

Sistem Absensi *Fingerprint* Berbasis Arduino dengan Data Penyimpanan di Micro SD

Muh Pauzan, Indri Yanti

Universitas Wiralodra, Jln. Ir. H. Juanda Km 3, Indramayu, Indonesia, muhpauzan.ft@unwir.ac.id,
indriyanti.ft@unwir.ac.id

Diterima 15 September 2022, disetujui 26 Oktober 2022, diterbitkan 31 Oktober 2022

Pengutipan: Pauzan, M & Yanti, I. (2022). Sistem Absensi *Fingerprint* Berbasis Arduino Dengan Data Penyimpanan di Micro SD. *Gema Wiralodra*, 13(2), 663-679.

ABSTRAK

Pola yang ada pada jari bersifat unik, pola tersebut dinamakan biometrik. Biometrik digunakan pada metode absensi *fingerprint*. Penelitian tentang absensi dengan *fingerprint* baru sebatas pengolahan data absensi tanpa dibuat alat *fingerprint*nya yang layak pakai. Oleh karena itu dibuat alat absensi dengan metode *fingerprint* berbasis Arduino yang lebih baik. Jika penelitian-penelitian sebelumnya menggunakan database dan EEPROM di mikrokontroler untuk penyimpanan data absensinya, pada penelitian ini micro SD digunakan sebagai penyimpanan data, keunggulannya adalah ruangan penyimpanan data yang besar serta tidak memerlukan infrastruktur yang kompleks jika dibandingkan dengan EEPROM dan database berturut-turut. Tahapan penelitian dimulai dari studi literatur, kemudian perancangan perangkat keras, lalu perancangan perangkat lunak. Setelah alat jadi, dilakukan uji coba pada alat untuk menganalisis performanya. Dilibatkan 30 responden, masing-masing melakukan scan ibu jari dan telunjuk. Berdasarkan uji jumlah percobaan, ibu jari dan telunjuk memiliki rata-rata jumlah percobaan 1,70 dan 2,73 berturut-turut. Pada uji waktu respon, telunjuk lebih baik dengan waktu rata-rata 2,39 detik berbanding 2,79 detik untuk ibu jari. Pengguna sebaiknya melakukan scan minimal selama 2 detik supaya dapat dideteksi alat.

Kata Kunci: biometrik, absensi, *fingerprint*, Arduino, micro SD

ABSTRACT

Pattern on finger is unique, it is called biometric. Biometric is used for attendance. Research on the attendance's system is focus on data processing. Therefore, a proper *fingerprint* attendance's device was made using Arduino. If previous studies used databases and EEPROM in the microcontroller for data storage, then a micro SD is employed, it is means that memory for data storage is much bigger and does not require a complex infrastructure compared to EEPROM and database respectively. The research stage starting from literature review, then a hardware design and the last is software design. Once finished, performance of the device is analyzed. 30 respondents are employed, every respondent scans a thumb and forefinger to the device. Based on the number of scan test, the thumb and forefinger had average scan's number 1,70 and 2,73 respectively. Whereas on response time test, the forefinger is better with an average time of 2.39 seconds compared to 2.79 seconds for the thumb. User should scans finger at least 2 seconds to be detected successfully by the device.

Keyword(s): biometric, attendance, *fingerprint*, Arduino, micro SD

PENDAHULUAN

Tata cara absensi mengalami perkembangan seiring dengan kemajuan teknologi. Mulai dari absensi secara manual melalui kertas yang disediakan, kini dengan sentuhan teknologi absensi dapat dilakukan menggunakan QR (*Quick Response*) code, RFID (*Radio Frequency Identification*) (Fuji, dkk, 2015) dan metode *fingerprint*. Sudah pasti bahwa metode QR code, RFID dan *fingerprint* lebih modern dari metode kertas. Namun ketiga metode tersebut memiliki beberapa kekurangan dan kelebihan masing-masing. Seperti absensi dengan QR code dari segi biaya paling murah tapi kekurangannya adalah kapasitas penyimpanannya kecil (Pulungan & Saleh, 2020), tidak dapat diprogram ulang, berbeda dengan RFID yang memiliki kapasitas penyimpanan yang lebih besar, bisa diprogram ulang meskipun lebih mahal dari segi biaya (Setiawan & Kurniawan, 2015). Tapi baik metode QR code maupun RFID memiliki kekurangan yang sama yaitu jika seseorang yang akan absensi lupa bawa smartphone (untuk kasus absensi menggunakan aplikasi maupun melalui website) atau lupa bawa kartu RFID maka kegiatan absensi tidak dapat dilakukan. Masalah tersebut dapat diatasi dengan metode *fingerprint*, metode ini menggunakan konsep biometrik yang diperoleh dari sidik jari (Purohit, dkk, 2017). Pola sidik jari setiap orang berbeda sehingga memiliki biometrik yang unik, yaitu tidak akan sama dengan orang lain. Oleh karena itu metode tersebut saat ini paling sering digunakan baik di instansi pemerintahan, pendidikan maupun instansi yang lainnya. (Muhammad, dkk, 2013) membeli alat *fingerprint*, pada penelitiannya dikembangkan aplikasi bernama MONIKUL untuk melakukan monitoring absensi perkuliahan. Aplikasi tersebut terhubung ke database. (Putra & Fauziah, 2018) membuat sistem absensi menggunakan *fingerprint* akan tetapi berbasis website. Metode yang digunakan adalah metode RAD (Rapid Application Development).

Alat *fingerprint*nya dibeli, yang dikembangkan adalah cara perekaman data sampai ke pembacaan database. (Feng, dkk, 2020) mengembangkan sistem absensi di universitas dengan menggunakan fingerscan, tapi fokus penelitiannya adalah pada teknik pengolahan database alat tersebut. (Prini & Iskandar, 2018) membuat alat *fingerprint* untuk keperluan absensi, digunakan Arduino nano sebagai pusat kendali alatnya. Data hasil absensi diolah menggunakan NetBeans yang menggunakan Bahasa java. Akan tetapi alat *fingerprint* yang dibuat tidak

menggunakan layar, yang tersedia hanya sensor *fingerprint*. Hal tersebut akan menyulitkan pengguna untuk mengetahui jam berapa melakukan absen, telat atau tidak, dan lain-lain. (Shoewu & Akinyemi, 2019) membuat alat absensi *fingerprint* berbasis mikrokontroler PIC18F462. Alat tersebut diujicoba pada 20 mahasiswa pada saat aktivitas perkuliahan. Dilakukan pengujian pada alat seperti mengukur waktu respon terhadap sidik jari dan berapa kali scan jari sampai alat mengenalinya. Waktu respon rata-rata adalah 18 detik dan pengguna melakukan scan sebanyak 14-23 kali sampai alat mengenalinya. Data absensi disimpan pada EEPROM di mikrokontroler. Zhan, dkk (2017) membuat alat absensi *fingerprint* berbasis mikrokontroler STC89C52. Dilakukan ujicoba alat pada siswa, data absensi siswa disimpan pada EEPROM mikrokontroler. Kekurangan dari penyimpanan di EEPROM adalah keterbatasan data yang dapat disimpan. Jika data orang yang melakukan absensi banyak maka memori penyimpanan akan cepat penuh. Mohamed & Raghu (2012) merancang alat absensi *fingerprint* berbasis mikrokontroler PIC18F4550, LCD 128x64 digunakan untuk menunjukkan waktu dan notifikasi pengguna yang melakukan absensi. Data hasil absensi disimpan pada PC (Personal Computer) yang dihubungkan ke alat menggunakan kabel USB. Untuk membaca data absensi, digunakan sebuah software pada PC tersebut. Metode penyimpanan seperti ini tidak praktis karena alat harus dihubungkan dengan PC. Villarama, dkk (2018) membuat alat absensi *fingerprint* berbasis mikrokontroler, dibuat dua bagian pada alat yaitu sistem untuk merekam data pengguna dan sistem untuk menerima data tersebut. Keduanya berkomunikasi secara wireless dengan memanfaatkan modul IR (Infra Red) Zigbee. Jarak maksimal antara kedua alat adalah 30 m. Alat tersebut dapat digunakan pada jarak dekat tetapi memerlukan komponen lebih banyak karena baik pada sistem perekaman dan penerima data absensi memerlukan masing-masing sebuah mikrokontroler dan modul Zigbee. Charity, dkk (2018) menambahkan sensor *fingerprint* pada alat absensi berbasis face recognition dengan tujuan untuk meningkatkan akurasi. Setiap pengguna melakukan absensi dengan melakukan scan wajahnya pada kamera dan melakukan scan jarinya. Alat diujicoba pada 50 pengguna, hasilnya adalah tingkat akurasi alat sebesar 87.83%.

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya tentang absensi menggunakan *fingerprint*, kelompok pertama menggunakan alat *fingerprint* yang sudah jadi (alat yang

dibeli), yang dikembangkan adalah sistem pengolahan data absensinya. Bagian kedua adalah penelitian yang membuat alat *fingerprint* menggunakan mikrokontroler dengan penyimpanan data di EEPROM, ada yang menggunakan database dan bahkan menggunakan media penyimpanan (*hard disk drive*) di komputer. Penelitian lainnya menggunakan sensor *fingerprint* untuk meningkatkan akurasi absensi yang menggunakan *face recognition*. Oleh karena itu pada penelitian ini dibuat alat *fingerprint* yang layak pakai dengan media penyimpanan menggunakan micro SD. Alat *fingerprint* dibuat untuk mengatasi kelemahan pada penelitian sebelumnya, dimana alat absensi dibeli kemudian dilakukan pengembangan pada aspek *software*, sedangkan media penyimpanan micro SD digunakan karena ukurannya yang kecil dan kapasitas penyimpanan datanya besar, karena memorinya yang besar (Satheesh, dkk, 2016) menggunakannya sebagai tempat penyimpanan data logger untuk aplikasi di industri. Kelebihan lainnya adalah data absensi yang tersimpan secara otomatis serta micro SD bisa menyimpan data sampai bertahun-tahun, tidak seperti media penyimpanan di EEPROM yang kecil.

METODE PENELITIAN

Runtutan aktivitas yang dilakukan pada penelitian ini dimulai dari studi literatur artikel ilmiah tentang alat absensi dengan metode QR code, RFID dan *fingerprint*. Dilakukan analisis terkait masing-masing metode tersebut dan disimpulkan bahwa untuk saat ini yang memiliki keunggulan paling banyak adalah metode *fingerprint*. Kemudian dilakukan studi lebih detail mengenai metode *fingerprint* sehingga diperoleh gambaran yang jelas tentang: perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak, cara kerja alat serta cara pengujian alat. Masing-masing penjelasannya adalah sebagai berikut:

Perancangan Perangkat Keras

Rancangan sistem yang dibuat memerlukan beberapa komponen dan pengkabelan yang banyak maka diperlukan metode khusus supaya meminimalisasi kemungkinan error atau alatnya tidak dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Pertama, terlebih dahulu dikoneksikan antara Arduino dengan RTC DS3231, koneksi tiap pinnya dapat dilihat pada tabel 1. Diujicoba apakah RTC memiliki settingan waktu yang tepat atau tidak, jika tidak maka RTC DS3231 diprogram melalui IDE (*Integrated Development Environment*) Arduino

sehingga waktu, hari, tanggal bulan dan tahun sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Berikutnya, dilakukan koneksi antara OLED dengan Arduino seperti yang ditunjukkan pada tabel 2, tujuannya untuk memastikan apakah OLED dapat berfungsi dengan baik atau tidak. Setelah berhasil menuliskan text/pesan di OLED melalui Arduino, berikutnya dihubungkan antara Arduino dengan sensor *Fingerprint* seperti ditunjukkan pada tabel 3. Pada tahap ini, dilakukan ujicoba *scan* jari, jika Arduino berhasil mendeteksi data biometrik dari sensor maka tahap ini berhasil. RTC DS3231, OLED, Sensor *Fingerprint* dihubungkan ke Arduino secara bersamaan dengan koneksi tiap pinnya sama dengan tabel 1, 2 dan 3. Pada tahap ini dicoba menampilkan jam, hari, tanggal, bulan tahun pada OLED. Jika berhasil maka dilakukan *scan* jari melalui sensor *fingerprint*, tahap ini berhasil jika OLED memberikan notifikasi di layar bahwa ada yang melakukan absensi. Tahap berikutnya adalah menambahkan SD Card dan buzzer dengan koneksi tiap pinnya dapat dilihat pada tabel 4 dan 5. Dilakukan percobaan *scan* jari, jika data berhasil tersimpan di micro SD dan secara bersamaan ada notifikasi text di layar OLED dan buzzer berbunyi maka tahap perancangan perangkat keras telah selesai. Koneksi tiap pin yang lengkap pada komponen-komponen tersebut dapat dilihat pada gambar 1.

Tabel 1. Koneksi RTCDS3231 dengan Arduino Mega

RTC DS3231	Arduino Mega
SDA	20
SCL	21
VCC	+3.3V
GND	GND

Tabel 2. Koneksi antara OLED dengan Arduino Mega

OLED	Arduino Mega
SDA	A4
SCL	A5
VCC	+5V
GND	GND

Tabel 3. Koneksi antara sensor *fingerprint* dengan Arduino Mega

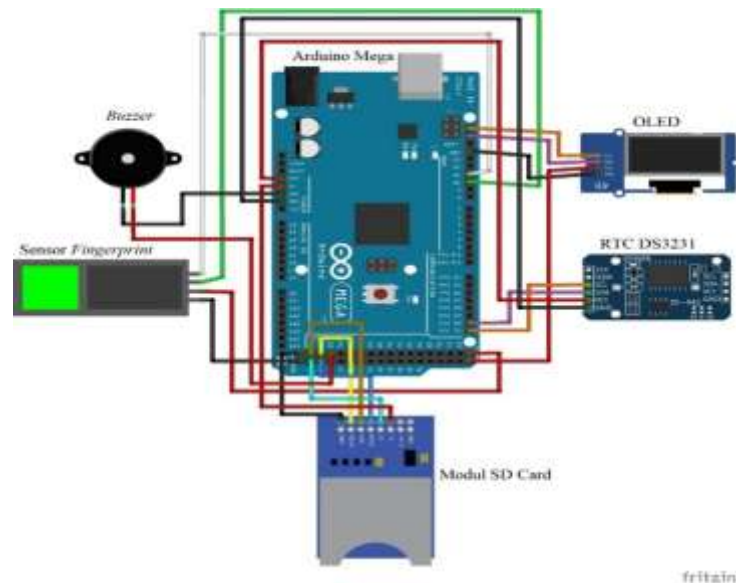
SensorFingerprint	Arduino Mega
RX	11
TX	10
VCC	5V
GND	GND

Tabel 4. Koneksi antara modul SD Card dengan Arduino Mega

Modul SD Card	Arduino Mega
MISO	50
MOSI	51
SCK	52
CS	53
VCC	5V
GND	GND

Tabel 5. Koneksi antara Buzzer dengan Arduino Mega

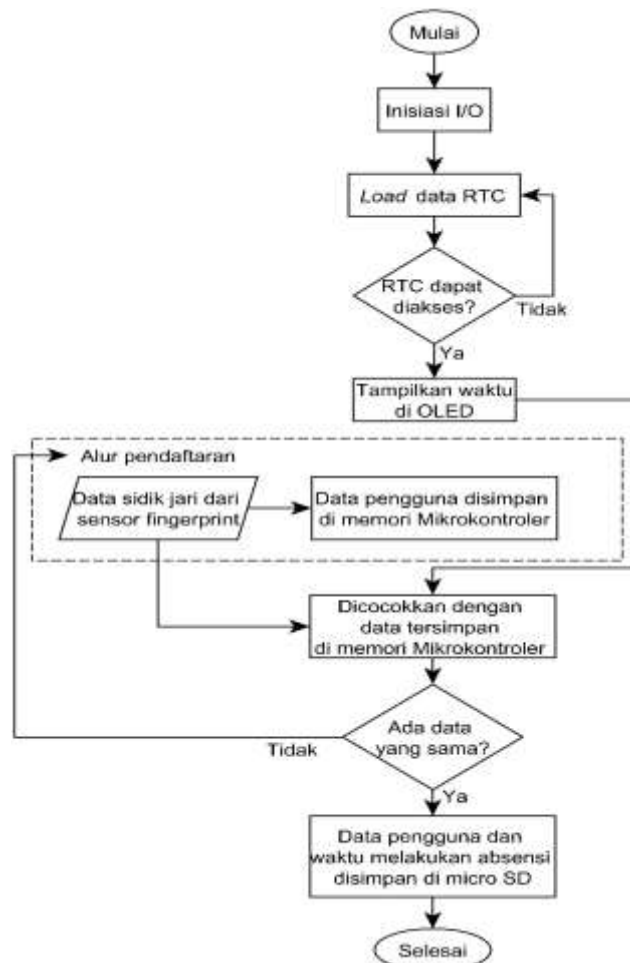
Buzzer	Arduino Mega
VCC	48
GND	GND

**Gambar 1.** Koneksi DS3231, sensor fingerprint, modul SD Card dan buzzer dengan Arduino Mega

Perancangan Perangkat Lunak

Untuk memudahkan peneliti membuat koding pada IDE Arduino, disusun flowchart

yang berisi tentang cara kerja alat yang dirancang. Konsep kerja alat yang dibuat dapat dilihat pada gambar 2. Berdasarkan gambar 2, data biometrik dari sensor fingerprint digunakan dua kali yaitu untuk pendaftaran dan untuk absensi. Oleh karena itu digunakan dua program yang berbeda di IDE Arduino, jika ingin melakukan registrasi/mendaftar maka koding untuk pendaftaran yang digunakan pada alat, kemudian data pengguna tersebut disimpan pada koding absensi. Kemudian koding yang sudah ditambahkan data pengguna tersebut diunggah ke alat. Alat dalam kondisi siap digunakan, pengguna melakukan scan jari lalu akan terdeteksi oleh sensor fingerprint dan dicocokkan dengan data yang ada di mikrokontroler, jika ada yang cocok maka data pengguna beserta waktu melakukan absensi akan tersimpan secara otomatis pada micro SD.



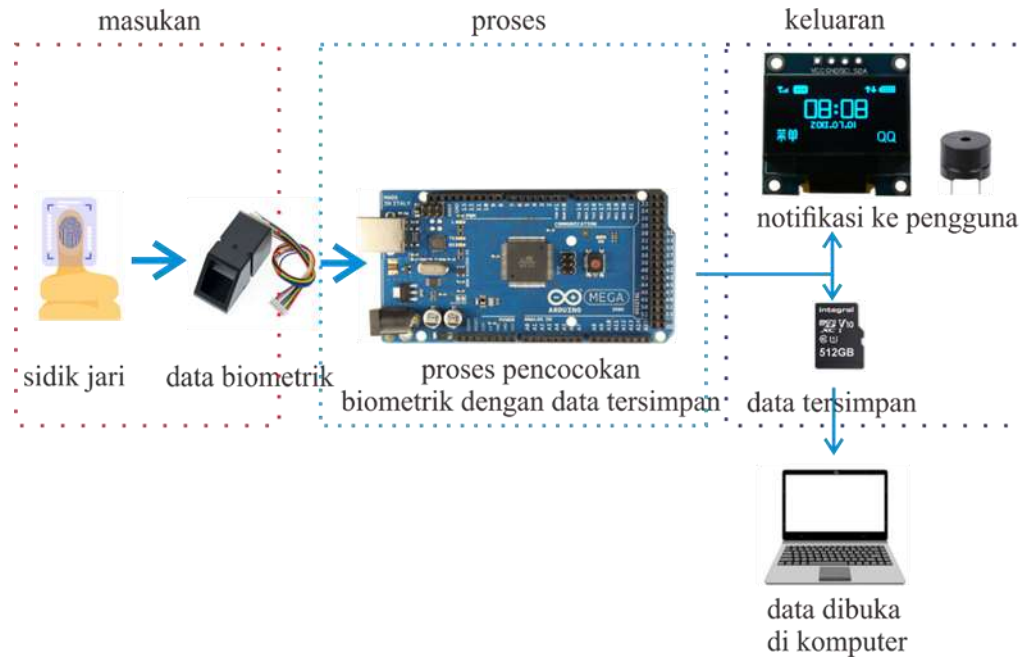
Gambar 2. Flowchart cara kerja alat

Cara Kerja Alat

Cara kerja alat yang lebih rinci dan fungsi masing-masing komponen dijelaskan sebagai berikut:

- a. Sensor fingerprint berfungsi untuk melakukan scan sidik jari, data berupa biometrik diteruskan ke Arduino mega. Arduino mega akan melakukan pengecekan data tersebut.
- b. Arduino mega sebagai otak dari alat fingerprint, tempat pemrosesan biometrik hasil scan sidik jari. Kemudian dicocokkan dengan data biometrik yang sudah direkam dan disimpan sebelumnya, jika terjadi kecocokan maka alat akan memberikan notifikasi bertuliskan “terima kasih” di layar disertai bunyi dua kali dari buzzer. Namun jika tidak terjadi kecocokan dengan data yang tersimpan, maka alat tidak akan memberikan respon apapun
- c. Layar OLED berfungsi untuk menampilkan pesan yang disampaikan oleh Arduino mega ke pengguna. Pesan berupa notifikasi absensi, selain itu informasi jam, tanggal, hari, bulan dan tahun juga ditampilkan.
- d. Buzzer berfungsi untuk memberikan notifikasi, jika berhasil melakukan absensi maka akan bunyi dua kali, jika gagal maka buzzer tidak berbunyi.
- e. Modul SD card berfungsi sebagai sarana komunikasi antara SD card dengan Arduino mega. Sedangkan SD card berfungsi untuk menyimpan data absensi.
- f. RTC DS3231 merupakan perangkat yang berfungsi untuk menjaga waktu tetap berjalan meskipun alat dimatikan.

Cara kerja alat yang dirancang dapat dibagi menjadi tiga tahap: masukan, proses dan keluaran. Ketiga tahap tersebut dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Cara kerja alat

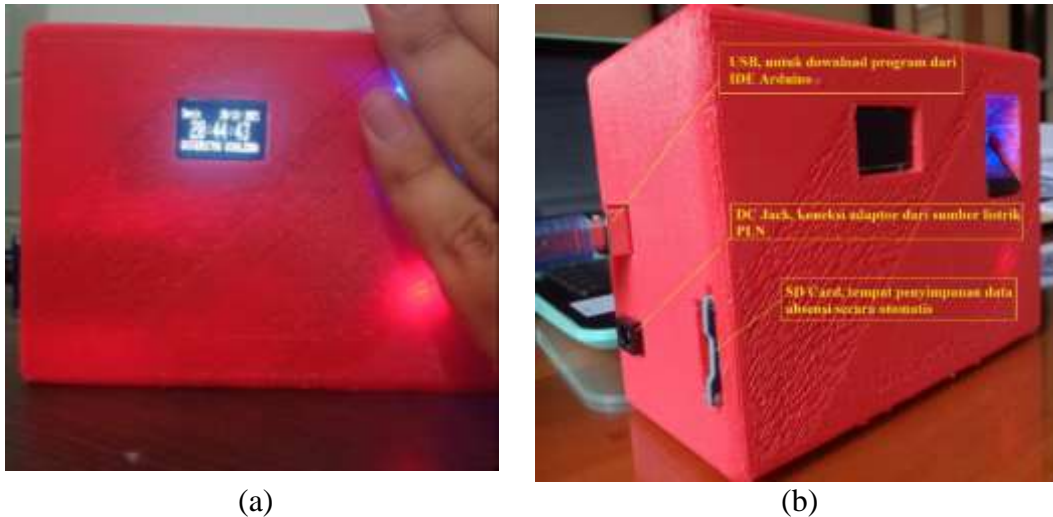
Pengujian Alat

Setelah melalui perancangan perangkat keras dan lunak, dilakukan ujicoba terhadap performa alat absensi fingerprint. Metode yang digunakan pada tahap ini adalah membandingkan tingkat keberhasilan pembacaan alat antara ibu jari dan telunjuk. Digunakan 30 responden karena pengembangan absensi pada penelitian ini adalah untuk penggunaan di ruang kelas. Berdasarkan pengamatan peneliti, rata-rata jumlah mahasiswa per kelas di tempat peneliti bekerja adalah 30 orang. Berikutnya masing-masing responden melakukan scan ibu jari dan telunjuk. Terdapat dua jenis uji alat yaitu uji jumlah percobaan scan dan uji waktu respon (Peralta, dkk, 2014). Dari data yang diperoleh kemudian dilakukan analisis sehingga performa alat dapat diukur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Realisasi perangkat keras dan lunak

Alat absensi fingerprint yang sudah ditambahkan casing dapat dilihat pada gambar 4.



(a) (b)
Gambar 4. Absensi fingerprint (a)OLED menampilkan jam, hari, tanggal, bulan dan tahun (b) penghubung USB, DC jack dan modul SD Card pada alat

Alat yang sudah dibuat kemudian diujicoba pada 30 responden, ujicoba ini bertujuan untuk menganalisis performa alat, selain itu pada tahap ini dilakukan perbandingan keakurasian pembacaan sidik jari pada ibu jari dan telunjuk. Jadi setiap responden melakukan perekaman data dua kali yaitu satu data dari ibu jari dan data lainnya dari telunjuk. Pengguna yang sudah melakukan absensi datanya tersimpan pada micro SD, bentuk data pada micro SD dapat dilihat pada gambar 5.

```

*ABSENSI - Notepad
File Edit Format View Help
30/12/2021,12:56:9,
30/12/2021,13:5:6,Muh Pauzan
30/12/2021,13:5:25,Muh Pauzan
30/12/2021,13:6:31,Rafli Junan Saputra
30/12/2021,16:27:11,Abdul Kharis
30/12/2021,16:27:17,Abdul Kharis
30/12/2021,16:27:30,Roihan Noval
30/12/2021,16:27:39,Roihan Noval
30/12/2021,16:27:55,M.Ricky MArtin
30/12/2021,16:28:0,M.Ricky MArtin
30/12/2021,16:28:17,Arif
30/12/2021,16:28:25,Arif
30/12/2021,16:28:41,Riana Novianti
30/12/2021,16:28:46,Riana Novianti
30/12/2021,16:29:5,Pipit Puji Arti
30/12/2021,16:29:12,Pipit Puji Arti
30/12/2021,16:29:22,Fahmi Alfian
30/12/2021,16:29:26,Fahmi Alfian
30/12/2021,16:29:44,Seno Wiji Prayitno
30/12/2021,16:29:49,Seno Wiji Prayitno
Ln 348, Col 1    100%    Windows (CRLF)    UTF-8

```

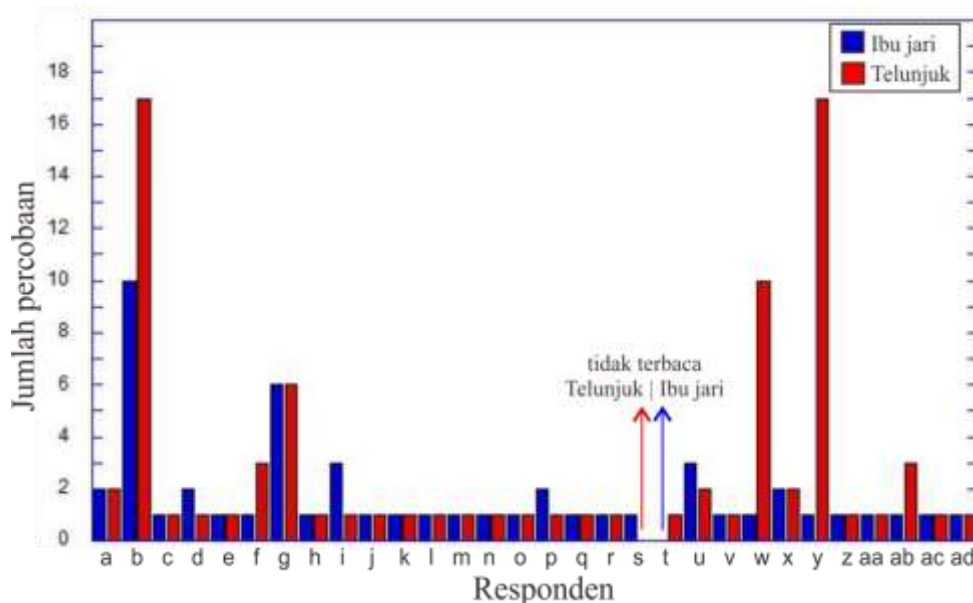
Gambar 5. Data absensi yang tersimpan pada micro SD

Berdasarkan gambar 5, setiap responden melakukan dua kali scan fingerprint yaitu ibu jari dan telunjuk sehingga namanya tertulis dua kali. Setiap saat absensi digunakan maka secara otomatis alat akan menyimpan waktu berupa detik, menit, dan jam serta hari, tanggal, bulan dan tahun di micro SD. Data yang tersimpan memiliki format:

tanggal/bulan/tahun,jam:menit:detik,nama. Data ini dapat diolah sesuai dengan keperluan.

Jumlah Percobaan Scan Ibu Jari dan Telunjuk

Dilakukan percobaan melakukan scan pada ibu jari dan telunjuk selama satu detik, jika tidak terdeteksi maka jari dijauhkan dari sensor lalu ditempelkan lagi selama satu detik. Hasil pengujiannya dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Jumlah percobaan oleh responden sampai alat mendeteksi

Berdasarkan hasil pada gambar 6, telunjuk responden s tidak dapat terbaca oleh alat sedangkan pada responden t ibu jari yang tidak terdeteksi. Terlihat kecenderungan percobaan scan telunjuk lebih banyak dibandingkan dengan ibu jari seperti pada responden b, w, y dan ab. Data pada gambar 6 diolah supaya didapatkan rata-rata jumlah percobaan scan ibu jari dan telunjuk, hasilnya dapat dilihat pada tabel 6.

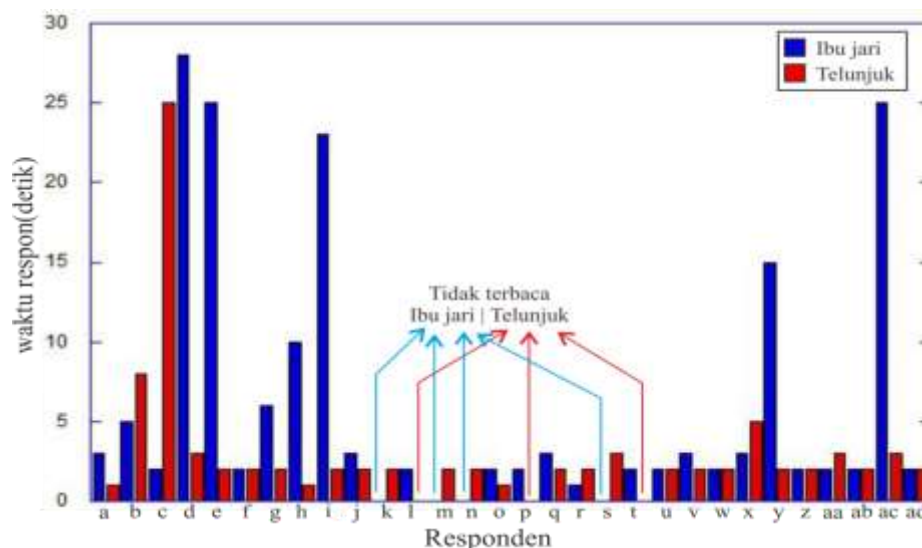
Tabel 6. Rata-rata percobaan scan sidik jari menggunakan alat fingerprint

Jari	Jumlah percobaan	Persentase error/tidak terbaca
Ibu jari	1,70	3%
Telunjuk	2,73	3%

Berdasarkan tabel 6, ibu jari memiliki rata-rata jumlah percobaan lebih sedikit dibandingkan dengan telunjuk. Pada kasus ini, ibu jari lebih layak daripada telunjuk. Akan tetapi ibu jari pada responden t tidak terdeteksi alat sehingga diperlukan uji yang lain untuk mendapatkan kesimpulan yang tepat.

Waktu Respon Alat Terhadap Sidik Jari

Selain menghitung berapa kali percobaan yang dilakukan oleh pengguna, dilakukan juga pengujian waktu respon oleh alat sampai sidik jari dideteksi. Pada tahap ini, dilakukan perbandingan antara ibu jari dengan telunjuk. Data dari 30 responden dapat dilihat pada gambar 7.

**Gambar 7.** Durasi scan jari sampai alat mengenalinya

Berdasarkan gambar 7, ibu jari yang tidak terdeteksi ditemukan pada responden k, m, n dan s. Sedangkan pada responden l, p dan t telunjuknya yang tidak terbaca. Hasil analisis dari gambar 7 dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Rata-rata waktu respon dan persentase keterbacaan tiap jari

Jari	Waktu respon (detik)	Persentase keterbacaan
Ibu jari	2,79	86,7%
Telunjuk	2,39	90%

Berdasarkan Tabel 7, waktu respon alat terhadap ibu jari lebih lama dibandingkan dengan telunjuk, artinya telunjuk cenderung lebih cepat dideteksi alat. Selain itu persentase keterbacaan telunjuk juga lebih besar dibandingkan dengan ibu jari. Jika diamati rata-rata waktu respon, baik ibu jari maupun telunjuk memerlukan waktu minimal 2 detik. Oleh karena itu, SOP (*Standard Operational Procedure*) penggunaan alat adalah melakukan scan jari minimal 2 detik sehingga persentase keterbacaannya makin tinggi. Berdasarkan uji yang dilakukan, pada uji jumlah percobaan scan, ibu jari memiliki keunggulan akan tetapi pada responden t ibu jarinya tidak terbaca. Pada uji waktu respon, telunjuk lebih baik karena waktu yang diperlukan lebih sedikit, selain itu persentase keterbacaannya lebih baik daripada ibu jari. Berdasarkan data tersebut, maka penggunaan alat absensi fingerscan disarankan melakukan perekaman ibu jari dan telunjuk untuk satu pengguna, jika saat melakukan absensi ibu jari tidak terdeteksi maka pengguna bisa menggunakan telunjuknya, begitu juga sebaliknya. Dengan demikian kelemahan yang diperoleh pada uji jumlah percobaan dan uji waktu respon dapat diatasi.

KESIMPULAN

Alat absensi fingerprint memiliki performa yang lebih baik pada ibu jari untuk uji jumlah scan akan tetapi telunjuk memiliki keunggulan pada uji waktu respon, serta telunjuk memiliki persentase keterbacaan yang lebih tinggi. Sebaiknya setiap pengguna discan ibu jari dan telunjuknya sehingga jika pada saat absensi ibu jari tidak terbaca maka telunjuk digunakan, begitu juga sebaliknya. SOP penggunaan alat adalah durasi scan jari dilakukan minimal 2 detik. Penggunaan micro SD sebagai media penyimpanan sudah tepat karena data mudah diambil dan tidak ada data absensi yang hilang/rusak selama dilakukan ujicoba.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis ucapkan terima kasih kepada LPPM (Lembaga Penelitian dan Pengabdian) Universitas Wiralodra, Indramayu yang telah membiayai penelitian ini melalui skema Hibah Penelitian dan Pengabdian Internal.

DAFTAR PUSTAKA

- Charity, A., Okokpujie, K., & Etinosa, N. O. (2018). A bimodal biometric student attendance system. *2017 IEEE 3rd International Conference on Electro-Technology for National Development, NIGERCON 2017, 2018-January*, 464–471.
<https://doi.org/10.1109/NIGERCON.2017.8281916>
- Feng, D., Wang, P., & Zu, L. (2020). Design of Attendance Checking Management System for College Classroom Students Based on Fingerprint Recognition. *Proceedings of the 32nd Chinese Control and Decision Conference, CCDC 2020*, 555–559.
<https://doi.org/10.1109/CCDC49329.2020.9164638>
- Fuji, T., Nomura, Y., & Shirai, H. (2015). Generation and Characterization of Phase-Stable Sub-Single-Cycle Pulses at 3000 cm⁻¹. *IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics*, 21(5). <https://doi.org/10.1109/JSTQE.2015.2426415>
- Mohamed, B. K. P., & Raghu, C. V. (2012). Fingerprint attendance system for classroom needs. *2012 Annual IEEE India Conference, INDICON 2012*, 433–438.
<https://doi.org/10.1109/INDCON.2012.6420657>
- Muhammad, N. A., Samopa, F., & Wibowo, R. P. (2013). Pembuatan Aplikasi Presensi Perkuliahan Berbasis Fingerprint. *Jurnal Teknik Pomits*, 2(3), 465–469.
- Peralta, D., Triguero, I., Sanchez-Reillo, R., Herrera, F., & Benitez, J. M. (2014). Fast fingerprint identification for large databases. *Pattern Recognition*, 47(2), 588–602.
<https://doi.org/10.1016/j.patcog.2013.08.002>
- Prini, S. U., & Iskandar, H. R. (2018). Desain Dan Implementasi Sistem Absensi Mahasiswa Menggunakan Fingerprint Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Teknik: Media Pengembangan Ilmu Dan Aplikasi Teknik*, 17(1), 19.
<https://doi.org/10.26874/jt.vol17no1.62>
- Pulungan, A., & Saleh, A. (2020). Perancangan Aplikasi Absensi Menggunakan QR Code Berbasis Android. *Jurnal Mahasiswa Fakultas Teknik Dan Ilmu Komputer*, 1(1), 1063–1074. <http://e-journal.potensi-utama.ac.id/ojs/index.php/FTIK/article/view/945>
- Purohit, A., Gaurav, K., Bhati, C., & Oak, A. (2017). Smart attendance. *Proceedings of the International Conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology*,

ICECA 2017, 2017-Janua, 415–419. <https://doi.org/10.1109/ICECA.2017.8203717>

Satheesh, M. B., Senthilkumar, B., Veeramanikandasamy, T., & Saravanakumar, O. . (2016). Microcontroller and SD Card Based Standalone Data Logging System using SPI and I2C Protocols for Industrial Application. *International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering*, 5(4), 2208–2214. <https://doi.org/10.15662/IJAREEIE.2016.0504002>

Setiawan, E. B., & Kurniawan, B. (2015). Perancangan Sistem Absensi Kehadiran Perkuliahan dengan Menggunakan Radio Frequency Identification (RFID). *CoreIT*, 1(2), 44–49.

Setiawan Putra, D., & Fauzifah, A. (2018). Perancangan Aplikasi Presensi Dosen Realtime Dengan Metode Rapid Application Development (RAD) Menggunakan Fingerprint Berbasis Web. *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, 3(2), 167–171. <https://doi.org/10.30591/jpit.v3i2.836>

Shoewu, O. O., & Akinyemi, L. A. (2019). Enhanced Biometric Based Attendance Module Interfaced with POS for an Academic Institution. *IEEE AFRICON Conference, 2019-September*, 2–7. <https://doi.org/10.1109/AFRICON46755.2019.9133947>

Villarama, J. D. A., Gernale, J. P. R. O., Ocampo, D. A. N., & Villaverde, J. F. (2018). Wireless biometric attendance management and payroll system. *HNICEM 2017 - 9th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment and Management, 2018-January(1)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/HNICEM.2017.8269553>

Zhan, H., Wang, Q., & Hu, Y. (2017). Fingerprint attendance machine design based on C51 single-chip microcomputer. *Proceedings - 2017 International Conference on Computer Technology, Electronics and Communication, ICCTEC 2017*, 774–777. <https://doi.org/10.1109/ICCTEC.2017.00171>