

RANCANG BANGUN PINTU DENGAN AKSES RFID DAN PENGENALAN WAJAH BERBASIS RASPBERRY PI

Ilham Sayekti¹⁾, Achmad Fahrul Aji²⁾, Samuel Beta³⁾, Sri Kusumastuti⁴⁾, Vinda Setya Kartika⁵⁾, Robi Prasetyo⁶⁾

^{1,2,3,4,5,6,}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang, Jl. Prof. Soedarto, Semarang, 50275

E-mail: ilham.sayekti@polines.ac.id

Abstract

Data collection on the presence of lecturers and students in the teaching and learning process is important to measure the achievement of learning objectives. Attendance recording is generally done by filling out a list on paper, this has deficiencies in the documentation because there is a risk of loss or damage. In this study, an attendance recording system was created for the teaching and learning process using RFID and facial recognition using a Raspberry Pi-based C170 HD Web camera that was integrated into the system to open and close the access door to enter the lecture hall. The trial of this system was carried out at the door of the Semarang State Polytechnic Digital Laboratory room for 25 students and three academic staff as models whose data has been stored in the system. The goal is to monitor attendance data through electronic data storage in a cloud database. The working principle of this system is that the door can only be opened by academic staff before class starts, while students can access it after. When the door is opened, the data will automatically be recorded by the system, and then the system will read the RFID or recognize faces caught on web cameras for everyone who enters the room. Every time access is made, the 3.5" screen on the panel will display data in the form of an RFID identity and face. The test results of this tool show that the system has worked well.

Keywords: *C170 HD Web camera, Raspberry Pi, RFID*

Abstrak

Pendataan kehadiran dosen dan mahasiswa dalam proses belajar mengajar merupakan hal yang penting untuk mengukur tercapainya tujuan pembelajaran. Pencatatan kehadiran secara umum dilakukan dengan mengisi daftar dalam bentuk kertas formulir, hal ini memiliki kekurangan pada pendokumentasiannya karena ada risiko hilang atau rusak. Dalam penelitian ini dibuat sebuah sistem pencatatan kehadiran dalam proses belajar mengajar dengan menggunakan RFID dan pengenalan wajah menggunakan kamera Web C170 HD berbasis Raspberry Pi yang disatukan kedalam sistem untuk membuka dan menutup pintu akses masuk ruang kuliah. Uji coba sistem ini dilakukan di pintu ruang Laboratorium Digital Politeknik Negeri Semarang untuk 25 mahasiswa dan 3 staf akademik sebagai model yang datanya telah tersimpan di dalam sistem. Tujuannya untuk memonitor data kehadiran melalui penyimpanan data secara elektronik pada pangkalan data awan. Prinsip kerja sistem ini pintu hanya dapat dibuka oleh staf akademik sebelum kelas dimulai sedang mahasiswa dapat mengakses sesudahnya. Ketika pintu dibuka maka secara otomatis data akan terekam oleh sistem selanjutnya sistem akan membaca RFID atau mengenali wajah yang tertangkap kamera web untuk setiap orang yang akan memasuki ruangan. Setiap akses yang dilakukan maka layar 3.5" pada panel akan menampilkan data berupa identitas RFID dan wajah. Hasil pengujian alat ini menunjukkan sistem telah bekerja dengan baik.

Kata Kunci: *Kamera Web C170 HD, Raspberry Pi, RFID*

PENDAHULUAN

Kontrol kegiatan Proses Belajar Mengajar (PBM) adalah dokumen yang digunakan, salah satunya adalah, untuk mengetahui kehadiran Dosen dan Mahasiswa dalam proses belajar mengajar sesuai jadwal yang telah disusun oleh Kaprodi. Dengan mengacu ke buku Peraturan Akademik (Perak) Politeknik Negeri Semarang, kehadiran mahasiswa dalam setiap proses belajar mengajar menjadi sangat penting karena adanya perhitungan tingkat ketidakhadiran mahasiswa dalam perkuliahan yang dapat menyebabkan pemberian sanksi bagi mahasiswa, namun demikian kehadiran dosen sebagai pengajar juga tidak kalah penting untuk dipantau agar proses belajar mengajar berlangsung dengan baik. Untuk saat ini pemantauan oleh administrasi PBM Jurusan ataupun oleh Kaprodi masih berbasis kertas berupa lembar Kontrol Kegiatan PBM, dimana admin akan melakukan rekapitulasi ketidakhadiran mahasiswa dari data absensi yang diisi oleh dosen pengajarnya setiap minggunya. Namun jika dilihat dari kepentingan Kaprodi kontrol kegiatan PBM lebih ditekankan untuk memantau tingkat kehadiran dosen dan mahasiswa dalam perkuliahan, sehingga diperlukan akses yang cepat dan mudah untuk mendapatkan informasi tersebut tanpa adanya kesempatan untuk memanipulasi data. Untuk saat ini akses untuk mendapatkan informasi seperti itu tidak mudah karena semua proses masih berjalan secara manual. Selain itu itu dokumen kontrol kehadiran dosen dan mahasiswa yang berbasis kertas berisiko rusak atau hilang. Dari uraian yang telah dijelaskan beberapa permasalahan yang dapat dirumuskan sebagai berikut, bagaimana merancang sistem absensi dan kontrol kegiatan proses belajar mengajar pada pada perkuliahan yang terpadu dengan system akses masuk ruangan melalui pintu yang dilengkapi dengan sensor RFID dan pengenalan wajah?, bagaimana cara memantau kehadiran dosen dan mahasiswa sesuai dengan jadwal kegiatan PBM?, bagaimana membuat sistem yang dapat menyimpan secara otomatis data kehadiran mahasiswa dan dosen menggunakan kartu mikro SD dan pangkalan data awan?

Dengan latar belakang itulah, pada penelitian ini akan dibangun sebuah system absensi kehadiran dosen dan mahasiswa yang terhubung secara langsung dengan akses masuk ke ruang kuliah, dalam hal ini penelitian mengambil lokasi ruang kuliah di Laboratorium Digital Jurusan Teknik Elektro Polines, melalui pintu yang dilengkapi dengan sensor RFID dan kamera pengenalan wajah sesuai jadwal kuliah yang telah ditetapkan. Diharapkan dengan system ini pengawasan dan kontrol terhadap aktivitas belajar mengajar, khususnya mata kuliah praktikum di Laboratorium Elektronika akan lebih efektif, karena kehadiran dosen dan mahasiswa akan secara otomatis tercatat dalam system, sehingga tidak ada lagi manipulasi data kehadiran.

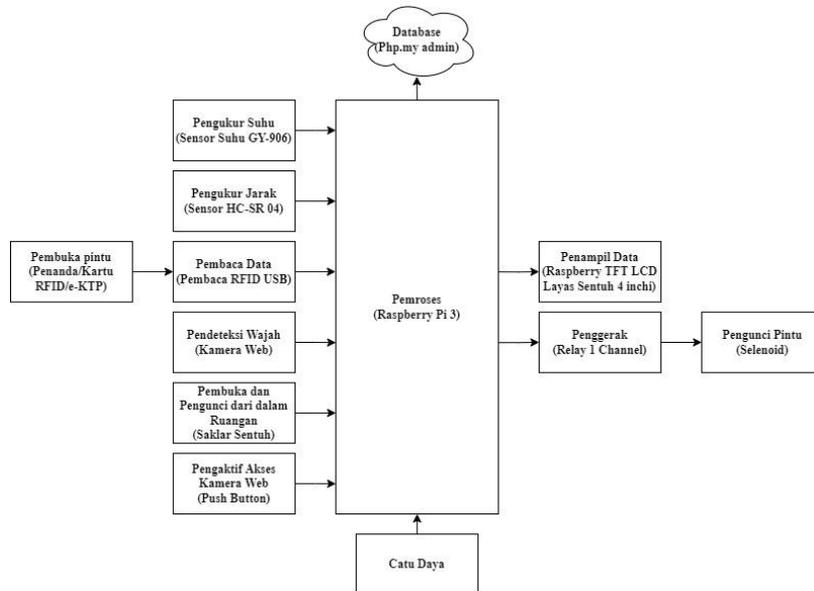
Adapun tujuan dari penelitian ini adalah membuat pintu dengan akses sensor RFID dan pengenalan wajah yang terpadu dengan absensi dan sistem kontrol kegiatan proses belajar mengajar di Laboratorium Digital Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Semarang, Membuat alat yang dapat memantau kehadiran dosen dan mahasiswa di Laboratorium Digital sesuai dengan jadwal kegiatan PBM secara real time, Membuat system penyimpanan data elektronik secara otomatis atas kehadiran mahasiswa dan dosen menggunakan kartu mikroSD dan pangkalan data awan.

METODE PENELITIAN

Penelitian mengenai Rancang Bangun Pintu Dengan Akses RFID dan Pengenalan Wajah Berbasis Raspberry Pi yang Terpadu Dengan Sistem Absensi Di Prodi Teknik Elektronika ini terbagi menjadi beberapa sub yang terpisah namun saling terintegrasi guna mempermudah teknis penelitian. Peneliti membaginya menjadi tiga bagian, yaitu: Desain Arsitektur, Perancangan Perangkat Keras, dan Perancangan Perangkat Lunak.

Desain Arsitektur

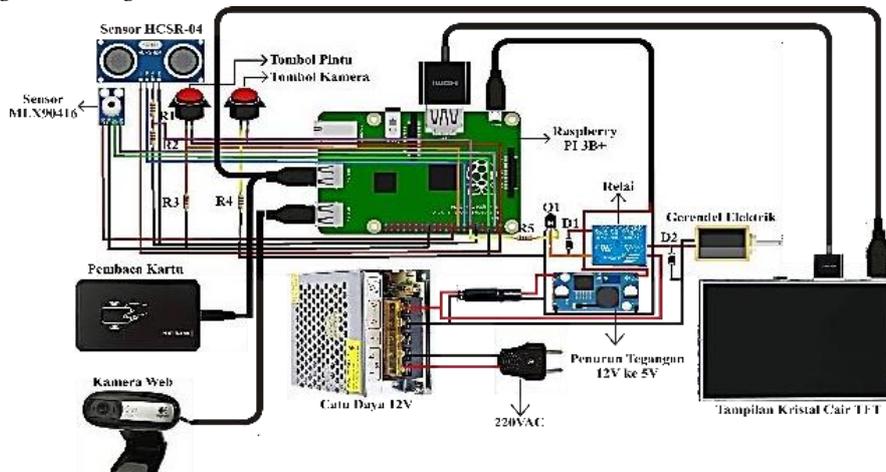
Penelitian ini dimaksudkan untuk membuat sebuah model alat yang dapat mengidentifikasi dosen dan mahasiswa mengakses pintu laboratorium, kemudian memproses dan menampilkan hasil identifikasi yang berupa pintu yang dapat dibuka, jika identifikasi gagal maka pitnu akan tetap terkunci karena solenoid lock tidak aktif. Blok diagram sistem ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain arsitektur

Sebagai piranti pengidentifikasi dosen dan mahasiswa digunakan kartu Radio Frequency Identification (RFID) 13,56 Mhz. Data identitas dari RFID atau jika tidak menggunakan RFID proses identifikasi juga dapat dilakukan melalui kamera untuk pengenalan wajah. Data-data masukan selanjutnya akan diolah oleh Raspberry PI lalu diubah menjadi data informasi yang akan diberikan ke penggerak solenoid lock agar pintu dapat dibuka, sebaliknya jika identifikasi gagal maka pintu tidak akan dapat dibuka. Data informasi jumlah mahasiswa dan dosen yang sudah dapat mengakses ruangan berupa tampilan teks yang tampil di layar LCD.

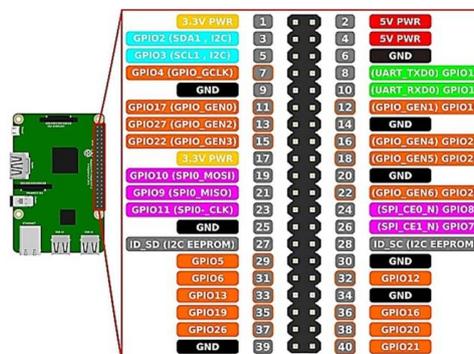
Perancangan Perangkat Keras



Gambar 2. Gambar pengawatan sistem

Pemroses (Raspberry Pi 3)

Raspberry Pi adalah komputer papan tunggal. Ini memiliki ARM Cortex A7 CPU dan 1 GB RAM yang membuatnya lebih cepat dan kuat dari model yang tersedia sebelumnya. Raspberry memiliki Broadcom Prosesor quad core BCM2836 yang berjalan pada 900 MHz yang bisa di overclock. Raspberry Pi memiliki 4 port USB, 40 pin GPIO, 1 port HDMI penuh, 1 port Ethernet, jack audio 3,5 mm dan video komposit, antarmuka kamera (CSI), antarmuka tampilan (DSI). Raspberry Pi memiliki slot terpisah untuk slot kartu Micro SD yang digunakan untuk menyimpan sistem operasi serta perangkat lunak lain dan driver yang dibutuhkan. Raspberry Pi dapat mendukung sistem yang berbeda operasi seperti Raspbian, Windows 10, Ubuntu dll.[4]. Sistem operasi Raspbian digunakan untuk implementasi sistem. Node Red adalah alat pemrograman visual untuk IoT yang sangat mudah digunakan. Node Red memiliki pustaka bawaan yang terdiri dari ribuan aliran dan node yang memungkinkan pengguna untuk menghubungkan semua jenis perangkat dan layanan. Berikut ini merupakan pin-pin yang ada pada Raspberry Pi 3B+ pada Gambar 3 dan daftar pin yang digunakan seperti terlihat pada Tabel 1.



Gambar 3. Pin pada Raspberry Pi 3B+

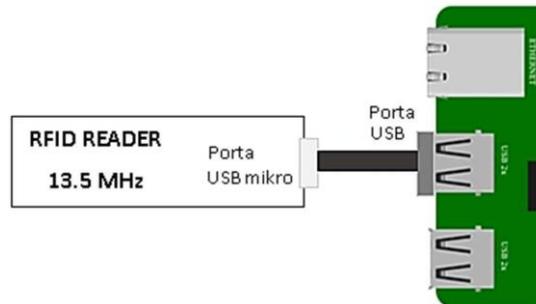
Tabel 1. Daftar Pin Raspberry Pi 3B+ yang digunakan

No	Pin	Fungsi
1	3	SDA untuk sensor suhu
2	5	SCL untuk sensor suhu
3	11	Masukan sensor ultrasonik (Echo)
4	13	Luaran sensor ultrasonik (Trig)
5	15	Masukan tegangan positif tombol tekan
6	12	SIG untuk relai

Radio frequency identification (RFID)

RFID adalah teknologi yang menggunakan gelombang radio untuk secara otomatis mentransmisikan identitas tertentu berupa nomor unik dari suatu objek menggunakan gelombang frekuensi radio untuk mengidentifikasi orang atau benda. Ada beberapa metode identifikasi, tetapi yang paling umum adalah untuk menyimpan nomor seri yang mengidentifikasi orang atau benda, dan mungkin informasi lainnya, pada microchip yang terpasang pada antena chip dan antena bersama-sama disebut transponder RFID atau tag RFID. Antena memungkinkan chip untuk mengirimkan informasi identifikasi untuk pembaca [1][2]. RFID menyimpan data dalam sebuah perangkat pembawa data yang disebut transponder. Penyediaan tenaga untuk transponder dan proses pertukaran data antara transponder dan reader tidak didapatkan melalui listrik, melainkan dari medan elektromagnetik. Sebuah perangkat

RFID menggunakan satu dari tiga pita frekuensi, yaitu: low frequency dari 125 sampai 134 kHz, high frequency pada 13.56 MHz, dan ultra HF dari 860 sampai 930 MHz [3] .

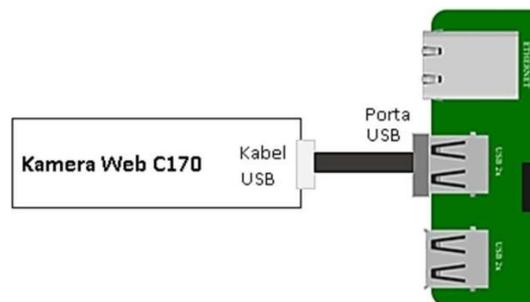


Gambar 4. Rangkaian RFID USB 13.56 MHz dengan Raspberry Pi 3B+

Transponder atau tag, merupakan perangkat pembawa data yang digunakan untuk menyimpan informasi dan ditempatkan pada objek yang akan diidentifikasi. Tag biasanya terdiri atas antena dan microchip elektronik. Antena digunakan untuk komunikasi antara tag dan reader. Transponder atau tag terdiri dari Passive tag dan Active tag. Passive tag tidak memiliki sumber tenaga sendiri. Namun, tag memiliki sebuah resonant circuit yang mampu menyerap tenaga dari antena reader menggunakan sifat elektromagnetik yang dikenal dengan near field. Tag harus berada dekat dengan reader agar dapat melakukan proses transmit dan receive data. Active tag adalah tag yang memiliki sumber tenaga sendiri, seperti baterai. Oleh karena itu, tag dapat melakukan proses transmit dan receive data dengan jarak yang lebih jauh dari reader dibandingkan dengan passive tag.

Kamera Web C170 HD

Kamera web C170 HD digunakan untuk mengidentifikasi wajah seseorang yang datanya telah tersimpan dalam data base sebelumnya, yang fungsinya sebagai alat presensi cadangan selain menggunakan kartu RFID. Kamera web ini terhubung dengan mikrokontroler seperti pada Gambar 5.

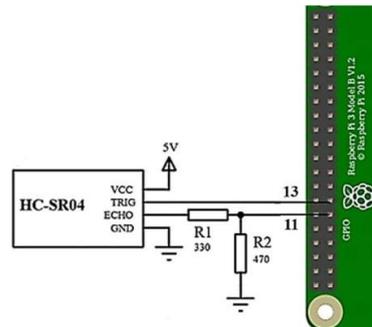


Gambar 5. Rangkaian Kamera Web C170 HD dengan Raspberry Pi 3B+

Dalam program kamera web sebagai sensor pendeteksi wajah menggunakan pustaka untuk meringkas program. Pustaka ini digunakan untuk mengambil data wajah yang akan diolah sebagai masukan untuk data kehadiran. Dengan mendeteksi gambar wajah yang tertangkap kamera yang terbaca dengan adanya kotak ssebagai tanda terdeteksinya wajah seseorang, kemudian diidentifikasi dengan data latih yang sudah dibuat pada folder gambar dengan nama face_id, mencari file gambar yang sesuai dengan hasil yang paling tinggi kemiripannya dengan pangkalan data.

Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk mengukur jarak pada saat sedang melakukan pengukuran. Rangkaian sensor ultrasonik HC-SR04 dengan Raspberry Pi 3B+ seperti terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Rangkaian Sensor HC-SR04 dengan Raspberry Pi 3B+

Sinyal yang dipancarkan oleh ultrasonik berfrekuensi diatas 20 KHz. Untuk mengukur jarak benda (sensor jarak), frekuensi yang umum digunakan adalah 40kHz. Sinyal yang dipancarkan akan merambat sebagai gelombang bunyi dengan kecepatan sekitar 340 m/s. Ketika menumbuk suatu benda, maka sinyal tersebut akan dipantulkan kembali. Setelah gelombang pantulan sampai di alat penerima, maka jarak benda tersebut dapat dihitung berdasarkan rumus [5][6].

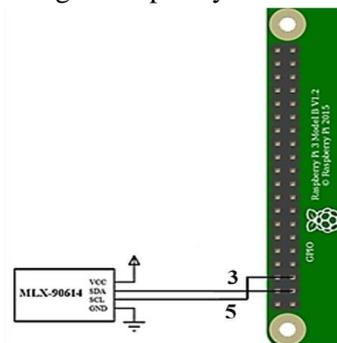
$$S = 340.t/2 \tag{1}$$

Dimana : S = Jarak antara sensor dengan objek (meter)

t = Waktu tempuh gelombang dari transmitter ke receiver (second/detik)

Sensor Suhu MLX90614

Sensor suhu MLX90614 digunakan untuk mengukur suhu sebelum melakukan presensi. Rangkaian sensor suhu MLX90614 dengan Raspberry Pi 3B+ seperti terlihat pada Gambar 7.



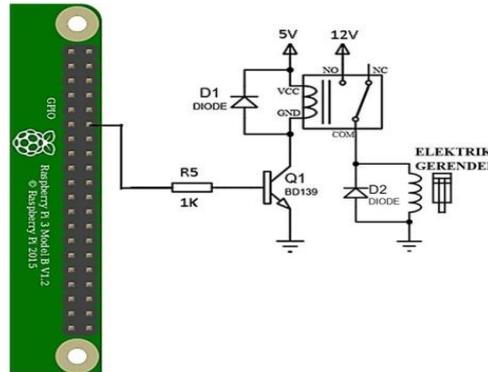
Gambar 7. Rangkaian Sensor Suhu MLX90614 dengan Raspberry Pi 3B+

Penggerak

Relai tipe SPST (1 saluran) digunakan untuk menggerakkan gerendel elektrik (solenoid) pada pintu laboratorium Digital. Rangkaian penggerak gerendel elektrik menggunakan relai 1 saluran dengan Raspberry Pi 3B+ seperti terlihat pada Gambar 8.

Pada saat pin Raspberry Pi berlogik 1, maka transistor akan menyala dan kumparan pada relai akan terjadi induksi. Hal ini mengakibatkan kontak NO yang awalnya terbuka menjadi tertutup, tegangan 12 V dapat mengalir dan mengakibatkan induksi pada kumparan gerendel elektrik sehingga gerendel elektrik menarik. Pada saat pin Raspberry Pi berlogik 0, maka arah induksi pada kumparan relai akan berbalik arah sehingga menimbulkan arus balik. Arus tersebut

akan terbuang melewati dioda. Hal ini mengakibatkan kontak NO menjadi terbuka menjadi, sehingga tidak dapat menarik gerendel elektrik.



Gambar 8. Rangkaian Modul Relai SPST dengan Raspberry Pi 3B+

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melalui tahapan pengujian hasil dari rancan bangun ini akan disajikan dalam bentuk data di bawah ini. Pengujian dilakukan untuk *hardware* dan *software*. Pengujian pada perangkat kerasnya dilakukan dengan cara mengoperasikan alat dan mengukur parameter-parameter untuk mendapatkan spesifikasi alat, sedangkan pengujian pada program aplikasinya digunakan untuk memperoleh data perekaman dan hasil dari proses operasional alat.

Pengujian Sensor Jarak

Pengujian sensor jarak digunakan sebagai proses kalibrasi dari sensor ultrasonic HC-SR04 terhadap nilai sesungguhnya diukur menggunakan penggaris. Hasil pengukuran sensor jarak dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Kalibrasi pada Sensor Jarak

No	Alat Pengukuran	Hasil Pengukuran (cm)
1	Penggaris	5
2	Sensor jarak	5.03

Pengujian Sensor Suhu

Kalibrasi sensor suhu bertujuan untuk mengetahui sensor suhu berjalan dengan baik atau tidak pada sistem kerja alat. Pada proses kalibrasi menggunakan kalibrator yaitu termometer pistol sebagai pembanding pembacaan suhu. Hasil kalibrasi sensor suhu dapat dilihat pada Tabel 2.



Tabel 2. Hasil Kalibrasi pada Sensor Suhu

No	Objek Pengukuran	Hasil Pengukuran (°C)	
		Termometer Pistol	Sensor Suhu
1	Suhu ruangan	30.7	31
2	Suhu badan	35.6	36
3	Korek gas	43.7	44

Gambar 9. Proses pengukuran suhu tubuh dan hasil pembacaannya

Pengujian RFID

Pengujian kartu RFID untuk memastikan alat telah bekerja dengan baik dan data yang tersimpan dalam basis data telah sesuai dengan data-data yang tersimpan. Pengujian pada RFID dilakukan dengan tiga tahapan yaitu menguji jarak baca pembaca RFID, kecepatan pembacaan, dan posisi kartu RFID.



Gambar 10. Proses pengujian kartu RFID

Tabel 3. Hasil Pengujian Jarak Baca Pembaca RFID

No	Jarak Kartu dengan Pembaca (cm)	Hasil Pengujian
1	0	Terbaca
2	1	Terbaca
3	2	Terbaca
4	3	Terbaca
5	4	Terbaca
6	5	Terbaca
7	6	Terbaca
8	7	Terbaca
9	8	Terbaca
10	9	Tidak Terbaca
11	10	Tidak Terbaca

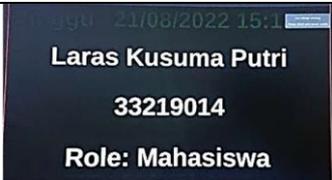
Pengujian Kamera Web

Pengujian pada kamera web bertujuan untuk mengetahui perbandingan terhadap wajah asli dengan wajah yang tersimpan pada data set (file XML). Proses pengenalan wajah dengan kamera dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Proses Pengenalan Raut Wajah dengan Kamera

Tabel 4. Pengujian Kamera Web

No	Wajah	Hasil Deteksi	Keterangan
1			Berhasil
2		-	Tidak Berhasil
3			Berhasil

Pengujian Data Presensi

Hasil data presensi tersimpan pada pangkalan data awan. Data dapat diunduh melalui SimCard yang terpasang pada pengolah data Raspberry Pi, seperti terlihat pada Gambar 12.

data.db — absen 12 rows, showing page 1 new_table_name

table name...	Structure	Content	Query	Drop	Import
absen					
pengguna					

id	nama	nip	role	keterangan	waktu
1	BANGUN KRISHNA, S.T.,M.ENG.	195910111985031000	Dosen	Disiplin	2022-08-18 12:47:48.460134
2	Laras Kusuma Putri	33219014	Mahasiswa	Disiplin	2022-08-18 12:47:57.683768
3	Robi Prasetyo	33219023	Mahasiswa	Tidak Disiplin	2022-08-18 12:50:01.379869
4	Stevanus Agung Kurniawan	33219024	Mahasiswa	Tidak Disiplin	2022-08-18 16:00:08.662363
5	Robi Prasetyo	33219023	Mahasiswa	Tidak Disiplin	2022-08-18 16:00:38.861085

Gambar 12. Contoh data presensi yang diunduh dari pangkalan data awan

Pada hasil yang telah diperoleh dan dilakukan perbandingan antara hasil pengukuran secara manual dengan pengukuran menggunakan alat. Hasil pengujian yang telah dicatat dalam tabel kemudian dianalisis dengan cara menghitung selisih pembacaan untuk mengetahui seberapa besar persentase kesalahan alat ukur.

Hasil analisis yang telah didapat pada pembaca RFID menunjukkan bahwa alat dapat membaca nomor ID kartu pada jarak 0 cm hingga 8 cm. Hasil kecepatan waktu baca pembaca RFID terhadap kartu RFID yaitu rata-rata 1 detik. Kemudian hasil pembacaan 2 kartu yang bersebelahan atau ditumpuk menunjukkan bahwa pembaca RFID hanya dapat membaca kartu RFID yang terdekat dengan pembaca RFID.

Hasil analisis yang telah didapat pada kamera web menunjukkan perbandingan terhadap wajah asli dengan wajah yang tersimpan pada data set (file XML). Jika wajah asli terdeteksi sama dengan wajah yang tersimpan pada data set (file XML), maka pada tampilan kristal cair TFT menunjukkan data identitas wajah tersebut. Jika wajah asli terdeteksi tidak sama dengan wajah yang tersimpan pada data set (file XML), maka pada tampilan kristal cair TFT menunjukkan “Anda Belum Terdaftar”.

Hasil analisis yang telah didapat pada pengujian sensor suhu MLX-90614 yang dibandingkan dengan suhu referensi yang telah diukur menggunakan termometer pistol menunjukkan rata – rata kesalahan 1.55%. Sedangkan pengujian sensor suhu MLX-90614 terhadap jarak menunjukkan bahwa suhu dapat terukur pada jarak 2 cm hingga 5 cm.

Berdasarkan pengukuran, pengujian, dan analisis data maka Rancang Bangun Pintu Dengan Akses Rfid Dan Pengenalan Wajah Berbasis Raspberry Pi bekerja dengan semestinya. Berdasarkan data pengukuran yang telah didapat diketahui bahwa setiap komponen sudah bekerja dengan sesuai dengan fungsinya. Akan tetapi, pada sistem ini tetap masih memiliki nilai kesalahan, terutama pada pengukuran sensor suhu. Hasil pengukuran sensor suhu MLX-90614 tidak sesuai dengan referensi pengukuran sensor suhu pada termometer pistol.

SIMPULAN

Rancang Bangun Pintu Dengan Akses RFID dan Pengenalan Wajah Berbasis Raspberry Pi telah berhasil beroperasi. Masukan dari alat ini adalah sensor ultrasonik sebagai pengukur jarak terhadap obyek yang akan memasuki ruangan dengan terlebih dahulu dilakukan pengukuran suhu, pembaca RFID sebagai pembaca nomor ID pada kartu RFID, kamera web sebagai pendeteksi wajah. Hasil pembacaan data masukan ditampilkan kristal cair TFT dan data hasil pengukuran kemudian diproses oleh Raspberry Pi agar dapat ditampilkan pangkalan data awan, relai sebagai untuk penggerak gerendel elektrik, sebelum akhirnya gerendel elektrik akan membuka pintu atau tetap terkunci pintunya. Hasil pengukuran sensor suhu MLX-90614, pembaca RFID, dan kamera web dapat dilihat pada kristal cair TFT dan pangkalan data awan yang telah disediakan. Pada tampilan kristal cair TFT menampilkan suhu tubuh kemudian ditampilkan perintah untuk melakukan presensi menggunakan kartu RFID atau kamera web. Sedangkan untuk membuka pintu hanya dapat dilakukan dengan kartu RFID dosen pada awal kegiatan presensi. Hasil pengumpulan data presensi dapat dilihat pada pangkalan data awan Raspberry Pi. Akan tetapi untuk mengakses pangkalan data awan memerlukan jaringan yang sama dengan Raspberry Pi. Sehingga memungkinkan Raspberry Pi untuk mengirimkan informasi menuju pangkalan data awan. Impulan merupakan ringkasan atas temuan penelitian dan implikasinya. Saran diberikan untuk pengembangan dan penelitian lanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ali Mulyanto, “Penerapan Teknologi RFID Modul RC522 Berbasis Raspberry Pi B+ Pada Sistem Absensi Siswa di SMK At-Taqwa Cabangbungin Kabupaten Bekasi”, Jurnal Informatika SIMANTIK Vol.2 No.1 Maret 2017

- [2] Singgih Yulianto Bastian, *et al.*, “*Perancangan Sistem Monitoring Kehadiran Mahasiswa Pada Laboratorium FTKI UNAS Menggunakan Teknologi RFID*”, *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA* Volume 4, Nomor 1, Januari 2020, Page 82-88 ISSN 2614-5278 (media cetak), ISSN 2548-8368 (media online) Available Online at <https://ejurnal.stmik-budidarma.ac.id/index.php/mib> DOI 10.30865/mib.v4i1.1895
- [3] Zeydin PALA and Nihat INAN, “*Smart Parking Applications Using RFID Technology*”, Yuzuncu Yil University, Ozalp Vocational School, Comp. Prog. Dept., Van, Turkey.
- [4] Somansh Kumar and Ashish Jasuja, “*Air Quality Monitoring System Based on IoT using Raspberry Pi*”, International Conference on Computing, Communication and Automation (ICCCA2017), ISBN:978-1-5090-6471-7/17/\$31.00 ©2017 IEEE
- [5] Malathy, N., Kaviyaadharshani, D., & Ashifa, S., “*Smart Trash Bin Level Monitoring System*”, International Journal of Health Sciences ISSN 2550-6978 E-ISSN 2550-696X © 2022, May 2022 [Online]. Available: <https://doi.org/10.53730/ijhs.v6nS3.7235>. . [Accessed: 22 – Oct - 2022]
- [6] Matteo Cerchecci, Francesco Luti, Alessandro Mecocci, Stefano Parrino, Giacomo Peruzzi and Alessandro Pozzebon, “*A Low Power IoT Sensor Node Architecture for Waste Management Within Smart Cities Context*”, *Journals Sensors* Volume 18 Issue 4 10.3390/s18041282, April 2018, [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/1424-8220/18/4/1282> [Accessed: 17 – Nov - 2022]