

Rancang Bangun Hardware Area Sistem Keamanan Ruang Laboratorium Menggunakan Face Recognition Berbasis IoT

Security System Hardware Design For Laboratory Room Based On IoT Face Recognition

1st Helen Silvia
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
hellen@student.telkomuniversity.a
c.id

2nd Dadan Nur Ramadan
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
dadannr@telkomuniversity.ac.id

3rd Indrarini Dyah Irawati
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
indrarini@telkomuniversity.ac.id

Abstrak—Permasalahan keamanan menjadi permasalahan keamanan tersebut, banyak hal yang dapat dilakukan dengan pemanfaatan teknologi saat ini, salah satunya pada ruang publik yang perlu ditingkatkan. Pencurian sering terjadi jika sistem keamanan suatu wilayah lemah, maka dari itu sistem keamanan harus ditingkatkan untuk menekan kasus kejahatan. Ditambah dengan keadaan kasus covid-19 yang masih melanda Indonesia dimana kita harus membatasi jumlah pengguna di dalam suatu ruangan tertutup. Dalam proyek ini dibangun sistem keamanan yang berfungsi untuk mengetahui segala informasi yang bisa diketahui dan juga meningkatkan *social distancing* dalam suatu ruangan. Untuk meningkatkan sistem keamanan ruang laboratorium, maka dirancang sebuah alat menggunakan sistem face recognition menggunakan ESP32-CAM untuk menampilkan nama yang menggunakan face recognition, serta membuat website yang menampilkan database untuk keperluan registrasi dan memantau siapa saja orang yang berada atau keluar masuk pada ruangan tersebut. Sistem ini menggunakan satu face recognition yakni di luar ruangan. Dari hasil perancangan sistem keamanan ruangan, didapatkan hasil pengujian akurasi pendeteksi wajah yaitu 90%. Dari 10 pengujian terdapat satu data yang tidak terdeteksi. Data yang tidak terdeteksi dikarenakan posisi dari user yang tidak sesuai dengan data yang didaftarkan, sehingga sistem membaca objek deteksi merupakan data yang belum terdaftar. Berdasarkan hasil pengujian delay didapatkan rata-rata delay pengiriman yaitu 3,066. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem dapat mengirimkan data tanpa ada kehilangan data

dan delay yang tidak terlalu lama sehingga sistem dapat mengirimkan data dengan baik.

Kata kunci—keamanan, *face recognition*, ESP32-CAM, website.

I. PENDAHULUAN

Keamanan ruangan merupakan suatu hal yang sangat penting untuk diperhatikan, dan untuk menciptakan laboratorium [1]. Keamanan ditingkatkan agar dapat meminimalisir tindakan kejahatan.

Internet of Things atau disebut juga dengan IoT merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus [2]. Dengan *Internet of Things* keamanan laboratorium dapat lebih terjaga, dimana sistem yang diterapkan dapat mengendalikan pintu lab sebagai akses masuk dan keluar ruangan. Dengan adanya sistem ini, sistem keamanan pintu yang sebelumnya masih menggunakan sistem yang manual dapat digantikan dengan sistem *face recognition*. *Face recognition* atau sistem pengenalan wajah adalah sebuah teknologi yang dapat mencocokkan wajah manusia dari citra digital atau cuplikan video melalui basis data wajah, biasanya dipakai untuk mengotentikasikan para pengguna melalui layanan verifikasi ID, bekerja dengan menitikkan dan mengukur fitur-fitur wajah dari gambar yang diberikan [3]. Dengan menggunakan *face*

recognition, selain meningkatkan keamanan karena keunikan dari pengenalan wajah setiap orang berbeda, teknologi *face recognition* menjadi lebih mudah dan cepat karena tingkat akurasi yang tinggi.

Berdasarkan pemaparan diatas, untuk meningkatkan sistem keamanan ruang laboratorium, maka pada proyek akhir ini dirancang sebuah alat untuk membuat 1 sistem keamanan ruang laboratorium menggunakan sistem *face recognition* menggunakan ESP32-CAM dan menambahkan monitor untuk menampilkan nama yang menggunakan *face recognition*, serta membuat *website* untuk menampilkan *database* untuk keperluan registrasi dan memantau siapa saja orang yang berada atau keluar masuk pada ruangan tersebut. Sistem ini menggunakan satu *face recognition* yakni di luar ruangan yang dipasang pada pintu.

Sistem ini dibuat agar dapat meningkatkan keamanan laboratorium dari ancaman pencurian yang akan terjadi ketika lupa menutup atau mengunci pintu laboratorium. Perancangan ini juga didasari agar dapat membangun system yang dapat mengontrol pintu ruang laboratorium dan mengganti kunci manual sehingga bisa mengetahui siapa saja yang masuk

II. DASAR TEORI

A. Face Recognition

Face Recognition atau pengenalan wajah adalah proses mengenali wajah dimana otak dan pikiran berusaha menginterpretasi, memahami, dan menafsirkan wajah yang ada di hadapannya terutama wajah manusia. Pada dasarnya sistem pengenalan wajah bekerja dengan cara mengambil data wajah digital sebuah citra atau *frame* pada video dan membandingkannya dengan data wajah yang tersimpan di dalam basis data. Pada dasarnya, sebuah sistem pengenalan wajah harus mampu untuk membedakan wajah dengan latar belakang citra.

B. Pengolahan Citra Digital [6]

Pengolahan citra atau biasanya disebut dengan *image processing* adalah sebuah gambaran dari suatu objek, dimana proses yang dilakukan dengan input berupa citra (*image*) dan output juga berupa citra (*image*). Awalnya pengolahan citra ini dilakukan untuk memperbaiki kualitas citra, namun dengan berkembangnya dunia komputasi yang ditandai dengan semakin meningkatnya kapasitas dan kecepatan proses komputer, serta munculnya ilmu komputer yang memungkinkan manusia dapat mengambil informasi dari suatu citra maka *image processing* tidak dapat dilepaskan dengan bidang *computer vision*.

C. ESP32-CAM [7]

ESP32-CAM adalah mikrokontroler berfitur lengkap yang juga memiliki kamera video

terintegrasi dan soket kartu microSD. Ini murah dan mudah digunakan, dan sangat cocok untuk perangkat IoT yang membutuhkan kamera dengan fungsi-fungsi canggih seperti pelacakan dan pengenalan gambar.

D. Solenoid Door Lock [8]

Solenoid door lock merupakan alat elektromekanik yang berfungsi sebagai pengunci pintu otomatis. Dalam kondisi normal *solenoid door lock* dalam posisi terkunci jika diberi tegangan maka *solenoid door lock* akan terbuka. Tegangan yang dibutuhkan untuk menjalankan perangkat ini sebesar 12volt DC, didalamnya terdapat coil kawat tembaga. Jika kawat tembaga dialiri arus listrik maka akan terjadi medan magnet untuk menghasilkan gaya magnet yang akan menarik inti besi kedalam. *Solenoid door lock* ini dapat dihubungkan ke arduino untuk kunci pintu otomatis.

E. Adaptor 12V/ Trafo LED [9]

Adaptor adalah sebuah perangkat berupa rangkaian elektronika untuk mengubah tegangan listrik yang besar menjadi tegangan listrik lebih kecil, atau rangkaian untuk mengubah arus bolak-balik (arus AC) menjadi arus searah (arus DC). Adaptor/ power supply merupakan komponen inti dari peralatan elektronika. Adaptor digunakan untuk menurunkan tegangan AC 22 Volt menjadi kecil antara 3 volt sampai 12 volt sesuai kebutuhan alat elektronika.

F. Firebase

Firebase adalah jenis database real-time yang akan digunakan, dengan *database real time firebase*, dapat menyimpan dan menyinkronkan data secara *real-time* di antara pengguna. Ini membuatnya efisien dan mudah untuk mengakses data dari perangkat, jaringan, atau ponsel apa pun. *Database* ini membantu untuk berkolaborasi satu sama lain.

Jika Anda ingin memperbarui data, fungsi ini akan menyimpan data di *cloud* dan dengan cepat memberi tahu semua perangkat terkait. *Firebase* memiliki fitur *realtime database*, dimana memungkinkan pengguna dalam membuat aplikasi dengan banyak fitur dan dapat untuk menyimpan banyak data secara online dan aman. Data yang dikumpulkan akan disimpan kedalam *drive* lokal, bahkan saat aplikasi *offline* pun *firebase* akan tetap dapat menampilkan isi dari *database* tersebut sesuai dengan keadaan terakhir kali. Dan ketika aplikasi kembali *online* maka *firebase* akan secara otomatis mengakumulasi data yang telah disimpan dengan data yang baru diterima sehingga setiap perbedaan akan secara otomatis digabungkan.

G. Arduino IDE (Integrated Development Environment)[10]

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah *software* yang di gunakan untuk memprogram di arduino, dengan kata lain Arduino IDE sebagai media untuk memprogram *board* Arduino. Arduino IDE juga disebut dengan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Disebut sebagai lingkungan karena melalui *software* inilah arduino dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi-fungsi yang dibenamkan melalui sintaks pemrograman. Arduino menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C.

H. Website

Website merupakan teknologi yangssss dikembangkan dengan pemanfaatan Bahasa pemrograman dan bahasa markah untuk suatu ruang informasi yang dapat diakses menggunakan *browser*. *Website* menyajikan informasi dalam bentuk halaman yang dapat berupa teks, gambar, video ataupun audio.

1. HTML (*Hyper Text Markup Language*) [11]

HTML yang merupakan singkatan dari *Hyper Text Markup Language* adalah serangkaian kode program yang merupakan dasar dari representasi visual sebuah halaman Web. Didalamnya berisi kumpulan informasi yang disimpan dalam tag-tag tertentu, dimana tag-tag tersebut digunakan untuk melakukan format terhadap informasi yang dimaksud. Berbagai pengembangan telah dilakukan terhadap kode HTML dan telah melahirkan teknologi-teknologi baru di dalam dunia pemrograman web. Kendati demikian, sampai sekarang HTML tetap berdiri kokoh sebagai dasar dari bahasa web seperti PHP, ASP, JSP dan lainnya. Bahkan secara umum, mayoritas situs web yang ada di Internet pun masih tetap menggunakan HTML sebagai teknologi utama mereka.

2. JSON (*JavaScript Object Notation*)

JSON (*JavaScript Object Notation*) adalah format pertukaran data yang ringan, mudah dibaca dan ditulis oleh manusia, serta mudah diterjemahkan dan dibuat (*generate*) oleh komputer. Format ini dibuat berdasarkan bagian dari bahasa pemrograman JavaScript, Standar ECMA-262 Edisi ke-3 - Desember 1999. JSON merupakan format teks yang tidak bergantung pada bahasa pemrograman apapun karena menggunakan gaya bahasa yang umum digunakan oleh programmer keluarga C termasuk C, C++, C#, Java, JavaScript, Perl, Python dll. Oleh karena sifat-sifat tersebut, menjadikan JSON ideal sebagai bahasa pertukaran data.

I. Catu Daya

Catu daya adalah sebuah peralatan penyedia tegangan atau sumber daya untuk peralatan elektronika dengan prinsip mengubah tegangan

listrik yang tersediadari jaringan distribusi transmisi listrik ke level yang diinginkan sehingga berimplikasi pada pengubahan daya listrik dalam sistem pengubahan daya. Pada proyek akhir ini catu daya yang digunakan adalah adaptor. Adaptor yang dipakai pada alat pengaman pintu ini menggunakan adaptor 12V 2A.

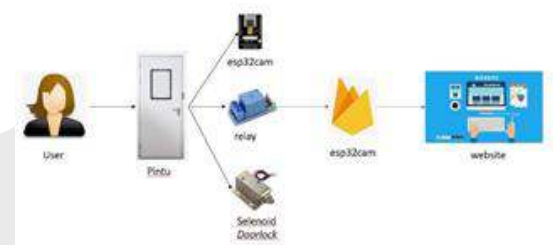
III. PERANCANGAN SISTEM

A. Deskripsi Proyek Akhir

Pada proyek akhir ini akan dilakukan rancang bangun sistem keamanan ruang laboratorium berbasis *face recognition* dengan menggunakan Mikrokontroler ESP 32 CAM sehingga tingkat kemanan dapat lebih baik lagi. Serta pada proyek akhir ini dirancang sistem pembatasan jumlah dalam ruangan untuk meningkatkan tingkat kesadaran setiap orang terhadap pandemi covid-19.



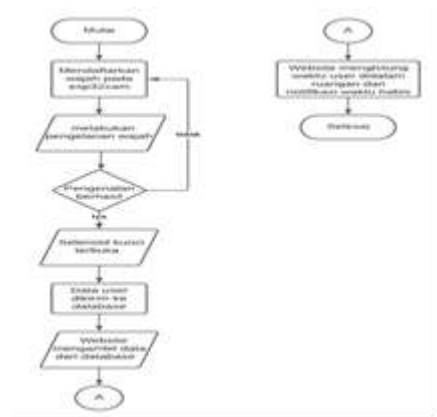
B. Perancangan Sistem Keamanan Ruang Laboratorium



Blok Diagram Sistem

Berdasarkan Gambar 3.2 dapat dijelaskan bahwa tujuan dari perancangan Sistem Keamanan Ruang Laboratorium adalah untuk mendapatkan tingkat keamanan ruangan yang lebih baik dan dapat memantau orang yang berada pada ruangan tersebut yang dimana dapat diakses melalui media *website*. Pada perancangan tugas akhir ini perangkat dipasang pada pintu ruangan yang nantinya user akan berada di depan perangkat untuk melakukan identifikasi wajah, apabila wajah teridentifikasi maka ESP 32 CAM akan mentrigger relay sehingga *solenoid door lock* terbuka, selain itu data *user* yang diterima akan dikirimkan ke *database* melalui *wifi*. Data yang sudah diterima *database* akan diambil oleh *website* yang nantinya akan ditampilkan pada tampilan *dashboard* beserta dengan waktu awal masuk *user* dan batas waktu *user* di dalam ruangan.

C. Flowchart Sistem

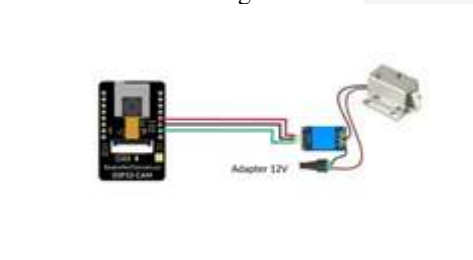


Flowchart Sistem

Berdasarkan pada diagram alir proses kerja perangkat dimulai dari mendaftarkan wajah user pada ESP 32 CAM. Setelah mendaftarkan wajah selanjutnya user akan melakukan pengenalan wajah, apabila pengenalan berhasil maka *solenoid door lock* akan terbuka dan jika tidak maka user harus mendaftarkan wajah terlebih dahulu. Selain itu data user yang berhasil dikenali akan dikirimkan ke *database*. Selanjutnya *website* akan mengambil data user yang berhasil dikirim ke *database* kemudian ditampilkan pada *dashboard*. Selain data user yang masuk pada *dashboard* juga ditampilkan waktu user masuk dan waktu user keluar.

D. Desain Perancangan

1. Desain Perancangan Alat



Blok Desain Alat

Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat komponen komponen dan rangkaian dari sistem keamanan yang dirancang, dimana komponen yang digunakan yaitu ESP 32 CAM, Relay, dan Solenoid Door Lock. ESP 32 CAM dihubungkan dengan Relay pada pin IO 4 lalu output dari Relay dihubungkan pada Solenoid Door Lock di pin NO, kemudian catu daya dari sistem keamanan ini terdiri dari dua adaptor DC antara lainnya yaitu Adaptor 12 volt untuk Solenoid Door Lock dan Adaptor 5 volt untuk ESP 32 CAM. Adapun konfigurasi dari rangkaian dapat dilihat pada konfigurasi table dibawah ini.

2. Desain Perancangan Website



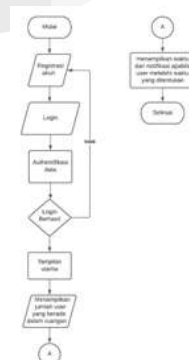
Gambar 3.5 Tampilan Halaman Pertama Web



Gambar 3.6 Tampilan Halaman ke Dua pada Web

Pada gambar diatas desain *website* terdiri dari dua halaman yaitu halaman *login* dan halaman utama. Pada halaman *login* terdapat *form* untuk memasukkan email dan *password* yang telah didaftarkan sebelumnya. Apabila email dan sesuai maka ketika tombol *login* ditekan user dapat masuk ke halaman utama. Sedangkan jika email dan *password* tidak sesuai maka user tidak akan dapat masuk ke halaman utama serta diminta untuk menghubungi admin dari sistem keamanan.

Pada halaman kedua terdapat *form* yang berisi user yang masuk serta waktu ketika user masuk dan waktu user hanya dibatasi selama 1 jam. Ketika user sudah melebihi waktu yang telah ditentukan maka ada nada peringatan untuk user segera keluar dari ruangan. Data yang ditampilkan diambil dari *database* yang terhubung oleh perangkat *hardware*.

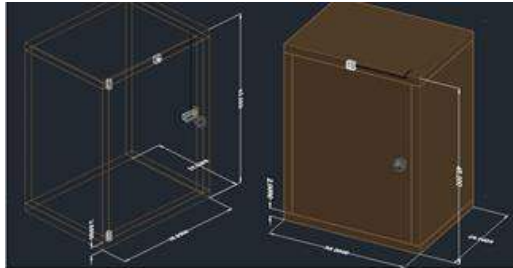


Gambar 3. 2 Flowchart Diagram Website

Berdasarkan diagram alir diatas sistem kerja *website* dimulai dari registrasi untuk mendaftarkan akun. Setelah regist user diminta untuk *login* dengan akun yang sudah didaftarkan, jika

autentifikasi data login berhasil maka *user* akan dibawa ke tampilan utama, sedangkan jika autentifikasi gagal maka *user* akan diminta untuk registrasi akun ulang. Pada tampilan utama akan ditampilkan jumlah *user* dari perangkat yang berhasil dikirim ke *database* beserta dengan waktu masuk dan keluar.

3. Desain Perancangan *Prototype*



Gambar 3. 3 Tampilan Desain *Prototype*

Gambar 3.8 merupakan desain *prototype* yang digunakan. *Prototype* ini berupa balok, dimana salah satu sisinya digunakan sebagai pintu yang dianalogikan sebagai pintu ruangan lab. Pada pintu ini akan dipasang semua komponen yang digunakan yaitu ESP32 Cam, Selenoid dan Relay.

Untuk ESP32 Cam akan dipasang dibagian luar pintu, sementara untuk Selenoid dan Relay akan dipasang dibagian belakang atau dalam ruangan yang secara spesifik dapat dilihat pada Gambar 3.8.

E. Face Recognition



Gambar 3.9 Pendaftaran User

Pada web pendaftaran *user* yang dikenali terdapat beberapa fitur yaitu sebagai berikut.

1. *Streaming camera* yang berfungsi untuk menghidupkan kamera dari Esp 32 Cam.
2. Add user yang berfungsi untuk menambah user yang akan dikenali.
3. Detection berfungsi untuk mengetahui wajah yang dideteksi.
4. Akses control berfungsi untuk memberikan akses user dalam mengurangi user.

IV. ANALISIS SIMULASI PERENCANAAN

A. Skema Pengujian

Pada BAB ini akan dilakukan analisis hasil simulasi perancangan yang telah dilakukan pada

BAB sebelumnya. Skema pengujian yang akan dilakukan yaitu pengujian akurasi deteksi, pengujian delay dan kinerja alat. Sistem yang dibuat dipasang pada *prototype* pintu yang akan diuji untuk mendeteksi objek yang sudah terdaftar, kemudian hasil pembacaan akan diukur delay, deteksi, hingga pengiriman data pada web. Pengujian terakhir diamati kinerja perangkat apakah sudah sesuai dengan konsep yang dirancang sebelumnya.



Gambar 4. 1 Tampilan Implementasi Alat

B. Akurasi Face Recognition

Berdasarkan hasil pengujian akurasi didapatkan tingkat akurasi pendeteksian wajah yaitu 90%. Dari 10 pengujian terdapat 1 data yang tidak terdeteksi. Data yang tidak terdeteksi dikarenakan posisi dari user yang tidak sesuai dengan data yang didaftarkan sehingga sistem membaca objek deteksi merupakan data yang belum terdaftar.

Tabel 4.1 Pengujian Akurasi Face Recognition

Pengujian Ke	Deteksi	Keterangan
1.	Terdeteksi	Berhasil
2.	Terdeteksi	Berhasil
3.	Terdeteksi	Berhasil
4.	Terdeteksi	Berhasil
5.	Tidak Terdeteksi	Tidak Berhasil
6.	Terdeteksi	Berhasil
7.	Terdeteksi	Berhasil
8.	Terdeteksi	Berhasil
9.	Terdeteksi	Berhasil
10.	Terdeteksi	Berhasil

Pada web ini proses pengenalan wajah akan dilakukan pengambilan gambar sebanyak 5x dan jumlah user dibatasi hanya 13 wajah yang berbeda dan akan tersimpan pada Esp 32 Cam.

C. Pengujian Delay

Tabel 4.2 Pengujian Delay

Pengujian Ke	Data	Delay
1.	Data 1	2,67 Detik
2.	Data 2	2,14 Detik
3.	Data 3	3,54 Detik
4.	Data 4	3,28 Detik
5.	Data 5	3,58 Detik
6.	Data 6	2,33 Detik
7.	Data 7	2,84 Detik
8.	Data 8	2,97 Detik
9.	Data 9	3,77 Detik
10.	Data 10	3,54 Detik
Rata-Rata		3,066 Detik

Berdasarkan hasil pengujian *delay* didapatkan rata-rata *delay* pengiriman yaitu 3,066 dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem dapat mengirimkan data tanpa ada kehilangan data dan *delay* yang tidak terlalu lama sehingga dapat disimpulkan sistem dapat mengirimkan data dengan baik.

D. Kinerja Alat

Tabel 4.3 Pengujian Kinerja Alat

Objek Pengujian	Hasil	Keterangan
Helen	Berhasil	Alat Bekerja dengan Baik
Andre	Berhasil	Alat Bekerja dengan Baik
Kiki	Berhasil	Alat Bekerja dengan Baik
Rizky	Berhasil	Alat Bekerja dengan Baik
Wendra	Berhasil	Alat Bekerja dengan Baik
Razel	Berhasil	Alat Bekerja dengan Baik
Naura	Berhasil	Alat Bekerja dengan Baik
Fajar	Berhasil	Alat Bekerja dengan Baik
Rayhan	Berhasil	Alat Bekerja dengan Baik

Ismail	Berhasil	Alat Bekerja dengan Baik
--------	----------	--------------------------

E. Pengujian Fungsionalitas Software

Tabel 4.4 Pengujian Fungsionalitas Software

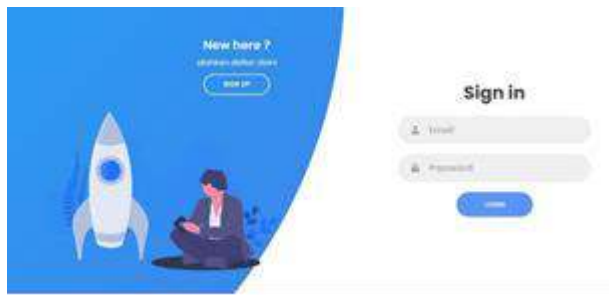
No	Nama Pengujian	Aksi	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Status	Bukti
1.	Masuk sebagai Admin	Masukkan Email & Password yang	Masuk ke halaman dashboard	Masuk ke halaman dashboard		
2.	Daftar sebagai Admin	Masukkan Email & Password yang	Tidak dapat masuk ke halaman dashboard	Tidak dapat masuk ke halaman dashboard admin dan		
3.	Masuk sebagai Admin	Masukkan email dan password	Berhasil menambahkan akun	Berhasil menambahkan akun		
3.	Masuk sebagai Admin	Masukkan email dan password	Masuk ke halaman Admin dan menampilkan data user	Masuk ke halaman Admin dan menampilkan data user		

Dari hasil pengujian kinerja perangkat didapatkan tingkat keberhasilan 100% yang dimana setiap objek pengujian mendapatkan hasil sesuai dengan yang diharapkan. Dapat disimpulkan bahwa perangkat bekerja dengan baik dengan tingkat keberhasilan yang sempurna.

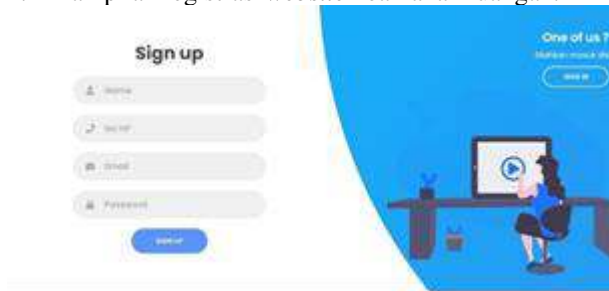
F. Pengujian Tampilan Software Keamanan Ruangan

Dari pengujian ini dilakukan untuk mengetahui semua fitur yang terdapat pada web apakah berjalan dengan baik atau tidak sesuai dengan fungsinya. Tahap pengujian ini dilakukan dengan cara menjalankan semua fitur yang ada pada sistem tersebut.

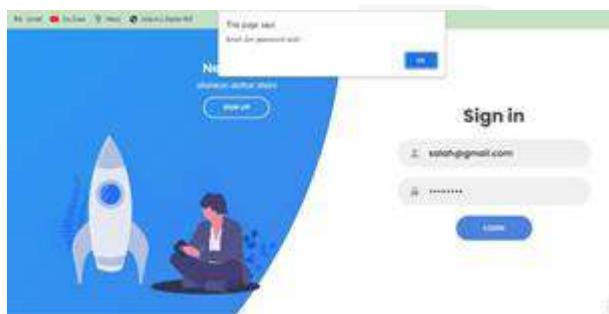
1. Tampilan halaman pertama *website*.



2. Tampilan registrasi *website* keamanan ruangan.



3. Tampilan jika pada saat login anda salah memasukkan email dan *password* yang bukan terdaftar pada saat registrasi, maka login gagal masuk di beranda.



4. Jika sudah berhasil masuk maka anda dapat memantau kondisi *user* yang berada di ruangan tersebut serta dapat melihat waktu *user* berada di ruangan tersebut.



V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

- A. Sistem keamanan pintu menggunakan *face recognition* dapat bekerja dengan baik

dengan hasil pengujian kinerja perangkat 90%.

- B. Perangkat keamanan pintu menggunakan *face recognition* telah selesai dan dapat diuji dan diimplementasikan.
- C. Perangkat dapat mendeteksi *user* yang masuk dan mengirimkan data ke *website*.
- D. Berdasarkan hasil pengujian fungsionalitas terhadap fitur-fitur pada sistem alat dan web yang telah dibuat dapat disimpulkan bahwa semua fungsi 100% berjalan dengan baik sebagaimana semestinya.
- E. Berdasarkan hasil pengujian *delay* didapatkan rata-rata *delay* pengiriman yaitu 3,066. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem dapat mengirimkan data tanpa ada kehilangan data dan *delay* yang tidak terlalu lama sehingga sistem dapat mengirimkan data dengan baik.

REFERENSI

- [1] D. Prijatna, H. Handarto, and Y. Andreas, "Rancang Bangun Pemberi Pakan Ikan Otomatis," *J. Teknotan*, vol. 12, no. 1, 2018, doi: 10.24198/jt.vol12n1.3.
- [2] A. Rofiq H, A. S. Amir, A. Muchtar, and A. A. Rahmansyah, "Rancang Bangun Automatic Fish Feeder Berbasis Arduino," *J. Electr. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 7–13, 2020.
- [3] Gusrina, "Budidaya Ikan," 2019, pp. 9–25.
- [4] I. E. Mulyadi, "Budidaya Perikanan," *Modul 1 Budid.Perikan.*, pp. 1–40, 2015.
- [5] F. I. N. HARSWA, *Pemberian Pakan Ikan Otomatis Pada Kendaraan Permukaan Tak Berawak (Automatic Fish Feeding on Unmanned Surface Vehicle) TUGAS AKHIR Pemberian Pakan Ikan Otomatis Pada Kendaraan Permukaan Tak Berawak Automatic Fish Feeding on Unmanned Surface Vehicle*. 2022.
- [6] N. N. Uddin, Md Nasir, Mm Rashid, Mg Mostafa, Belayet H, Sm Salam, *Development of Automatic Fish Feeder*.