

PERANCANGAN DAN REALISASI BIOMETRIC FINGERPRINT ATTENDANCE DAN WEB MONITORING SYSTEM

Design And Realization Of Biometric Fingerprint Attendance And Web Monitoring System

Adilson Gabriel Barreto Da Cruz ¹, Dadan Nur Ramadan S.Pd.,M.T ²,

Felphino Wodangange S.S ³

^{1, 2} Prodi D3 Teknologi Telekomunikasi Universitas Telkom, ³ Externato De Sao Jose School

¹ adilson@student.telkomuniversity.ac.id, ² dadannr@telkomuniversity.ac.id,
³ felphinowg@gmail.com

Abstrak

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi sudah sangat cepat sehingga dapat mempengaruhi setiap aspek kehidupan manusia. Salah satunya adalah penerapan ilmu teknologi dan informasi, karena teknologi pun telah banyak digunakan pada setiap aspek kehidupan manusia seperti di bidang kedokteran, komunikasi, militer, transportasi dan lain-lain. Dari berbagai bidang tersebut, penerapan teknologi di bidang pendidikan masih sangat dibidang terbatas, salah satu aplikasinya adalah proses pengambilan absensi atau kehadiran siswa/siswa di sekolah yang hingga saat ini masih dilakukan secara manual oleh para guru.

Dengan adanya permasalahan tersebut maka diperlukan sebuah perangkat yang dapat memudahkan proses pengambilan absensi. Biometrik Fingerprint Attendance dan Web Monitoring Sytem adalah sebuah perangkat yang menggunakan metode sidik jari untuk mengenali seseorang berdasarkan ciri-ciri fisik, dengan menggunakan *sensor* sidik jari untuk merekam sidik jari seseorang dan akan menyimpan data tersebut pada *storage/memory sensor* tersebut untuk nantinya akan dicocokkan kembali dengan data yang terdapat pada database *web monitoring system* sesuai dengan data setiap user yang telah dimasukkan pada system.

Sistem ini dapat membaca sidik jari dengan tingkat akurasi sebesar 90.15% dan kecepatan respon sensor yaitu 2-3(detik), dan nilai rata-rata kesalahan yang didapat adalah sebesar 10.3%. Pada saat pendaftaran sidik jari, setiap murid dapat mendaftarkan jarinya lebih dari satu jari. Sehingga jika ada salah satu dari jari yang luka, dapat menggunakan jari nya yang lain. Sistem ini juga dapat mencatat kehadiran murid setiap hari sesuai dengan waktu dan hari yang telah ditentukan oleh pihak sekolah

Kata kunci : Biometric, Fingerprint, Microcontroler.

Abstract

The development of information and communication technology has been so fast that it affects every aspect of human life. One of them is the application of technology and information science, because technology has also been widely used in all aspects of human life such as in the fields of medicine, communication,

military, transportation and others. From these various fields, the application of technology in the field of education is still very limited, one of the applications is the process of taking attendance or attendance of students / students in schools which until now is still done manually by the teachers.

With these problems, we need a device that can facilitate the process of taking attendance. Biometric Fingerprint Attendance and Web Monitoring Sytem is a device that uses a fingerprint method to recognize someone based on physical characteristics, by using a fingerprint sensor to record a person's fingerprints and will store that data in the storage / memory sensor to later be reconciled with the data contained in the web monitoring system database in accordance with each user's data that has been entered on the system.

This system can read fingerprints with an accuracy level of 90.15% and a speed response sensor that is 2-3 (seconds), and the average value of errors obtained is 10.3%. At the time of fingerprint enrollment, each student can register more than one finger. If something goes wrong with the injured finger, you can use another finger. This system can also decide students every day in accordance with the time and day determined by the school.

Keywords: Biometrics, Fingerprint, Microcontroller.

1. Pendahuluan

Sidik jari sudah lama diyakini dapat digunakan sebagai alat identifikasi yang handal, keyakinan tersebut didasari pada penelitian yang mengatakan bahwa sidik jari yang dimiliki setiap orang adalah unik dan tidak berubah. Pada umumnya sidik jari juga di dipakai pada sistem presensi biometric fingerprint seperti di sekolah dan di perkantoran.

Namun tidak semua sekolah menggunakan sistem tersebut, salah satunya adalah sekolah dasar Externato De Sao Jose Dili. Yang selama ini masih memakai sistem manual, yaitu dengan tanda tangan di kertas dan hingga saat ini belum ada perubahan untuk memperbaiki standar presensi tersebut. Kekurangan yang ada pada sistem tersebut yaitu dapat mempermudah kecurangan para murid yang ingin memalsukan tanda tangan absensinya[13]. Adanya pembuatan presensi yang secara terus-menerus dan harus disetorkan kepada kepala sekolah untuk diperiksa, juga adanya biaya tambahan untuk pembelian kertas absensi.

Berdasarkan uraian di atas maka salah satu cara untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu dengan menerapkan presensi dengan menggunakan sidik jari, dengan demikian hal ini akan menghindari terjadinya korupsi waktu yang sering dilakukan dengan cara menitip absen kepada orang lain, dengan menggunakan sebuah alat yaitu Biometric Fingerprint Attendance Dan Web Monitoring System peralatan presensi canggih yang dapat merekam sidik jari seseorang dan menyimpan datanya pada sebuah website dengan aman, dan juga memiliki tampilan interface dan fitur-fitur yang lebih menarik.

Yang dimana jika dibandingkan berdasarkan pada dua penelitian proyek akhir sebelumnya yaitu, *Monitoring Kehadiran Siswa Menggunakan SMS Gateway Berbasis Arduino* dan *Rancang Bangun Absensi Elektronik Berbasis Mikrokontroler Atmega328*, yang hanya menggunakan ldc display sebagai outputnya untuk menampilkan hasil pengenalan sidik jari dan sms gateway sebagai proses

monitoringnya yang dianggap kurang efisien dalam proses penyimpanan data dan informasi [1][13].

2. Dasar Teori

2.1 Biometric

Biometrik adalah metode untuk mengenali seseorang berdasarkan ciri-ciri fisik, karakter, dan perilakunya secara otomatis. Biasanya ciri khas yang dijadikan indikator untuk mengenali seseorang biasanya adalah wajah, sidik jari, pola tangan, tulisan, iris, retina, suara, atau pembuluh darah. Menggunakan ciri-ciri fisik yang unik dari tubuh seperti sidik jari atau iris mata menjadi solusi yang tepat untuk mengidentifikasi dan memverifikasi orang tersebut[4].



Gambar 2.1 Fingerprint [17]

2.2 Sensor

Sensor merupakan perangkat yang digunakan untuk mengubah suatu besaran fisik menjadi besaran listrik sehingga keluaran yang dihasilkan dapat diolah dengan rangkaian listrik atau sistem digital[12]. seperti pada Gambar 2.2 dibawah ini:



Gambar 2.2 Blok Fungsional Sensor[18]

2.3 Fingerprint Scanner

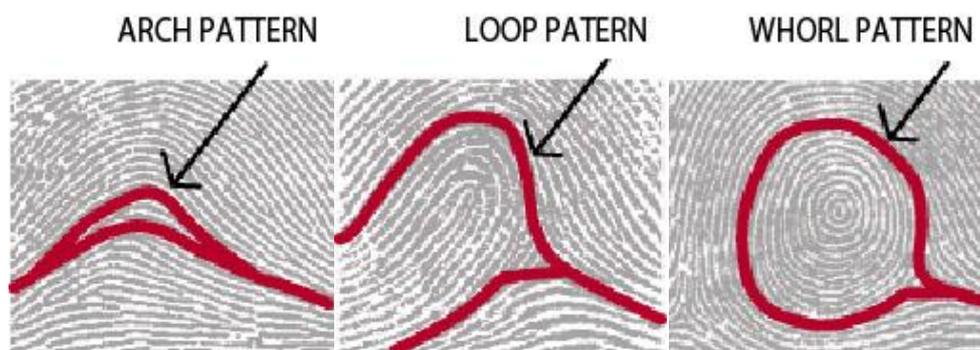


Gambar 2.3 Fingerprint Scanner [19]

Fingerprint sensor adalah perangkat yang di desain untuk memenuhi kebutuhan data yang cepat dengan menggunakan verifikasi sidik jari manusia, Sidik jari memiliki bentuk yang unik bagi setiap orang[15]. Artinya, setiap orang memiliki bentuk sidik jari yang berbeda meskipun terlahir kembar. Jadi, walaupun sidik jari terlihat sama bila dilihat sekilas, bagi penyelidik terlatih atau dengan software khusus akan terlihat perbedaannya[10].

Secara umum, sidik jari dapat dibedakan menjadi beberapa tipe menurut Henry Classification System, yaitu :

- a. Loop Pattern
- b. Whorl Pattern
- c. Dan Arch Pattern.



Gambar 2.4 Jenis Pola Sidik Jari [20]

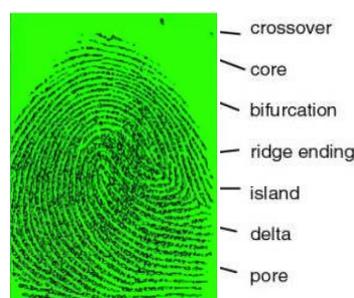
hampir 2/3 manusia memiliki sidik jari dengan tipe 'loop pattern', 1/3 lainnya memiliki tipe 'whorl pattern' dan hanya 5-10% yang memiliki tipe 'arch pattern'. Pola-pola sidik jari seperti inilah yang digunakan untuk membedakan sidik jari secara umum. Namun untuk mesin pembaca sidik jari, perbedaan seperti ini belumlah cukup. Karena itulah mesin pemindai sidik jari dilengkapi dengan metode pengenalan lain yang disebut '*Minutiae*'.

➤ **Minutiae**

Minutiae berasal dari bahasa Inggris yang berarti 'barang yang tidak berarti' atau 'rincian yang tidak penting'. Seperti artinya, *minutiae* sebenarnya merupakan rincian sidik jari yang tidak penting bagi kita, tetapi bagi sebuah mesin pemindai sidik jari, itu adalah detil yang sangat diperhatikan[11][15].

Untuk lebih jelasnya, *minutiae* pada sidik jari adalah titik-titik yang mengacu pada:

- Crossover (Persilangan Dua Garis)
- Core (Putar-Balikan Sebuah Garis)
- Bifurcation (Percabangan Sebuah Garis)
- Ridge Ending (Berhentinya Sebuah Garis)
- Island (Sebuah Garis Yang Sangat Pendek)
- Delta (Pertemuan Dari Tiga Buah Garis Yang Membentuk Sudut, Dan
- Pore (Percabangan Sebuah Garis Yang Langsung Diikuti Dengan Menyatunya Kembali Percabangan Tersebut Sehingga Membentuk Sebuah Lingkaran Kecil).



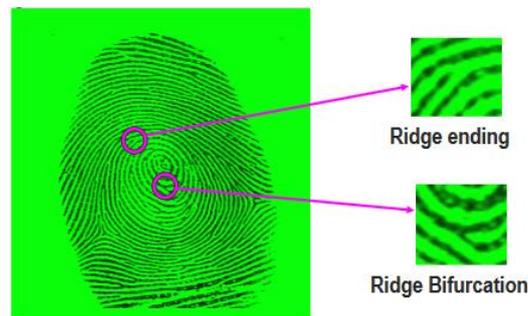
Gambar 2.5 Minutiae Pada Sidik Jari [21]

Mesin pemindai sidik jari akan mencari titik-titik ini dan membuat pola dengan menghubungkan-hubungkan titik-titik tersebut. Pola yang didapat dari menghubungkan titik-titik inilah yang nantinya akan digunakan untuk melakukan pencocokan bila ada jari yang dipindai. Jadi, sebenarnya mesin sidik jari tidak mencocokkan gambar, tapi mencocokkan pola yang didapat dari *minutiae-minutiae* ini. Mesin pemindai sidik jari bekerja dengan mengambil gambar dari sidik jari dan membedakan setiap pola atau alur dari sidik jari tersebut. Sebenarnya banyak cara dapat dilakukan untuk mengambil gambar dari sidik jari tersebut, namun metode umum yang dilakukan

adalah dengan menggunakan dua cara, yaitu dengan sensor optikal dan sensor kapasitans[15].

➤ Sensor Optikal

Inti dari sensor optikal adalah adanya CCD (Charge Couple Device) yang cara kerjanya sama seperti sistem sensor yang terdapat pada kamera digital atau camcorder. CCD merupakan chip silikon yang terbentuk dari ribuan bahkan jutaan dioda fotosensitif yang disebut photosites, photodelements, atau disebut juga piksel. Tiap photosite menangkap satu titik objek, kemudian dirangkai dengan hasil tangkapan photosite lain menjadi satu gambar[15].

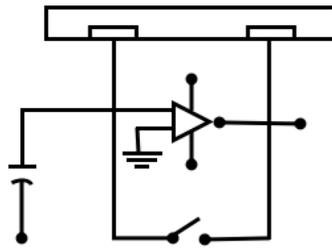


Gambar 2.6 Hasil Capture Sensor Optikal [22]

Bila mengambil contoh pada kamera, saat menekan tombol 'capture' pada kamera digital, sel pengukur intensitas cahaya akan menerima dan merekam setiap cahaya yang masuk menurut intensitasnya. Dalam waktu yang sangat singkat, tiap titik photosite akan merekam cahaya yang diterima dan diakumulasikan dalam sinyal elektronis. Gambar yang sudah dikalkulasikan dalam gambar yang sudah direkam dalam bentuk sinyal elektronis akan dikalkulasi untuk kemudian disimpan dalam bentuk angka-angka digital. Angka tersebut akan digunakan untuk menyusun ulang gambar untuk ditampilkan kembali. Perekaman gambar yang dilakukan oleh CCD sebenarnya dalam format grayscale atau monochrome dengan 256 macam intensitas warna dari putih sampai hitam[11][15].

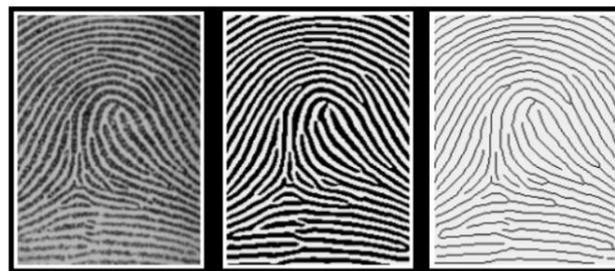
➤ Sensor Kapasitif

Sensor kapasitif bekerja berdasarkan prinsip pengukuran kapasitansi dari material yang dipindai. Material tersebut bisa saja besi, baja, alumunium, tembaga, kuningan, bahkan hingga air. Berbeda dengan pemindai optikal yang menggunakan cahaya, pemindai kapasitif menggunakan arus listrik untuk mengukur besarnya kapasitas[11][15].



Gambar 2.7 Rangkaian Sensor Kapasitif [23]

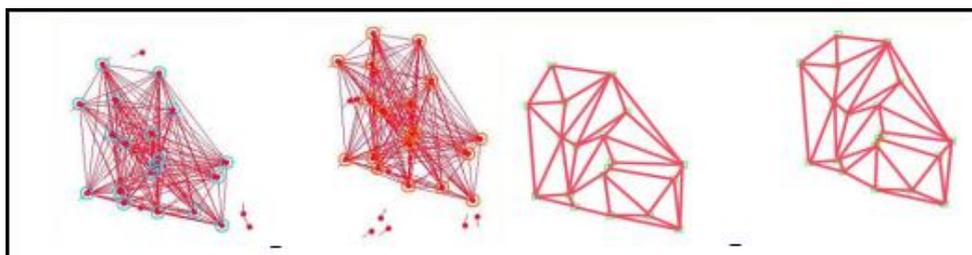
Diagram diatas menunjukkan sebuah sensor kapasitif sederhana. Dimana sensornya dibuat dari beberapa chip semikonduktor pada sebuah sel yang tipis. Setiap sel memiliki tempat konduktor yang ditutupi dengan lapisan isolasi. Sensor tersebut terhubung dengan sebuah integrator yang dilengkapi dengan inverter penguat yang dapat menerjemahkan, sehingga pada akhirnya akan membentuk sidik jari yang sedang dipindai. Setelah mesin pemindai menyimpan image atau gambar yang diambil, mesin lalu melakukan 'searching minutiae' atau mencari titik-titik minutiae. Lalu mesin pemindai akan mencari kecocokan pola pada minutiae-minutiae yang telah terkumpul tersebut[15].



Original → Processed → Thinning

Gambar 2.8 Proses Pemindaian Sidik Jari [24]

Jika mesin pemindai sidik jari mendapatkan pola sidik jari yang sama, maka proses identifikasi sudah berhasil. Tidak semua minutiae harus digunakan, dan pola yang ditemukan tidak harus sama. Maka dapat disimpulkan bahwa posisi jari kita pada saat identifikasi tidak harus sama persis dengan pada saat pertama kali menyimpan data sidik jari pada mesin tersebut.



Gambar 2.9 Proses Pemindaian Sensor Optical [25]

Pemindai sidik jari optikal dan kapasitif dianggap menghasilkan tingkat keamanan yang tinggi, karena tidak bisa dipalsukan dengan fotocopy sidik jari, sidik jari tiruan, atau bahkan dengan cetak lilin yang mendetil dengan guratan-guratan kontur sidik jari sekalipun.

2.4 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan susunan dari processor, memori, dan I/O yang terdapat pada satu chip. Mikrokontroler memiliki unit pengolah pusat pengendali mikrokontroler yang dikenal dengan CPU (Central Processing Unit) yang menjalankan program dari suatu memori RAM (Random Access Memori) atau ROM (Read Only Memory). Mikrokontroler memiliki masukan atau keluaran (I/O) yang digunakan untuk komunikasi dua arah contohnya dengan sensor.

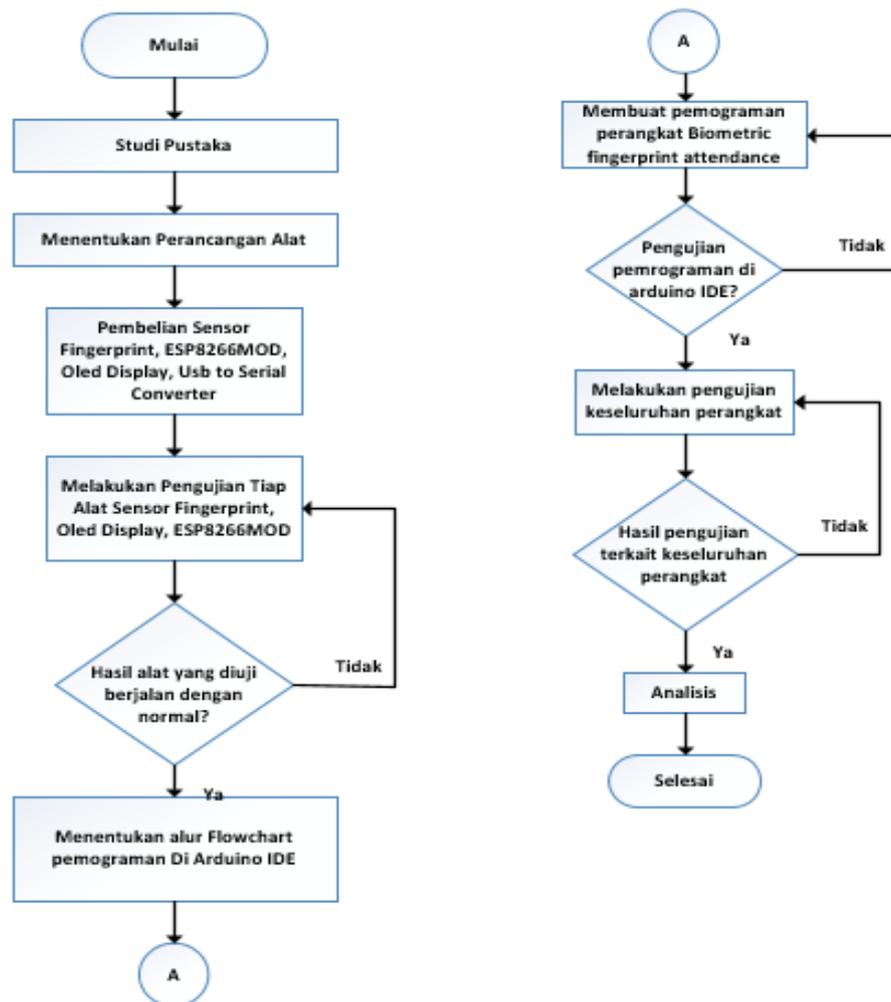
2.5 Web Monitoring System

Adalah sebuah aplikasi web yang dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman untuk pengujian dan verifikasi bahwa pengguna akhir dapat berinteraksi dengan situs web atau aplikasi web seperti yang diharapkan. Pemantauan situs web sering digunakan oleh bisnis untuk memastikan waktu aktif, kinerja, dan fungsi situs web seperti yang diharapkan.

3. Perancangan

3.1 Perancangan Pengerjaan Proyek Akhir

Tahapan dalam perancangan Perangkat Biometric Fingerprint dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut ini:

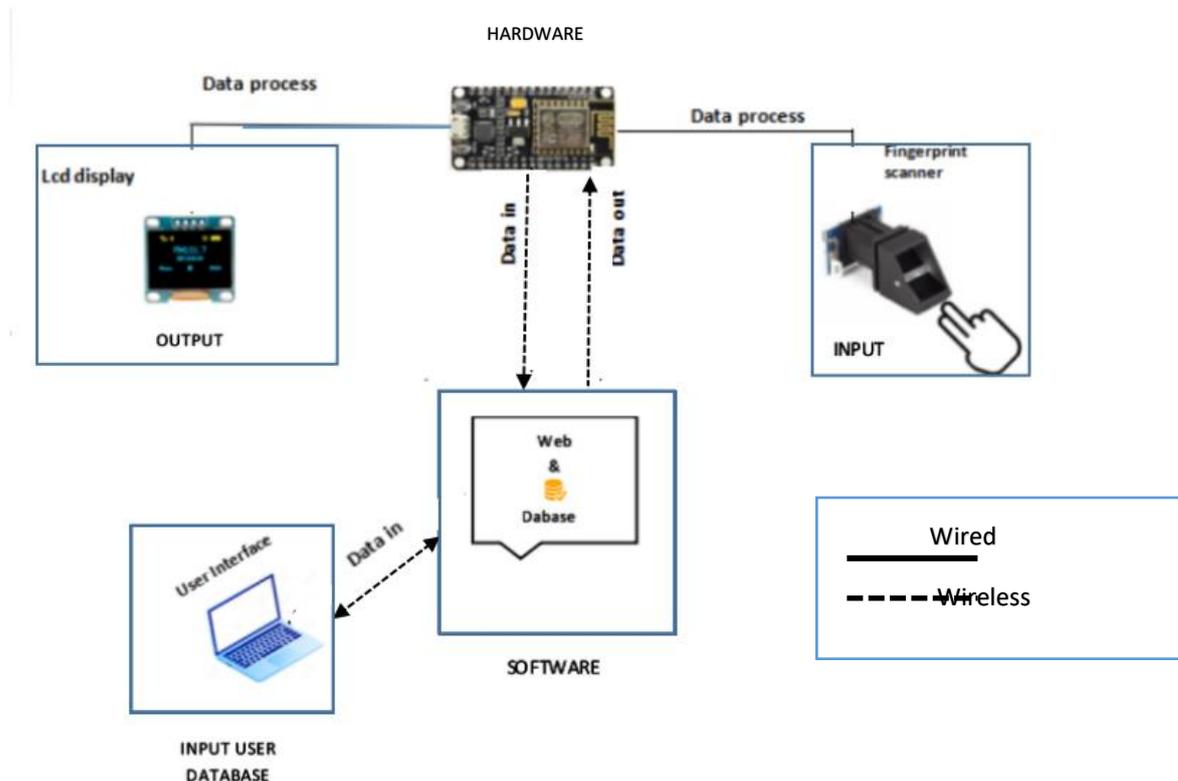


Gambar 3.1 Flowchart Pengerjaan Proyek Akhir.

Flowchart pada Gambar 3.1, merupakan konsep dari pengerjaan perangkat boimetric fingerprint attendance dari awal hingga hardware tersebut selesai dibuat. Pada tahap perancangan akan ditentukan komponen yang dibutuhkan dan sistem yang berjalan pada hardware tersebut. Tahap selanjutnya yaitu melakukan pembelian sensor dan komponen yang dibutuhkan. Kemudian, melakukan pengujian dan kalibrasi pada setiap sensor yang akan digunakan dalam pembuatan hardware. Tahap selanjutnya dengan menentukan pemrograman hardware dengan Arduino IDE, dan pengiriman data menggunakan NodeMCU. Tahap selanjutnya yaitu pengujian pada sistem keseluruhan perangkat boimetric fingerprint attendance, pada saat ini semua fungsi komponen harus berjalan sesuai dengan yang diinginkan. Jika salah satu komponen dari sistem perangkat boimetric fingerprint attendance tidak berjalan dengan baik akan dilakukan evaluasi dan analisa. Berikut ini merupakan uraian tahapan pengerjaan boimetric fingerprint attendance :

3.2 Perancangan Keseluruhan Sistem

Pada bab ini berikut akan dijelaskan mengenai rancangan sistem kerja dari perangkat Keras/Hardware yang dibuat. Hardware yang dibuat pada Proyek Akhir ini adalah hardware yang ditujukan untuk melakukan scanning pada sidik jari user dan memproses data tersebut untuk dicocokkan dengan web database. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.2 dibawah ini :

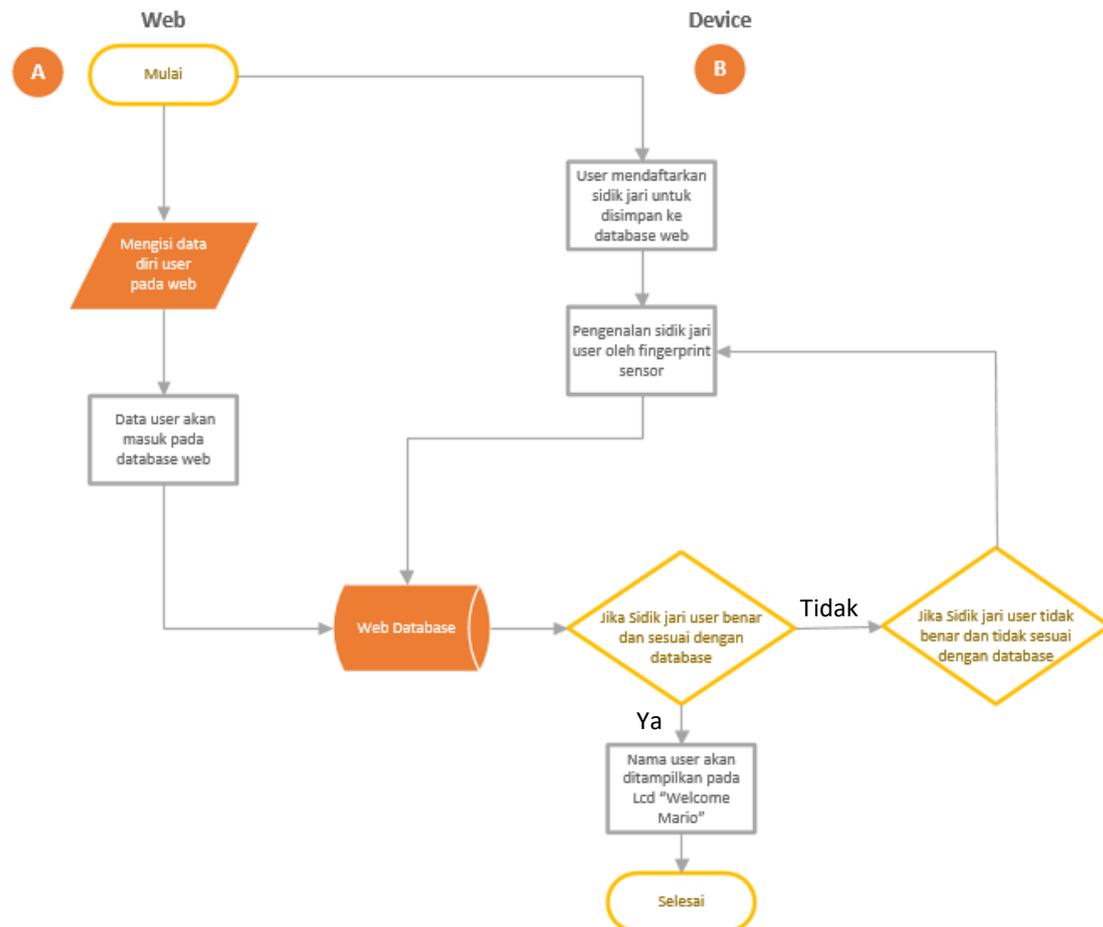


Gambar 3.2 Blog Diagram Keseluruhan Sistem Biometric Fingerprint Attedance Dan Web Monitoring Sistem.

Pada proyek akhir ini Perangkat keras Biometric Fingerprint Attendance akan terintegrasi dengan web database. Website tersebut sebagai media informasi untuk menampilkan data user yang telah di masukan. Perangkat Biometric Fingerprint Attendance akan dirancang dengan menggunakan modul mikrokontroler NodeMCU ESP8266MOD, Sensor Fingerprint Scanner,Oled Display 0.96 inch. Pemrograman hardware menggunakan software Arduino IDE 1.8.9. Kemudian hardware tersebut akan diintegrasikan dengan Web server melalui koneksi jaringan local. Data tersebut akan disimpan sesuai dengan identitas user masing-masing. Hal ini bertujuan untuk mempermudah susunan database agar terlihat rapi dan mudah untuk proses pengambilan data pada website.

3.3 Flowchart Keseluruhan Sistem

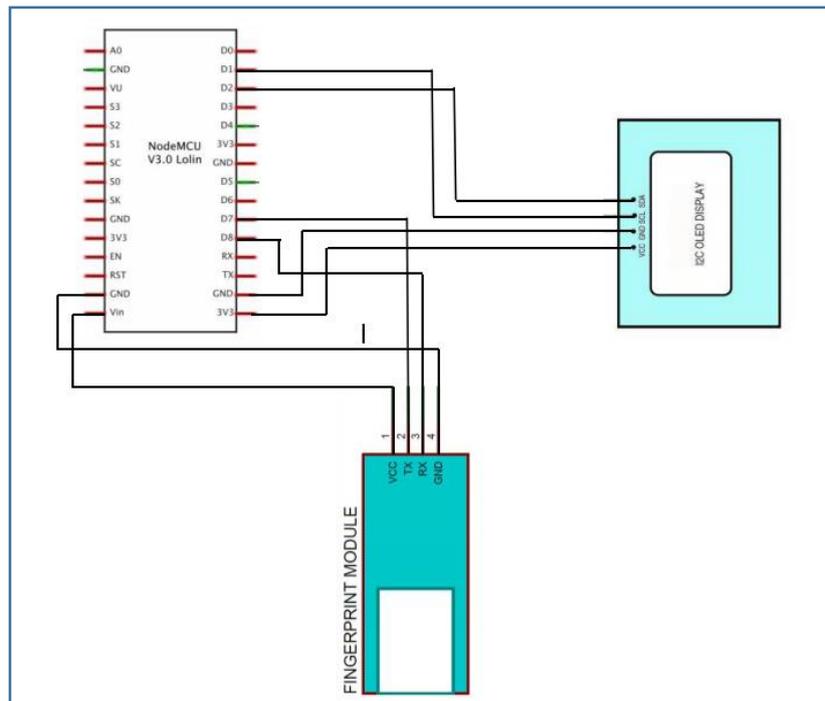
Untuk memudahkan pembaca dalam memahami cara kerja dari perangkat dan sistem yang dibuat, maka dibuatkanlah flowchart perancangan sistem kerja yang dapat dilihat pada Gambar 3.3 dibawah ini :



Gambar 3.3 Flowchart Kerja Keseluruhan Sistem.

3.4 Perancangan Mekanik Perangkat Keras

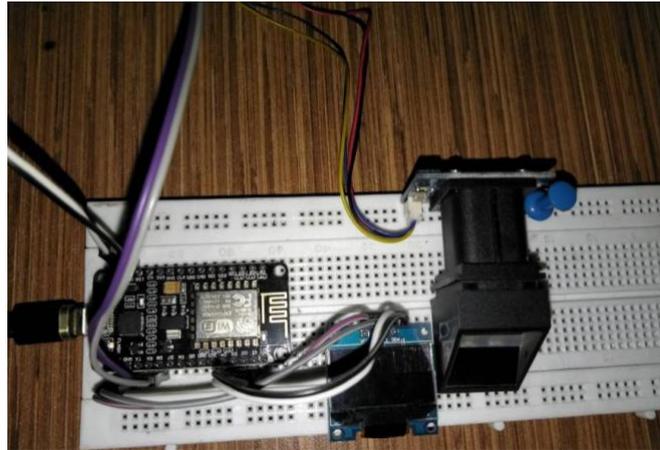
Pada proses perancangan perangkat keras kali ini sebelum melakukan pembuatan prototype perangkat keras Biometric Fingerprint Attendance, dilakukan pembuatan schematic terlebih dahulu dengan melakukan wiring untuk menghubungkan setiap perangkat satu dengan yang lainnya sesuai dengan datasheet masing-masing komponen. Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3.4 dibawah ini:



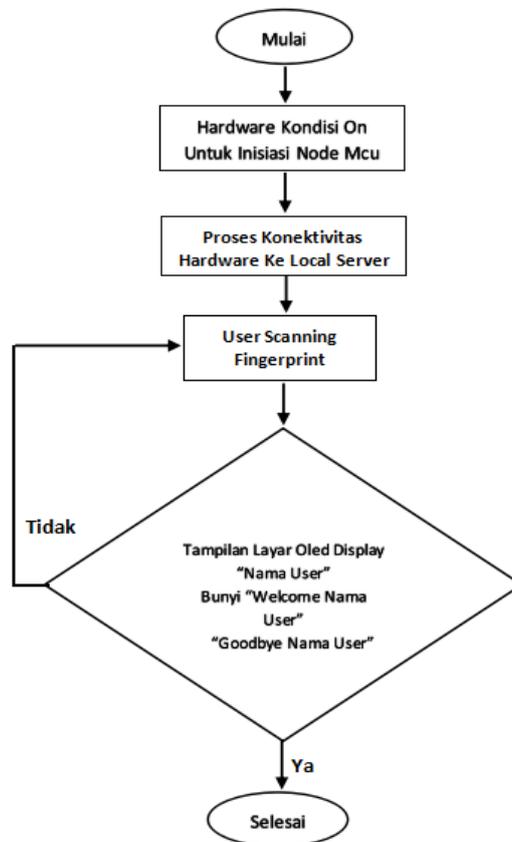
Gambar 3.4 Schematic Biometric Fingerprint Attendance

- a. Pin VCC Oled Display --> Pin 3V3 NodeMcu.
- b. Pin GND Oled Display --> Pin GND NodeMcu.
- c. Pin SCL Oled Display --> Pin D1 NodeMcu.
- d. Pin SDA Oled Display --> Pin D2 NodeMcu.
- e. Pin GND Fingerprint Scanner --> Pin GND NodeMcu.
- f. Pin VCC Fingerprint Scanner --> Pin Vin NodeMcu.
- g. Pin TX Fingerprint Scanner --> Pin D7 NodeMcu.
- h. Pin RX Fingerprint Scanner --> Pin D8 NodeMcu.

Setelah pembuatan schematic dengan perangkat keras Biometric Fingerprint Attendance seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3.4 di atas maka proses selanjutnya adalah dengan melakukan pembuatan prototype perangkat keras Biometric Fingerprint Attendance pada sebuah papan project board dengan dimensi 175 x 67 x 8 mm. Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3.5 berikut :



Gambar 3.5 Prototype Perangkat Keras Biometric Fingerprint Attendance.

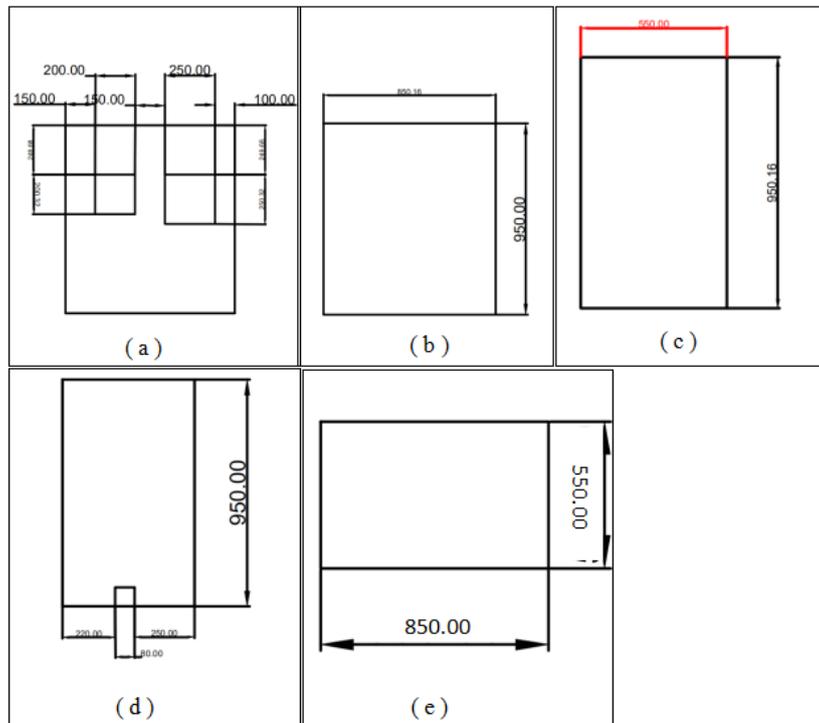


Gambar 3.5 Flowchart Biometric Fingerprint Attendance.

Pada Gambar 3.5 menjelaskan proses sistem kerja dari perangkat keras Biometric Fingerprint Attendance yang dimana pada saat Hardware dalam kondisi On maka Node Mcu akan mulai proses konektivitas pada local sever dan ketika sudah terhubung maka user akan melakukan scanning fingerprint, dan pada saat yang bersamaan juga oled display akan menampilkan hasil yang berupa nama user.

3.5 Desing Layout Perangkat Keras

Pada perancangan hardware dibutuhkan casing yang digunakan untuk melindungi Komponen mikrokontroler pada perangkat keras. Design layout pada hardware ini terdapat lima layout yaitu untuk casing bagian depan, casing bagian belakan, casing bagian samping kanan, casing bagian samping kiri, casing bagian atas. Berikut adalah gambaran design layout pada hardware seperti pada Gambar 3.6 dibawah ini:



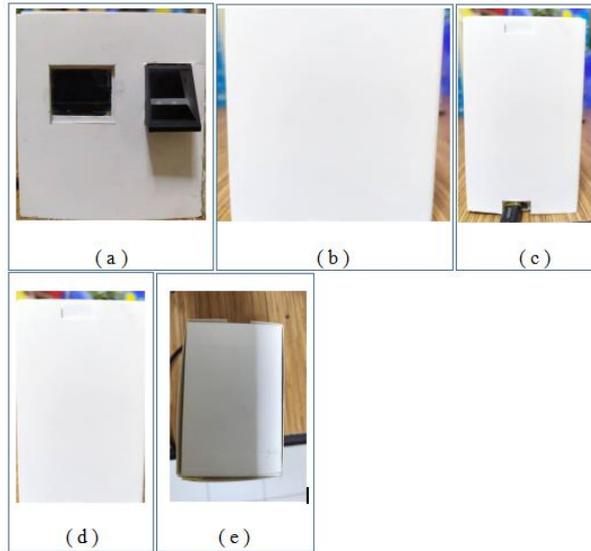
Gambar 3.6 Design Layout Perangkat Keras Biometric Fingerprint Attendance

Keterangan gambar :

- a. *Design* Bagian Depan
- b. *Design* Bagian Belakang
- c. *Design* Bagian Samping Kanan
- d. *Design* Bagian Samping Kiri
- e. *Design* Bagian Atas

3.6 Prototype Perangkat Keras

Berikut adalah prototype perangkat keras yang dibuat dengan bahan kertas karbon yang tahan terhadap Benturan ringan yang keras dan juga air, yang dapat melindungi perangkat keras tersebut.



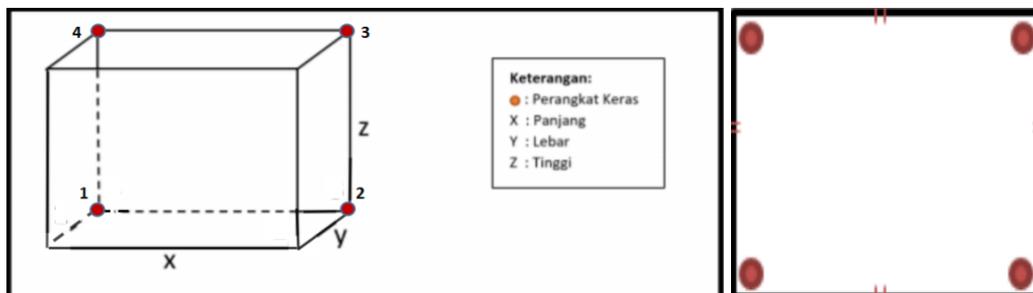
Gambar 3.7 Prototype Perangkat Keras

Keterangan Gambar :

- a. Box Bagian Depan
- b. Box Bagian Belakang
- c. Box Bagian Samping Kanan
- d. Box Bagian Samping Kiri
- e. Box Bagian Atas

3.7 Skenario Peletakan Perangkat Keras

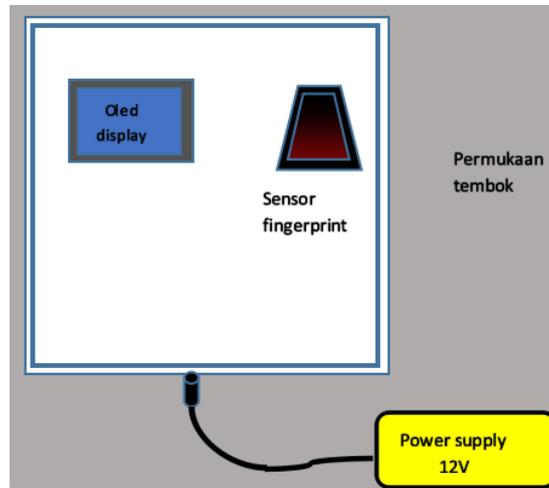
Perangkat keras yang dibuat nantinya akan diletakkan pada bagian permukaan ruang tembok dengan bagian belakang menempel pada permukaan tembok. Seperti pada Gambar 3.8 Skenario Peletakan Hardware dalam ruang dalam bentuk 3D berikut ini:



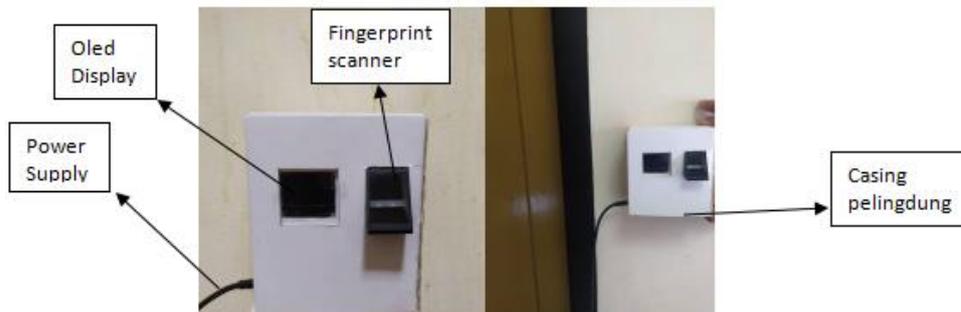
Gambar 3.8 Design Skenario Peletakan Perangkat Keras Biometric Dalam Ruang Bentuk 3D.

Keterangan Gambar :

- a. Skenario peletakkan hardware dalam ruangnya dalam bentuk 3D
- b. Skenario peletakkan hardware pada permukaan alas ruang



Gambar 3.9 Design Skenario Peletakan Perangkat keras Biometric Fingerprint Attendance



Gambar 3.10 Posisi Pemasangan Perangkat Keras Biometric Fingerprint Attendance

3.8 Perancangan Database Web Monitoring Sistem

Perancangan perangkat lunak atau website dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP dan untuk web database menggunakan MYSQL. Berikut adalah tampilan web database dan tampilaln dari user interface website yang dibuat. Seperti Gambar 3.11 dibawah ini :

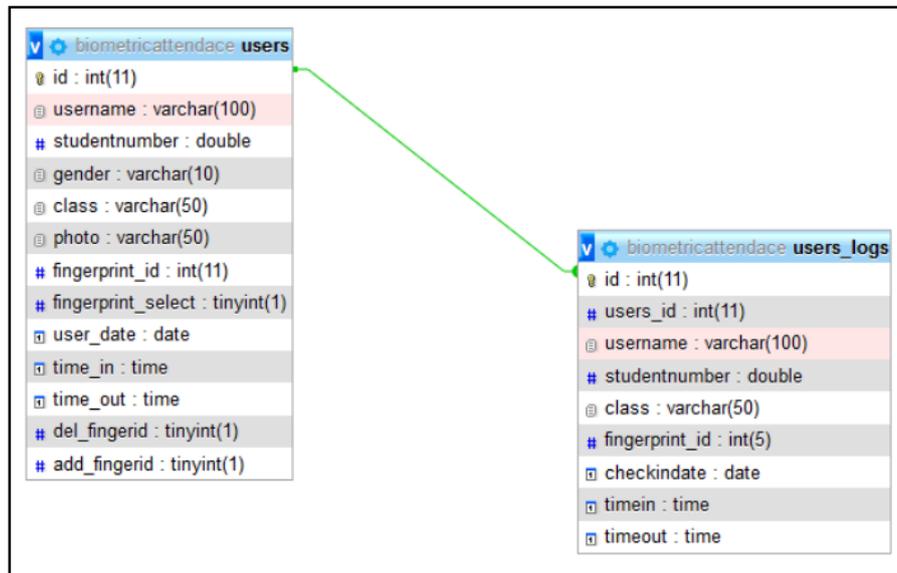
	id	username	studentnumber	gender	class	photo	fingerprint_id	fingerprint_select	user_date	time_in
<input type="checkbox"/>	1	Adilson	6705163176	Male	D3TT	S_25362435.jpg	1	0	2020-04-21	10:00:00
<input type="checkbox"/>	2	Alex	6705173277	Male	IF40	79.jpg	2	0	2020-04-21	10:00:00
<input type="checkbox"/>	3	Emiliano	6708133275	Male	IKOM41	80.jpg	3	0	2020-04-21	10:00:00
<input type="checkbox"/>	4	Jonas	6708123477	Male	IF42	78.jpg	4	0	2020-04-21	10:00:00
<input type="checkbox"/>	5	Inacio	6708122375	Male	IF40	77.jpg	5	0	2020-04-21	11:00:00
<input type="checkbox"/>	6	Maria	6708293154	Male	IF43		6	0	2020-04-29	10:00:00
<input type="checkbox"/>	10	Binsar	6705135276	Male	D3TT		10	0	2020-04-29	10:00:00
<input type="checkbox"/>	11	Nonia	6705232176	Female	D3TT		11	0	2020-04-29	12:00:00
<input type="checkbox"/>	12	Gomes	6706124376	Male	D3TT		12	0	2020-04-29	10:12:00
<input type="checkbox"/>	13	Madalena	6704163186	Female	D3TT		13	1	2020-04-29	09:00:00

Gambar 3.11 Tabel Database Users Web Monitoring system.

	id	users_id	username	studentnumber	class	fingerprint_id	checkindate	timein	timeout
<input type="checkbox"/>	1	1	Adilson	6705163176	D3TT	1	2020-04-21	18:34:07	18:42:12
<input type="checkbox"/>	2	2	Alex	6705173277	IF40	2	2020-04-21	18:36:24	18:42:23
<input type="checkbox"/>	3	3	Emiliano	6708133275	IKOM41	3	2020-04-21	18:38:17	19:02:13
<input type="checkbox"/>	4	4	Jonas	6708123477	IF42	4	2020-04-21	18:40:04	18:42:43
<input type="checkbox"/>	5	5	Inacio	6708122375	IF40	5	2020-04-21	18:41:35	18:42:51
<input type="checkbox"/>	6	1	Adilson	6705163176	D3TT	1	2020-04-21	18:42:07	18:42:12
<input type="checkbox"/>	7	2	Alex	6705173277	IF40	2	2020-04-21	18:42:19	18:42:23
<input type="checkbox"/>	8	3	Emiliano	6708133275	IKOM41	3	2020-04-21	18:42:28	19:02:13
<input type="checkbox"/>	9	4	Jonas	6708123477	IF42	4	2020-04-21	18:42:40	18:42:43
<input type="checkbox"/>	10	5	Inacio	6708122375	IF40	5	2020-04-21	18:42:47	18:42:51
<input type="checkbox"/>	11	3	Emiliano	6708133275	IKOM41	3	2020-04-21	19:02:08	19:02:13
<input type="checkbox"/>	12	6	Maria	6708293154	IF43	6	2020-04-29	12:21:45	12:25:35
<input type="checkbox"/>	13	6	Maria	6708293154	IF43	6	2020-04-29	12:25:32	12:25:35
<input type="checkbox"/>	14	10	Binsar	6705135276	D3TT	10	2020-04-29	12:29:27	12:29:30
<input type="checkbox"/>	15	11	Nonia	6705232176	D3TT	11	2020-04-29	12:30:55	12:30:58
<input type="checkbox"/>	16	12	Gomes	6706124376	D3TT	12	2020-04-29	12:32:48	12:32:53
<input type="checkbox"/>	17	13	Madalena	6704163186	D3TT	13	2020-04-29	12:34:41	12:34:44
<input type="checkbox"/>	18	1	Adilson	6705163176	D3TT	1	2020-04-29	12:36:39	12:36:42
<input type="checkbox"/>	19	2	Alex	6705173277	IF40	2	2020-04-29	12:36:50	12:36:53
<input type="checkbox"/>	20	3	Emiliano	6708133275	IKOM41	3	2020-04-29	12:36:58	12:37:01
<input type="checkbox"/>	21	4	Jonas	6708123477	IF42	4	2020-04-29	12:37:05	12:37:07
<input type="checkbox"/>	22	5	Inacio	6708122375	IF40	5	2020-04-29	12:37:13	12:37:16

Gambar 3.12 Tabel Database Users Log Web Monitoring system.

Seperti yang terlihat pada Gambar 3.11 dan Gambar 3.12 di atas adalah web database yang dibuat untuk menyimpan data-data dan informasi dari user dan user log berupa nama, waktu, tanggal dan jenis kelamin user, nomor induk siswa/siswi, user fingerprint Id. Pada saat user melakukan registrasi maka data dan informasi tersebut akan secara bersamaan juga tersimpan pada web database untuk nantinya akan dicocokkan dengan masing-masing user.



Gambar 3.13 Tabel Relasi Database

Pada Gambar 3.13 diatas adalah Tabel Relasi Database *Model One To One* yang dimana setiap satu baris data pada tabel satu hanya berhubungan dengan satu baris data di tabel dua. Artinya masing-masing hanya memiliki satu hubungan saja. Dimana satu pengguna hanya memiliki satu akun untuk login, dan satu akun login hanya dimiliki oleh pengguna.

4. Pengujian

4.1 Pengujian Fungsionalitas Keseluruhan Perangkat Keras Dan Web

Pengujian Perangkat Keras ini dilakukan untuk mengetahui dan mengamati hasil dari perancangan sistem perangkat keras secara keseluruhan sesuai dengan perancangan awal perangkat keras tersebut.

4.2 Pengujian Upload Data Pada Arduino IDE

Pada pengujian proses upload data bertujuan untuk mengetahui permasalahan yang terdapat pada program serta untuk menguji tingkat fungsionalitas alat atau perangkat yang dibuat apakah sudah berjalan sesuai dengan yang diinginkan, dan jika terdapat error pada saat proses upload data maka akan dilakukan check error dan review ulang pada program yang dibuat. Setelah selesai melakukan mengupload program pada arduino Ide maka untuk memastikan perangkat keras sudah terkoneksi ke local server atau tidak maka bisa dilihat pada serial monitor pada Arduino Ide.

4.2.1 Pengujian Pendaftaran User Baru Pada Web Monitoring System

Pengujian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui apakah web yang dibuat sudah berjalan dengan baik atau belum, data user yang diinput pada Web adalah berupa User id, Name, Student number, class, Time in, Time out, Gender. Berikut processnya dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut :

ADD A NEW USER OR UPDATE HIS INFORMATION OR REMOVE HIM

1 User Fingerprint ID:
Enter Fingerprint ID between 1 & 127:

User Fingerprint ID...

Add Fingerprint ID

2 User Info

User Name...

Student Number...

User Class...

3 Additional Info

Time In:

FINGER ID	NAME	GENDER	KELAS	S.NO	DATE	TIME IN	TIME OUT
13	Madalena	Female	D3TT	6704163186	2020-04-29	09:00:00	10:00:00
12	Gomes	Male	D3TT	6706124376	2020-04-29	10:12:00	12:00:00
11	Nonia	Female	D3TT	6705232176	2020-04-29	12:00:00	13:00:00
10	Binsar	Male	D3TT	6705135276	2020-04-29	10:00:00	11:00:00
6	Maria	Male	IF43	6708293154	2020-04-29	10:00:00	12:00:00
5	Inacio	Male	IF40	6708122375	2020-04-21	11:00:00	13:00:00
4	Jonas	Male	IF42	6708123477	2020-04-21	10:00:00	11:00:00
3	Emiliano	Male	IKOM41	6708133275	2020-04-21	10:00:00	11:00:00
2	Alex	Male	IF40	6705173277	2020-04-21	10:00:00	11:00:00
1	Adilson	Male	D3TT	6705163176	2020-04-21	10:00:00	12:00:00

Gambar 4.3 Pendaftaran User Baru Oleh Admin

Seperti yang terlihat pada gambar di atas admin telah mendaftarkan setidaknya 10 user sebagai uji coba, dan pendaftaran berjalan dengan baik yang dimana menunjukkan bahwa web tersebut telah berjalan dengan baik.

Biometric Attendance

Profile Presence Logout - Adilson

PROFILE INFO

Adilson

6705163176

D3TT

Gender : Female Male

Photo (max 1 MB, .jpg/.png): Tidak ada berkas dipilih.

Save

PHOTO PROFILE



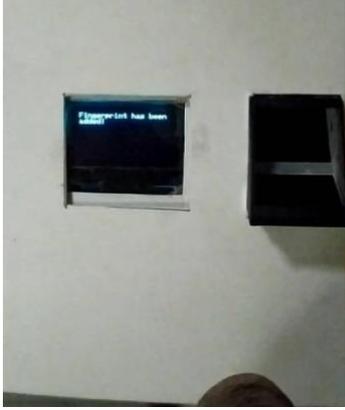
Gambar 4.4 Data User Yang Terdapat Pada Halaman Login User

Seperti yang terlihat pada pada Gambar di atas adalah tampilan halaman user/siswa yang user dapat masuk untuk melihat riwayat absensi mereka setiap hari serta mengupload foto profile mereka sesuai yang diinginkan.

4.2.2 Pengujian Pendaftaran Sidik Jari User

Setelah melakukan pendaftaran user baru oleh admin seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.4 di atas, maka pada saat yang bersamaan juga user baru tersebut akan diminta untuk melakukan pendaftaran sidik jari pada perangkat keras Biometric Fingerprint Attendance, seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut :

Tabel 4.1 Proses Pendaftaran Sidik Jari Oleh User Baru

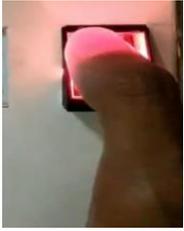
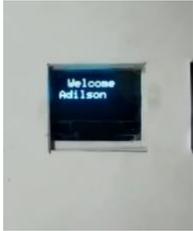
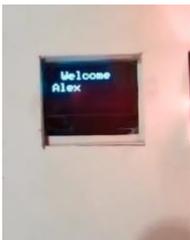
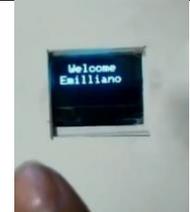
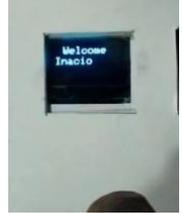
Proses 1	Proses 2	Proses 3
		
Proses Scanning	Scanning Success	Fingerprint Has Been Added

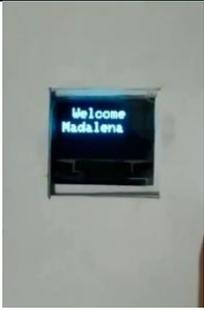
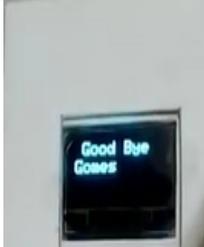
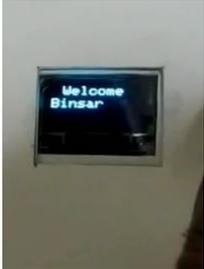
4.2.3 Pengujian Absensi Pada Perangkat Keras Biometric Fingerprint Attendance

Pada tahap kali ini setelah user selesai melakukan pendaftaran sidik jari seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.1 di atas, maka tahap berikutnya adalah tinggal melakukan absen sesuai pada waktu masuk kelas dan pulang kelas yang telah di atur pada sistem sesuai dengan aturan sekolah tersebut. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel pengujian absen berikut ini :

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Absensi Oleh Para Murid

Users	Proses Scanning Sidik Jari	Hasil Scanning Pada Saat Masuk Kelas	Hasil Scanning Pada Saat Pulang Kelas	ID Dan Sidik Jari	Waktu Respon (detik)

<p>1. Adilson Gabriel</p>				<p>ID (1) Jari Jempol</p>	<p>0.2</p>
<p>2. Alex</p>				<p>ID (2) Jari Telunjuk</p>	<p>0.1</p>
<p>3. Emiliano</p>				<p>ID (3) Jari Tengah</p>	<p>0.1</p>
<p>4. Jonas</p>				<p>ID (4) Jari Manis</p>	<p>0.1</p>
<p>5. Inacio</p>				<p>ID (5) Jari Kelingking</p>	<p>0.3</p>
<p>6. Nonia</p>				<p>ID (6) Jari Jempol</p>	<p>0.1</p>

7. Madalena				ID (6) Jari Telunjuk	0.2
8. Gomes				ID (8) Jari Jempol	0.1
9. Binsar				ID (9) Jari Tengah	0.1
10. Maria				ID (10) Jari Jempol	0.1

Seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.2 adalah proses dimana para users sedang melakukan absesn masuk kelas dan pulang kelas pada perangkat keras Biometric Fingerprint Attendance sesuai pada waktu yang telah di atur sistem. Yang juga menunjukkan bahwa Perangkat keras Biometric Fingerprint Attendance telah terhubung satu sama lain dengan Node Mcu dan Oled Display sehingga dapat terhubung dengan Web yang dibuat, dan mengirim data yang sesuai dengan data user yang ada pada database dan ditampilkan pada Oled Display pada saat user melukan absen. Berikut dapat dilihat pada tabel dibawa, adalah hasil Pengujian tingkat

keberhasilan scanning sidik jari pada perangkat keras Biometric Fingerprint Attendance berdasarkan pada hasil perhitungannya :

Tabel 4.3 Pengujian Tingkat Keberhasilan Scanning Sidik Jari

Users ID	Status Sidik Jari	Respon Fingerprint Pada Uji Coba 1	Respon Fingerprint Pada Uji Coba 2	Waktu Respon (Detik)
1	Terdaftar	Valid		0.2
2	Terdaftar	Tidak Valid	Valid	0.1
3	Terdaftar	Valid		0.1
4	Terdaftar	Valid		0.3
5	Terdaftar	Valid		0.1
6	Terdaftar	Tidak Valid	Valid	0.2
7	Terdaftar	Valid		0.1
8	Terdaftar	Valid		0.1
9	Terdaftar	Valid		0.2
10	Terdaftar	Valid		0.1

(Waktu Respon Diperoleh Dari Hasil Pengukuran Dengan Menggunakan Timer)

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem Dan Perangkat

System	Perangkat keras	Pengiriman data	Database
Stabil	Normal	Success	Sinkron
Rata-rata kesalahan pada system dan perangkat			10.3%
Rata-rata Keberhasilan pada system dan perangkat			90.15 %

Hasil Perhitungan

Perhitungan :

$$\text{total user} + (\text{total kegagalan} \times \text{total waktu respon}) \times 100\%$$

$$= 10 + (2 \times 0.15) \times 100 \%$$

$$= 10.3 \times (100 \%)$$

$$= 10.3 \%$$

Perhitungan :

$$\text{total waktu respon} + (\text{total keberhasilan} \times \text{total user}) \times 100\%$$

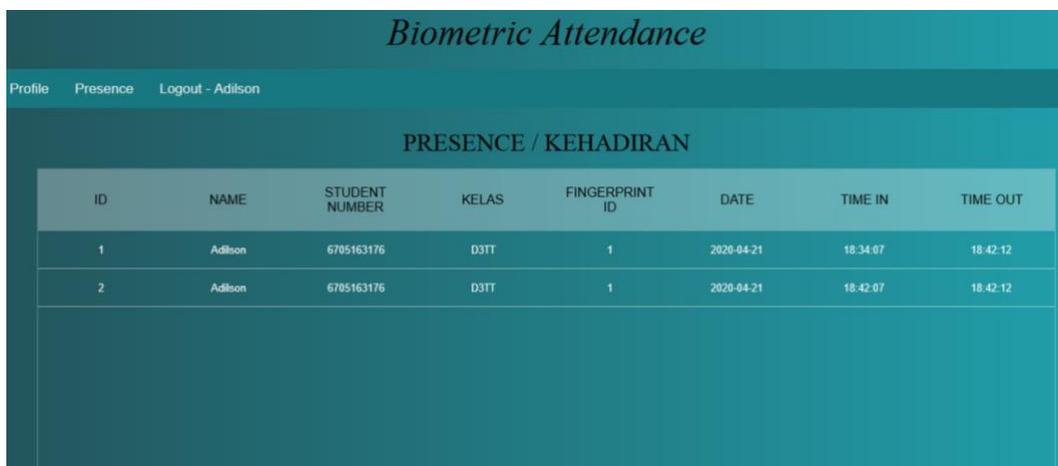
$$= 0.15 + (9 \times 10) \times 100 \%$$

$$= 90.15 \times (100 \%)$$

$$= 90.15 \%$$

4.2.4 Pengujian Pengiriman Data Pada System Dan Database

Pada pengujian pengiriman data kali ini bertujuan untuk memastikan apakah data user yang diinput pada pada system masuk ke database atau tidak pada saat user melakukan absen pada Perangkat Keras Biometric Fingerprint Attendance, guna mengetahui apakah masih terdapat kesalahan pengiriman data atau tidak pada sistem maupun pada database sehingga admin dapat dengan langsung melakukan perbaikan dengan cepat. Berikut adalah hasil pengujiannya yang dapat dilihat pada Gambar 4.8 berikut:



The screenshot shows the 'Biometric Attendance' application interface. At the top, there is a navigation bar with 'Profile', 'Presence', and 'Logout - Adilson'. Below this is a header for 'PRESENCE / KEHADIRAN'. The main content is a table with the following data:

ID	NAME	STUDENT NUMBER	KELAS	FINGERPRINT ID	DATE	TIME IN	TIME OUT
1	Adilson	6705163176	D31T	1	2020-04-21	18:34:07	18:42:12
2	Adilson	6705163176	D31T	1	2020-04-21	18:42:07	18:42:12

Gambar 4.5 Hasil Pengujian Data User Yang Masuk Pada System

Users Users Log Manage Users Logout - admin

HERE ARE ALL THE USERS

ID NAME	STUDENT NUMBER	GENDER	FINGER ID	DATE	TIME IN
11 Nonia	6705232176	Female	11	2020-04-29	12:00:00
10 Binsar	6705135276	Male	10	2020-04-29	10:00:00
6 Maria	6708293154	Male	6	2020-04-29	10:00:00
5 Inacio	6708122375	Male	5	2020-04-21	11:00:00
4 Jonas	6708123477	Male	4	2020-04-21	10:00:00
3 Emiliano	6708133275	Male	3	2020-04-21	10:00:00
2 Alex	6705173277	Male	2	2020-04-21	10:00:00
1 Adilson	6705163176	Male	1	2020-04-21	10:00:00

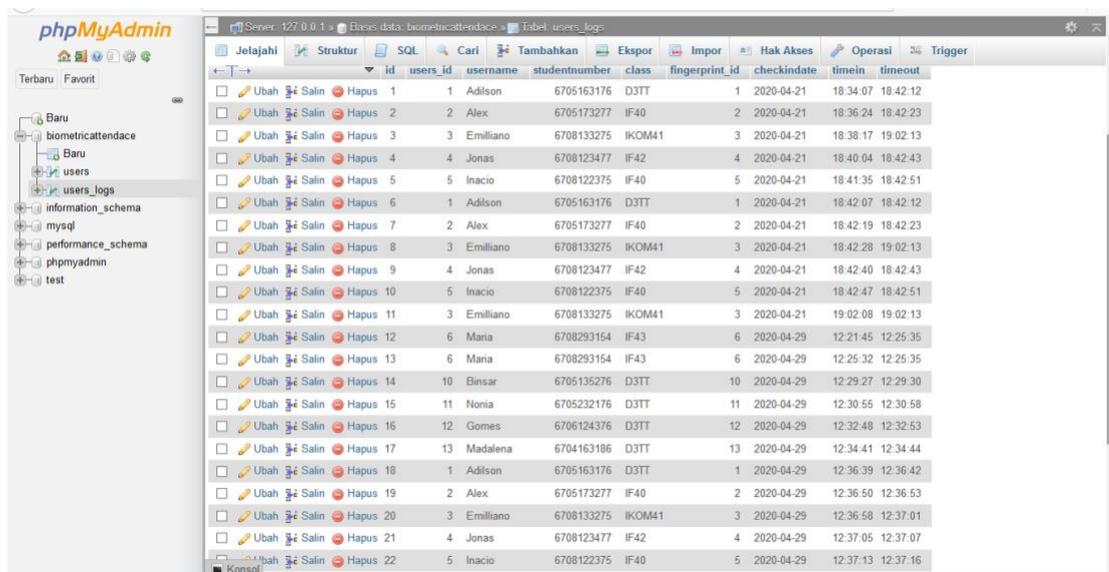
Gambar 4.6 Hasil Pengujian Data User Yang Masuk Pada System

Menampilkan baris 0 - 9 (total 10, Pencarian dilakukan dalam 0,0005 detik.)

```
SELECT * FROM `users`
```

id	username	studentnumber	gender	class	photo	email	fingerprint_id	fingerprint_select	user_date	time_in
1	Adilson	6705163176	Male	D3TT	S_25362435.jpg		1	0	2020-04-21	10:00:00
2	Alex	6705173277	Male	IF40	79.jpg		2	0	2020-04-21	10:00:00
3	Emiliano	6708133275	Male	IKOM41	80.jpg		3	0	2020-04-21	10:00:00
4	Jonas	6708123477	Male	IF42	78.jpg		4	0	2020-04-21	10:00:00
5	Inacio	6708122375	Male	IF40	77.jpg		5	0	2020-04-21	11:00:00
6	Mana	6708293154	Male	IF43			6	0	2020-04-29	10:00:00
10	Binsar	6705135276	Male	D3TT			10	0	2020-04-29	10:00:00
11	Nonia	6705232176	Female	D3TT			11	0	2020-04-29	12:00:00
12	Gomes	6706124376	Male	D3TT			12	0	2020-04-29	10:12:00
13	Madalena	6704163186	Female	D3TT			13	1	2020-04-29	09:00:00

Gambar 4.7 Hasil Pengujian Data User Yang Masuk Pada Database Users



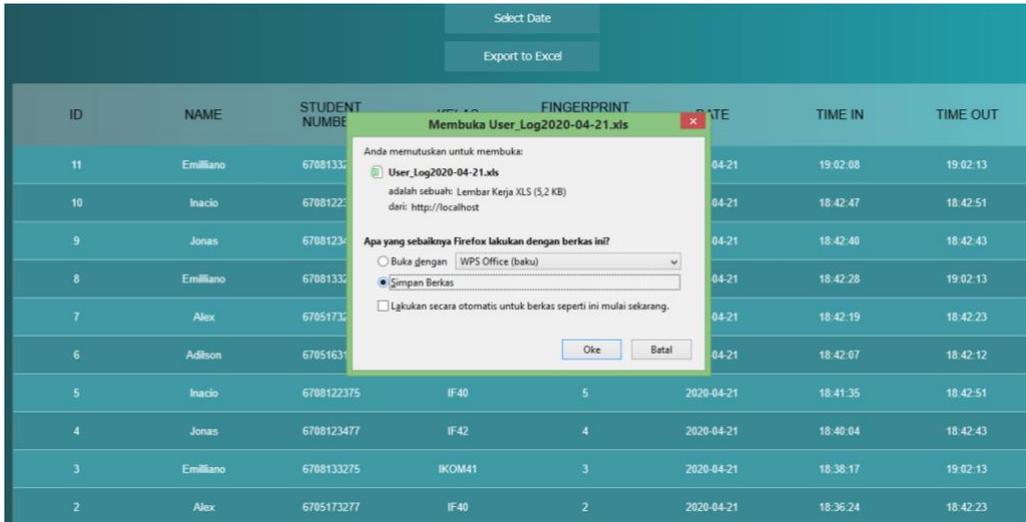
	Jelajahi	Struktur	SQL	Cari	Tambahkan	Ekspor	Impor	Hak Akses	Operasi	Trigger		
	Ubah	Salin	Hapus	1	1	Adilson	6705163176	D3TT	1	2020-04-21	18:34:07	18:42:12
	Ubah	Salin	Hapus	2	2	Alex	6705173277	IF40	2	2020-04-21	18:36:24	18:42:23
	Ubah	Salin	Hapus	3	3	Emiliano	6708133275	IKOM41	3	2020-04-21	18:38:17	19:02:13
	Ubah	Salin	Hapus	4	4	Jonas	6708123477	IF42	4	2020-04-21	18:40:04	18:42:43
	Ubah	Salin	Hapus	5	5	Inacio	6708122375	IF40	5	2020-04-21	18:41:35	18:42:51
	Ubah	Salin	Hapus	6	1	Adilson	6705163176	D3TT	1	2020-04-21	18:42:07	18:42:12
	Ubah	Salin	Hapus	7	2	Alex	6705173277	IF40	2	2020-04-21	18:42:19	18:42:23
	Ubah	Salin	Hapus	8	3	Emiliano	6708133275	IKOM41	3	2020-04-21	18:42:28	19:02:13
	Ubah	Salin	Hapus	9	4	Jonas	6708123477	IF42	4	2020-04-21	18:42:40	18:42:43
	Ubah	Salin	Hapus	10	5	Inacio	6708122375	IF40	5	2020-04-21	18:42:47	18:42:51
	Ubah	Salin	Hapus	11	3	Emiliano	6708133275	IKOM41	3	2020-04-21	19:02:08	19:02:13
	Ubah	Salin	Hapus	12	6	Maria	6708293154	IF43	6	2020-04-29	12:21:45	12:25:35
	Ubah	Salin	Hapus	13	6	Maria	6708293154	IF43	6	2020-04-29	12:25:32	12:25:35
	Ubah	Salin	Hapus	14	10	Binsar	6705135276	D3TT	10	2020-04-29	12:29:27	12:29:30
	Ubah	Salin	Hapus	15	11	Nonia	6705232176	D3TT	11	2020-04-29	12:30:55	12:30:58
	Ubah	Salin	Hapus	16	12	Gomes	6706124376	D3TT	12	2020-04-29	12:32:48	12:32:53
	Ubah	Salin	Hapus	17	13	Madalena	6704163186	D3TT	13	2020-04-29	12:34:41	12:34:44
	Ubah	Salin	Hapus	18	1	Adilson	6705163176	D3TT	1	2020-04-29	12:36:39	12:36:42
	Ubah	Salin	Hapus	19	2	Alex	6705173277	IF40	2	2020-04-29	12:36:50	12:36:53
	Ubah	Salin	Hapus	20	3	Emiliano	6708133275	IKOM41	3	2020-04-29	12:36:58	12:37:01
	Ubah	Salin	Hapus	21	4	Jonas	6708123477	IF42	4	2020-04-29	12:37:05	12:37:07
	Ubah	Salin	Hapus	22	5	Inacio	6708122375	IF40	5	2020-04-29	12:37:13	12:37:16

Gambar 4.8 Hasil Pengujian Data User Yang Masuk Pada Database Users Log

Pada Gambar 4.5, Gambar 4.6 dan juga Gambar 4.7, Gambar 4.8, di atas menunjukkan hasil pengujian pengiriman data pada system web dan juga ke database, dimana semua data di user dan user log yang terdapat pada halaman Admin dan juga halaman siswa otomatis akan secara bersamaan masuk ke database juga. Dari hasil pengujian pengiriman data yang dilakukan menunjukkan bahwa web yang dibuat sudah terhubung dengan baik ke database dan juga perangkat keras Biometric fingerprint attendance.

2.2.5 Pengujian Export Data Riwayat Kehadiran User ke Format File Excel

Pengujian kali ini adalah melakukan export data riwayat kehadiran user ke dalam bentuk file Excel agar data tersebut dapat disimpan dan digunakan sebagai bukti kehadiran user kepada orang tua masing-masing jika memang diperlukan. Berikut prosesnya dapat dilihat pada Gambar 4.9 dan 4.10 dibawah berikut ini :



Gambar 4.9 Proses Melakukan Export Data User Dalam File Excel

ID	Name	Student Number	Fingerprint ID	Date log	Time In	Time Out
11	Emilliano	6708133275	3	21/04/2020	19:02:08	19:02:13
10	Inacio	6708122375	5	21/04/2020	18:42:47	18:42:51
9	Jonas	6708123477	4	21/04/2020	18:42:40	18:42:43
8	Emilliano	6708133275	3	21/04/2020	18:42:28	19:02:13
7	Alex	6705173277	2	21/04/2020	18:42:19	18:42:23
6	Adilson	6705163176	1	21/04/2020	18:42:07	18:42:12
5	Inacio	6708122375	5	21/04/2020	18:41:35	18:42:51
4	Jonas	6708123477	4	21/04/2020	18:40:04	18:42:43
3	Emilliano	6708133275	3	21/04/2020	18:38:17	19:02:13
2	Alex	6705173277	2	21/04/2020	18:36:24	18:42:23
1	Adilson	6705163176	1	21/04/2020	18:34:07	18:42:12

Gambar 4.10 Hasil Pengujian Export Data Riwayat Absensi User Dalam Format File Excel

ID	Name	Student Number	Fingerprint ID	Date log	Time In	Time Out
22	Inacio	6708122375	5	29/04/2020	12:37:13	12:37:16
21	Jonas	6708123477	4	29/04/2020	12:37:05	12:37:07
20	Emilliano	6708133275	3	29/04/2020	12:36:58	12:37:01
19	Alex	6705173277	2	29/04/2020	12:36:50	12:36:53
18	Adilson	6705163176	1	29/04/2020	12:36:39	12:36:42
17	Madalena	6704163186	13	29/04/2020	12:34:41	12:34:44
16	Gomes	6706124376	12	29/04/2020	12:32:48	12:32:53
15	Nonia	6705232176	11	29/04/2020	12:30:55	12:30:58
14	Binsar	6705135276	10	29/04/2020	12:29:27	12:29:30
13	Maria	6708293154	6	29/04/2020	12:25:32	12:25:35
12	Maria	6708293154	6	29/04/2020	12:21:45	12:25:35

Gambar 4.11 Hasil Pengujian Export Data Riwayat Absensi User Dalam Format File Excel

5. Kesimpulan Dan Saran

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan proses perancangan, pengujian dan analisis maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Perangkat keras Biometric Fingerprint dapat melakukan scanning sidik jari user dengan tingkat kesalahan rata-rata sebesar 10.3%.
2. Perangkat keras Biometric Fingerprint dapat melakukan scanning sidik jari user dengan tingkat kesuksesan rata-rata sebesar 90.15 %.
3. Perangkat keras pada sistem presensi memiliki tingkat akurasi yang bagus dan kecepatan respon sensor fingerprint yang cepat selama 1-3 (detik) pada saat melakukan uji coba.

5.2 Saran

Pada Proyek Akhir ini, dengan harapan Hardware selanjutnya dapat dikembangkan kembali agar memiliki sistem yang lebih kompleks dan efisien. Adapun saran penulis adalah sebagai berikut:

1. Tampilan prototype perangkat keras yang kurang bagus dan kecil.
2. Melakukan penambahan fitur-fitur yang baru pada web monitoring seperti penambahan mata pelajaran dan materi yang akan dipelajari setiap hari pada webnya.
3. Melakukan hosting web yang telah dibuat sehingga dapat di akses dengan menggunakan internet.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ali Basrah Pulungan Fakultas Elektro, Universitas Negeri Padang ,
Monitoring Kehadiran Siswa Menggunakan Sms Gateway Berbasis Arduino.
- [2] Fingerprint Attendance System For Educational Institutes In Journal Of Science
And Technology.
- [3] Academia.Edu Virtual Biometric Fingerprint Attendance System
- [4] Perancangan Aplikasi Absensi Siswadimi Terpadu Bakti Ibu Kota Madiun
Berbasis Desktopmenggunakan Microsoft Visual Basic 6.0.
- [6] Aplikasi Absensi Siswa Di Smk Muhammadiyah 1 Sukaharjo Berbasis Barcode
Dan Sms.
- [7] Researchgate.net publication node mcu for fast iot application development
- [8] Perancangan Sistem Informasi Absensi Guru Dan Siswa Berbasis Web Di Sweet
School Batam Skripsi Sekolah Tinggi Manajemen Informatika Dan
Komputer (Stmik).
- [9] <https://www.dumetschool.com/blog/Apa-Itu-Sublime-Text>.

- [10] <https://www.kiosbarcode.com/blog/pengertian-fingerprint-dan-fungsinya/>
- [11] Aldrin Syaifullah perancangan dan implementasi sistem presensi berbasis fingerprint di smpn1 tanjungan.
- [12] Setiawan, Iwan., 2009, Buku Ajar Sensor dan Transducer, Hal.1, Jawa Tengah.
- [13] Oleh F Marviany - 2014 <https://eprints.akakom.ac.id/.pdf> Menerapkan sistem absensi “fingerprint” di Sekolah Dasar Bruder Nusa Indah.
- [14] Oleh Subandi Saputra INVOTEK: Jurnal Inovasi, Vokasional dan Teknologi, Vol. 18 No. 1, 2018 Program Studi Teknik Elektro Industri, FT, Universitas Negeri Padang.
- [15] Gilang H. Cahyoko Www.Academia.Edu > Cara Kerja Fingerprint Scanner.
- [16] <https://Qwords.Com/Blog/Pengertian-Xampp/>.
- [17] Journal Of Computer Science And Mobile Computing.
- [18] Blok Fungsional Sensor Dari Buku Ajar Undip Sensor-Transducer.
- [19] Fingerprint Scanner Journal Of Advanced Computer Science And Application.
- [20] Jenis Pola Sidik Jari dari e-Proceeding Of Applied Science.
- [21] Minutiae Pada Sidik Jari Dari Biometric Technology And Application Book.
- [22] Hasil Capture Sensor Optical Source: Biometric Technology And Application Book.
- [23] Rangkaian Sensor Kapasitif Dari Sensor And Diodes Book.
- [24] Proses Pemindaian Sidik Jari Biometric Dari Technology And Application Book.
- [25] Proses Pemindaian Sensor Optical Dari Jurnal Cara Kerja Pemindai Sidik Jari.

