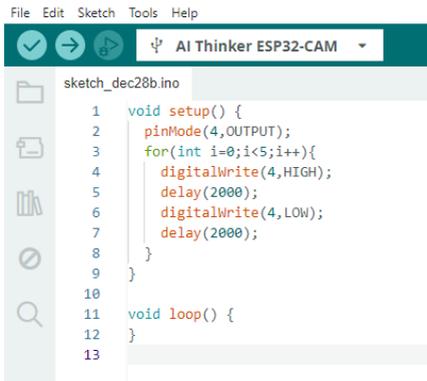
gambar 5.1 koneksi ESP32-CAM

- b) Buka Arduino IDE, setting board agar menjadi “I Thinker ESP32-CAM”, serta sesuaikan nomor port nya yang terdeteksi di laptop.



gambar 5.2 Konfigurasi ESP32

- c) Selanjutnya membuat program testing LED Flash. Pada program ini, akan menguji koneksi antara ESP32-CAM

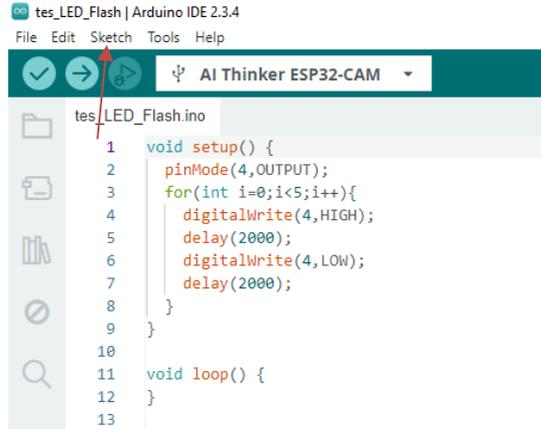


```
File Edit Sketch Tools Help
sketch_dec28b.ino
1 void setup() {
2   pinMode(4,OUTPUT);
3   for(int i=0;i<5;i++){
4     digitalWrite(4,HIGH);
5     delay(2000);
6     digitalWrite(4,LOW);
7     delay(2000);
8   }
9 }
10
11 void loop() {
12 }
13
```

dengan laptop. Didalam board ESP32-CAM sudah ada Flash yang dapat kita pakai untuk testing. LED flash terhubung dengan GPIO-4. Tulis program berikut:

gambar 5.3 Testing LED flash

- d) Lalu klik **File > Save**. Save dengan nama tanpa spasi. Contoh Led_kita_semua. Selanjutnya kita upload dengan mengklik tanda panah atas seperti gambar dibawah



```
tes_LED_Flash | Arduino IDE 2.3.4
File Edit Sketch Tools Help
tes_LED_Flash.ino
1 void setup() {
2   pinMode(4,OUTPUT);
3   for(int i=0;i<5;i++){
4     digitalWrite(4,HIGH);
5     delay(2000);
6     digitalWrite(4,LOW);
7     delay(2000);
8   }
9 }
10
11 void loop() {
12 }
13
```

gambar 5.4 Upload Program

- e) Setelah berhasil upload, maka tampilannya akan seperti gambar dibawah ini dan LED Flash akan berkedip selama 5 kali.

```
Output
Writing at 0x0002c000... (100 %)
Wrote 261776 bytes (122366 compressed) at 0x00010000 in 2.8 seconds (effective 748.5 kbit/s)...
Hash of data verified.
Compressed 3072 bytes to 119...
Writing at 0x00000000... (100 %)
Wrote 3072 bytes (119 compressed) at 0x00000000 in 0.0 seconds (effective 2730.6 kbit/s)...
Hash of data verified.

Leaving...
Hard resetting via RTS pin...
```

gambar 5.5 Output Program

5.2 Program testing antara ESP32-CAM dengan Web Server.

- a) Siapkan sebuah WiFi atau hostpot. Siapkan SSID (nama wifi dan password. Lalu sambungkan ESP32-CAM dengan laptop.
- b) Buka Arduino IDE, klik File > Example > ESP32 > Camera > CameraWebServer. Pada source code

```
#define CAMERA_MODEL_WROVER_KIT // Has PSRAM
```

gambar 5.6 Testing ESP32

Tambahkan “//” agar menjadi tanda komentar seperti ini.

```
//#define CAMERA_MODEL_WROVER_KIT // Has PSRAM
```

gambar 5.7 Testing ESP32

- c) Pada source code dibawah ini

```
//#define CAMERA_MODEL_AI_THINKER // Has PSRAM
```

gambar 5.8 Testing ESP32

Hilangkan tanda “//” atau tanda komentar menjadi seperti ini.

```
#define CAMERA_MODEL_AI_THINKER // Has PSRAM
```

gambar 5.9 Testing ESP32

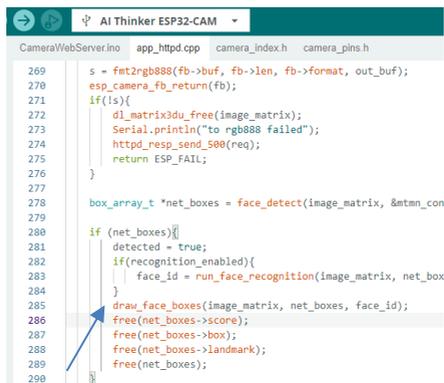
- d) Ubah dan masukkan nama WiFi dan Password yang telah di siapkan didalam source ini.

```
#include "camera_pins.h"

const char* ssid = "G gratis hhe";
const char* password = "Matahari cerah";
```

gambar 5.10 Testing ESP32

- e) Di file app_httpd.cpp, pada baris 286 sampai dengan 289 ditambah dl_lib_ menjadi dl_lib_free.



```
CameraWebServer.ino  app_httpd.cpp  camera_index.h  camera_pins.h
269   s = fmt2rgb888(fb->buf, fb->len, fb->format, out_buf);
270   esp_camera_fb_return(fb);
271   if(!s){
272     dl_matrix3du_free(image_matrix);
273     Serial.println("to rgb888 failed");
274     httpd_resp_send_500(req);
275     return ESP_FAIL;
276   }
277
278   box_array_t *net_boxes = face_detect(image_matrix, &mtmn_con
279
280   if (net_boxes){
281     detected = true;
282     if(recognition_enabled){
283       | face_id = run_face_recognition(image_matrix, net_box
284     }
285     draw_face_boxes(image_matrix, net_boxes, face_id);
286     free(net_boxes->score);
287     free(net_boxes->box);
288     free(net_boxes->landmark);
289     free(net_boxes);
290
```

gambar 5.11 Testing ESP32

- f) Begitu juga di baris 385 sampai dengan 388.



```
383
384
385   fr_recognize = esp_timer_get_time();
386   draw_face_boxes(image_matrix, net_boxes, face_id);
387   dl_lib_free(net_boxes->score);
388   dl_lib_free(net_boxes->box);
389   dl_lib_free(net_boxes->landmark);
390   dl_lib_free(net_boxes);
```

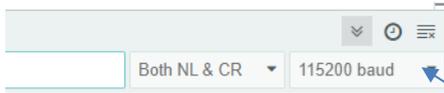
gambar 5.12 Testing ESP32

- g) Simpan program tersebut dengan klik File > Save lalu upload. Setelah berhasil upload, buka serial monitor



gambar 5.13 Testing ESP32

- h) Pilih 115200 baud dan juga Both NL & CR



gambar 5.14 Testing ESP32

Setelah itu, tekan dan tahan tombol reset (RST) pada ESP32-CAM selama beberapa detik, lalu lepaskan untuk merestart perangkat dan memastikan bahwa sistem mulai berjalan dengan benar.



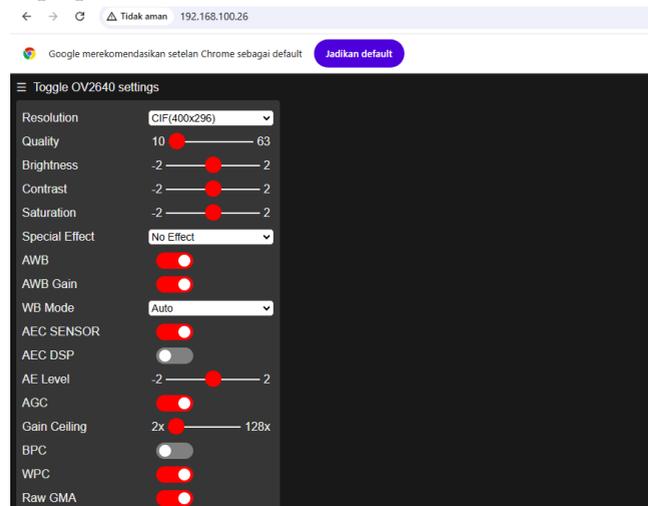
gambar 5.15 Testing ESP32

sehingga muncul alamat IP nya.

```
.....  
WiFi connected  
Starting web server on port: '80'  
Starting stream server on port: '81'  
Camera Ready! Use 'http://192.168.100.26' to connect
```

gambar 5.16 Testing ESP32

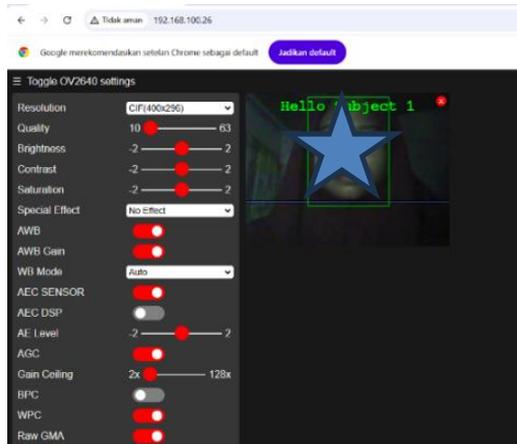
- i) Copy alamat web tersebut kemudian paste di browser sehingga muncul tampilan berikut ini. Pastikan memakai jaringan Wifi yang sama antara ESP32-CAM dengan Laptop.



gambar 5.17 Testing ESP32

- f) Untuk mengaktifkan camera, silahkan scrol kebawah lalu klik **Start Stream**. Lalu balik scrol ke atas kembali, pilih **resolusi kamera** menjadi **CIF (400x296)**. Lanjut scrol ke bawah lagi untuk mengaktifkan **face detection** kemudian balik ke atas lagi untuk melihat apakah ada wajah yang

terdeteksi. Berikutnya untuk merekam wajah, silahkan aktifkan **Face Recognition** kemudian klik **Enroll Face**.



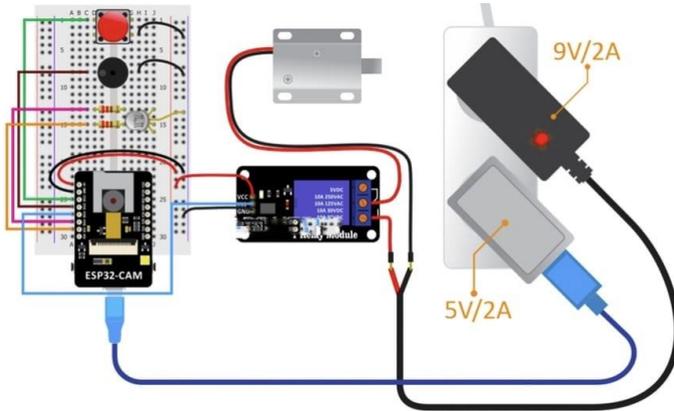
gambar 5.18 Testing ESP32

- g) Posisikan wajah pada kamera dan tunggu sampai selesai mengiden-tifikasi dan merekam wajah.
Tunggu sampai selesai merekam wajah, jika sudah tersimpan maka tampilan keterangannya adalah “Hello Subject 1”. Untuk merekam wajah berikutnya prosesnya sama.

5.3 Skematik Rangkaian Proyek

Pada bagian ini, akan dijelaskan rangkaian skematik yang digunakan dalam proyek sistem kendali keamanan pintu pagar berbasis ESP32-CAM. Rangkaian ini dirancang untuk mengintegrasikan berbagai komponen elektronik agar dapat bekerja secara terpadu dalam mengendalikan kunci pintu

secara otomatis menggunakan teknologi pengenalan wajah dan notifikasi Telegram.



gambar 5.18 Rangkaian Proyek

Komponen utama dalam sistem ini adalah ESP32-CAM, yang berfungsi sebagai unit pemrosesan utama sekaligus kamera untuk mendeteksi wajah pengguna. ESP32-CAM akan memproses data citra yang ditangkap dan membandingkannya dengan basis data wajah yang tersimpan. Jika wajah dikenali, ESP32-CAM akan mengirimkan sinyal ke modul relay untuk mengaktifkan solenoid door lock, yang bekerja pada tegangan 9V.

Selain itu, sistem ini juga dilengkapi dengan tombol push button sebagai input manual untuk membuka kunci secara langsung tanpa perlu deteksi wajah, serta buzzer sebagai indikator suara yang memberikan respons terhadap status sistem. Modul relay 5V digunakan untuk mengontrol arus ke solenoid door lock agar bekerja dengan aman dan efisien.

Dari segi catu daya, sistem ini memanfaatkan dua sumber daya, yaitu 5V/2A untuk ESP32-CAM dan rangkaian kontrol, serta 9V/2A untuk solenoid door lock. Kedua sumber daya ini memastikan setiap komponen mendapatkan tegangan yang sesuai untuk operasional yang stabil.

Dengan rancangan skematik ini, sistem dapat bekerja secara otomatis dalam mengontrol akses pintu pagar berdasarkan hasil deteksi wajah, serta memberikan notifikasi melalui aplikasi Telegram sebagai fitur tambahan untuk meningkatkan keamanan. Berikut adalah skema rangkaian yang digunakan dalam proyek ini.

BAB VI

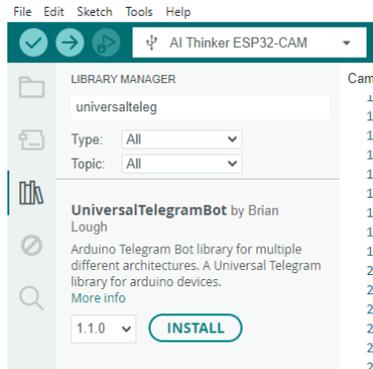
PENGUJIAN SISTEM

6.1 Integrasi Telegram dan ESP32-CAM

Program dalam proyek ini membutuhkan library UniversalTelegramBot.h versi terbaru agar dapat berfungsi dengan optimal. Library ini sangat penting karena digunakan untuk berkomunikasi dengan layanan Telegram Bot API, yang memungkinkan interaksi antara perangkat dan bot Telegram secara efisien.

Menggunakan versi terbaru dari Universal Telegram Bot memberikan berbagai keuntungan, seperti peningkatan performa, perbaikan bug, serta fitur-fitur terbaru yang mungkin tidak tersedia pada versi sebelumnya. Oleh karena itu, memastikan bahwa proyek menggunakan versi terbaru dari library ini akan membantu dalam menjaga stabilitas dan kompatibilitas dengan perubahan yang terjadi pada Telegram API.

Untuk menginstal atau memperbarui library ini, pengguna dapat mengunduhnya langsung dari Arduino Library Manager atau repositori GitHub resminya. Jika sudah terinstal versi lama, disarankan untuk memperbaruinya terlebih dahulu sebelum menjalankan proyek agar menghindari potensi error atau ketidaksesuaian dengan kode yang digunakan.



gambar 6. 1 Library dalam integrasi

Jika sudah diinstall, buka lembar kerja baru lalu masukkan source code dibawah ini.

```

1 /*****
2  * ESP32-CAM Smart IoT Bell & Door Lock
3  * Board : ESP32 Cam
4  * Input  : - Tombol
5  *         | - Telegram App
6  * Output : - Relay
7  *         | - Solenoid
8  *         | - Buzzer
9  *         | - Led RGB
10 *****/
11 #include <Arduino.h>
12 #include <WiFi.h>
13 #include <WiFiClientSecure.h>
14 #include "soc/soc.h"
15 #include "soc/rtc_cntl_reg.h"
16 #include "esp_camera.h"
17 #include <UniversalTelegramBot.h>
18 #include <ArduinoJson.h>
19
20 const char* ssid = "gpp sumpah gpp";
21 const char* password = "tulis namamu";
22
23 // Initialize Telegram BOT
24 String BOTtoken = "7395194990:AAFdJpolZ1a0pXFbKnFvieJGQCmeorjg-7E"; //bot
25 String CHAT_ID = "1348711777";
26
27 bool sendPhoto = false;
28 WiFiClientSecure clientTCP;
29 UniversalTelegramBot bot(BOTtoken, clientTCP);
30

```

gambar 6.2 Source Code

```

Program_Door_Lock_ESP32Cam_Telegram.ino
31 #define FLASH_LED_PIN 4
32 bool flashState = LOW;
33
34 //Checks for new messages every 1 second.
35 int botRequestDelay = 1000;
36 unsigned long lastTimeBotRan;
37 unsigned long lastTombol;
38
39 //CAMERA_MODEL_AI_THINKER
40 #define PWDN_GPIO_NUM 32
41 #define RESET_GPIO_NUM -1
42 #define XCLK_GPIO_NUM 0
43 #define SIOC_GPIO_NUM 26
44 #define SIOC_GPIO_NUM 27
45
46 #define Y9_GPIO_NUM 35
47 #define Y8_GPIO_NUM 34
48 #define Y7_GPIO_NUM 39
49 #define Y6_GPIO_NUM 36
50 #define Y5_GPIO_NUM 21
51 #define Y4_GPIO_NUM 19
52 #define Y3_GPIO_NUM 18
53 #define Y2_GPIO_NUM 5
54 #define VSYNC_GPIO_NUM 25
55 #define HREF_GPIO_NUM 23
56 #define PCLK_GPIO_NUM 22
57
58 // Define GPIOs
59 #define BUTTON 12
60 #define B127 12

```

gambar 6.3 Source Code

```

Program_Door_Lock_ESP32Cam_Telegram.ino
61 #define LOCK 15
62 #define RED 14
63 #define GREEN 2
64 #define FLASH_LED 4
65
66 int lockState = 0;
67 String r_msg = "";
68 bool f_tombol = false;
69 bool tolak = false;
70
71 String unlockDoor(){
72     tolak = false;
73     f_tombol = false;
74     if (lockState == 0) {
75         digitalWrite(LOCK, LOW); //RELAY ON
76         lockState = 1;
77         buzz(1, 500, 0);
78         returnn "Pintu tidak terkunci. /lock";
79     }
80     else{
81         returnn "Pintu sudah dibuka. /lock";
82     }
83 }
84
85
86 String lockDoor(){
87     if (lockState == 1) {
88         digitalWrite(LOCK, HIGH); //RELAY OFF
89         lockState = 0;
90     }
91     returnn "Pintu terkunci. /lock";
92 }

```

gambar 6.4 Source Code

```

Program_Door_Lock_ESP32Cam_Telegram.ino
91     buzz(2, 300, 1);
92     digitalWrite(GREEN, HIGH);
93     return "Pintu terkunci. /unlock";
94 }
95 else{
96     return "Pintu Sudah Terkunci. /unlock";
97 }
98 }
99
100
101 void configInitCamera(){
102     camera_config_t config;
103     config.ledc_channel = LEDC_CHANNEL_0;
104     config.ledc_timer = LEDC_TIMER_0;
105     config.pin_d0 = V2_GPIO_NUM;
106     config.pin_d1 = V3_GPIO_NUM;
107     config.pin_d2 = V4_GPIO_NUM;
108     config.pin_d3 = V5_GPIO_NUM;
109     config.pin_d4 = V6_GPIO_NUM;
110     config.pin_d5 = V7_GPIO_NUM;
111     config.pin_d6 = V8_GPIO_NUM;
112     config.pin_d7 = V9_GPIO_NUM;
113     config.pin_xclk = XCLK_GPIO_NUM;
114     config.pin_pclk = PCLK_GPIO_NUM;
115     config.pin_vsync = VSYNC_GPIO_NUM;
116     config.pin_href = HREF_GPIO_NUM;
117     config.pin_sscb_sda = SIOD_GPIO_NUM;
118     config.pin_sscb_scl = SIOC_GPIO_NUM;

```

gambar 6.5 Source Code

```

Program_Door_Lock_ESP32Cam_Telegram.ino
121     config.xclk_freq_hz = 20000000;
122     config.pixel_format = PIXFORMAT_JPEG;
123     //init with high specs to pre-allocate larger buffers
124     if(psramFound()){
125         config.frame_size = FRAMESIZE_UXGA;
126         config.jpeg_quality = 10; //0-63 lower number means higher quality
127         config.fb_count = 2;
128     }
129     else {
130         config.frame_size = FRAMESIZE_SVGA;
131         config.jpeg_quality = 12; //0-63 lower number means higher quality
132         config.fb_count = 1;
133     }
134     // camera init
135     esp_err_t err = esp_camera_init(&config);
136     if (err != ESP_OK) {
137         Serial.printf("Camera init failed with error 0x%x", err);
138         delay(1000);
139         ESP.restart();
140     }
141     // Drop down frame size for higher initial frame rate
142     sensor_t * s = esp_camera_sensor_get();
143     s->set_framesize(s, FRAMESIZE_CIF); // UXGA|SXGA|XGA|SVGA|VGA|CIF|QVGA|HQVGA|QQ
144 }
145
146 void handleNewMessages(int numNewMessages){
147     Serial.print("Pesan Baru: ");
148     Serial.println(numNewMessages);
149     for (int i = 0; i < numNewMessages; i++){
150         // Print id of the message

```

gambar 6.6 Source Code

```

Program_Door_Lock_ESP32Cam_Telegram.ino
151   String chat_id = String(bot.messages[i].chat_id);
152   if (chat_id != CHAT_ID){
153       bot.sendMessage(chat_id, "Pengguna yang tidak sah", "");
154       continue;
155   }
156   // Print the received message
157   String text = bot.messages[i].text;
158   Serial.println(text);
159   String fromName = bot.messages[i].from_name;
160   if (text == "/photo") {
161       sendPhoto = true;
162       Serial.println("Permintaan foto baru");
163   }
164   if (text == "/lock"){
165       String r_msg = lockDoor();
166       bot.sendMessage(CHAT_ID, r_msg, "");
167   }
168   if (text == "/unlock"){
169       String r_msg = unlockDoor();
170       bot.sendMessage(CHAT_ID, r_msg, "");
171   }
172   if (text == "/tolak"){
173       if (f_tombol){
174           String r_msg = "Pengunjung ditolak, buzzer telah dibunyikan";
175           bot.sendMessage(CHAT_ID, r_msg, "");
176           tolak = true;
177       }
178       else{
179           String r_msg = "Tidak ada permintaan kunjungan";
180           bot.sendMessage(CHAT_ID, r_msg, "");
181       }
182   }

```

gambar 6.7 Source Code

```

Program_Door_Lock_ESP32Cam_Telegram.ino
181   }
182   }
183   if (text == "/terima"){
184       if (f_tombol){
185           String r_msg = unlockDoor();
186           bot.sendMessage(CHAT_ID, r_msg, "");
187       }
188       else{
189           String r_msg = "Tidak ada permintaan kunjungan";
190           bot.sendMessage(CHAT_ID, r_msg, "");
191       }
192   }
193   if (text == "/start"){
194       String welcome = "ESP32-CAM Smart Door Lock\n";
195       welcome += "perintah-perintah yang digunakan:\n\n";
196       welcome += "/photo : Ambil foto baru\n\n";
197       welcome += "/flash : Nyalakan LED\n\n";
198       welcome += "/unlock : Buka kunci pintu\n\n";
199       welcome += "/lock : Kunci pintu\n\n";
200       welcome += "/terima : Terima pengunjung dan buka kunci pintu\n\n";
201       welcome += "/tolak : Tolak pengunjung\n\n";
202       bot.sendMessage(CHAT_ID, welcome, "Markdown");
203   }
204   if (text == "/flash") {
205       flashState = !flashState;
206       String r_msg = "Ubah status lampu LED. /flash";
207       bot.sendMessage(CHAT_ID, r_msg, "");
208       digitalWrite(FLASH_LED_PIN, flashState);
209       Serial.println("Ubah status lampu LED");
210   }

```

gambar 6.8 Source Code

```

Program_Door_Lock_ESP32Cam_Telegram.ino
211 }
212 }
213
214
215 String sendPhotoTelegram() {
216     const char* myDomain = "api.telegram.org";
217     String getAll = "";
218     String getBody = "";
219     camera_fb_t * fb = NULL;
220     fb = esp_camera_fb_get();
221     if(!fb) {
222         Serial.println("Camera capture failed");
223         delay(1000);
224         ESP.restart();
225         return "Camera capture failed";
226     }
227     Serial.println("Connect to " + String(myDomain));
228     if (clientTCP.connect(myDomain, 443)) {
229         Serial.println("Connection successful");
230         String head = "--IMG_share\r\nContent-Disposition: form-data; name=\"chat_id\"";
231         String tail = "\r\n--IMG_share--\r\n";
232         uint16_t imageLen = fb->len;
233         uint16_t extraLen = head.length() + tail.length();
234         uint16_t totalLen = imageLen + extraLen;
235         clientTCP.println("POST /bot"+BOTtoken+"/sendPhoto HTTP/1.1");
236         clientTCP.println("Host: " + String(myDomain));
237         clientTCP.println("Content-Length: " + String(totalLen));
238         clientTCP.println("Content-Type: multipart/form-data; boundary=IMG_share");
239         clientTCP.println();
240         clientTCP.print(head);

```

gambar 6.9 Source Code

```

Program_Door_Lock_ESP32Cam_Telegram.ino
241     uint8_t *fbBuf = fb->buf;
242     size_t fbLen = fb->len;
243     for (size_t n=0;n<fbLen;n+=1024) {
244         if (n+1024<fbLen) {
245             clientTCP.write(fbBuf, 1024);
246             fbBuf += 1024;
247         }
248         else if (fbLen%1024>0) {
249             size_t remainder = fbLen%1024;
250             clientTCP.write(fbBuf, remainder);
251         }
252     }
253     clientTCP.print(tail);
254     esp_camera_fb_return(fb);
255     int waitTime = 10000; // timeout 10 seconds
256     long startTimer = millis();
257     boolean state = false;
258     while ((startTimer + waitTime) > millis()){
259         Serial.print(".");
260         delay(100);
261         while (clientTCP.available()) {
262             char c = clientTCP.read();
263             if (state==true) getBody += String(c);
264             if (c == '\n') {
265                 if (getAll.length()==0) state=true;
266                 getAll = "";
267             }
268             else if (c != '\r')
269                 getAll += String(c);
270             startTimer = millis();

```

gambar 6.10 Source Code

```

Program_Door_Lock_ESP32Cam_Telegram.ino
301 pinMode(RED, OUTPUT);
302 pinMode(GREEN, OUTPUT);
303 digitalWrite(LOCK, HIGH);
304 digitalWrite(BUZZ, LOW);
305 digitalWrite(RED, HIGH);
306 digitalWrite(GREEN, LOW);
307 WRITE_PERI_REG(RTC_CNTL_BROWN_OUT_REG, 0);
308 // Init Serial Monitor
309 Serial.begin(115200);
310 // Set LED Flash as output
311 pinMode(FLASH_LED_PIN, OUTPUT);
312 digitalWrite(FLASH_LED_PIN, flashState);
313 // Config and init the camera
314 configInitCamera();
315 // Connect to Wi-Fi
316 WiFi.mode(WIFI_STA);
317 Serial.println();
318 Serial.print("Connecting to ");
319 Serial.println(ssid);
320 WiFi.begin(ssid, password);
321 clientTCP.setCACert(TELEGRAM_CERTIFICATE_ROOT);
322 while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
323   Serial.print(".");
324   digitalWrite(RED, HIGH);
325   delay(200);
326   digitalWrite(RED, LOW);
327   delay(200);
328 }
329 digitalWrite(GREEN, HIGH);

```

gambar 6.11 Source Code

```

Program_Door_Lock_ESP32Cam_Telegram.ino
331 Serial.print("ESP32-CAM IP Address: ");
332 Serial.println(WiFi.localIP());
333 String r_msg = "tekan /start untuk mulai";
334 bot.sendMessage(CHAT_ID, r_msg, "");
335 }
336
337 void loop() {
338   if (sendPhoto) {
339     Serial.println("menyiapkan foto");
340     digitalWrite(FLASH_LED, HIGH);
341     sendPhotoTelegram();
342     digitalWrite(FLASH_LED, LOW);
343     sendPhoto = false;
344   }
345
346   if(digitalRead(BUTTON) == LOW){
347     Serial.println("menyiapkan foto");
348     String r_msg = "Tombol bell ditekan, /terima atau /tolak";
349     buzz(1, 500, 0);
350     bot.sendMessage(CHAT_ID, r_msg, "");
351     digitalWrite(FLASH_LED, HIGH);
352     sendPhotoTelegram();
353     digitalWrite(FLASH_LED, LOW);
354     sendPhoto = false;
355     f_tombol = true;
356     delay(200);
357     lastTombol = millis();
358   }
359 }
360

```

gambar 6.12 Source Code

```

Program_Door_Lock_ESP32Cam_Telegram.ino
354  sensorData = raise;
355  f_tombol = true;
356  delay(200);
357  lastTombol = millis();
358  }
359
360  if(f_tombol==1 && tolak==1){
361    digitalWrite(GREEN, LOW);
362    buzz(10, 300, 1);
363    digitalWrite(GREEN, HIGH);
364  }
365  else if (f_tombol==1 && (millis() > lastTombol + 2000)) {
366    String r_msg = "pengunjung telah di tolak otomatis";
367    bot.sendMessage(CHAT_ID, r_msg, "");
368    digitalWrite(GREEN, LOW);
369    buzz(10, 300, 1);
370    digitalWrite(GREEN, HIGH);
371  }
372
373  if (millis() > lastTimeBotRan + botRequestDelay) {
374    int numNewMessages = bot.getUpdates(bot.last_message_received + 1);
375    //Serial.println(numNewMessages);
376    while (numNewMessages) {
377      Serial.println("mendapat tanggapan");
378      handleNewMessages(numNewMessages);
379      numNewMessages = bot.getUpdates(bot.last_message_received + 1);
380    }
381    lastTimeBotRan = millis();
382  }
383

```

gambar 6.13 Source Code

Setelah semua source code dimasukkan, silahkan sesuaikan variabel berikut:

- Nama jaringan WiFi atau Hostpot = ssid
- Password Wifi atau Hostpot = Password
- Token telegram = BOTtoken
- ID Telegram = CHAT_ID

```

const char* ssid = "G gratis hhe";
const char* password = "Matahari cerah";

// Initialize Telegram BOT
String BOTtoken = "7395194990:AAFdJp0LZ1a0pXFbKfVieJGQCmeorjg-7E"; //bot
String CHAT_ID = "7395194990";

```

gambar 6.14 Penyesuaian Variabel

Setelah program selesai diketik dan disimpan, langkah selanjutnya adalah mengunggahnya ke ESP32-CAM. Pastikan board dan port sudah dikonfigurasi dengan benar di Arduino IDE sebelum melakukan upload.

Setelah proses upload selesai, langkah berikutnya adalah membuka Serial Monitor di Arduino IDE untuk memantau status perangkat. Pastikan baud rate pada Serial Monitor sesuai dengan yang telah dikodekan dalam program, biasanya 115200 atau 9600, agar data yang ditampilkan dapat terbaca dengan jelas.

Kemudian, tekan tombol RESET pada ESP32-CAM untuk menjalankan program yang telah diunggah. Tunggu beberapa saat hingga perangkat mulai melakukan inisialisasi dan mencoba menghubungkan diri ke jaringan WiFi yang telah dikonfigurasi dalam kode. Jika koneksi berhasil, Serial Monitor akan menampilkan alamat IP dari ESP32-CAM, yang dapat digunakan untuk mengaksesnya melalui browser atau aplikasi yang mendukung.

Jika terjadi kendala seperti gagal terhubung ke WiFi, pastikan kembali bahwa SSID dan password WiFi yang dimasukkan sudah benar. Selain itu, periksa juga apakah sinyal WiFi cukup kuat di lokasi ESP32-CAM berada. Jika masih mengalami masalah, coba ulangi proses dari awal dengan melakukan pengecekan terhadap kode program dan koneksi perangkat.

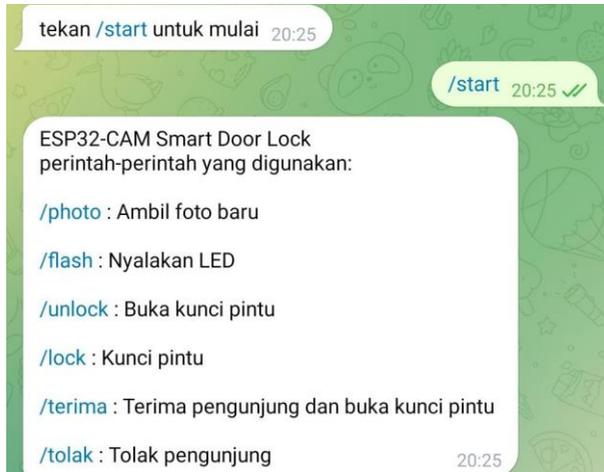
Setelah berhasil mengunggah program ke ESP32-CAM, langkah berikutnya adalah menunggu perangkat terhubung ke jaringan internet atau WiFi. Indikator koneksi dapat dilihat melalui LED status pada ESP32-CAM:

- a) Jika LED berwarna biru berkedip hanya beberapa kali lalu berhenti, berarti perangkat telah berhasil terhubung ke jaringan.
- b) Jika LED merah berkedip terus-menerus, kemungkinan terdapat masalah dalam koneksi WiFi. Dalam kasus ini, lakukan langkah-langkah berikut:
 1. Reset ESP32-CAM dengan menekan tombol RESET pada modul.
 2. Periksa kembali apakah SSID dan password WiFi yang dimasukkan dalam kode sudah benar.
 3. Pastikan jaringan WiFi memiliki sinyal yang cukup kuat dan tidak ada kendala teknis seperti pemblokiran perangkat baru oleh router.

6.2 Koneksi Telegram dengan ESP32-CAM

Setelah ESP32-CAM berhasil terhubung ke internet, langkah berikutnya adalah mulai menggunakan fitur notifikasi Telegram. Berikut caranya:

1. Buka aplikasi Telegram di ponsel atau komputer.
2. Cari dan buka chat bot "ESP32CAM DOOR LOCK" yang telah dikonfigurasi sebelumnya.
3. Klik tombol "Mulai" (Start) untuk memulai proses dan mengaktifkan komunikasi dua arah antara bot dan perangkat ESP32-CAM, sehingga perangkat dapat menerima serta mengirim data secara real-time.



gambar 6.15 Perintah Telegram

Setelah bot Telegram ESP32CAM DOOR LOCK aktif dan terhubung dengan ESP32-CAM, kita dapat mengontrol kunci pintu menggunakan perintah yang tersedia. Berikut langkah langkahnya:

1. Ketik atau pilih perintah /lock di chat bot Telegram.
2. Setelah perintah dikirim, ESP32-CAM akan menerima instruksi dan mengubah status solenoid ke OFF, yang berarti kunci dalam kondisi terkunci.
3. Pada saat yang sama, relay akan dalam keadaan OFF, sehingga tidak ada arus yang mengaktifkan solenoid.



gambar 6.16 Perintah Telegram

4. Bot Telegram akan mengonfirmasi perubahan ini dengan menampilkan pesan "Pintu Sudah Terkunci. /unlock". Pesan ini juga memberi opsi untuk membuka kembali kunci dengan perintah /unlock.

Pastikan perangkat tetap terhubung ke internet agar perintah dari Telegram dapat diproses dengan lancar. Jika terjadi kendala, periksa koneksi ESP32-CAM dan pastikan bot Telegram sudah dikonfigurasi dengan benar.

Saat tombol bell (tactile switch) ditekan, sistem akan menjalankan serangkaian proses sebagai berikut:



gambar 6.17 Perintah Telegram

1. Buzzer akan berbunyi sebagai tanda bahwa ada seseorang yang menekan tombol bell.
2. ESP32-CAM akan mengambil foto pengunjung menggunakan kamera bawaan.
3. Setelah itu, pesan notifikasi akan dikirim ke bot Telegram dalam bentuk teks dan gambar. Pesan yang diterima di Telegram akan menampilkan "Tombol bell ditekan, /terima atau /tolak". Foto pengunjung juga akan disertakan dalam pesan Telegram untuk membantu dalam identifikasi.

Pengguna dapat memilih untuk membuka kunci pintu dengan mengklik /terima, atau mengabaikan permintaan dengan memilih /tolak.

Pastikan ESP32-CAM tetap terhubung ke jaringan WiFi agar proses pengiriman notifikasi dan foto ke Telegram berjalan dengan lancar. Jika ada kendala, periksa kembali koneksi internet, konfigurasi bot Telegram, serta respons dari perangkat keras seperti buzzer dan kamera.

Mekanisme Penolakan Pengunjung pada Sistem ESP32-CAM Door Lock

1. Penolakan Manual dengan Perintah /tolak. Jika tombol bell ditekan tetapi pengunjung tidak diterima, pengguna dapat menekan perintah /tolak di bot Telegram. Setelah perintah dikirim, sistem akan menjalankan Buzzer berbunyi sebagai tanda bahwa pengunjung ditolak. LED biru berkedip sebagai indikator penolakan. Pesan notifikasi dikirim ke Telegram dengan teks "Pengunjung ditolak, buzzer telah dibunyikan."
2. Penolakan Otomatis Setelah 20 Detik. Jika tombol bell ditekan tetapi tidak ada respons dari pengguna dalam waktu 20 detik (tidak memilih /terima atau /tolak), sistem akan otomatis menolak pengunjung dengan Buzzer berbunyi untuk memberi tanda bahwa waktu respon telah habis. LED biru berkedip sebagai indikator bahwa pengunjung ditolak. Pesan otomatis dikirim ke Telegram dengan teks: "Pengunjung telah ditolak otomatis."

Sistem ini memastikan bahwa setiap permintaan masuk mendapatkan respons, baik secara manual oleh pengguna atau secara otomatis setelah batas waktu tertentu. Pastikan ESP32-CAM tetap terhubung ke internet agar semua notifikasi dapat diterima di Telegram dengan lancar.

6.3 Source Code Pengenalan wajah Otomatis

1. Mekanisme Pengenalan Wajah pada Sistem ESP32-CAM Door Lock

Saat seseorang berada di depan pintu, kamera ESP32-CAM akan secara otomatis mengambil gambar wajahnya. Gambar ini kemudian diproses oleh sistem yang telah dilengkapi dengan algoritma pengenalan wajah untuk menentukan apakah individu tersebut memiliki akses atau tidak.

Proses identifikasi dilakukan dengan menganalisis fitur unik pada wajah, seperti bentuk wajah, posisi mata, hidung, dan mulut. Sistem akan membandingkan data wajah yang baru saja terdeteksi dengan database wajah yang telah terdaftar sebelumnya.

Jika wajah yang terdeteksi cocok dengan data yang tersimpan, sistem akan mengirimkan sinyal untuk membuka kunci pintu, memungkinkan akses masuk. Sebaliknya, jika wajah tidak dikenali atau tidak terdapat dalam database, sistem akan menolak akses dan memastikan pintu tetap terkunci untuk menjaga keamanan.

Dengan metode ini, sistem memastikan bahwa hanya individu yang telah terdaftar yang dapat membuka pintu, meningkatkan tingkat keamanan serta kenyamanan dalam penggunaan sistem akses otomatis berbasis ESP32-CAM.

2. Kebutuhan Jaringan Internet

Untuk mengoperasikan ESP32-CAM, diperlukan koneksi WiFi (hotspot) agar perangkat dapat berkomunikasi dengan bot Telegram dan menjalankan fitur kendali jarak jauh. Anda dapat menggunakan router WiFi atau hotspot dari ponsel (tethering) sebagai sumber jaringan.

Berikut yang perlu disiapkan:

- a. Nama jaringan WiFi (SSID)
- b. Password WiFi

Pastikan jaringan WiFi memiliki sinyal yang stabil dan mendukung perangkat IoT agar ESP32-CAM dapat terhubung dengan lancar. antara ESP32-CAM dan komponen hardware lainnya masih sama seperti yang telah dibahas sebelumnya. Namun, dalam konfigurasi ini tidak menggunakan tombol bell, sehingga skema rangkaian lebih

Berikut daftar file yang perlu disertakan dalam folder proyek:

1. camera_index.h
2. camera_pins.h
3. partitions.csv
4. rzo_partitions.csv
5. Program_Face_Door_ESP32Cam.ino

Source code bisa diambil lewat link yang ada di caption dengan nama **Program_Face_Door_ESP32Cam**. Pastikan semua file sudah tersedia dalam direktori yang sama dengan Program_Face_Door_ESP32Cam.ino agar sistem dapat bekerja dengan baik tanpa error saat kompilasi. Jika ada

kendala dalam mengunggah program, periksa kembali koneksi perangkat, pengaturan board di Arduino IDE, serta konfigurasi partisi yang sesuai dengan ESP32-CAM.

Pada file Program_Face_Door_ESP32Cam.ino, sesuaikan kembali variabel SSID dan Passwordnya. Setelah disesuaikan, simpan lalu upload.

Setelah program selesai diunggah ke ESP32-CAM, langkah berikutnya adalah memastikan perangkat dapat berjalan dengan baik dan terhubung ke jaringan WiFi. Buka Serial Monitor di Arduino IDE untuk memantau status perangkat secara real-time lalu Tekan tombol RESET pada ESP32-CAM untuk menjalankan program yang telah diunggah. Tunggu beberapa saat hingga perangkat mulai melakukan inisialisasi dan mencoba terhubung ke jaringan WiFi. Setelah ESP32-CAM berhasil terhubung ke jaringan WiFi, langkah selanjutnya adalah mengakses kameranya melalui browser di handphone.

Berikut langkahnya:

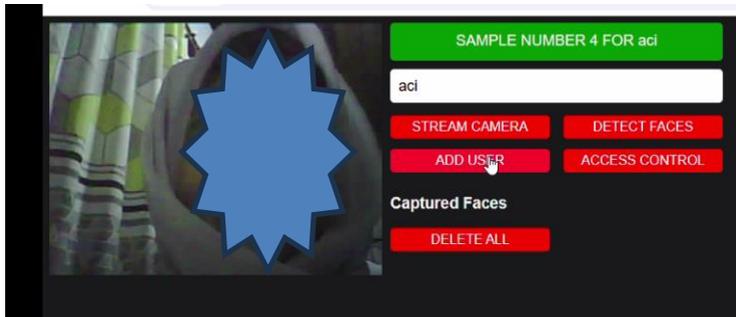
1. Cek Serial Monitor di Arduino IDE, cari alamat IP yang diberikan oleh router WiFi untuk ESP32-CAM. Alamat ini berbentuk 192.168.x.x



```
load:0x100/0000,len:10377
load:0x40080400,len:6388
entry 0x400806b4
.....
WiFi connected
Starting web server on port: '80'
Starting stream server on port: '81'
Camera Ready! Use 'http://192.168.100.26' to connect
```

gambar 6.18 Koneksi Telegram

2. Buka aplikasi browser di handphone, seperti Google Chrome, Mozilla Firefox, atau browser bawaan.
3. Ketik alamat IP ESP32-CAM yang terlihat di Serial Monitor ke dalam bilah alamat browser, lalu tekan Enter.
4. Jika koneksi berhasil, halaman antarmuka ESP32-CAM akan muncul, menampilkan tampilan dari kamera secara real-time.



gambar 6.19 Tampilan antarmuka

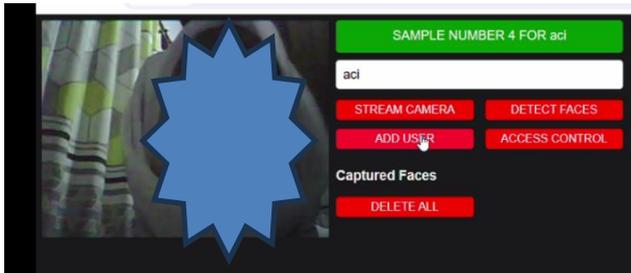
Jika halaman tidak terbuka, coba lakukan beberapa langkah berikut:

1. Pastikan handphone terhubung ke jaringan WiFi yang sama dengan ESP32-CAM.
2. Cek kembali alamat IP di Serial Monitor, pastikan tidak ada kesalahan dalam mengetiknya.
3. Jika masih tidak bisa diakses, coba reset ESP32-CAM dan ulangi langkah-langkah di atas.

Setelah berhasil mengakses tampilan kamera, kita dapat menggunakan fitur yang tersedia sesuai dengan program yang telah diunggah.

6.4 Proses Jalannya Alat

1. Menyimpan Wajah ke Sistem
Setelah berhasil mengakses antarmuka kamera ESP32-CAM melalui browser, langkah selanjutnya adalah mendaftarkan wajah agar bisa dikenali oleh sistem.
2. Pada halaman antarmuka, cari kolom "Type the person's name here".



gambar 6.20 Proses Penyimpanan Sistem

3. Ketik nama yang ingin disimpan, misalnya: Aci.
4. Klik tombol "ADD USER" untuk menyimpan wajah ke dalam sistem.
5. Tunggu beberapa saat hingga wajah berhasil dikenali dan disimpan dalam database perangkat.
6. Setelah wajah tersimpan, Anda dapat mengaktifkan akses. Tekan tombol "ACCESS CONTROL" pada antarmuka.
7. Jika wajah yang terdeteksi sesuai dengan wajah yang sudah terdaftar, sistem akan mengaktifkan relay (ON), yang berarti pintu akan terbuka.
8. Relay akan tetap ON selama 20 detik, memberikan waktu bagi pengguna untuk masuk.
9. 5 detik sebelum batas waktu habis, buzzer akan berbunyi setiap detiknya sebagai peringatan bahwa pintu akan

segera terkunci. Ketika waktu habis, relay akan OFF, sehingga pintu terkunci kembali secara otomatis.

Fungsi Tambahan

1. Detect Face digunakan untuk mendeteksi wajah orang yang berada di depan kamera ESP32-CAM.
2. Delete All digunakan Menghapus semua data wajah yang telah tersimpan dalam sistem.
3. Menghapus Wajah Individu cukup tekan ikon silang (X) di samping nama orang tersebut.

Dengan fitur ini, sistem ESP32-CAM dapat mengelola akses pintu secara otomatis menggunakan pengenalan wajah, serta memungkinkan pengguna untuk menambah, mendeteksi, atau menghapus data wajah dengan mudah.

6.5 Uji Coba Proyek

Simak uji coba proyek ini secara langsung melalui link video berikut

<https://youtu.be/h-1yPaZubUs?si=w18RQ-CUmPGhNRRG>

BAB VII

PENGAMANAN DAN PENINGKATAN PERFORMA SISTEM

7.1 Enkripsi dan Proteksi Data dalam komunikasi

Dalam sistem kendali berbasis IoT, keamanan komunikasi menjadi aspek krusial yang harus diperhatikan untuk mencegah akses tidak sah dan penyalahgunaan data. Mengingat ESP32-CAM berperan sebagai perangkat utama dalam sistem kendali pintu, data yang dikirimkan antara perangkat ini dan server harus dijaga keamanannya agar tidak mudah disadap atau dimanipulasi oleh pihak yang tidak berwenang. Jika komunikasi dalam sistem ini tidak diamankan dengan baik, risiko serangan seperti man-in-the-middle attack (MitM), penyadapan data (sniffing), atau eksploitasi celah keamanan (vulnerabilities exploitation) dapat terjadi, yang berpotensi mengakibatkan pengambilalihan akses pintu oleh pihak luar (Muwardi & Adisaputro, 2021). Oleh karena itu, penerapan metode enkripsi yang kuat dan mekanisme autentikasi yang aman menjadi langkah utama dalam menjaga keamanan sistem.

Salah satu metode enkripsi yang umum digunakan dalam komunikasi perangkat IoT adalah AES (Advanced Encryption Standard). AES merupakan algoritma enkripsi simetris yang dikenal karena kecepatan dan tingkat keamanannya yang tinggi. Dengan menerapkan AES pada komunikasi antara ESP32-CAM dan server, data yang dikirimkan akan dikodekan menjadi format yang tidak dapat dibaca oleh pihak lain tanpa kunci dekripsi yang valid. Hal

ini sangat penting untuk memastikan bahwa setiap perintah atau informasi yang dikirim, seperti permintaan pembukaan pintu atau data wajah yang terdeteksi, tidak dapat diubah atau disalahgunakan oleh pihak yang tidak memiliki otorisasi.

Selain enkripsi data, keamanan pada komunikasi dengan Telegram juga harus diperhatikan. Telegram digunakan sebagai media notifikasi sistem, di mana ESP32-CAM akan mengirimkan pesan kepada pengguna saat ada aktivitas yang terdeteksi, seperti wajah yang berhasil diidentifikasi atau percobaan akses yang gagal. Untuk menjaga keamanan komunikasi ini, sistem harus menggunakan bot token sebagai identifikasi yang sah dalam mengakses API Telegram. Bot token ini harus disimpan dengan aman dan tidak boleh bocor ke publik karena dapat digunakan oleh pihak lain untuk mengakses bot dan mengirimkan perintah tanpa izin. Selain itu, komunikasi antara ESP32-CAM dan Telegram dilakukan melalui HTTPS (Hypertext Transfer Protocol Secure), yang mengenkripsi data yang dikirimkan melalui jaringan untuk mencegah penyadapan oleh pihak ketiga. Dengan kombinasi bot token yang unik dan penggunaan HTTPS, komunikasi antara sistem dan Telegram menjadi lebih aman dan sulit untuk diretas (Rahmawati et al., 2022).

Untuk meningkatkan perlindungan terhadap akses tidak sah, sistem ini juga menerapkan teknik autentikasi pengguna. Salah satu metode autentikasi yang dapat digunakan adalah API keys, yang memastikan bahwa hanya aplikasi atau perangkat yang memiliki kunci API yang benar yang dapat mengakses sistem kendali pintu. Selain itu,

autentikasi berbasis wajah juga digunakan sebagai langkah verifikasi tambahan. Sistem hanya akan membuka pintu jika wajah yang terdeteksi cocok dengan data pengguna yang telah terdaftar, sehingga mencegah akses oleh orang yang tidak dikenal. Untuk mencegah manipulasi seperti penggunaan foto atau video untuk menipu sistem (spoofing), metode deteksi keaslian wajah (liveness detection) dapat diterapkan dengan memanfaatkan teknologi pemrosesan gambar yang lebih canggih.

Dengan penerapan enkripsi data, komunikasi yang aman melalui Telegram, serta mekanisme autentikasi yang ketat, sistem kendali pintu berbasis ESP32-CAM dapat beroperasi dengan tingkat keamanan yang lebih tinggi. Langkah-langkah ini bertujuan untuk mencegah peretasan, penyadapan, dan akses ilegal, sehingga pengguna dapat merasa lebih aman dalam menggunakan sistem ini untuk kebutuhan sehari-hari.

7.2 Risiko Keamanan pada Sistem Kendali Keamanan

Sistem kendali pintu berbasis ESP32-CAM memiliki berbagai potensi risiko keamanan yang perlu diantisipasi untuk memastikan sistem tetap aman dari serangan atau eksploitasi pihak yang tidak bertanggung jawab. Mengingat sistem ini mengandalkan jaringan nirkabel dan komunikasi berbasis IoT, risiko terhadap serangan siber dan manipulasi fisik menjadi ancaman yang harus diperhitungkan. Jika sistem tidak dilindungi dengan baik, maka akses pintu dapat diretas, mengakibatkan pelanggaran keamanan yang berbahaya.

Salah satu ancaman utama dalam sistem ini adalah serangan siber, khususnya man-in-the-middle attack (MitM). Serangan ini terjadi ketika peretas menyusup di antara komunikasi antara ESP32-CAM dan server atau perangkat pengguna, memungkinkan mereka untuk mencuri atau memanipulasi data yang dikirim. Dalam konteks kendali pintu, seorang penyerang dapat mencegat sinyal perintah pembukaan pintu, merekamnya, lalu menggunakannya kembali (replay attack) untuk membuka pintu tanpa izin (Rasyidan et al., 2024). Selain itu, komunikasi berbasis protokol yang tidak aman dapat membuat sistem rentan terhadap penyadapan (sniffing), di mana data yang dikirimkan bisa diakses oleh pihak luar.

Selain serangan berbasis jaringan, sistem ini juga rentan terhadap peretasan perangkat secara langsung, terutama jika ESP32-CAM dibiarkan dalam kondisi yang mudah diakses oleh orang asing. Eksploitasi firmware merupakan salah satu metode yang dapat digunakan oleh penyerang untuk memodifikasi atau menyuntikkan kode berbahaya ke dalam ESP32-CAM. Dengan mengeksploitasi celah keamanan dalam firmware, penyerang dapat mengambil alih kontrol perangkat dan mengakses pintu tanpa harus melewati mekanisme keamanan yang telah diterapkan. Selain itu, akses fisik ke perangkat juga menjadi ancaman, terutama jika seseorang dapat langsung menghubungkan perangkat ke komputer dan membaca data konfigurasi atau mengganti firmware dengan yang telah dimodifikasi.

Sistem autentikasi wajah yang digunakan untuk membuka pintu juga tidak terlepas dari risiko keamanan.

Salah satu ancaman yang sering terjadi adalah spoofing dengan foto atau video, di mana seorang penyerang menggunakan gambar atau rekaman video pemilik asli untuk menipu sistem agar mengenali mereka sebagai pengguna yang sah. Jika sistem tidak memiliki mekanisme deteksi keaslian wajah (liveness detection), maka metode ini bisa digunakan untuk mengelabui sistem dan membuka pintu secara ilegal.

Untuk mengatasi berbagai ancaman tersebut, diperlukan langkah-langkah mitigasi yang efektif, di antaranya:

- a) Menggunakan enkripsi data untuk melindungi komunikasi antara ESP32-CAM, server, dan perangkat pengguna. Dengan menerapkan protokol seperti AES atau TLS, data yang dikirimkan akan lebih sulit disadap atau dimanipulasi oleh pihak tidak berwenang.
- b) Memanfaatkan firewall dan VPN (Virtual Private Network) untuk membatasi akses jaringan hanya pada perangkat yang terotorisasi, sehingga mencegah serangan dari luar jaringan yang sah.
- c) Menerapkan sistem deteksi keaslian wajah (liveness detection) untuk membedakan wajah asli dengan gambar atau video. Teknologi ini dapat menggunakan deteksi kedipan mata, perubahan ekspresi, atau analisis kedalaman gambar untuk memastikan wajah yang dideteksi benar-benar milik pengguna yang sah.
- d) Mengamankan fisik perangkat ESP32-CAM, misalnya dengan memasangnya di lokasi yang sulit dijangkau oleh

- orang asing dan menggunakan casing pelindung yang mencegah akses langsung ke port hardware.
- e) Memperbarui firmware secara berkala untuk mengatasi celah keamanan yang mungkin ditemukan pada versi sebelumnya, serta memastikan sistem selalu menggunakan teknologi keamanan terbaru(Kharisma et al., 2023).

Dengan menerapkan langkah-langkah ini, risiko keamanan pada sistem kendali pintu berbasis ESP32-CAM dapat diminimalkan, sehingga sistem tetap aman dan dapat diandalkan untuk digunakan dalam berbagai lingkungan.

7.3 Efisiensi Konsumsi daya

Sistem kendali pintu berbasis ESP32-CAM dan solenoid 9V memerlukan strategi optimasi daya agar tetap hemat energi, terutama jika digunakan dalam jangka panjang atau di lokasi yang memiliki keterbatasan daya listrik. Efisiensi konsumsi daya sangat penting untuk memastikan perangkat dapat beroperasi tanpa sering mengganti sumber daya, mengurangi panas berlebih, serta meningkatkan daya tahan komponen. Tanpa optimasi yang baik, sistem dapat mengalami konsumsi daya berlebih yang menyebabkan pemborosan energi dan mengurangi masa pakai perangkat keras. Oleh karena itu, terdapat beberapa teknik yang dapat diterapkan untuk meningkatkan efisiensi daya sistem.

a) Optimasi Penggunaan Solenoid

Solenoid pintu 9V bekerja dengan cara menarik atau mendorong mekanisme kunci ketika dialiri arus listrik. Salah satu kelemahan utama dari solenoid adalah konsumsi daya yang relatif tinggi, terutama jika dibiarkan aktif dalam waktu lama. Jika solenoid terus dialiri arus untuk mempertahankan posisi terbuka atau tertutup, maka akan menyebabkan pemborosan energi yang signifikan.

Untuk mengatasi masalah ini, mekanisme penguncian berbasis latch atau kunci mekanik dapat diterapkan. Misalnya, menggunakan solenoid latching yang hanya membutuhkan daya sesaat untuk mengubah statusnya (buka/tutup) dan tidak perlu terus dialiri arus setelah berpindah posisi. Dengan mekanisme ini, solenoid hanya mengonsumsi daya saat terjadi perubahan status, sehingga dapat menghemat konsumsi energi secara drastis dibandingkan solenoid konvensional yang membutuhkan daya kontinu (Setyo et al., 2020).

b) Sumber Daya yang Lebih Efisien. Dalam sistem yang dioperasikan di lingkungan yang sulit dijangkau oleh sumber listrik utama, diperlukan alternatif sumber daya yang lebih efisien dan berkelanjutan. Beberapa opsi yang dapat digunakan meliputi:

1. Baterai Lithium: Menggunakan baterai lithium-ion atau lithium-polymer berkapasitas besar dengan pengontrol daya untuk memastikan suplai listrik tetap stabil. Baterai ini lebih efisien dibandingkan baterai alkalin biasa dan dapat diisi ulang, sehingga

lebih ekonomis untuk penggunaan jangka panjang.

1. Panel Surya: Jika sistem ditempatkan di lokasi luar ruangan atau area dengan akses sinar matahari yang cukup, panel surya dapat menjadi solusi daya alternatif yang ramah lingkungan. Panel surya dapat digunakan untuk mengisi ulang baterai yang mendukung ESP32-CAM dan solenoid, sehingga sistem dapat bekerja secara mandiri tanpa ketergantungan pada listrik PLN.
2. Kapasitor Super (Supercapacitor): Untuk skenario tertentu, supercapacitor dapat digunakan sebagai penyimpanan daya jangka pendek yang mampu memberikan lonjakan daya tinggi saat solenoid diaktifkan, sekaligus mengurangi tekanan pada sumber daya utama.

Dengan penerapan optimasi penggunaan solenoid, serta pemanfaatan sumber daya yang lebih efisien, sistem kendali pintu dapat beroperasi dengan konsumsi daya yang lebih hemat tanpa mengurangi fungsionalitasnya(Syaban et al., 2024). Langkah-langkah ini tidak hanya membantu meningkatkan daya tahan perangkat keras tetapi juga mengurangi biaya operasional dan dampak lingkungan akibat konsumsi energi yang berlebihan.

7.4 Alternatif Hardware untuk performa lebih baik

Meskipun ESP32-CAM adalah pilihan yang populer untuk sistem kendali pintu berbasis IoT karena ukurannya yang ringkas dan harga yang terjangkau, perangkat ini

memiliki beberapa keterbatasan, terutama dalam hal kecepatan pemrosesan, kualitas kamera, dan efisiensi daya. Untuk meningkatkan performa sistem secara keseluruhan, diperlukan alternatif hardware yang lebih optimal sesuai dengan kebutuhan, baik dalam aspek pemrosesan, kualitas deteksi wajah, maupun efisiensi daya. Penggunaan ESP32-S3 atau Raspberry Pi untuk Pemrosesan yang Lebih Cepat dan Dukungan AI yang Lebih Baik. ESP32-CAM menggunakan prosesor ESP32-D0WD, yang memiliki keterbatasan dalam pemrosesan tugas berbasis AI, seperti pengenalan wajah secara real-time (Pringsewu et al., 2024). Jika sistem memerlukan deteksi wajah yang lebih cepat dan akurat, maka ESP32-S3 bisa menjadi alternatif yang lebih baik.

ESP32-S3 dilengkapi dengan dukungan akselerasi AI dan TensorFlow Lite, sehingga lebih optimal untuk tugas-tugas berbasis machine learning, termasuk pengenalan wajah. Selain itu, ESP32-S3 juga memiliki RAM yang lebih besar dibandingkan ESP32-CAM, yang memungkinkan pemrosesan gambar yang lebih baik tanpa keterbatasan memori.

Jika sistem membutuhkan performa yang jauh lebih tinggi, Raspberry Pi dapat menjadi pilihan yang lebih baik. Raspberry Pi, terutama model seperti Raspberry Pi 4 atau Raspberry Pi Zero 2 W, memiliki prosesor yang lebih kuat dan mampu menjalankan model AI yang lebih kompleks dengan kecepatan lebih tinggi. Dengan Raspberry Pi, sistem dapat menggunakan model deteksi wajah berbasis OpenCV atau bahkan TensorFlow untuk meningkatkan akurasi pengenalan wajah. Namun, penggunaan Raspberry Pi juga

berarti konsumsi daya yang lebih tinggi dibandingkan ESP32, sehingga perlu dipertimbangkan aspek daya dan kebutuhan operasional.

a) Kamera dengan Resolusi Lebih Tinggi untuk Meningkatkan Akurasi Deteksi Wajah

ESP32-CAM menggunakan modul kamera OV2640 dengan resolusi 2 MP, yang cukup untuk tugas dasar tetapi kurang optimal untuk pengenalan wajah yang lebih presisi, terutama dalam kondisi pencahayaan rendah atau sudut pandang yang kurang ideal. Sebagai alternatif, dapat digunakan kamera dengan resolusi yang lebih tinggi, seperti:

- i. OV5640 (5 MP) – Kamera ini memiliki resolusi lebih tinggi dan kualitas gambar yang lebih baik dibandingkan OV2640, sehingga dapat meningkatkan akurasi dalam mendeteksi wajah.
- ii. Kamera Raspberry Pi (HQ Camera atau Camera Module V3) – Jika menggunakan Raspberry Pi, modul kamera ini bisa memberikan kualitas gambar yang jauh lebih tajam dan jangkauan deteksi yang lebih baik. Peningkatan kualitas kamera tidak hanya meningkatkan akurasi pengenalan wajah tetapi juga mengurangi kemungkinan kesalahan dalam mendeteksi atau mengidentifikasi pengguna.
- iii. Solenoid dengan Konsumsi Daya Lebih Rendah untuk Meningkatkan Efisiensi Penggunaan Energi Solenoid 9V yang digunakan dalam sistem kendali pintu saat ini dapat mengonsumsi daya yang cukup

besar, terutama jika tetap aktif dalam waktu lama. Oleh karena itu, mengganti solenoid dengan alternatif yang lebih hemat daya bisa menjadi solusi untuk meningkatkan efisiensi energi sistem. Beberapa alternatif solenoid yang lebih efisien meliputi:

1. Solenoid latching – Solenoid ini hanya membutuhkan arus listrik saat mengubah status (buka/tutup) dan tidak perlu terus menerus dialiri listrik untuk mempertahankan posisinya, sehingga menghemat daya secara signifikan.
2. Solenoid dengan konsumsi daya rendah – Beberapa model solenoid memiliki daya kerja yang lebih kecil, seperti 5V atau 6V, yang dapat mengurangi konsumsi energi dibandingkan solenoid 9V standar.
3. Penggunaan motor servo atau aktuator linier – Alternatif lain adalah mengganti solenoid dengan servo motor atau aktuator linier, yang dapat memberikan kontrol lebih presisi dan konsumsi daya yang lebih rendah dalam kondisi tertentu(Dendra et al., 2023).

Dengan mengadopsi alternatif hardware ini, sistem kendali pintu dapat beroperasi dengan performa yang lebih baik, respons lebih cepat, akurasi pengenalan wajah yang lebih tinggi, serta efisiensi daya yang lebih optimal. Pemilihan komponen yang tepat bergantung pada kebutuhan spesifik sistem, seperti tingkat keamanan yang diinginkan, anggaran, dan lingkungan operasional.

BAB VIII

PENUTUP

8.1 Ringkasan Hasil Proyek

Sistem kendali keamanan pintu pagar berbasis ESP32-CAM dan notifikasi Telegram telah berhasil dikembangkan dengan fitur utama berupa pengenalan wajah sebagai metode autentikasi. Dengan adanya integrasi ke Telegram, pengguna dapat menerima notifikasi secara real-time mengenai aktivitas di depan pintu serta mengontrol akses dari jarak jauh. Sistem ini memberikan solusi keamanan yang lebih praktis dibandingkan metode konvensional seperti kunci mekanis atau kartu akses, yang memiliki risiko seperti kehilangan atau duplikasi.

Dari hasil pengujian, sistem dapat mengenali wajah dengan cukup baik dalam kondisi pencahayaan yang optimal serta memberikan respon cepat terhadap perintah pengguna. Kamera ESP32-CAM mampu menangkap gambar wajah dengan jelas, kemudian menganalisisnya menggunakan algoritma yang telah diprogram untuk mencocokkan dengan data pengguna yang terdaftar. Jika wajah yang terdeteksi cocok dengan database, pintu akan terbuka secara otomatis, sementara jika tidak, akses akan ditolak dan pengguna akan mendapatkan notifikasi peringatan.

Implementasi teknologi IoT dalam sistem ini memungkinkan kontrol akses yang lebih modern dan efisien, karena pengguna tidak perlu lagi berada di lokasi untuk mengelola akses pintu. Melalui Telegram, pengguna dapat menerima pemberitahuan, melihat gambar pengunjung, serta memberikan izin atau menolak

akses dari mana saja selama perangkat mereka terhubung ke internet. Selain itu, sistem ini dapat meningkatkan keamanan karena mencatat setiap aktivitas yang terjadi, sehingga pengguna memiliki riwayat akses yang dapat dipantau kapan saja.

Secara keseluruhan, proyek ini membuktikan bahwa teknologi pengenalan wajah yang dikombinasikan dengan IoT dapat diterapkan secara efektif untuk meningkatkan keamanan akses pintu. Dengan penyempurnaan lebih lanjut, seperti peningkatan akurasi pengenalan wajah dan pengamanan data, sistem ini berpotensi menjadi solusi keamanan yang lebih cerdas dan dapat digunakan dalam berbagai skenario, mulai dari rumah pribadi hingga fasilitas umum dengan tingkat keamanan tinggi.

8.2 Evaluasi kelebihan dan kekurangan sistem

Sistem ini memiliki beberapa kelebihan yang membuatnya lebih unggul dibandingkan metode kontrol akses konvensional. Salah satu kelebihan utamanya adalah kemudahan dalam penggunaan, di mana pengguna dapat mengontrol akses pintu hanya melalui smartphone tanpa perlu membawa kunci fisik. Hal ini mengurangi risiko kehilangan kunci atau kesulitan saat harus menggandakannya. Dengan menggunakan teknologi pengenalan wajah, sistem ini juga menawarkan tingkat keamanan yang lebih tinggi dibandingkan metode tradisional seperti kunci mekanis atau kartu akses yang rentan terhadap pencurian atau penyalahgunaan.

Selain itu, integrasi dengan aplikasi Telegram memberikan fleksibilitas yang lebih baik bagi pengguna dalam memantau akses pintu secara real-time. Pengguna tidak hanya dapat membuka atau mengunci pintu dari jarak jauh, tetapi juga menerima notifikasi langsung ketika ada seseorang yang

mencoba mengakses pintu. Hal ini sangat berguna untuk meningkatkan keamanan, terutama jika pengguna sedang tidak berada di lokasi. Dengan adanya dokumentasi aktivitas yang tercatat di Telegram, pengguna juga dapat memeriksa riwayat akses kapan saja untuk memastikan tidak ada aktivitas mencurigakan yang terjadi(Dila Faza et al., 2023).

Meskipun memiliki berbagai keunggulan, sistem ini juga memiliki beberapa kekurangan yang perlu diperhatikan. Salah satu kendala utama adalah ketergantungan pada koneksi internet. Sistem ini tidak dapat berfungsi optimal jika jaringan internet tidak stabil atau mengalami gangguan. Hal ini dapat menyebabkan keterlambatan dalam menerima notifikasi atau bahkan kegagalan dalam membuka pintu jika sistem tidak dapat berkomunikasi dengan server. Oleh karena itu, penggunaan jaringan internet yang andal dan stabil menjadi faktor penting dalam implementasi sistem ini.

Selain itu, akurasi pengenalan wajah dapat menurun dalam kondisi pencahayaan yang kurang baik atau jika sudut pengambilan gambar tidak ideal. Kamera ESP32-CAM memiliki keterbatasan dalam menangkap gambar dengan kualitas tinggi di lingkungan dengan pencahayaan rendah, yang dapat memengaruhi keberhasilan sistem dalam mengenali wajah pengguna. Oleh karena itu, diperlukan optimasi pada algoritma pengenalan wajah atau penambahan pencahayaan di sekitar area kamera untuk memastikan hasil yang lebih akurat.

Faktor keamanan data juga menjadi perhatian dalam sistem ini. Karena sistem terhubung ke internet, ada potensi risiko terhadap serangan siber seperti peretasan atau penyadapan data. Jika tidak dilindungi dengan baik, data wajah pengguna bisa saja

disalahgunakan oleh pihak yang tidak bertanggung jawab. Oleh karena itu, diperlukan langkah-langkah keamanan tambahan, seperti enkripsi data yang lebih kuat dan penggunaan sistem autentikasi yang lebih aman, untuk memastikan bahwa sistem ini tetap dapat beroperasi dengan tingkat keamanan yang tinggi.

8.3 pengembangan ke depan

Untuk meningkatkan kinerja sistem, beberapa pengembangan dapat dilakukan agar lebih efektif, aman, dan dapat digunakan dalam berbagai kondisi. Salah satu perbaikan yang dapat diterapkan adalah menambahkan metode autentikasi alternatif, seperti sidik jari atau kode PIN, sebagai cadangan jika pengenalan wajah mengalami kendala. Dengan adanya metode autentikasi ganda (multi-factor authentication), sistem akan menjadi lebih fleksibel dan tetap dapat digunakan meskipun fitur pengenalan wajah mengalami kesalahan dalam mendeteksi pengguna (Zulkarnaen et al., 2024). Hal ini juga dapat meningkatkan kenyamanan pengguna yang mungkin mengalami kesulitan dalam kondisi pencahayaan rendah atau saat sistem gagal mengenali wajah karena perubahan seperti penggunaan masker atau aksesoris tertentu.

Selain itu, penggunaan algoritma kecerdasan buatan (AI) yang lebih canggih dapat meningkatkan akurasi dalam mendeteksi wajah, bahkan dalam kondisi pencahayaan yang minim atau sudut pengambilan gambar yang tidak ideal. AI dapat digunakan untuk mempelajari berbagai variasi wajah pengguna, sehingga sistem menjadi lebih adaptif dan mampu mengenali wajah dengan lebih akurat. Penggunaan model pembelajaran mesin yang lebih kompleks juga memungkinkan sistem untuk membedakan antara wajah asli dan gambar wajah yang digunakan untuk mencoba

mengelabui sistem (spoofing). Dengan demikian, tingkat keamanan sistem dapat lebih ditingkatkan dan risiko akses yang tidak sah dapat diminimalkan.

Keamanan data juga menjadi aspek yang sangat penting dalam pengembangan sistem ini. Karena sistem ini beroperasi dengan teknologi IoT dan terhubung ke internet, maka risiko serangan siber harus diantisipasi dengan menerapkan langkah-langkah keamanan tambahan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah menerapkan enkripsi data yang lebih kuat, baik pada komunikasi antara ESP32-CAM dengan server maupun pada penyimpanan data pengguna. Selain itu, penggunaan server lokal atau penyimpanan berbasis cloud yang lebih aman dapat menjadi solusi untuk menjaga integritas data pengguna, sehingga data wajah yang tersimpan tidak mudah diakses oleh pihak yang tidak berwenang^(Anwaril et al., 2024).

Pengembangan dari sisi antarmuka pengguna juga perlu diperhatikan agar sistem lebih mudah digunakan oleh berbagai kalangan. Antarmuka yang lebih ramah pengguna (user-friendly) dapat membantu pengguna dalam mengelola sistem dengan lebih nyaman, terutama bagi mereka yang tidak memiliki latar belakang teknis. Misalnya, pembuatan aplikasi khusus berbasis Android atau iOS yang memiliki tampilan sederhana dan intuitif dapat menjadi solusi untuk meningkatkan pengalaman pengguna dalam mengoperasikan sistem ini.

Selain perbaikan pada aspek teknis, uji coba dalam berbagai skenario penggunaan juga perlu dilakukan untuk memastikan sistem dapat berfungsi dengan baik di lingkungan yang berbeda. Pengujian pada berbagai kondisi cuaca, tingkat pencahayaan, serta variasi wajah pengguna dapat membantu mengidentifikasi

kelemahan yang masih ada dan memberikan solusi yang lebih optimal. Dengan pengembangan yang berkelanjutan, sistem ini dapat terus disempurnakan agar semakin andal dan dapat digunakan secara luas dalam berbagai kebutuhan keamanan akses.

8.4 Potensi Implementasi dalam skala besar

Sistem ini memiliki potensi besar untuk diimplementasikan dalam berbagai lingkungan, mulai dari skala kecil seperti rumah pribadi hingga skala besar seperti kompleks perumahan, perkantoran, dan fasilitas umum yang memerlukan kontrol akses yang lebih modern dan efisien. Dalam konteks perumahan, sistem ini dapat digunakan sebagai solusi keamanan bagi penghuni rumah yang ingin meningkatkan kontrol akses tanpa harus bergantung pada kunci fisik. Dengan integrasi ke Telegram atau aplikasi khusus, penghuni dapat memantau siapa saja yang datang dan pergi, serta memberikan akses kepada tamu atau anggota keluarga tanpa harus berada di lokasi.

Pada skala yang lebih luas, sistem ini dapat diterapkan di gedung bertingkat atau lingkungan bisnis dengan akses multi-user, di mana setiap pengguna memiliki hak akses yang berbeda. Misalnya, dalam lingkungan perkantoran, sistem dapat diprogram untuk memberikan akses hanya kepada karyawan yang terdaftar, sementara pengunjung perlu mendapatkan izin terlebih dahulu sebelum memasuki area tertentu. Sistem ini juga dapat dikombinasikan dengan kartu akses atau metode autentikasi lainnya untuk meningkatkan fleksibilitas dan keamanan. Selain itu, penerapan di fasilitas umum seperti sekolah, universitas, atau rumah sakit juga dapat memberikan manfaat besar dalam meningkatkan keamanan dan efisiensi operasional.

Integrasi dengan teknologi smart home juga membuka peluang untuk meningkatkan fungsionalitas sistem. Dengan menghubungkan sistem ini ke perangkat keamanan lain seperti kamera CCTV, alarm otomatis, atau sensor gerak, tingkat keamanan dapat lebih ditingkatkan (Fahmi Udin Ma et al., 2022). Misalnya, jika sistem mendeteksi wajah yang tidak dikenal, maka secara otomatis dapat mengaktifkan alarm atau memberi peringatan kepada pemilik rumah. Pengguna juga dapat mengatur skenario otomatis, seperti menyalakan lampu atau membuka pintu garasi saat wajah mereka dikenali oleh sistem.

Jika dikembangkan lebih lanjut dengan teknologi kecerdasan buatan (AI) dan machine learning, sistem ini dapat menjadi solusi keamanan yang lebih cerdas, responsif, dan efisien. AI dapat digunakan untuk meningkatkan akurasi pengenalan wajah, mendeteksi perilaku mencurigakan, atau bahkan mengenali ekspresi wajah untuk menentukan apakah seseorang dalam kondisi darurat. Dengan penerapan teknologi yang lebih canggih, sistem ini tidak hanya akan menjadi alat keamanan, tetapi juga bagian dari ekosistem IoT yang lebih luas untuk menciptakan lingkungan yang lebih aman dan nyaman bagi penggunanya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwari¹, A., Sunarto², B., & Fadillah³, M. H. (2024). *Perancangan Smart Box Untuk Penerima Paket Barang Berbasis IoT NodeMCU ESP32 di Asrama Putri STT Texmaco Subang* (Vol. 2, Issue 2).
- Arri Ape Pane Basabilik Prodi Fisika, P., Fisika, J., & Tanjungpura, U. (2021). *RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAU KEDATANGAN TAMU BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)*. 9(2), 110–116.
- Atmaja, T., Bangun, B., & Ritonga, A. A. (2024). PENERAPAN ARDUINO UNO DAN RFID PADA PAGAR GESER DAN SISTEM LAMPU AREA PARKIR OTOMATIS. In *Jurnal Penelitian Ilmiah Multidisiplin* (Vol. 8, Issue 8).
- Bangun1, B., Pane2, R., & Ritonga3, A. A. (2020). SISTEM KEPUTUSAN KINERJA DOSEN ABSENSI DATA MENGGUNAKAN ALGORITMA APRIRORI STUDI KASUS FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS LABUHANBATU. / *Journal Computer Science and Information Technology*, 1. <http://jurnal.ulb.ac.id/index.php/JCoInT/index>
- Dendra, R. N., Rachman, S., & Zainuddin, A. (2023). *SISTEM KEAMANAN RUMAH MENGGUNAKAN LASER DAN ESP32-CAM BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) ARTICLE INFO ABSTRACT* (Vol. 1, Issue 1).

- Dila Faza, F., Mardiyanti, D., Budihartono, E., & Winarso, A. (2023). Smart Box Penerima Paket Berbasis Website Menggunakan Esp32-Cam Dan Notifikasi Telegram. *Journal of Manufacturing and Enterprise Information System*, 1(2), 103–115.
<https://doi.org/10.52330/jmeis.v1i2.176>
- Efendi, M., Sihombing, V., & Parulian, S. (2022). Implementation and Use of Base64 Algorithm in Video File Security. *Sinkron*, 7(1), 243–247.
<https://doi.org/10.33395/sinkron.v7i1.11256>
- Fahmi Udin Ma, I., Anshory, I., Studi Teknik Elektro, P., & Sains dan Teknologi, F. (2022). Seminar Nasional & Call Paper Fakultas Sains dan Teknologi (SENASAINS 5 th. In *Procedia of Engineering and Life Science* (Vol. 3).
- Faisal, A. (2021). *Sistem Kontrol Misting Antiseptic Automatic Pada Pintu Masuk Berbasis Microcontroller* (Vol. 2, Issue 2).
- Hazra, A., Gurning, E., Sanjani, A., Anugrahwaty, R., Telekomunikasi, T., Elektro, T., & Medan, P. N. (2024). *PERANCANGAN SISTEM RESERVASI DAN KENDALI LOKER PERPUSTAKAAN BERBASIS TELEGRAM*.
- Ipanhar, A., Wijaya, T. K., & Gunoto, P. (2022). PERANCANGAN SISTEM MONITORING PINTU OTOMATIS BERBASIS IOT

MENGGUNAKAN ESP32-CAM. *Sigma Teknika*, 5(2), 333–350.

Jardian, J., & Owen, M. (2024). *Perancangan Smart Door Berbasis ESP32-WROVER dengan Sistem Notifikasi Melalui Aplikasi Blynk*.
<https://doi.org/10.37253/telcomatics.v9i2.10096>

Kharisma, D., Deddy Irawan, J., & Wibowo, S. A. (2023). SISTEM KEAMANAN KAMAR KOST BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT). In *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika* (Vol. 7, Issue 5).

Muwardi, R., & Adisaputro, R. R. (2021). Design Sistem Keamanan Pintu Menggunakan Face Detection. *Jurnal Teknologi Elektro*, 12(3), 120.
<https://doi.org/10.22441/jte.2021.v12i3.004>

Pringsewu, U. A., Assubhi, M. H., & Rahmadewi, R. (2024). *Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering PERANCANGAN SISTEM KENDALI PADA SISTEM KEAMANAN SEPEDA MOTOR DENGAN MIKROKONTROLER ESP32*.
<http://jti.aisyahuniversity.ac.id/index.php/AJIEE>

Purnama, I., Harahap, S. Z., & Ritonga, A. A. (2020). *RANCANG BANGUN TEMPAT SAMPAH OTOMATIS PADA UNIVERSITAS LABUHANBATU*. 8(2).

Rahmawati, Y., Uli, I., Simanjutak, V., & Simorangkir, R. B. (2022). Volume 4 Nomor 2 Juli 2022 Rancang Bangun Purwarupa Sistem Peringatan Pengendara Pelanggang Zebra Cross Berbasis Mikrokontroler ESP-

32 CAM. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 189.

Rasyidan, M., Ratna, S., Arafat, A., & Wagino, W. (2024). SMART BEL BERBASIS ARTIFICIAL INTELEGENCE (AI) MENGGUNAKAN ESP32 CAM & TELEGERAM. *Technologia : Jurnal Ilmiah*, 15(4), 989.

<https://doi.org/10.31602/tji.v15i4.16817>

Rifaini, A., Sintaro, S., & Surahman, A. (2021). ALAT PERANGKAP DAN KAMERA PENGAWAS DENGAN MENGGUNAKAN ESP32-CAM SEBAGAI SISTEM KEAMANAN KANDANG AYAM. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer (JTIKOM)*, 2(2).

Santoso, L. H., Anwari, A., & Shopa, R. F. (2024). *Implementasi Teknologi Esp-32 Camera Dalam Sistem Keamanan Kandang Domba Berbasis Internet Of Things* (Vol. 2, Issue 2).

Setyo, B., Dedi, H. ;, & Prasetya, A. (2020). *PERANCANGAN SISTEM KEAMANAN RUMAH BERBASIS IOT DENGAN MONITORING DAN KENDALI APLIKASI TELEGRAM*.

Sistem, J., & Tgd, K. (2022). *Smart Lock System Dengan Personal Identification Number Berbasis Internet Of Things*. 1(4), 118–125.

<https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jskom>

- Syaban, H. M., Mufizar, T., & Ruuhwan, R. (2024). RANCANG BANGUN ALAT KEAMANAN RUMAH MENGGUNAKAN SENSOR PIR DENGAN NOTIFIKASI TELEGRAM BERBASIS IOT DAN CATU DAYA PLTS. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 12(2).
<https://doi.org/10.23960/jitet.v12i2.4126>
- Wijaya Setiady, K., & Amanda Ginting, J. (2023). PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SECURITY DAN SISTEM KENDALI OTOMATIS SMART HOME MENGGUNAKAN NODEMCU *Design And Implementation Of Security And Smart Home Automatic Control Systems Using Nodemcu*. VI(1), 543–552. <https://doi.org/10.30813/j-alu.v2i2.3756>
- Yudistira, A., Rusyda Saufa, N., & Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika Jurusan Teknik Elektro, P. (2025). *ENTRIES (Journal of Electrical Network Systems and Sources) Jurusan Teknik Elektro-Politeknik Negeri Ketapang Monitoring Dan Keamanan Smarhome Berbasis Internet Of Things (Iot)*.
<https://doi.org/10.58466/entries>
- Yusuf, M. A., Kurnia, M. D., Dimas, P., Zaky, M., & Muhtadi, Z. (2024). Kamera Pengaman Berbasis ESP32 Cam dan Sensor PIR. *INHARDWARE: Journal of Instrumentation and Hardware*, 2(2), 38–46.
<https://doi.org/10.53026/inhardware.v2i2.24>

Zulkarnaen, M. F., Aliy Nauval Hanafi, & Mohammad Taufan Asri Zaen. (2024). Rekayasa SmartHome System Berbasis Internet of Things. *Infotek: Jurnal Informatika Dan Teknologi*, 7(2), 552–562.
<https://doi.org/10.29408/jit.v7i2.26545>

TENTANG PENULIS



Asri Widya Agustina lahir pada 9 Agustus 2003 di Sipare Pare Tengah. Ia menempuh pendidikan dasar di SDN 112318 Sipare Pare Tengah, kemudian melanjutkan ke SMP Negeri 2 Marbau, dan menyelesaikan jenjang menengah atas di SMK Al-Washliyah 1 Marbau. Saat ini, ia sedang berada di semester

akhir di Universitas Labuhanbatu, jurusan Teknologi Informasi, di bawah naungan Fakultas Sains dan Teknologi. Sebagai seorang introvert, ia lebih nyaman mengekspresikan pemikiran dan idenya dalam bentuk tulisan. Baginya, menulis bukan hanya sekadar menyampaikan informasi, tetapi juga menjadi jembatan untuk menuangkan gagasan, menciptakan inovasi, dan berbagi wawasan dengan orang lain. Ketertarikannya dalam dunia teknologi, khususnya di bidang informasi dan sistem otomatisasi, membawanya untuk terus mengeksplorasi serta mengembangkan ide-ide kreatif dalam berbagai proyeknya. Dengan semangat belajar yang tinggi, ia berharap dapat berkontribusi lebih banyak dalam dunia teknologi serta memberikan inspirasi bagi mereka yang memiliki minat serupa.



Rahmadani Pane   Penulis dilahirkan di Marindal pada tanggal 10 Mei 1986, memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Komputer di STMIK Potenti Utama pada tahun 2008, kemudian melanjutkan ke Magister Komputer di Universitas Putra Indonesia Yptk Padang pada tahun 2011, saat ini menjabat sebagai Ketua Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Labuhanbatu, Labuhanbatu, Indonesia, fokus penelitiannya adalah pada bidang Basis Data, Pemrograman WEB, IoT, Sistem Pendukung Keputusan, dan Kecerdasan Buatan, dapat dihubungi di email: rahmadanipane@gmail.com.



Nama Ali Akbar Ritonga, S.T.,M.Kom lahir di Dusun Panduan Desa Silumajang Kec. NA.IX-X pada tanggal 24 Januari 1993. Menempuh pendidikan Sekolah Dasar di Sekolah Dasar Negeri

116901 Montong pada tahun 2006. Dan Melanjutkan Pendidikan Di MTS AT-Taufiqurrahman untuk tingkat

Sekolah Menengah Pertama dan melanjutkan pendidikan di SMKN Negeri 4 Padang dengan konsentrasi Multimedia Komputer dan menyelesaikannya pada tahun 2011, Penulis melanjutkan pendidikan tingkat tinggi ke Institut Teknologi Padang dan

mengambil Jurusan Tehnik Informatika. Dengan memperoleh Serjana Tehnik. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan program pasca serjana di Universitas Putra Indonesia YPTK Padang Sumatera Barat dan memperoleh gelar Magister Komputer pada tahun 2018. Penulis sekarang berprofesi sebagai Dosen Tetap di Universitas Labuhanbatu, Penulis dapat dihubungi melalui email : aliakbarritonga@gmail.com



Sahat Parulian Sitorus, S.T., M.Kom. adalah lulusan dari SD Negeri 010183 Ujung Kubu pada tahun 1998, lulus SLTP Negeri 3 Tanjung Tiran pada tahun 2001, lulus Sekolah Menengah Kejuruan Swasta Budhi Darma pada tahun 2004. Penulis melanjutkan pendidikan ke Universitas Asahan Program Studi Teknik Informatika dan menyelesaikannya pada Tahun 2014 dan mendapat gelar akademik Sarjana Teknik (S.T). Kemudian, penulis melanjutkan, pendidikan Strata Dua (S2) di Universitas Sumatera Utara Program Studi Teknik Informatika dan memperoleh gelar akademik Magister Komputer (M.Kom). Penulis saat ini berprofesi sebagai Dosen Tetap di Universitas Labuhanbatu Fakultas Sains dan Teknologi pada Program Studi. Teknologi Informasi. Kemudian aktif juga menulis buku, buku pertama berjudul “Jago Microsoft Powerpoint 2016” terbit pada tahun 2021, buku kedua berjudul “ Mahir Menggunakan Aplikasi Bank Jurnal | PT.JNDI Versi 3.2.1” dan penulis juga beberapa kali memenangkan Program MBKM dari Kemdikbud serta program skema Penelitian Dosen Pemula pada tahun 2022. Penulis juga

aktif menulis pada media elektronik yang berjudul “BON Berita Online Nasional” pada halaman website <https://berita.jndi.mv.id>. Penulis juga sebagai Pendamping PPH Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang dan sekaligus pendiri “PT. Jasa Niaga Digital Indonesia”, di halaman Website <https://jndi.mv.id>. Email : sahatparuliansitorus4@gmail.com

Keamanan akses menjadi aspek penting dalam sistem otomatisasi modern. Buku ini membahas "Sistem Kendali Keamanan Pintu Pagar Berbasis ESP32-CAM dan Notifikasi Telegram", sebuah solusi inovatif yang menggabungkan teknologi deteksi wajah, kontrol wireless, dan notifikasi real-time untuk meningkatkan keamanan rumah atau bangunan.

Dengan pendekatan langsung dan praktis, buku ini memandu pembaca dalam perancangan dan perakitan perangkat keras menggunakan ESP32-CAM dan solenoid, pemrograman ESP32-CAM untuk deteksi wajah sebagai kunci akses, serta integrasi dengan Telegram yang memungkinkan pemilik menerima notifikasi dan mengontrol pintu dari jarak jauh. Selain itu, buku ini juga membahas analisis kinerja sistem, mencakup kecepatan deteksi, konsumsi daya, dan tingkat akurasi. Cocok bagi mahasiswa, pengembang sistem IoT, serta siapa pun yang ingin membangun sistem keamanan pintar berbasis teknologi terkini, buku ini memberikan wawasan mendalam dan panduan langkah demi langkah untuk mewujudkan proyek ini secara nyata.

