



Rancang Bangun *Smart System Safety Doorlock* pada Kamar Crew Kapal Menggunakan *Face Recognition* dengan *Esp32 Wrover Cam*

Pande Gede Agus Parsana Yudha^{1*}, Edi Kurniawan², Dyah Ratnaningsih³

^{1,2,3}Politeknik Pelayaran Surabaya, Indonesia

*Korespondensi penulis: parsanayudha3@email.com

Abstract. Security systems in the maritime sector are crucial for preventing criminal activities and theft on board ships. The physical key systems commonly used today have vulnerabilities that can be exploited by unauthorized individuals. This research aims to design and test a smart door lock system using facial recognition with the ESP32 Wrover cam and a 4x4 Keypad as an additional security measure. The test results show that the system successfully recognizes faces with a 90% success rate at a distance of 15-100 cm, although there is a decrease in efficiency when more than one face is registered. The system also demonstrated 100% success in using the Keypad. Therefore, this system offers a more secure solution for door locks in crew cabins on ships.

Keywords: Keypad 4x4, Face recognition, Solenoid doorlock, Esp32 wrover cam, Smart doorlock.

Abstrak. Sistem keamanan di sektor kelautan sangat penting untuk mencegah tindak kriminal dan pencurian di kapal. Sistem kunci fisik yang umum digunakan saat ini memiliki kelemahan yang dapat dimanfaatkan oleh pihak yang tidak bertanggung jawab. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji sistem kunci pintu pintar menggunakan pengenalan wajah dengan ESP32 Wrover cam dan Keypad 4x4 sebagai metode keamanan tambahan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini berhasil mengenali wajah dengan tingkat keberhasilan 90% pada jarak 15-100 cm, meskipun ada penurunan efisiensi ketika lebih dari satu wajah didaftarkan. Sistem juga menunjukkan keberhasilan 100% dalam penggunaan Keypad. Dengan demikian, sistem ini menawarkan solusi yang lebih aman untuk kunci pintu di kamar kru kapal.

Kata kunci: Keypad 4x4, Face recognition, Solenoid doorlock, Esp32 wrover cam, Smart doorlock.

1. LATAR BELAKANG

Sebagai negara maritim, Indonesia memiliki wilayah perairan yang luasnya melebihi daratannya, sehingga terdapat banyak sumber daya alam penting, seperti pangan dan mineral, yang sangat dibutuhkan dalam kehidupan manusia. Perairan Indonesia juga menjadi jalur utama transportasi laut, yang digunakan untuk pengangkutan barang dan penumpang. Transportasi laut merupakan sektor vital dalam perdagangan dan pembangunan nasional (Sulaksono et al., 2023).

Ini memainkan peran signifikan dalam perekonomian dan mobilitas negara serta telah menjadi tulang punggung perdagangan internasional selama berabad-abad, memungkinkan penjelajahan dan eksplorasi global. Kapal niaga, yang mengangkut barang dan penumpang, beroperasi di berbagai wilayah perairan Indonesia. Saat kapal beroperasi, sistem keamanan yang baik sangat penting untuk menjaga keamanan di kapal. Hal ini bertujuan untuk memudahkan operasional di sektor transportasi laut yang memiliki risiko kriminalitas berbeda-beda di setiap daerah. Oleh karena itu, sistem keamanan yang baik di sektor kelautan harus

menjadi salah satu fokus utama dalam kebijakan kapal. Terkait dengan hal ini, Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 51 Tahun 2021 tentang Rencana Keamanan Fasilitas Pelabuhan (Port Facility Security Plan/PFSP) telah dibuat untuk memastikan penerapan tindakan yang dirancang guna melindungi kapal, fasilitas pelabuhan, orang, muatan, peralatan, dan gudang dari risiko gangguan keamanan (Hulu, Shahrullah, & Girsang, 2023). Namun, tindak kriminal di atas kapal masih sering terjadi, baik saat kapal berlabuh maupun bersandar, yang merugikan banyak pihak.

Berdasarkan pengalaman peneliti, kasus pencurian pernah terjadi saat peneliti melaksanakan praktek layar di kapal kontainer pada Agustus 2022, ketika kapal berlayar menuju Papua, Indonesia bagian timur. Pencurian ini terjadi saat kapal bersandar dan orang luar, seperti tenaga kerja bongkar muat (TKBM) atau warga lokal, naik ke kapal. Koki kapal menjadi korban dengan kehilangan uang tunai dan barang berharga lainnya, seperti jam tangan, yang dicuri dari kamarnya. Kasus serupa terjadi di Kapal LCT Eka Kurnia Usaha (Mattanews, 2019), di mana pelaku pencurian menggunakan perahu untuk mendekati kapal yang telah ditargetkan, kemudian memanjat kapal dan memasuki kamar kru secara acak, mencuri barang seperti handphone. Kejadian ini terjadi karena sistem kunci pintu kamar kapal yang hanya bergantung pada kunci fisik, yang rentan terhadap kelalaian.

Untuk mencegah tindak kriminal dan pencurian di kapal, seperti yang dijelaskan di atas, perlu diterapkan sistem keamanan yang lebih kuat. Sistem keamanan terpadu sangat penting untuk menjaga keamanan di kapal, terutama di ruangan pribadi seperti kamar kru. Sistem kunci pintu fisik sering kali memperlambat akses masuk dan keluar ruangan. Oleh karena itu, solusi yang dapat diterapkan adalah dengan mengadopsi metode keamanan yang lebih efektif, seperti face recognition. Metode *face recognition* adalah teknologi biometrik yang dapat mengonfirmasi citra atau karakter wajah berdasarkan data yang telah disimpan sebelumnya (Difa et al., 2021).

Menurut peneliti, berdasarkan kasus pencurian dan kriminal di kapal yang telah dibahas sebelumnya, teknologi keamanan yang diusulkan menggunakan metode face recognition dengan ESP32 *Wrover cam* yang memiliki kamera bawaan tipe OV2640. Sebagai keamanan tambahan, digunakan *Keypad 4x4* sebagai input pin jika terjadi kesalahan atau penurunan kualitas sensor wajah.

2. KAJIAN TEORITIS

Face recognition

Teknologi pengenalan wajah adalah sistem yang mampu mengidentifikasi atau mengkonfirmasi identitas seseorang melalui wajah mereka. Teknologi ini umumnya digunakan dalam berbagai aplikasi (Arrahma & Mukhaiyar, 2023) Sistem ini dapat mengenali wajah dari foto, video, atau secara langsung, yang sudah terdaftar dalam suatu sistem elektronik. Prinsip dasar dari teknologi pengenalan wajah adalah mengambil data wajah digital dari gambar atau video dan membandingkannya dengan data wajah yang tersimpan dalam basis data.

a. Keypad 4x4

Keypad 4x4 ini umumnya digunakan dalam berbagai aplikasi sistem keamanan digital, pengaturan kecepatan motor, robotika, dan lainnya (Mindasari, 2022). *Keypad 4x4* memiliki 4 baris dan 4 kolom yang berfungsi sebagai input pada berbagai perangkat berbasis mikrokontroler. Pembacaan input pada *Keypad* ini menggunakan metode scanning (Pradana & Wiharto, 2020), dimana proses pemeriksaan dilakukan secara berurutan dari baris 1 hingga baris 4 dan dari kolom 1 hingga kolom 4. Pada kondisi awal, pin baris dan kolom berada pada logika 1. Ketika tombol ditekan, logika pin baris dan kolom berubah menjadi 0, dan dari perubahan logika ini, tombol yang ditekan dapat terdeteksi. Proses ini merupakan konsep dasar dalam pembacaan tombol pada *Keypad 4x4*.

b. LCD 16x2

Liquid Cristal Display (LCD) 16x2 dapat menampilkan sebanyak 32 karakter yang terdiri dari 2 baris dan tiap baris dapat menampilkan 16 karakter (Tullah, 2019). LCD adalah salah satu jenis *display* elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS *logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit*. LCD berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik. Lapisan pada LCD terbuat dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan.

Prinsip kerja LCD adalah mengatur cahaya yang ada, atau nyala LED (sarmidi, 2019). Dibandingkan dengan *seven segment*, banyak orang yang lebih suka memakai LCD karena pemakaian daya yang sangat rendah, selain itu juga karena jumlah karakter yang ditampilkan semakin banyak.

c. ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler yang digunakan dalam aplikasi otomatisasi (Faisal, 2023). Pemilihan ESP32 didasarkan pada fitur lengkap yang dimilikinya, seperti prosesor dual core, output yang komprehensif, serta kemampuan Wi-Fi dan Bluetooth yang sudah terintegrasi, menjadikannya ideal untuk perangkat yang mengandalkan Internet of Things. Alat presensi yang dirancang menggunakan ESP32 dilengkapi dengan sistem real-time, di mana data presensi akan direkap di web dengan memanfaatkan fungsi Internet of Things. Keunggulan ESP32 ini diperkuat dengan penggunaan web server sebagai basis data untuk alat presensi. Web server sendiri adalah fasilitas yang menyediakan layanan informasi atau data kepada sistem lain, memungkinkan sistem tersebut untuk berinteraksi melalui layanan yang disediakan.

d. ESP32 Wrover cam

ESP32 *Wrover cam* adalah mikrokontroler yang dapat beroperasi dengan tegangan suplai sebesar 5V, yang kemudian distabilkan menjadi 3,3V melalui regulator yang ada di papan (Damiano, 2023). ESP32 *Wrover cam* memiliki RAM sebesar 8 MB dan dilengkapi dengan konektor khusus untuk menggunakan kamera OV2640 dengan resolusi 2 megapiksel. Dengan memanfaatkan konektivitas Wi-Fi dan kamera terintegrasi, perangkat ini mampu mengirimkan gambar secara langsung melalui streaming video ke server, yang sangat cocok untuk proyek pengenalan wajah. Pengguna juga dapat mengonfigurasi serangkaian perintah yang akan diterima dan dijalankan oleh ESP32. Selain kemampuan kamera video, ESP32 *Wrover cam* juga dapat melakukan streaming video dengan efisien melalui koneksi internet berkat fitur Wi-Fi yang dimilikinya. Hal ini memungkinkan perangkat tidak hanya untuk mengirimkan gambar secara real-time melalui streaming, tetapi juga memungkinkan kendali jarak jauh melalui perintah yang dapat disesuaikan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Melalui streaming, tetapi juga memungkinkan kendali jarak jauh melalui perintah yang dapat disesuaikan sesuai kebutuhan pengguna.

e. Baterai 18650

Baterai adalah perangkat yang dapat mengubah energi kimia yang terkandung dalam bahan aktifnya menjadi energi listrik melalui reaksi reduksi dan oksidasi elektrokimia yang terjadi pada elektroda (Tanjung, Masthura, & Daulay, 2022). Baterai memiliki dua terminal, satu dengan tanda negatif (-) dan lainnya dengan tanda positif (+), dan umumnya digunakan untuk menyimpan energi listrik. Dalam penelitian ini, digunakan baterai tipe 18650. Angka 18650 pada baterai ini mengacu pada ukuran

fisiknya, di mana angka 18 menunjukkan diameter baterai (18 mm) dan angka 650 menunjukkan tinggi baterai (65,0 mm) (Rafiki & Yulianti, 2021). Angka 0 di belakangnya merujuk pada toleransi tinggi total baterai berdasarkan jenis produk tersebut.

f. Buzzer

Buzzer adalah rangkaian elektronik yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi suara (Sari, Utami, Samsugi, & Ramdan, 2020). Prinsip kerjanya mirip dengan loudspeaker, yaitu terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma. Ketika kumparan dialiri arus, kumparan tersebut berubah menjadi elektromagnet. Kumparan kemudian akan bergerak masuk atau keluar tergantung pada arah arus dan polaritas magnetnya. Karena kumparan terhubung ke diafragma, setiap gerakan kumparan akan menyebabkan diafragma bergerak bolak-balik, sehingga menghasilkan getaran udara yang kemudian memproduksi suara.

g. *Solenoid doorlock*

Solenoid doorlock adalah jenis kunci yang bekerja dengan mekanisme penguncian elektronik-mekanis (siregar, 2023). Komponen ini menggunakan tegangan DC untuk menciptakan medan magnet yang menggerakkan kunci, dan sering digunakan dalam berbagai perangkat elektronik sebagai bagian penting dari sistem keamanan suatu ruangan. Ketika arus listrik mengalir melalui kawat yang melilit inti besi, medan magnet terbentuk (Ayyuubi, Anshory, Sulistiyowati, & Hadidjaja, 2021). Energi yang dihasilkan cukup kuat untuk menarik inti besi ke dalam. Ketika arus listrik terputus, inti besi akan kembali ke posisi semula dengan bantuan pegas yang terpasang di dalam komponen tersebut, sehingga mekanisme ini dapat dimanfaatkan sebagai pengunci pintu dalam berbagai sistem keamanan.

h. LM2596 Module

Modul LM2596 adalah sebuah konverter penurun tegangan yang berfungsi untuk mengubah tegangan masukan DC menjadi tegangan DC yang lebih rendah (Hamdani, Heni Puspita, & Dedy Wildan, 2019). Modul ini dirancang untuk menyediakan tegangan output yang dapat disesuaikan, memungkinkan pengguna untuk mengatur dan mengubah tegangan keluaran sesuai dengan kebutuhan spesifik dari berbagai aplikasi mereka. Dengan fitur ini, modul LM2596 sangat berguna dalam berbagai proyek elektronik dan sistem yang memerlukan pengaturan tegangan yang presisi, seperti dalam power supply untuk perangkat elektronik, sistem kendali, dan aplikasi yang memerlukan penyesuaian tegangan secara fleksibel.

3. METODE PENELITIAN

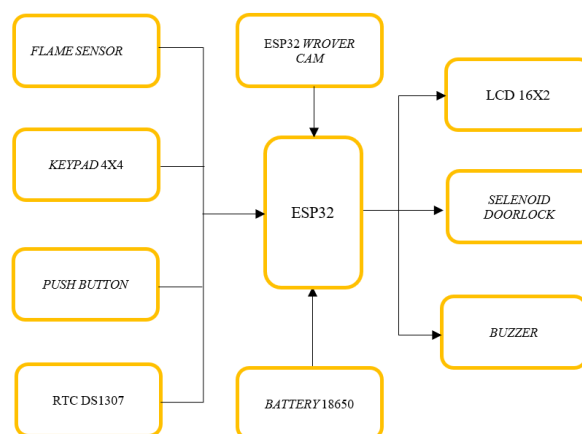
Perancangan Sistem

Perancangan sistem adalah tahap di mana suatu sistem direncanakan dan dibangun untuk mencapai tujuan tertentu. Proses ini melibatkan pemilihan dan integrasi berbagai komponen sistem dengan tujuan agar sistem dapat beroperasi secara efisien sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Dalam penelitian ini, digunakan metode eksperimen untuk menentukan hubungan sebab-akibat. Metode ini diterapkan untuk menguji desain sistem yang telah dibuat. Perancangan sistem tersebut digambarkan dalam blok diagram, yang menunjukkan sistem kerja secara keseluruhan.

Blok Diagram

Blok diagram adalah alat yang berguna untuk menganalisis, merancang, dan memahami struktur sistem, serta mempermudah pemahaman bagi pembaca. Diagram ini juga berfungsi dalam pemecahan masalah dan perencanaan sistem, di mana setiap blok mewakili fungsi atau elemen tertentu dalam sistem, sementara panah atau garis menunjukkan arus informasi atau sinyal.

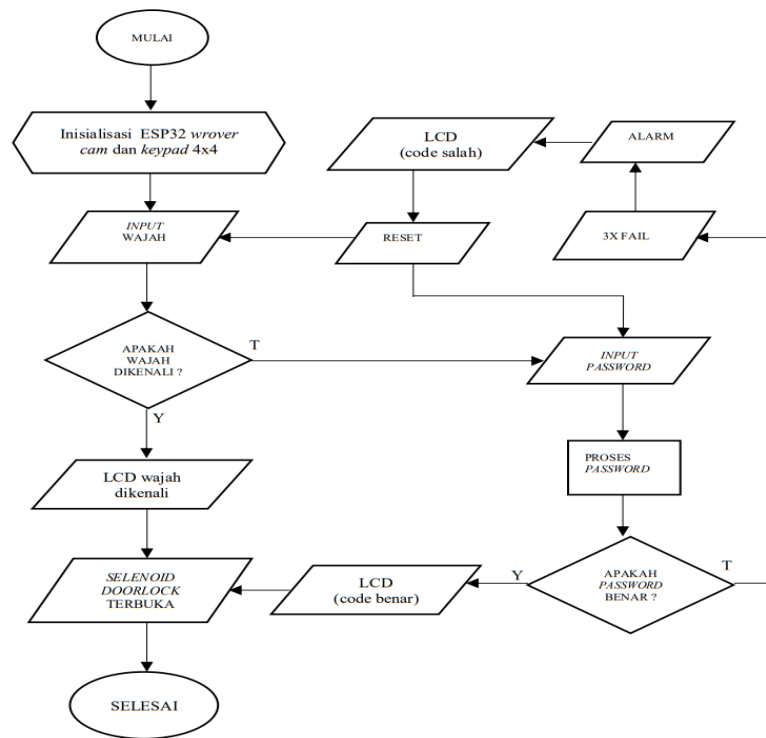
Dalam hal ini, peneliti menggunakan blok diagram untuk merencanakan pengembangan sistem smart safety doorlock. Sistem ini dirancang untuk mencegah tindak kriminal dan pencurian yang sering terjadi di area akomodasi kapal, seperti kamar kru kapal, dengan memanfaatkan teknologi face recognition yang terintegrasi dengan ESP32 Wrover cam.



Sumber: Disusun oleh peneliti

Gambar 1. Blok Diagram

Sistem Kerja Alat



Sumber: Disusun oleh peneliti

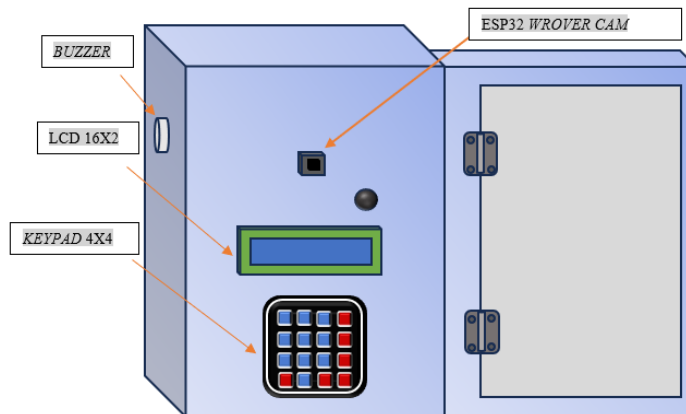
Gambar 2. Flowchart kerja alat

Berdasarkan flowchart pada gambar 2, proses kerja sistem dimulai dengan mempersiapkan ESP32 Wrover cam dan Keypad. Input awal dapat dilakukan menggunakan wajah, atau jika mengalami kendala dengan input wajah, pengguna dapat memilih opsi kedua dengan menggunakan Keypad untuk mengakses Solenoid doorlock. Sistem pengenalan wajah akan mencoba mengenali wajah, dan jika tidak berhasil, pengguna dapat menggunakan pin pada Keypad dengan hingga 3 kali percobaan. Jika setelah 3 kali percobaan pin yang salah, buzzer akan aktif dan berbunyi selama 1 menit. Setelah buzzer berhenti, sistem akan mereset dan pengguna dapat mencoba input wajah atau pin Keypad lagi secara bergantian hingga Solenoid doorlock terbuka selama 3 detik sebelum menutup kembali. Setelah sistem mereset, input wajah atau pin Keypad dapat dilakukan kembali.

Pengguna yang terdaftar dapat mencoba kembali sampai wajah dikenali atau pin benar. Jika face recognition pada ESP32 Wrover cam berhasil, layar LCD 16x2 akan menampilkan “Wajah terdeteksi, Pintu terbuka.” Jika pin yang benar dimasukkan, layar LCD 16x2 akan menampilkan “Code Benar, Pintu terbuka.” Jika pin yang dimasukkan salah, layar LCD akan menampilkan “Code salah 1x percobaan,” dan jika wajah tidak dikenali, tidak akan ada tampilan pada layar. Kesalahan input pin Keypad dapat diulang hingga 3 kali sebelum alarm

aktif. Setelah input benar, *Solenoid doorlock* akan terbuka selama 3 detik. Jika *Solenoid doorlock* tidak menutup kembali setelah 3 detik, sistem akan dinyatakan error.

Desain 3D alat



Sumber: Disusun oleh peneliti

Gambar 3. Desain 3D alat

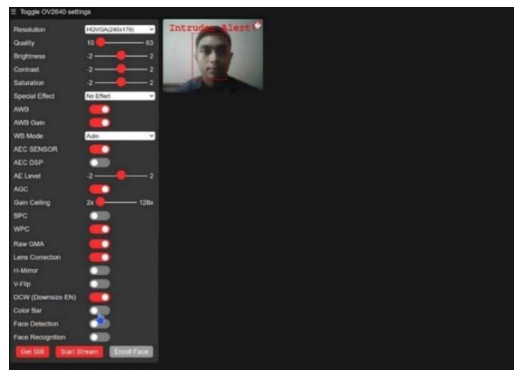
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian alat ini bertujuan untuk memastikan bahwa alat yang telah dirancang berfungsi dengan baik. Pengujian dan pengumpulan data dilakukan melalui pengujian statis dan dinamis yang akan dilaksanakan secara bertahap.

Pengujian Statis

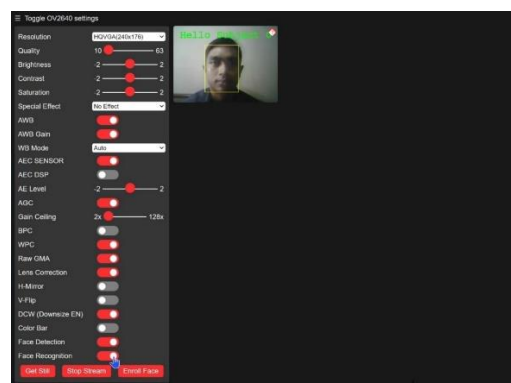
1) Pengujian ESP32 Wrover cam

Pengujian pada komponen ESP32 *WROVER CAM* dilakukan secara langsung dengan beberapa tahapan untuk mengetahui dan memastikan apakah ESP32 *WROVER CAM* dapat digunakan untuk pendaftaran wajah. Pastikan PC atau laptop yang digunakan sudah terhubung ke WiFi, karena pendaftaran wajah memerlukan alamat IP yang diperoleh dari software Arduino IDE untuk mendaftarkan wajah melalui webserver. Setelah alamat IP berhasil diperoleh, salin alamat IP tersebut dan buka di browser yang tersedia di PC untuk mendaftarkan wajah yang nantinya akan digunakan dalam sistem keamanan seluruh alat.



Sumber: Disusun oleh penulis

Gambar 4. Wajah belum terdaftar



Sumber: Disusun oleh penulis

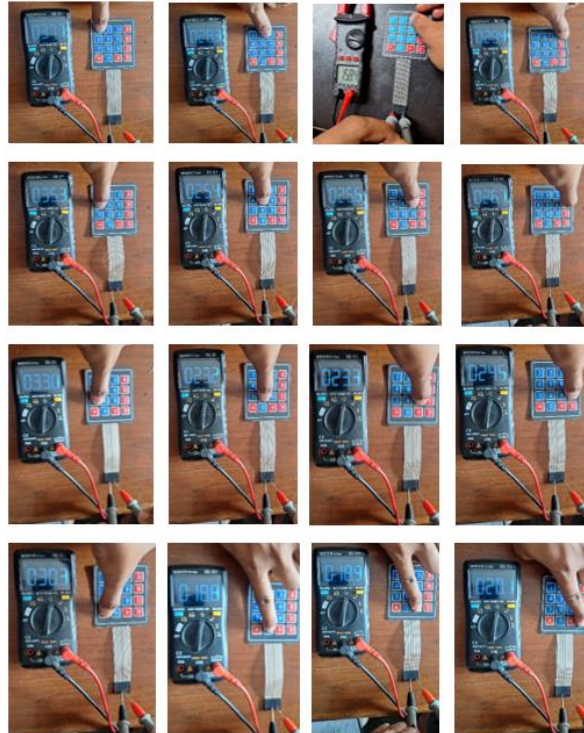
Gambar 5. Wajah sudah terdaftar

Pengujian dilanjutkan dengan mengakses webservice, yang akan menampilkan gambar 4.1 "intruder alert 1" karena wajah belum terdaftar, dan pendaftaran wajah belum dapat dilakukan. Untuk mendaftarkan wajah, tekan tombol enroll hingga wajah terdaftar dengan keterangan "hello subject 0," seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.2 yang menandakan bahwa wajah telah dikenali. Pengujian komponen ini dianggap berhasil dan siap digunakan untuk pendaftaran wajah.

2) Pengujian Keypad 4x4

Pengujian Keypad 4x4 dilakukan menggunakan multitester untuk memastikan bahwa Keypad dapat berfungsi dengan baik. Pengujian dilakukan dengan mengukur nilai resistansi pada setiap tombol, yang berjumlah 16 tombol, dimulai secara bertahap dari tombol 1 hingga tombol D menggunakan mode resistansi pada multitester. Probe hitam dan merah dari multitester dihubungkan dengan pin Keypad sesuai dengan jalur

masing-masing tombol yang akan diuji. Saat tombol ditekan satu per satu, jika *Keypad* berfungsi dengan normal, multimeter akan menunjukkan nilai resistansi.



Sumber: Disusun oleh penulis

Gambar 6. Pengujian Keypad 4x4

Hasil pengujian telah dilakukan secara berurutan terhadap tombol *Keypad* dan didapat nilai pada seluruh tombol yang diuji. Dengan hasil pengujian dapat diperhatikan pada gambar 4.3. Dari pengujian ini maka *Keypad* 4x4 dapat digunakan nantinya pada alat sebagaimana mestinya.

3) Pengujian LCD 16x2

Pengujian LCD 16x2 dimulai dengan memprogram LCD 16x2 melalui mikrokontroler ESP32 menggunakan software Arduino IDE. Tujuan pengujian ini adalah untuk menampilkan teks “Hello, world! HALLO PANDE” agar dapat memastikan bahwa LCD dapat menampilkan teks dengan jelas dan sesuai dengan program yang dibuat.



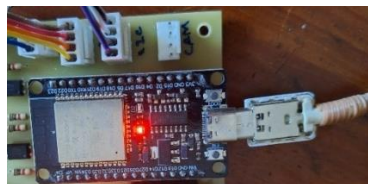
Sumber: Disusun oleh penulis

Gambar 7. Pengujian LCD 16x2

Hasil tampilan dari LCD 16x2 yang telah diprogram dapat dilihat pada gambar 4., yang menunjukkan dengan jelas teks “Hello, world! HALLO PANDE”. Berdasarkan hasil tersebut, LCD 16x2 berfungsi dengan baik dan sesuai dengan program yang telah dibuat.

4) Pengujian ESP32

Pengujian pada komponen ini dilakukan dengan memberikan tegangan sebesar 12 volt pada ESP32 untuk mengetahui apakah ESP32 dapat menyala atau tidak. Indikatornya adalah LED berwarna merah; jika menyala, berarti ESP32 berfungsi. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 8 di bawah ini.



Gambar 8. Pengujian ESP32

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa mikrokontroler ESP32 menyala setelah diberikan tegangan 12 volt, sesuai dengan rencana pengujian sebelumnya. Indikator LED pada mikrokontroler aktif, seperti yang terlihat pada gambar 8, sehingga pengujian komponen ini dapat dinyatakan berhasil dan berfungsi dengan baik.

Pengujian Dinamis

1) Pengujian keamanan pengenalan wajah

Berikut pengujian keamanan wajah untuk mengetahui jarak minimal dan maksimal yang dapat terdeteksi oleh sistem dengan 1 wajah yang sudah terdaftar dengan nama Pande dan 1 wajah tidak terdaftar dengan nama Adit

Tabel 1. Pengujian jarak keamanan wajah

No.	Jarak <i>input</i> wajah	Nama wajah	Waktu deteksi wajah (detik)	Respon <i>solenoid doorlock</i>	Tampilan LCD	Wajah Terdeteksi atau tidak	Keterangan
1	11cm	Pande	-	Tertutup	-	Tidak terdeteksi	Sesuai
2	14cm	Adit	-	Tertutup	-	Terdeteksi	Sesuai
3	19cm	Pande	2s	Terbuka	Wajah terdeteksi Pintu terbuka	Terdeteksi	Sesuai
4	24cm	Pande	1.9s	Terbuka	Wajah terdeteksi Pintu terbuka	Terdeteksi	Sesuai
5	29cm	Pande	2.1s	Terbuka	Wajah terdeteksi Pintu terbuka	Terdeteksi	Sesuai
6	34cm	Adit	-	Tertutup	-	Tidak terdeteksi	Sesuai
7	39cm	Adit	-	Tertutup	-	Tidak terdeteksi	Sesuai
8	44cm	Pande	1.9s	Terbuka	Wajah terdeteksi Pintu terbuka	Terdeteksi	Sesuai
9	49cm	Pande	2s	Terbuka	Wajah terdeteksi Pintu terbuka	Terdeteksi	Sesuai
10	69cm	Pande	2s	Terbuka	Wajah terdeteksi Pintu terbuka	Terdeteksi	Sesuai
11	79cm	Pande	1.9s	Terbuka	Wajah terdeteksi Pintu terbuka	Terdeteksi	Sesuai
12	89cm	Pande	2.7s	Terbuka	Wajah terdeteksi Pintu terbuka	Terdeteksi	Sesuai
13	99cm	Pande	3s	Terbuka	Wajah terdeteksi Pintu terbuka	Terdeteksi	Sesuai
14	104cm	Pande	-	Tertutup	-	Tidak terdeteksi	Sesuai
15	109cm	Pande	-	Tertutup	-	Tidak terdeteksi	Sesuai

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dirata-ratakan oleh peneliti untuk setiap jaraknya, dapat dilihat pada Tabel 1 bahwa kinerja sistem berhasil dilakukan dengan jarak dan waktu respon untuk membuka *Solenoid doorlock* masih dalam batas normal. Jarak maksimal deteksi adalah 99 sampai 100 cm di ruangan tertutup, sedangkan jarak

terdekatnya adalah 14 sampai 15 cm. Selain itu, Pengenalan wajah berhasil mengenali wajah dengan baik dan tidak merespon jika wajah tidak terdaftar, kemudian pada tampilan status pada LCD berfungsi dengan normal dan jelas.

Pengujian berikutnya dilakukan bertujuan untuk mengetahui kemampuan keamanan pada sistem jika mendaftarkan hingga 3 wajah yang berbeda. Dengan melibatkan 7 orang yang tidak terdaftar pada sistem jadi total ada 10 orang yang akan diujikan sehingga mengetahui kemampuan dari sistem keamanan pengenalan wajah ini. Adapun 3 nama yang telah terdaftar yaitu Pande, Widi, Permana, kemudian untuk nama 7 orang yang tidak terdaftar yaitu Agung, Saputra Adi, Indra, Yusron, Bahari, dan Wiranata. Nama nama tersebut akan melakukan pengujian pada alat

Tabel 2. Pengujian dengan 3 wajah yang terdaftar dan 7 wajah tidak terdaftar

No.	Nama <i>input</i> wajah	Waktu deteksi wajah (detik)	Respon <i>solenoid doorlock</i>	Tampilan LCD	Keterangan
1	Pande	2s	Terbuka	Wajah terdeteksi Pintu terbuka	Sesuai
2	Saputra	-	Tertutup	Pintu tertutup	Sesuai
3	Widi	2s	Terbuka	Wajah terdeteksi Pintu terbuka	Sesuai
4	Adi	-	Tertutup	Pintu tertutup	Sesuai
5	Wiranata	-	Terbuka	Wajah terdeteksi Pintu terbuka	Sesuai
6	Indra	2s	Terbuka	Wajah terdeteksi Pintu terbuka	Tidak sesuai
7	Yusron	-	Tertutup	Pintu tertutup	Sesuai
8	Agung	2s	Terbuka	Wajah terdeteksi Pintu terbuka	Tidak sesuai
9	Permana	2.1s	Terbuka	Wajah terdeteksi Pintu terbuka	Sesuai
10	Bahari	2s	Terbuka	Wajah terdeteksi Pintu terbuka	Tidak sesuai

Pada pengujian ini mendapatkan 3 hasil yang tidak sesuai. Dengan nama wajah Indra, Agung, dan Bahari yang dapat mengakses kemananan wajah. Untuk wajah yang terdaftar pada sistem dengan nama Pande, Widi, Permana, memberikan respon yang baik ketika mengakses sistem keamanan wajah dan LCD dengan *solenoid doorlock* masih memberikan respon yang tetap dan stabil

2) Pengujian Keamanan pin *Keypad* 4x4

Pada pengujian *Keypad* 4x4, tujuan utamanya adalah untuk mengevaluasi seberapa cepat *Keypad* merespons dalam membuka *Solenoid doorlock* dan konsistensinya terhadap input yang diberikan, serta memastikan tampilan LCD sesuai

dengan program yang telah ditetapkan. Program ini menggunakan pin utama 123456 untuk mengubah kata sandi dan pengaturan tanggal. Pengujian yang pertama, pengujian respon terhadap input yang benar sebanyak 10 kali; kedua, pengujian respon terhadap input yang salah sebanyak 10 kali.

Tabel 3. Pengujian keamanan pin Keypad 4x4

No	Kombinasi <i>input</i>	Waktu <i>doorlock</i> terbuka	Tampilan LCD	Respon <i>solenoid doorlock</i>	Keterangan
1	123456	0.79s	Code benar pintu terbuka	terbuka	Berhasil
2	123456	0.80s	Code benar pintu terbuka	terbuka	Berhasil
3	123456	0.80s	Code benar pintu terbuka	terbuka	Berhasil
4	123456	0.90s	Code benar pintu terbuka	terbuka	Berhasil
5	123456	0.89s	Code benar pintu terbuka	terbuka	Berhasil
6	123456	0.89s	Code benar pintu terbuka	terbuka	Berhasil
7	123456	0.79s	Code benar pintu terbuka	terbuka	Berhasil
8	123456	0.80s	Code benar pintu terbuka	terbuka	Berhasil
9	123456	0.79s	Code benar pintu terbuka	terbuka	Berhasil
10	123456	0.80s	Code benar pintu terbuka	terbuka	Berhasil
11	983645	-	Code salah 1x percobaan	Tertutup	Berhasil
12	182745	-	Code salah 2x percobaan	Tertutup	Berhasil
13	162730	-	Code salah 3x percobaan (Code salah alarm aktif)	Tertutup	Berhasil
14	019364	-	Code salah 1x percobaan	Tertutup	Berhasil
15	927352	-	Code salah 2x percobaan	Tertutup	Berhasil
16	926351	-	Code salah 3x percobaan (Code salah alarm aktif)	Tertutup	Berhasil
17	123790	-	Code salah 1x percobaan	Tertutup	Berhasil
18	019273	-	Code salah 2x percobaan	Tertutup	Berhasil
19	012836	-	Code salah 3x percobaan (Code salah alarm aktif)	Tertutup	Berhasil
20	123790	-	Code salah 1x percobaan	Tertutup	Berhasil

Berdasarkan hasil pengujian yang tercantum pada Tabel 4.3 pengujian dengan input pin benar dan pengujian dengan input pin salah, terlihat bahwa respon dari keypad terhadap Solenoid doorlock dan LCD berhasil dilakukan tanpa adanya error sistem. Pada pengujian dengan kode yang benar sebanyak 10 kali, waktu rata-rata untuk

membuka *solenoid doorlock* adalah 0,857 detik, seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 4.3. Sedangkan pada pengujian dengan kode yang salah sebanyak 10 kali, tampilan LCD dan *Solenoid doorlock* menunjukkan respons yang konsisten tanpa error pada sistem.

Analisa Data

1) Hasil Pengujian Jarak Wajah ESP32 WROVER CAM

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dipaparkan dalam Tabel 1 oleh Ahmad Haris Bachtir, komponen ESP32 WROVER CAM yang digunakan adalah versi lama dari perangkat yang digunakan oleh peneliti, namun kamera yang digunakan untuk pengenalan wajah tetap sama, yaitu tipe OV2640. Penelitian sebelumnya mencatat jarak deteksi minimal 30 cm dan maksimal 100 cm. Sebagai perbandingan, hasil pengujian terbaru menunjukkan bahwa jarak terdekat untuk deteksi wajah adalah 14 cm, dengan jarak maksimal tetap 100 cm, menunjukkan adanya peningkatan dalam kemampuan deteksi jarak minimal. Hasil pengujian ini berhasil ditampilkan pada LCD 16x2 dengan pesan "Wajah terdeteksi pintu terbuka," dan *Solenoid doorlock* terbuka secara konstan dan stabil. Pengujian dilakukan sebanyak 15 kali pada jarak yang berbeda, dengan 15 hasil sesuai dan 0 hasil tidak sesuai, sehingga tingkat keberhasilan pengujian mencapai 100%.,

Hasil pengujian dengan 3 wajah yang terdaftar dan 7 wajah yang tidak terdaftar menunjukkan bahwa dari total 10 pengujian, terdapat 3 hasil yang dianggap tidak sesuai atau gagal. Ini menunjukkan tingkat kegagalan lebih tinggi dibandingkan dengan pengujian yang tertera pada Tabel 4.1. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan kapasitas PSRAM memori ESP32 WROVER CAM yang hanya sebesar 8MB, yang dapat memperlambat kecepatan pemrosesan dan mempengaruhi algoritma pencocokan wajah. Akibatnya, ketiga wajah yang seharusnya tidak terdaftar yaitu Indra, Tirta, dan Anom terdeteksi meskipun mereka tidak terdaftar dalam sistem.

2) Pengujian keamanan pin Keypad 4x4

Pengujian telah dilakukan sebanyak 10 kali dengan input pin yang benar, dan hasilnya menunjukkan waktu rata-rata untuk membuka *Solenoid doorlock* adalah 0,857 detik. Selama pengujian, tampilan LCD dan respon *Solenoid doorlock* menunjukkan hasil yang stabil. Selanjutnya, pengujian dilakukan 10 kali dengan input pin yang salah. Hasilnya menunjukkan respon yang konsisten: jika kode salah sekali, tampilan LCD menampilkan "Code salah 1x Percobaan." Jika kode salah hingga tiga kali, tampilan

LCD menunjukkan "Code salah 3x percobaan (Code salah alarm aktif)" dan alarm akan berbunyi selama 1 menit sampai dimatikan oleh pengguna.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

- a. Alat sistem keamanan pintu untuk kamar kru kapal ini berhasil dirancang menggunakan komponen yang telah diuji secara statis dan dinamis. Sistem utamanya mengandalkan ESP32 WROVER CAM, dengan Keypad 4x4 sebagai tambahan keamanan untuk mengakses kamar. Kedua komponen keamanan ini dikelola dengan baik oleh mikrokontroler ESP32, yang mengatur input dan mengirimkan hasil ke output seperti LCD 16x2, alarm (buzzer), dan Solenoid doorlock.
- b. Kemampuan dari sistem pintu cerdas keamanan untuk kamar kru kapal, yang menggunakan pengenalan wajah dengan ESP32 WROVER CAM, telah diuji secara menyeluruh pada ketiga komponen utama keamanan dan menunjukkan tingkat akurasi dan kemampuan yang bervariasi. Pengujian sistem pengenalan wajah dengan ESP32 WROVER CAM menunjukkan hasil berbeda dalam hal keberhasilan membedakan wajah. Dengan pendaftaran lebih dari satu wajah, sistem mengalami penurunan kemampuan deteksi wajah, dengan tingkat keberhasilan sebesar 70%. Namun, jika pendaftaran wajah hanya dilakukan untuk satu wajah, tingkat keberhasilan dapat mencapai 100%, yang tergolong baik. Selain itu, Keypad 4x4 sebagai input pin dalam sistem memberikan hasil yang stabil dan konsisten dalam mengakses Solenoid doorlock, serta memberikan respon yang tepat pada LCD dan alarm (buzzer).

Saran

- a. Menggunakan Raspberry Pi untuk sistem keamanan wajah dengan webcam untuk pengenalan wajah karena Raspberry Pi menawarkan kapasitas memori yang lebih besar dan CPU yang lebih kuat. Ini memungkinkan pelaksanaan algoritma pengenalan wajah dengan tingkat akurasi dan efisiensi yang lebih tinggi.
- b. Menambahkan elemen desain pada sistem keamanan kebakaran dengan memasukkan sensor deteksi asap, seperti modul MQ-2, Dengan cara ini, asap yang dihasilkan oleh api dapat terdeteksi dengan cepat
- c. Menambahkan sistem pemantauan nirkabel, seperti menggunakan Telegram atau Bluetooth, untuk memungkinkan pemantauan jarak jauh. Dengan sistem ini, jika terjadi

akses ilegal ke kamar, data akan dikirimkan secara akurat, memudahkan pemantauan ruangan yang telah ditentukan.

DAFTAR REFERENSI

- Arrahma, S. A., & Mukhaiyar, R. (2023). Pengujian ESP32-CAM berbasis mikrokontroler ESP32. *Jurnal Teknik Elektro dan Informatika*, 4(1), 60–66. <https://doi.org/10.24036/jtein.v4i1.347>
- Ayyuubi, S., Anshory, I., Sulistiyowati, I., & Hadidjaja, D. (2021). Sistem monitoring laboratorium teknik elektro berbasis Internet of Things menuju smart campus. *Jurnal Teknik Elektro dan Informatika*.
- Damiano, D. B. (2023). *Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica*. [Institutional report].
- Difa, M. K., Suroso, & Jon Endri. (2021). Implementasi sistem pengenalan wajah sebagai automatic door lock menggunakan modul ESP32 CAM. *Jurnal Teknik Elektro dan Informatika*.
- Faisal, Y. (2023). Rancang bangun sistem presensi menggunakan NFC reader berbasis ESP32. *Jurnal Teknik Elektro dan Informatika*, 4(1), 306–313. <https://doi.org/10.24036/jtein.v4i1.399>
- Hamdani, R., Heni Puspita, I., & Dedy Wildan, B. R. (2019). Pembuatan sistem pengamanan kendaraan bermotor berbasis radio frequency identification (RFID). *Jurnal Teknik Elektro dan Informatika*.
- Hulu, S., Shahrullah, R. S., & Girsang, J. (2023). Urgensi penerapan International Ship and Port Security Code (ISPS Code) di galangan kapal. *Jurnal Maritim dan Keselamatan*.
- Mattanews. (2019, July 28). Polisi bekuk spesialis pencuri di kapal, 1 DPO. *Mattanews*. Retrieved from [URL]
- Pradana, V., & Wiharto, H. L. W. (2020). Rancang bangun smart locker menggunakan RFID berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, 2(1), 2527–6336.
- Rafiki, S., & Yulianti, B. (2021). Alat pendeteksi originalitas baterai tipe 18650 berbasis Arduino Nano. *Jurnal Teknologi Informasi*, Retrieved from <https://journal.universitassuryadarma.ac.id/index.php/jti/article/view/776>
- Sari, A., Utami, N., Samsugi, S., & Ramdan, S. D. (2020). Pengembangan koper pintar berbasis Arduino. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*.
- Sarmidi, & Nurtado, A. (2019). Simulasi bel sekolah otomatis berbasis Arduino Uno. *Jurnal Manajemen dan Teknik Informatika*.
- Siregar, A. (2023). Sistem keamanan ruangan pribadi menggunakan QR code dan telegram monitoring berbasis Internet of Things. *Jurnal Teknologi Bandung*.

- Sulaksono, E. D., Rachman, F. S., Adibrata, G., & Haritsah. (2023). Transportasi laut di masa depan. *Management and Science Proceedings*, 3(2).
- Tanjung, A. F., Masthura, & Daulay, A. H. (2022). Pembuatan bio-baterai dengan memvariasikan elektroda berbahan dasar sari buah tomat (*Solanum lycopersicum*). *Jurnal Teknik Universitas Medan*, Retrieved from <http://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/einsten>
- Tullah, R., Sutarman, & Setyawan, A. H. (2019). [Title of the work]. *Jurnal STMIK Bina Sarana Global*, 9(1), 102–1003. Retrieved from <https://www.journal.global.ac.id/index.php/sisfotek/article/view/219/229>