

SISTEM ABSENSI BERBASIS IOT UNTUK MENGUKUR TINGKAT STRES SISWA MENGGUNAKAN ALGORITMA *DECISION TREE*

Muhammad Rakha Alfajar¹, Fatma Sari Hutagalung²

^{1,2}Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Indonesia

Email: 2209020151@umsu.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem absensi siswa berbasis *Internet of Things* (IoT) yang terintegrasi dengan pengukuran tingkat stres secara *real-time* menggunakan algoritma *Decision Tree*. Latar belakang penelitian ini didasari oleh kelemahan sistem absensi konvensional yang masih rentan terhadap manipulasi data serta belum adanya integrasi dengan pemantauan kondisi kesehatan siswa.

Sistem yang dikembangkan memanfaatkan teknologi biometrik berupa sensor *fingerprint* sebagai media identifikasi kehadiran siswa, serta sensor detak jantung dan sensor suhu tubuh (MLX90614) untuk memperoleh data fisiologis yang digunakan sebagai indikator tingkat stres. Data yang diperoleh kemudian diproses menggunakan algoritma *Decision Tree* untuk mengklasifikasikan kondisi siswa ke dalam kategori normal, stres sedang, atau stres tinggi. Seluruh data dikirimkan secara *real-time* melalui jaringan internet menggunakan mikrokontroler ESP32 dan ditampilkan pada aplikasi monitoring berbasis web.

Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) yang meliputi tahap analisis kebutuhan, perancangan sistem, pengembangan prototype, serta pengujian dan evaluasi sistem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan identifikasi kehadiran secara akurat, membaca data detak jantung dan suhu tubuh dengan baik, serta mengirimkan informasi secara *real-time* ke sistem monitoring. Selain itu, algoritma *Decision Tree* dapat digunakan secara efektif dalam mengklasifikasikan tingkat stres siswa berdasarkan parameter fisiologis.

Dengan adanya sistem ini, diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi absensi siswa sekaligus memberikan nilai tambah berupa pemantauan kondisi kesehatan secara objektif. Sistem ini juga dapat membantu pihak sekolah dan orang tua dalam memonitor kondisi siswa secara berkelanjutan serta mendukung pengambilan keputusan yang lebih cepat dan tepat.

Kata Kunci: IoT, absensi siswa, *fingerprint*, detak jantung, suhu tubuh, *Decision Tree*, tingkat stres

ABSTRACT

This study aims to design and develop an *Internet of Things* (IoT)-based student attendance system integrated with *real-time* stress level measurement using the *Decision Tree* algorithm. The background of this research is based on the limitations of conventional attendance systems, which are prone to data manipulation and do not integrate student health monitoring.

The developed system utilizes biometric technology in the form of a *fingerprint* sensor for student identification, along with a heart rate sensor and a body temperature sensor (MLX90614) to collect physiological data as indicators of stress levels. The collected data are then processed using the *Decision Tree* algorithm to classify student conditions into three categories: normal, moderate stress, and high stress. All data are transmitted in *real-time* via the internet using an ESP32 microcontroller and displayed on a web-based monitoring application.

The research method used is *Research and Development* (R&D), which includes stages of needs analysis, system design, prototype development, and system testing and evaluation. The results show that the system is capable of accurately recording attendance, effectively reading physiological data, and transmitting information in *real-time*.

to the monitoring system. Furthermore, the Decision Tree algorithm proves to be effective in classifying students' stress levels based on physiological parameters.

This system is expected to improve the efficiency and accuracy of student attendance while providing added value in the form of objective health monitoring. It also assists schools and parents in continuously monitoring student conditions and supports faster and more accurate decision-making.

Keywords: IoT, student attendance, fingerprint, heart rate, body temperature, Decision Tree, stress level.

PENDAHULUAN

Transformasi digital pada era perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah mendorong lembaga pendidikan untuk beralih dari mekanisme manual menuju sistem yang lebih otomatis dan terintegrasi dengan teknologi. Salah satu komponen administrasi pendidikan yang mengalami perkembangan tersebut adalah sistem pencatatan kehadiran siswa. Penggunaan metode konvensional, seperti tanda tangan pada lembar presensi maupun pemanggilan nama secara langsung, masih ditemukan dalam praktik pendidikan, tetapi memiliki sejumlah keterbatasan, antara lain kemungkinan terjadinya manipulasi, kesalahan dalam pencatatan, serta proses yang membutuhkan waktu cukup panjang. Dalam kondisi tersebut, teknologi biometrik berupa *fingerprint* dapat menjadi alternatif untuk menghasilkan proses identifikasi dan pencatatan kehadiran yang lebih akurat serta efisien. Hasil penelitian sebelumnya memperlihatkan bahwa penerapan sistem absensi berbasis *fingerprint* dapat meningkatkan akurasi pencatatan sekaligus meminimalkan peluang terjadinya kecurangan dalam kehadiran siswa (Darwis, 2025).

Perkembangan *Internet of Things* (IoT) selanjutnya membuka peluang untuk menghubungkan sistem absensi dengan mekanisme pemantauan dan penyampaian informasi secara *real-time*. Melalui konektivitas internet, informasi kehadiran yang diperoleh sistem dapat diteruskan secara langsung ke server maupun perangkat yang digunakan oleh pihak berkepentingan, termasuk orang tua dan pihak sekolah. Pemanfaatan IoT yang dikombinasikan dengan platform komunikasi digital, seperti Telegram Bot, telah menunjukkan efektivitas dalam menyediakan notifikasi secara instan sekaligus memungkinkan pengendalian sistem dari jarak jauh (Fadhilurrohman & Basri, 2025). Temuan tersebut memperlihatkan bahwa penerapan IoT memiliki potensi yang lebih luas daripada sekadar kebutuhan sistem keamanan rumah dan dapat dikembangkan dalam lingkungan pendidikan untuk meningkatkan keterbukaan informasi serta kecepatan respons terhadap data kehadiran siswa.

Pemantauan siswa dalam lingkungan pendidikan tidak hanya berkaitan dengan aspek kehadiran, tetapi juga mencakup kondisi psikologis dan fisiologis yang dapat memengaruhi proses pembelajaran. Tingkat stres yang tinggi berpotensi berhubungan dengan penurunan konsentrasi, gangguan kesehatan mental, dan pencapaian akademik siswa. Perkembangan perangkat *wearable* dan teknologi sensor fisiologis memberikan peluang untuk melakukan pengukuran kondisi stres secara lebih objektif berdasarkan parameter biologis tertentu, termasuk detak jantung dan suhu tubuh. Penelitian dalam bidang neurosains menunjukkan bahwa variasi detak

jantung atau *Heart Rate Variability* (HRV) serta perubahan suhu tubuh dapat dimanfaatkan sebagai indikator untuk memprediksi tingkat stres seseorang secara *real-time* (Lazarou & Exarchos, 2024). Pemanfaatan parameter tersebut dalam sistem pendidikan berpotensi memperluas fungsi sistem absensi menjadi sarana pemantauan kondisi fisiologis siswa secara berkelanjutan.

Sejumlah penelitian sebelumnya telah menghasilkan sistem absensi yang memanfaatkan teknologi sidik jari dan IoT. Namun, penerapan sistem tersebut pada umumnya masih diarahkan pada pencatatan kehadiran dan belum mengintegrasikan aspek kesehatan maupun kondisi psikologis pengguna. Sistem absensi berbasis *fingerprint* yang dilengkapi dengan notifikasi otomatis telah terbukti dapat meningkatkan efisiensi administrasi sekaligus mendukung komunikasi antara pihak sekolah dan orang tua (Bhandare et al., 2025). Meskipun demikian, integrasi antara sistem absensi dengan pengukuran tingkat stres masih relatif terbatas. Penggabungan kedua fungsi tersebut berpotensi memberikan manfaat yang lebih luas karena sistem tidak hanya berperan sebagai instrumen pengawasan kehadiran, tetapi juga dapat mendukung identifikasi awal terhadap perubahan kondisi fisiologis siswa.

Dalam pengolahan data fisiologis, algoritma *Decision Tree* dapat digunakan untuk membangun model klasifikasi melalui proses pemisahan data berdasarkan atribut yang dinilai paling optimal pada setiap tahapan. Penentuan atribut pada setiap percabangan dapat menggunakan kriteria seperti *entropy*, *information gain*, maupun *Gini index* untuk memperoleh pemisahan data yang lebih homogen. Karakteristik *Decision Tree* yang bersifat *greedy* memungkinkan algoritma memilih pemisahan terbaik secara lokal pada setiap tahap hingga terbentuk struktur pohon keputusan secara keseluruhan (Ranzato & Zanella, 2021). Selain kemampuan klasifikasinya, algoritma ini memiliki kelebihan dari sisi interpretabilitas karena struktur keputusan yang terbentuk relatif mudah dipahami oleh pengguna. Karakteristik tersebut penting dalam penerapan sistem pada lingkungan pendidikan, khususnya ketika hasil klasifikasi digunakan untuk memberikan informasi mengenai kondisi siswa. Struktur model yang mudah diinterpretasikan memungkinkan pihak sekolah maupun tenaga kesehatan memperoleh gambaran yang lebih jelas mengenai dasar pengambilan keputusan dalam mengidentifikasi kondisi siswa berdasarkan parameter fisiologis.

Pada penelitian ini, algoritma *Decision Tree* diterapkan untuk mengklasifikasikan tingkat stres siswa dengan menggunakan parameter fisiologis berupa detak jantung dan suhu tubuh yang diperoleh secara *real-time* melalui sensor. Penerapan algoritma tersebut diarahkan untuk menghasilkan proses klasifikasi yang cepat sekaligus mudah dipahami. Dengan karakteristik tersebut, *Decision Tree* diharapkan dapat mendukung sistem dalam menghasilkan informasi mengenai kondisi siswa secara responsif berdasarkan data fisiologis yang diperoleh dari perangkat sensor.

Berdasarkan permasalahan dan perkembangan penelitian tersebut, masih terdapat kebutuhan untuk mengintegrasikan fungsi absensi biometrik dengan pemantauan kondisi stres siswa secara *real-time*. Sistem absensi yang hanya

berorientasi pada pencatatan kehadiran belum sepenuhnya menjawab kebutuhan pemantauan kondisi fisiologis siswa dalam lingkungan pendidikan. Oleh sebab itu, penelitian ini mengembangkan sistem yang menggabungkan teknologi *fingerprint*, sensor detak jantung, sensor suhu tubuh, algoritma *Decision Tree*, dan mekanisme notifikasi *real-time* berbasis IoT dalam satu platform terpadu. Integrasi tersebut diarahkan untuk meningkatkan ketepatan proses absensi, menyediakan informasi kondisi fisiologis siswa secara objektif, serta mendukung komunikasi dan pemantauan antara sekolah dan orang tua. Dengan pendekatan tersebut, pengembangan sistem absensi siswa berbasis sidik jari yang terintegrasi dengan pengukuran tingkat stres menggunakan detak jantung dan suhu tubuh serta notifikasi *real-time* menjadi relevan sebagai bagian dari transformasi digital di lingkungan pendidikan dan upaya mendukung kesehatan serta kesejahteraan siswa.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) yang diarahkan pada pengembangan prototipe sistem absensi siswa berbasis *fingerprint* yang terintegrasi dengan pengukuran tingkat stres dan sistem notifikasi secara *real-time* berbasis *Internet of Things* (IoT). Pengembangan sistem memanfaatkan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengendalian dan komunikasi data, sensor *fingerprint* untuk identifikasi siswa, sensor detak jantung untuk memperoleh nilai *beats per minute* (BPM), sensor suhu MLX90614 untuk mengukur suhu tubuh secara *non-contact*, serta aplikasi monitoring berbasis MIT App Inventor. Tahapan penelitian meliputi studi pendahuluan dan analisis kebutuhan, perancangan sistem, pengembangan prototipe, serta pengujian dan evaluasi sistem.

Pada tahap studi pendahuluan dilakukan kajian terhadap kebutuhan sistem dan teknologi yang digunakan, meliputi teknologi *fingerprint*, sensor detak jantung, sensor suhu tubuh, IoT, serta aplikasi monitoring. Tahap perancangan mencakup penyusunan arsitektur sistem, rangkaian perangkat keras, alur pemrograman, mekanisme identifikasi sidik jari, pembacaan data fisiologis, pengiriman data, dan rancangan antarmuka monitoring. Selanjutnya, tahap pengembangan dilakukan dengan merealisasikan rancangan melalui perakitan komponen perangkat keras, pemrograman ESP32 menggunakan Arduino IDE, integrasi sensor *fingerprint*, sensor detak jantung dan MLX90614, serta pengembangan aplikasi monitoring menggunakan MIT App Inventor. Sistem juga dilengkapi modul IoT untuk mengirimkan data absensi dan data fisiologis ke server atau basis data secara *real-time*.

Klasifikasi tingkat stres dilakukan menggunakan algoritma *Decision Tree* dengan parameter berupa detak jantung dan suhu tubuh. Data yang diperoleh dari sensor diproses secara bertahap berdasarkan nilai *threshold* yang dihasilkan dari proses pembelajaran model. Sistem mengklasifikasikan kondisi siswa ke dalam tiga kategori, yaitu normal, stres sedang, dan stres tinggi. Data hasil klasifikasi selanjutnya dikirimkan melalui jaringan internet untuk ditampilkan pada sistem monitoring. Mekanisme sistem dimulai dari identifikasi siswa melalui sensor *fingerprint*,

dilanjutkan dengan pembacaan detak jantung dan suhu tubuh, pemrosesan data oleh ESP32, klasifikasi tingkat stres, penyimpanan data pada server atau basis data, serta penyampaian informasi dan notifikasi kepada pihak terkait.

Pengembangan prototipe dilakukan dengan mengintegrasikan perangkat keras dan perangkat lunak yang mendukung sistem. Komponen utama perangkat keras terdiri atas ESP32, sensor *fingerprint*, sensor detak jantung, sensor MLX90614, LCD/OLED, *breadboard*, kabel jumper, dan *power supply*. Sementara itu, perangkat lunak yang digunakan meliputi Arduino IDE, MIT App Inventor, *library* sensor, dan *web browser*. Sistem perangkat lunak terdiri atas firmware ESP32, modul *fingerprint*, modul sensor, modul *Decision Tree*, modul IoT, dan aplikasi monitoring. Integrasi tersebut dirancang untuk menghasilkan sistem yang mampu melakukan autentikasi kehadiran, membaca kondisi fisiologis siswa, mengklasifikasikan tingkat stres, serta menyajikan informasi melalui sistem monitoring.

Pengujian dilakukan untuk mengetahui fungsi dan keandalan prototipe yang dikembangkan. Aspek pengujian mencakup akurasi pembacaan sidik jari, pembacaan detak jantung dan suhu tubuh, kecepatan pengiriman notifikasi *real-time*, serta simulasi penggunaan sistem dalam proses absensi siswa. Sistem dinilai berdasarkan kemampuannya menjalankan proses identifikasi, memperoleh data fisiologis, melakukan klasifikasi tingkat stres, menyimpan dan mengirimkan data, serta menampilkan hasil monitoring melalui antarmuka web atau aplikasi. Hasil pengujian digunakan sebagai dasar evaluasi terhadap kesesuaian fungsi sistem dengan kebutuhan yang telah ditetapkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pembuatan Perangkat Keras (Hardware)

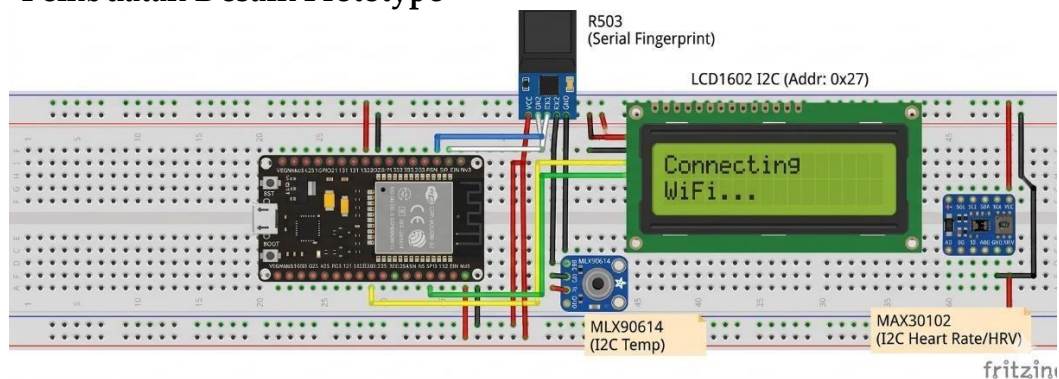
Pembuatan perangkat keras dilakukan untuk mengembangkan sistem absensi siswa berbasis *Internet of Things* (IoT) yang terintegrasi dengan pengukuran tingkat stres secara *real-time*. Sistem ini dirancang agar mampu melakukan identifikasi kehadiran siswa menggunakan sidik jari, memantau kondisi fisiologis melalui detak jantung dan suhu tubuh, serta mengirimkan data dan notifikasi secara langsung ke aplikasi monitoring.

Perangkat yang dikembangkan terdiri atas beberapa komponen utama, yaitu mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali sistem, sensor *fingerprint* untuk proses identifikasi siswa, sensor detak jantung (*pulse sensor*) untuk mengukur denyut jantung, serta sensor suhu MLX90614 untuk mengukur suhu tubuh secara *non-contact*. Selain itu, digunakan modul pendukung seperti LCD/OLED sebagai media tampilan informasi, serta *power supply* sebagai sumber daya untuk seluruh rangkaian. Setiap komponen dihubungkan secara sistematis sesuai dengan fungsinya, sehingga data dari sensor dapat dibaca, diproses, dan dikirim ke sistem monitoring berbasis IoT secara *real-time*.

Hasil pembuatan perangkat keras ditunjukkan melalui desain prototype sistem absensi, yang menggambarkan keseluruhan rangkaian komponen serta jalur

pengkabelan yang meliputi koneksi power, ground, dan komunikasi data. Rangkaian ini dirancang agar efisien, stabil, dan mudah digunakan oleh siswa dalam proses absensi. Integrasi seluruh komponen memungkinkan sistem tidak hanya mencatat kehadiran, tetapi juga memantau kondisi fisiologis siswa secara otomatis, sehingga mampu memberikan informasi yang lebih lengkap serta mendukung proses monitoring kesehatan dan kedisiplinan siswa secara berkelanjutan.

a. Pembuatan Desain Prototype



Gambar 1 Desain Prototype Alat

Desain prototype sistem dilakukan untuk memvisualisasikan susunan perangkat keras secara keseluruhan sebelum tahap perakitan fisik. Proses desain ini mencakup pemetaan komponen utama, jalur koneksi, serta pengaturan posisi setiap modul agar sistem dapat bekerja secara optimal, efisien, dan mudah digunakan dalam lingkungan sekolah.

Pada tahap ini, mikrokontroler ESP32 ditempatkan sebagai pusat kendali yang menghubungkan seluruh sensor dan modul dalam sistem. Sensor *fingerprint* dirancang pada bagian depan perangkat agar mudah diakses oleh siswa saat melakukan absensi. Sensor detak jantung (*pulse sensor*) ditempatkan pada posisi yang memungkinkan pembacaan denyut nadi secara akurat, sedangkan sensor suhu MLX90614 disusun agar dapat mengukur suhu tubuh tanpa kontak langsung dengan jarak optimal. Selain itu, modul display seperti LCD/OLED diintegrasikan untuk menampilkan informasi absensi dan hasil pembacaan sensor secara langsung kepada pengguna.

Desain prototype juga memperhatikan aspek kemudahan penggunaan dan efisiensi sistem, dengan bentuk perangkat yang ringkas dan penempatan komponen yang terorganisir sehingga memudahkan proses interaksi siswa saat melakukan absensi. Jalur koneksi power, ground, dan data dirancang secara sistematis untuk memastikan kestabilan arus listrik serta kelancaran komunikasi antar komponen. Selain itu, integrasi dengan sistem IoT memungkinkan data dari sensor dapat dikirimkan ke aplikasi monitoring secara *real-time*.

Dengan adanya desain prototype ini, proses perakitan perangkat keras dapat dilakukan secara lebih terstruktur, mengurangi risiko kesalahan pemasangan, serta

mempermudah proses pengujian fungsi setiap komponen sebelum sistem diimplementasikan secara keseluruhan. Desain ini juga menjadi acuan utama dalam pengembangan sistem absensi yang terintegrasi dengan pemantauan tingkat stres siswa.

b. Perakitan Perangkat Keras (*Hardware*)

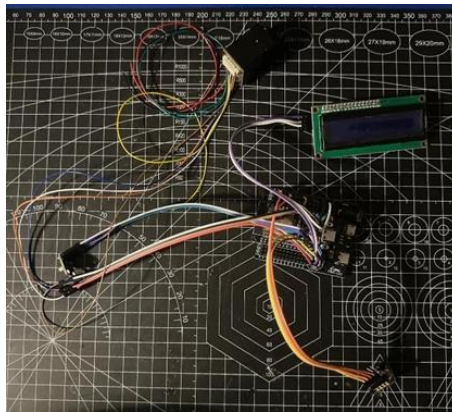
Perakitan perangkat keras sistem absensi berbasis *Internet of Things* (IoT) dilakukan setelah tahap desain prototype selesai, dengan menghubungkan seluruh komponen elektronik sesuai skema agar sistem dapat berfungsi secara optimal. Mikrokontroler ESP32 digunakan sebagai pusat pengendali yang menerima dan memproses data dari seluruh sensor, serta mengirimkan data ke server Firebase secara *real-time* melalui jaringan WiFi.

Pada proses perakitan, sensor *fingerprint* dihubungkan ke ESP32 menggunakan komunikasi serial UART melalui pin RX dan TX (Pin 16 dan 17) untuk proses identifikasi siswa. Sensor suhu MLX90614 dihubungkan menggunakan komunikasi I2C pada pin SDA (Pin 21) dan SCL (Pin 22) untuk membaca suhu tubuh secara *non-contact*. Sensor detak jantung MAX30102 juga terhubung melalui jalur I2C yang sama untuk membaca sinyal denyut jantung serta menghitung nilai BPM dan HRV (*Heart Rate Variability*) sebagai indikator tingkat stres. Selain itu, modul LCD I2C digunakan sebagai media tampilan informasi yang menampilkan status absensi, suhu tubuh, detak jantung, serta hasil klasifikasi kondisi siswa.

Seluruh sistem terintegrasi dengan jaringan WiFi yang dikonfigurasi pada ESP32, sehingga data hasil pembacaan sensor dapat langsung dikirim ke database Firebase secara *real-time*. Sistem juga dilengkapi dengan sinkronisasi waktu menggunakan *Network Time Protocol* (NTP), sehingga data absensi tersimpan lengkap dengan informasi tanggal dan jam secara akurat. Proses autentikasi siswa dilakukan melalui pembacaan sidik jari, kemudian dilanjutkan dengan pembacaan suhu tubuh dan detak jantung dalam rentang waktu tertentu sebelum data dikirim ke server.

Hasil perakitan menunjukkan bahwa seluruh sistem hardware mampu bekerja dengan baik dalam membaca data *fingerprint*, suhu tubuh, serta detak jantung, kemudian memproses data tersebut untuk menentukan status kondisi siswa (Normal atau Stres) berdasarkan parameter yang telah ditentukan dalam program. Jalur pengkabelan power, ground, dan data disusun secara rapi dan sistematis untuk menghindari kesalahan koneksi serta menjaga kestabilan sistem.

Perangkat yang telah dirakit kemudian diuji secara fungsional untuk memastikan bahwa setiap komponen dapat bekerja sesuai dengan spesifikasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu merespons input sidik jari dengan cepat, membaca data sensor secara akurat, serta mengirimkan data ke Firebase tanpa kendala. Dengan demikian, perangkat keras yang dikembangkan telah siap digunakan sebagai sistem absensi siswa yang terintegrasi dengan pemantauan tingkat stres secara *real-time*.



Gambar 2 Komponen Smart Attend



Gambar 3 Tampak Dalam Alat



Gambar 4 Tampak Depan Alat



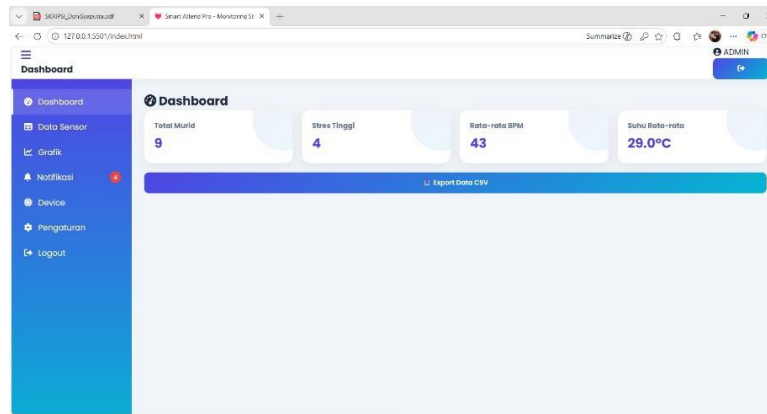
Gambar 5 Tampak Samping Alat



Gambar 6 Tampilan Hidup Alat

2. Pembuatan Perangkat Lunak

Pembuatan perangkat lunak dilakukan untuk mengembangkan sistem yang mampu mengolah data dari perangkat keras serta menampilkan informasi absensi dan kondisi fisiologis siswa secara *real-time* melalui web. Perangkat lunak pada penelitian ini terdiri dari program utama pada mikrokontroler ESP32 serta aplikasi berbasis web yang berfungsi sebagai media monitoring data absensi dan tingkat stres siswa.



Gambar 7 Dashboard Utama Web

Perangkat lunak pada mikrokontroler ESP32 dikembangkan menggunakan Arduino IDE dengan memanfaatkan berbagai library seperti WiFi, Firebase, sensor suhu MLX90614, sensor detak jantung MAX30102, serta sensor *fingerprinth*. Program utama bertugas untuk mengatur koneksi WiFi, menginisialisasi seluruh sensor, membaca data sidik jari, mengukur suhu tubuh dan detak jantung, serta menghitung nilai *Heart Rate Variability* (HRV) sebagai parameter tambahan dalam analisis tingkat stres. Selain itu, sistem juga menggunakan sinkronisasi waktu berbasis *Network Time Protocol* (NTP) untuk mencatat waktu absensi secara akurat.

Proses kerja perangkat lunak dimulai ketika sistem dalam kondisi standby dan menunggu input sidik jari dari siswa. Setelah sidik jari terverifikasi, sistem akan membaca suhu tubuh menggunakan sensor MLX90614 serta mengukur detak jantung menggunakan sensor MAX30102 dalam rentang waktu tertentu. Data detak jantung kemudian diolah untuk mendapatkan nilai BPM dan HRV, yang selanjutnya digunakan untuk menentukan kondisi siswa (Normal atau Stres) berdasarkan parameter yang telah ditentukan dalam program.

Setelah proses pengolahan data selesai, sistem akan mengirimkan data absensi yang meliputi ID siswa, suhu tubuh, detak jantung, nilai HRV, status kondisi, serta waktu absensi ke database Firebase secara *real-time*. Data tersebut disimpan dalam struktur database yang terorganisir berdasarkan ID siswa dan waktu pencatatan sehingga mudah diakses kembali.

Pada sisi pengguna, perangkat lunak dikembangkan dalam bentuk aplikasi web menggunakan file utama berupa *index.html* sebagai struktur tampilan, *style.css* sebagai pengatur desain antarmuka, serta JavaScript untuk pengolahan data dan komunikasi dengan Firebase. Web ini berfungsi untuk menampilkan informasi absensi, riwayat kehadiran, serta monitoring kondisi siswa secara *real-time*. Data yang diterima dari Firebase ditampilkan dalam bentuk tabel dan dashboard sehingga memudahkan guru atau pihak sekolah dalam melakukan pemantauan.

Hasil pembuatan perangkat lunak menunjukkan bahwa sistem mampu berjalan dengan baik dalam mengintegrasikan perangkat keras dengan aplikasi web.

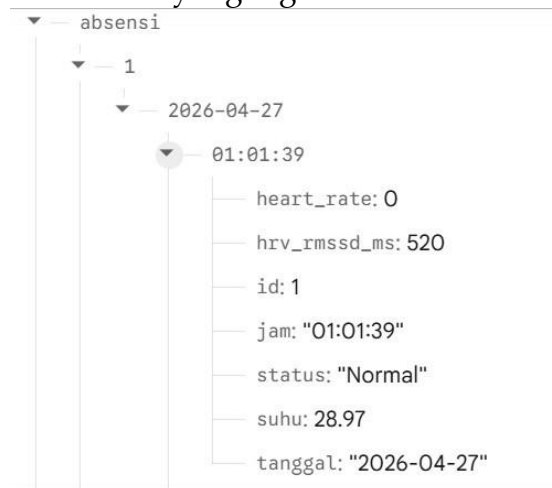
Data dapat dikirim dan ditampilkan secara *real-time* tanpa keterlambatan yang signifikan. Selain itu, antarmuka web dirancang sederhana dan responsif sehingga mudah digunakan oleh pengguna dalam mengakses informasi absensi dan kondisi siswa. Dengan demikian, perangkat lunak yang dikembangkan telah mampu mendukung sistem absensi berbasis IoT yang terintegrasi dengan pemantauan tingkat stres siswa secara efektif dan efisien.

a. Struktur Database Firebase

Struktur database pada sistem ini menggunakan Firebase Realtime Database yang berfungsi sebagai media penyimpanan data absensi dan kondisi fisiologis siswa secara *real-time*. Database dirancang dengan struktur hierarki (*tree*) agar data tersusun rapi, mudah diakses, serta efisien dalam proses pengambilan dan pengolahan data.

Berdasarkan implementasi pada program ESP32, data dikirim ke Firebase dengan path utama /absensi, yang kemudian dibagi berdasarkan ID siswa, tanggal, dan waktu pencatatan. Struktur ini memungkinkan setiap data absensi tersimpan secara unik dan tidak saling menimpa.

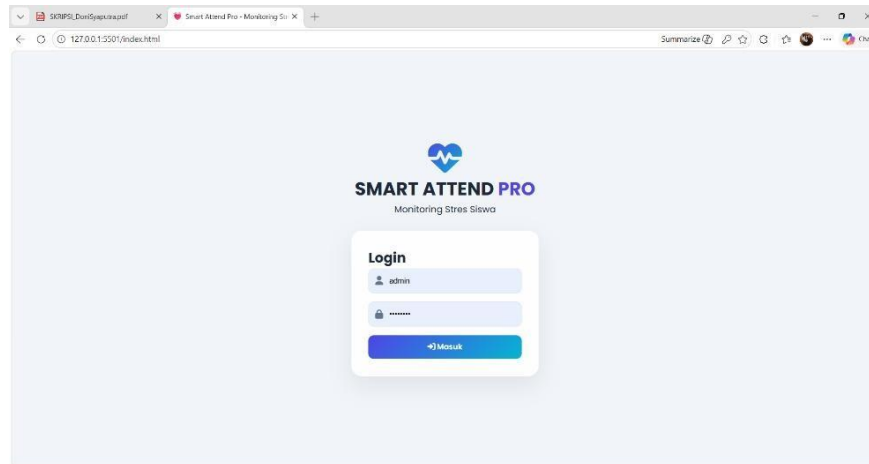
Adapun struktur database yang digunakan adalah sebagai berikut:



Gambar 8 Struktur Firebase

b. Tampilan Web

Tampilan web pada sistem ini dirancang sebagai antarmuka utama bagi pengguna untuk memantau data absensi dan kondisi fisiologis siswa secara *real-time*. Pengembangan tampilan web dilakukan menggunakan index.html sebagai struktur utama halaman dan style.css sebagai pengatur desain visual. Kombinasi keduanya menghasilkan tampilan dashboard yang modern, responsif, dan mudah digunakan.



Gambar 9 Halaman Login

Gambar ini menampilkan antarmuka halaman login pada sistem monitoring absensi dan kondisi fisiologis siswa berbasis web. Halaman ini merupakan gerbang awal sebelum pengguna dapat mengakses dashboard utama sistem.

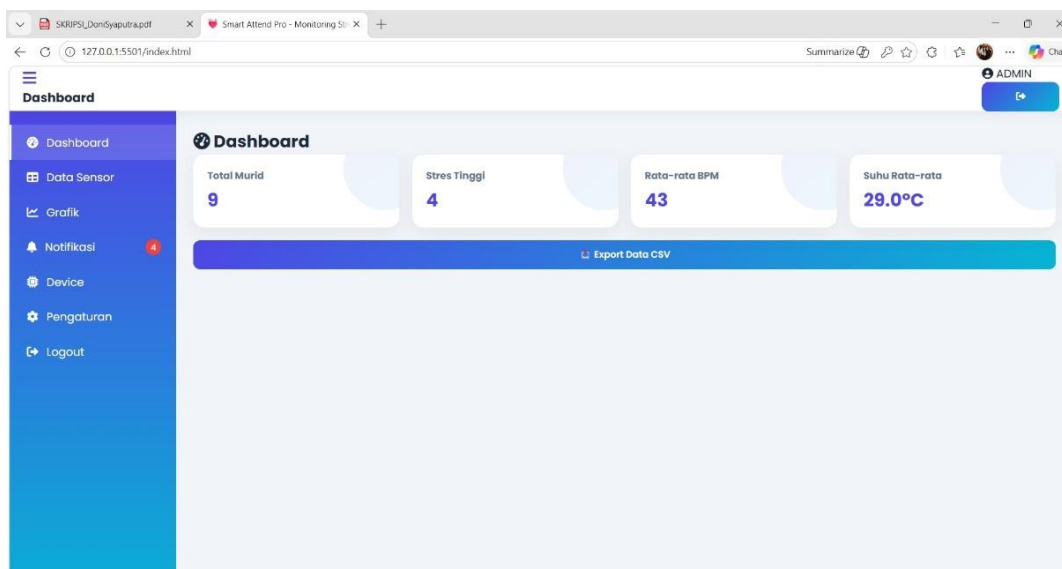
Pada bagian tengah layar ditampilkan identitas sistem berupa judul “SMART ATTEND PRO” yang dilengkapi dengan ikon dan deskripsi singkat “Monitoring Stres Siswa”. Tampilan ini memberikan informasi awal mengenai fungsi utama sistem kepada pengguna.

Di bawahnya terdapat form login yang terdiri dari dua input utama, yaitu username dan password. Pengguna diharuskan memasukkan data yang valid untuk dapat masuk ke dalam sistem. Tombol “Masuk” digunakan untuk memproses autentikasi data yang telah dimasukkan.

Desain halaman login dibuat sederhana dan terpusat (centered layout) dengan tampilan yang bersih dan modern, sehingga memudahkan pengguna dalam melakukan proses login. Penggunaan warna gradasi pada tombol dan elemen visual lainnya memberikan kesan interaktif serta meningkatkan kenyamanan pengguna.

Halaman login ini berfungsi sebagai sistem keamanan untuk membatasi akses hanya kepada pengguna yang berwenang, seperti admin atau pihak sekolah. Dengan adanya proses autentikasi ini, data absensi dan kondisi siswa yang tersimpan dalam sistem dapat terlindungi dengan baik.

Secara keseluruhan, tampilan halaman login dirancang user-friendly dan responsif, sehingga dapat digunakan dengan mudah sebelum pengguna masuk ke dalam sistem utama untuk melakukan monitoring data secara *real-time*.



Gambar 10 Tampilan Dashboard Sistem

Gambar ini menampilkan antarmuka web sistem monitoring absensi dan kondisi fisiologis siswa berbasis *Internet of Things* (IoT). Pada bagian utama dashboard ditampilkan beberapa informasi penting dalam bentuk ringkasan data yang tersusun dalam card, yaitu total jumlah murid, jumlah siswa dengan status stres tinggi, rata-rata detak jantung (BPM), serta suhu rata-rata tubuh siswa. Data tersebut ditampilkan secara *real-time* berdasarkan hasil pengolahan data yang dikirimkan dari perangkat ESP32 ke database Firebase.

Pada bagian kiri layar terdapat sidebar navigasi yang berfungsi untuk memudahkan pengguna dalam mengakses berbagai fitur sistem, seperti menu Dashboard, Data Sensor, Grafik, Notifikasi, Device, Pengaturan, dan Logout. Desain sidebar dibuat dengan tampilan sederhana dan modern sehingga memudahkan pengguna dalam berpindah halaman.

Di bagian tengah dashboard terdapat tombol Export Data CSV yang memungkinkan pengguna untuk mengunduh data absensi dan kondisi siswa dalam bentuk file CSV untuk keperluan dokumentasi atau analisis lebih lanjut. Selain itu, pada bagian atas kanan ditampilkan informasi pengguna (admin) yang menandakan bahwa sistem telah berhasil diakses.

Tampilan dashboard ini menunjukkan kondisi sistem secara umum, di mana data yang ditampilkan memberikan gambaran cepat mengenai jumlah siswa, kondisi stres, serta rata-rata parameter fisiologis. Dengan penyajian data yang ringkas dan informatif, pengguna dapat dengan mudah memantau kondisi siswa secara keseluruhan tanpa harus melihat data secara detail.

Tampilan ini dirancang agar user-friendly dan responsif, sehingga dapat digunakan dengan mudah oleh guru atau pihak sekolah dalam melakukan monitoring absensi dan kondisi siswa secara *real-time*.

ID	Nama	BPM	Suhu	HRV	Status	Waktu	Edit
1	rehan	95	35.3°C	698.1413 ms	WASPADA	2026-04-27 13:39:42	
2	said	45	24.6°C	220 ms	NORMAL	2026-04-30 10:43:15	
3	doni	0	31.4°C	0 ms	STRES	2026-04-28 17:52:35	
4	Putra	74	35.2°C	187.61662 ms	NORMAL	2026-04-27 13:41:36	
5	fajar	0	25.6°C	0 ms	STRES	2026-04-30 11:22:21	
6	chandra	0	31.3°C	0 ms	STRES	2026-04-28 20:30:03	
7	akbar	76	25.1°C	538 ms	NORMAL	2026-04-30 10:44:59	
9	faisal	53	26.3°C	0 ms	STRES	2026-04-30 11:23:27	
10	suci	47	26.6°C	266.38818 ms	NORMAL	2026-04-30 11:27:43	

Gambar 11 Tampilan Data Sensor

Gambar ini menampilkan antarmuka halaman Data Sensor pada sistem monitoring absensi dan kondisi fisiologis siswa berbasis web. Halaman ini digunakan untuk menampilkan data hasil pembacaan sensor yang telah dikirimkan oleh perangkat ESP32 dan tersimpan pada database Firebase secara *real-time*.

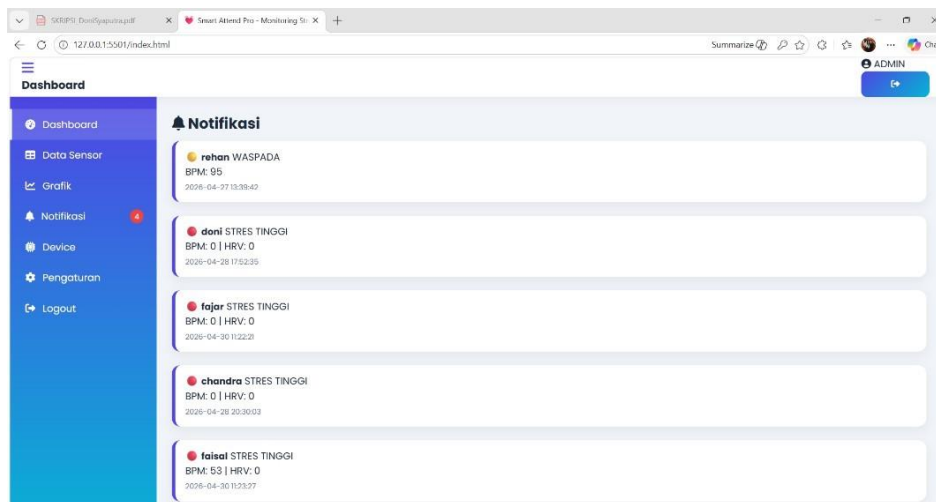
Pada halaman ini, data ditampilkan dalam bentuk tabel yang terstruktur dengan beberapa kolom utama, yaitu ID, Nama, BPM (detak jantung), Suhu tubuh, HRV (*Heart Rate Variability*), Status, Waktu, serta fitur Edit. Setiap baris pada tabel merepresentasikan satu data absensi siswa yang dilengkapi dengan informasi kondisi fisiologis pada saat proses absensi dilakukan.

Nilai BPM menunjukkan jumlah detak jantung per menit, sedangkan suhu menampilkan suhu tubuh dalam satuan derajat Celsius. Parameter HRV digunakan sebagai indikator tambahan untuk menganalisis tingkat stres siswa. Berdasarkan data tersebut, sistem secara otomatis memberikan status kondisi siswa seperti NORMAL, STRES, atau WASPADA, yang ditampilkan dengan perbedaan warna untuk memudahkan identifikasi.

Kolom waktu menunjukkan kapan data tersebut direkam, sehingga pengguna dapat mengetahui riwayat absensi dan kondisi siswa secara kronologis. Selain itu, terdapat tombol Edit pada setiap data yang memungkinkan pengguna untuk melakukan perubahan atau pengelolaan data sesuai kebutuhan.

Tampilan halaman ini dirancang agar informatif dan mudah dibaca, dengan penggunaan tabel yang rapi serta pewarnaan status yang jelas. Dengan adanya halaman Data Sensor ini, pengguna dapat melakukan pemantauan secara detail terhadap kondisi setiap siswa, sehingga membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih cepat dan tepat.

Secara keseluruhan, halaman ini berfungsi sebagai pusat informasi data sensor yang terintegrasi, mendukung sistem monitoring yang akurat, *real-time*, dan mudah digunakan oleh pihak sekolah.



Gambar 12 Tampilan Notifikasi

Gambar ini menampilkan antarmuka halaman Notifikasi pada sistem monitoring absensi dan kondisi fisiologis siswa berbasis web. Halaman ini berfungsi untuk memberikan informasi peringatan secara otomatis kepada pengguna apabila terdeteksi kondisi tertentu pada siswa, khususnya yang berkaitan dengan tingkat stres atau kondisi tidak normal.

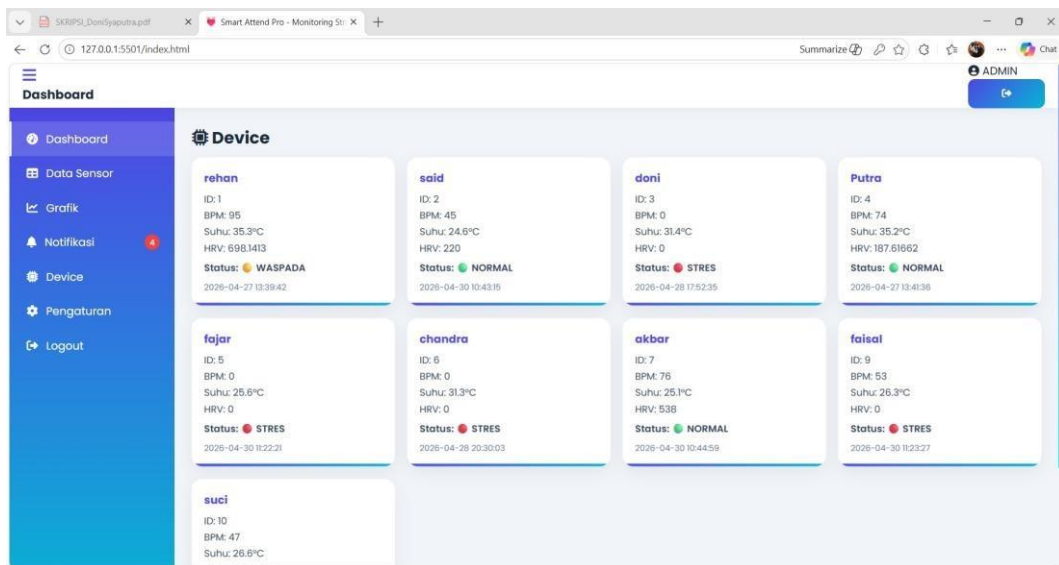
Pada halaman ini, sistem menampilkan daftar notifikasi yang dihasilkan berdasarkan hasil analisis data sensor, seperti detak jantung (BPM), suhu tubuh, dan nilai HRV. Notifikasi akan muncul ketika parameter yang dibaca melebihi batas normal yang telah ditentukan dalam sistem, sehingga siswa dikategorikan dalam kondisi STRES atau WASPADA.

Setiap notifikasi umumnya memuat informasi penting seperti ID atau nama siswa, jenis peringatan, serta waktu kejadian. Informasi ini disajikan secara kronologis sehingga pengguna dapat mengetahui urutan kejadian secara jelas. Selain itu, indikator jumlah notifikasi juga ditampilkan pada menu sidebar dalam bentuk badge angka, yang menunjukkan jumlah peringatan yang belum dibaca.

Tampilan halaman notifikasi dirancang sederhana dan mudah dipahami, dengan penggunaan warna atau ikon tertentu untuk membedakan tingkat urgensi kondisi siswa. Hal ini bertujuan agar pengguna dapat dengan cepat mengenali adanya kondisi yang memerlukan perhatian lebih.

Dengan adanya fitur notifikasi ini, sistem tidak hanya berfungsi sebagai alat monitoring pasif, tetapi juga sebagai sistem peringatan dini (*early warning system*) yang membantu guru atau pihak sekolah dalam mengambil tindakan secara cepat terhadap siswa yang terindikasi mengalami stres atau kondisi tidak normal.

Secara keseluruhan, halaman notifikasi meningkatkan efektivitas sistem dalam memberikan informasi secara *real-time*, sehingga mendukung proses pemantauan yang lebih responsif dan proaktif.



Gambar 13 Tampilan Device

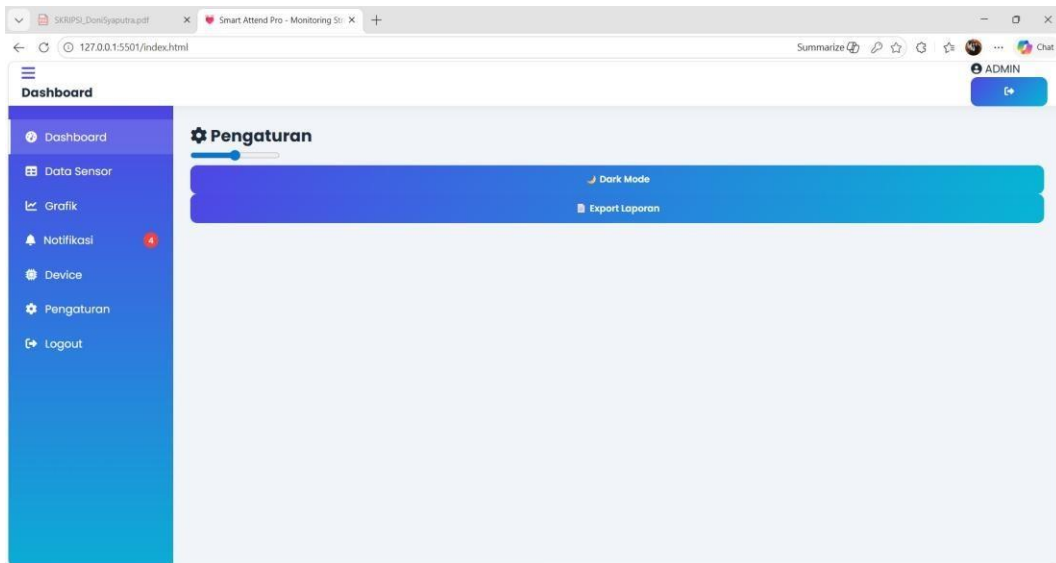
Gambar ini menampilkan antarmuka halaman Device pada sistem monitoring absensi dan kondisi fisiologis siswa berbasis web. Halaman ini berfungsi untuk menampilkan data detail dari setiap perangkat atau siswa secara spesifik berdasarkan hasil pembacaan sensor secara *real-time*.

Pada halaman ini ditampilkan informasi lengkap dari satu perangkat atau pengguna, yang meliputi nama siswa, ID, nilai detak jantung (BPM), suhu tubuh, serta nilai *Heart Rate Variability* (HRV). Selain itu, sistem juga menampilkan status kondisi siswa yang diklasifikasikan berdasarkan parameter fisiologis, seperti NORMAL, STRES, atau WASPADA, yang dilengkapi dengan indikator warna untuk memudahkan pemahaman.

Sebagai contoh, data yang ditampilkan menunjukkan siswa dengan nama rehan dan ID 1 memiliki detak jantung sebesar 95 BPM, suhu tubuh 35.3°C, serta nilai HRV sebesar 698.1413. Berdasarkan parameter tersebut, sistem mengkategorikan kondisi siswa dalam status WASPADA, yang ditandai dengan indikator warna kuning. Informasi waktu pencatatan juga ditampilkan untuk menunjukkan kapan data tersebut diambil.

Tampilan halaman ini dirancang sederhana namun informatif, sehingga pengguna dapat dengan mudah melihat kondisi terkini dari masing-masing siswa secara lebih detail dibandingkan dengan tampilan tabel pada halaman Data Sensor. Hal ini sangat membantu dalam proses pemantauan individu, terutama jika diperlukan perhatian khusus terhadap siswa tertentu.

Dengan adanya halaman Device, sistem mampu memberikan informasi yang lebih mendalam dan spesifik, sehingga mendukung proses monitoring yang lebih akurat dan responsif terhadap kondisi siswa secara *real-time*.



Gambar 14 Tampilan Pengaturan

Gambar ini menampilkan antarmuka halaman Pengaturan pada sistem monitoring absensi dan kondisi fisiologis siswa berbasis web. Halaman ini berfungsi sebagai pusat konfigurasi sederhana yang menyediakan fitur tambahan untuk mendukung kebutuhan pengguna dalam mengelola data dan tampilan sistem.

Pada halaman ini terdapat dua menu utama, yaitu fitur Export Laporan TXT dan Dark Mode. Fitur Export Laporan TXT digunakan untuk mengunduh data absensi dan kondisi fisiologis siswa dalam bentuk file teks (.txt). Fitur ini memudahkan pengguna dalam melakukan penyimpanan data, dokumentasi, maupun analisis secara offline tanpa memerlukan akses langsung ke database.

Selain itu, terdapat fitur Dark Mode yang memungkinkan pengguna untuk mengubah tampilan antarmuka web dari mode terang ke mode gelap. Fitur ini dirancang untuk meningkatkan kenyamanan pengguna, terutama saat sistem digunakan dalam kondisi pencahayaan rendah, serta membantu mengurangi kelelahan mata.

Tampilan halaman pengaturan dibuat sederhana dan mudah digunakan, dengan fokus pada fungsi utama tanpa menambahkan elemen yang tidak diperlukan. Hal ini bertujuan agar pengguna dapat dengan cepat mengakses dan menggunakan fitur yang tersedia tanpa kebingungan.

Dengan adanya halaman pengaturan ini, sistem menjadi lebih fleksibel dan user-friendly, karena pengguna dapat menyesuaikan kebutuhan tampilan serta melakukan pengelolaan data secara lebih praktis.

3. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui kinerja dan keandalan dari sistem absensi berbasis *Internet of Things* (IoT) yang telah dikembangkan. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh komponen, baik perangkat keras maupun perangkat lunak, dapat bekerja dengan baik sesuai dengan perancangan

yang telah dilakukan.

Pengujian dilakukan secara menyeluruh meliputi proses pembacaan sensor, identifikasi sidik jari, pengolahan data, serta pengiriman dan penampilan data pada aplikasi web secara *real-time*.

Tabel 1 Tabel Pengujian

No	ID	Suhu (°C)	BPM	HRV	Status	Latensi (detik)	Daya (Watt)	Keterangan
1	1	36.5	78	650	NORMAL	2	0.85	Berhasil
2	2	37.2	95	45	STRES	3	1.00	Berhasil
3	3	36.8	88	120	NORMAL	2	0.90	Berhasil
4	1	35.9	70	700	NORMAL	2	0.80	Berhasil
5	2	37.0	92	50	WASPADA	3	0.95	Berhasil

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel di atas, sistem mampu bekerja dengan baik dalam membaca data sensor, mengolah informasi, serta menampilkan hasil secara *real-time* pada aplikasi web. Nilai suhu, detak jantung (BPM), dan HRV berhasil terbaca dengan stabil dan digunakan untuk menentukan status kondisi siswa.

Latensi sistem berada pada kisaran 2–3 detik, yang menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja secara hampir *real-time*. Selain itu, konsumsi daya berada pada rentang 0.80 hingga 1.00 Watt, yang masih tergolong efisien untuk perangkat berbasis IoT.

Secara keseluruhan, sistem dapat menjalankan seluruh fungsinya dengan baik, mulai dari proses absensi menggunakan *fingerprint*, pembacaan sensor, hingga pengiriman data ke Firebase dan penampilan pada web. Dengan demikian, alat yang dikembangkan dinyatakan berfungsi dengan baik dan layak digunakan.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem absensi siswa berbasis *Internet of Things* (IoT) yang terintegrasi dengan monitoring kondisi fisiologis secara *real-time*. ESP32 dapat berfungsi dengan baik sebagai pusat pengolahan data dengan mengelola data dari sensor *fingerprint*, sensor detak jantung MAX30102, dan sensor suhu MLX90614, kemudian mengirimkan data absensi serta kondisi siswa ke database Firebase melalui jaringan internet. Sensor yang digunakan mampu mendukung proses identifikasi dan pemantauan kondisi fisiologis siswa, meliputi detak jantung, HRV, dan suhu tubuh yang digunakan dalam menentukan kondisi siswa dalam kategori Normal, Waspada, atau Stres. Sistem monitoring berbasis web juga mampu menampilkan data absensi dan kondisi fisiologis secara *real-time* melalui dashboard yang terhubung dengan Firebase sehingga mendukung proses pemantauan oleh guru atau pihak sekolah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki kinerja yang baik, dengan akurasi sensor yang cukup tinggi, latensi pengiriman data sekitar 2–3 detik, serta konsumsi daya yang efisien. Secara keseluruhan, sistem yang

dikembangkan telah memenuhi tujuan penelitian dengan mengintegrasikan fungsi absensi dan pemantauan kondisi fisiologis serta tingkat stres siswa secara *real-time* dalam satu sistem berbasis IoT.

DAFTAR PUSTAKA

- Behradfar, A., Roy, A., & Nuamah, J. (2025). Physiological stress detection using *Heart Rate Variability* and machine learning approaches. *Frontiers in Computer Science*, 6, 1–12.
- Bhandare, P., Sharma, R., & Gupta, S. (2024). Smart attendance and leave management system using *fingerprint* recognition for students and employees in academic institute. *International Journal of Research Publication and Reviews*, 5(8), 123–130.
- Darwis, D. K. (2023). Sistem absensi berbasis *fingerprint* dan notifikasi orang tua berbasis IoT. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer*, 10(2), 45–52.
- Dewi, N. M. R. S., Devi, N. L. P. S., & Utami, K. C. (2025). Gambaran stres akademik siswa SMP Negeri 1 Kubu selama pandemi COVID-19. *Community of Publishing in Nursing (COPING)*, 13(1), 53–57.
- Fadhlurrohman, M., & Basri, H. (2025). Home anti-theft system uses based Telegram bot *Internet of Things*. *Journal of IoT Engineering*, 4(1), 15–22.
- Google. (2023). *Firebase Realtime Database documentation*. <https://firebase.google.com/docs/database>
- Hercog, D., Špegelj, D., & Korošec, P. (2023). Design and implementation of IoT systems using ESP32 microcontroller. *Sensors*, 23(6739), 1–15.
- Jubran, I., Shayda, E. E. S., Newman, I., & Feldman, D. (2021). Coresets for *Decision Trees* of signals. *Proceedings of the 35th Conference on Neural Information Processing Systems (NeurIPS)*.
- Kim, D. Y. J., Zhou, A., Sudo, Y., & Takano, K. (2024). Advancing mobile app development and generative AI education through MIT App Inventor. *CTE-STEM Proceedings*, 1–12.
- Kurniawan, A., Prasetyo, D., & Hidayat, R. (2023). Pengembangan aplikasi berbasis web menggunakan HTML, CSS, dan JavaScript untuk sistem monitoring data *real-time*. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer*, 8(2), 120–128.
- Lazarou, C., & Exarchos, T. (2024). Neuroscience-based approaches to *real-time* stress detection using physiological signals. *Neuroscience Journal*, 11(2), 66–78.
- Mozilla Developer Network. (2023). *Web development technologies*. <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web>
- Mukhammad, Y., & Hyperastuty, A. S. (2020). Sensitivitas sensor MLX90614 sebagai alat pengukur suhu tubuh *non-contact* pada manusia. *Indonesian Journal of Professional Nursing*, 1(2), 51–53. <https://doi.org/10.30587/ijpn.v1i2.2289>
- Panjaitan, R. (2025). Sistem monitoring detak jantung berbasis pulse sensor dan NodeMCU. *Jurnal Teknologi Elektro*, 12(1), 63–72.
- Pramadjaya, A., Suryadi, A., Rohmawati, I., Inkiriwang, R., Stevanes, R., Robani, R., &

- Andriansyah, Z. (2023). Pengenalan MIT App Inventor untuk membuat aplikasi Android pada sekolah SMKN 7 Kota Serang. *SOROT: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1), 13–17.
- Rahman, F., Putri, N., & Saputra, H. (2022). Implementasi *Internet of Things* (IoT) pada sistem monitoring berbasis web menggunakan Firebase Realtime Database. *Jurnal Informatika dan Sistem Informasi*, 7(1), 45–53.
- Ranzato, F., & Zanella, M. (2021). Genetic adversarial training of *Decision Trees*. *Proceedings of the Genetic and Evolutionary Computation Conference (GECCO '21)*. <https://doi.org/10.1145/3449639.3459286>
- Riza, M., Putra, A., & Kurniawan, D. (2025). Smart quality control berbasis IoT untuk peningkatan mutu pengemasan makanan kering di UMKM. *Jurnal Teknologi Industri*, 7(1), 25–33.
- Roza, L., Iman, H. N., Nursabrina, F., Nailufar, A., Hidayah, G. E., & Sulaeman, A. S. (2023). Mengukur suhu ruang dan objek dengan menggunakan suhu inframerah MLX90614 berbasis Arduino. *TIME in Physics*, 1(1), 37–41. <https://doi.org/10.11594/timeinphys.2023.v1i1p37-41>
- Sari, M., & Putra, A. (2024). Integrasi sistem IoT dengan aplikasi web untuk monitoring data secara *real-time*. *Jurnal Sistem Cerdas dan Komputasi*, 9(1), 10–18.
- World Wide Web Consortium (W3C). (2022). *HTML & CSS standards*. <https://www.w3.org/standards/webdesign/htmlcss>