

Sistem *Screening* Kesehatan: Integrasi Biometrik Fingerprint dan Sensor Suhu Berbasis IOT

Herdiesel Santoso

Program Studi Sistem Informasi STMIK El Rahma Yogyakarta
e-mail: herdiesel.santoso@stmikelrahma.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi inefisiensi pencatatan presensi konvensional, yang rentan terhadap human error dan pemalsuan data, serta menjawab kebutuhan mendesak akan protokol kesehatan non-kontak. Sistem presensi otomatis sering menghadapi dilema kritis: otentikasi non-biometrik (seperti RFID/QR Code) bersifat non-kontak tetapi rentan tipip absen, sementara otentikasi biometrik Fingerprint memiliki integritas identitas superior tetapi memerlukan kontak fisik. Oleh karena itu, dirancanglah sebuah solusi sistem gatekeeper yang mengintegrasikan otentikasi identitas biometrik yang kuat dengan fungsi *screening* suhu tubuh non-kontak berbasis Internet of Things (IoT). Perangkat keras sistem utama menggunakan sensor Fingerprint untuk identifikasi unik dan sensor suhu inframerah MLX90614 untuk pengukuran suhu tubuh, dikendalikan oleh mikrokontroler NodeMCU V3. Data presensi dan suhu dikelola serta dimonitor secara real-time melalui aplikasi website yang dikembangkan menggunakan basis data MySQL dan framework Laravel. Logika sistem diterapkan untuk menolak akses bagi individu yang terdeteksi bersuhu $> 38^{\circ}\text{C}$, untuk memastikan kepatuhan protokol kesehatan. Hasil pengujian fungsionalitas dan ketahanan sistem menunjukkan bahwa alat ini berhasil beroperasi dengan sangat baik, mencapai tingkat keberhasilan fungsionalitas keseluruhan sebesar 96,6% (Error 3,3%). Sistem ini berhasil memvalidasi kebaruan dengan sukses mengintegrasikan keamanan biometrik superior dan kepatuhan *screening* kesehatan non-kontak ke dalam satu platform IoT yang efisien.

Kata kunci— Absensi, Biometrik, Fingerprint, Internet of Things (IoT), *Screening* Suhu

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang pesat di era globalisasi saat ini telah mendorong munculnya kebutuhan akan sistem manajemen data yang otomatis dan efisien. Pencatatan presensi, yang secara tradisional masih mengandalkan media kertas atau sistem manual, menjadi salah satu bidang yang rentan terhadap inefisiensi dan risiko operasional [1]. Sistem konvensional ini kerap menimbulkan masalah signifikan, mulai dari tingginya potensi *human error* dalam pencatatan, kerentanan data terhadap kerusakan fisik (hilang atau tercecer), hingga memakan waktu serta tenaga yang besar bagi administrator dalam proses perekapan. Padahal, data presensi merupakan indikator untuk menentukan kedisiplinan, prestasi kerja, dan perhitungan penggajian. Oleh karena itu, adopsi sistem terintegrasi yang mampu menjamin akurasi data dan ketersediaannya secara *real-time* sangat dibutuhkan. Sistem modern ini harus memanfaatkan jaringan internet untuk koneksi antarperangkat secara otomatis (*machine-to-machine* atau M2M), yang merupakan dasar validasi perlunya implementasi teknologi *Internet of Things* (IoT) [2].

Isu terkait efisiensi presensi ini semakin kompleks dengan adanya kebutuhan mendesak akan protokol kesehatan, terutama mengingat lingkungan komunal seperti institusi pendidikan atau perkantoran sangat rentan terhadap penyebaran penyakit infeksi. Adaptasi kebiasaan baru pasca-pandemi, seiring dengan peraturan yang menuntut pembatasan jumlah orang dan pengaturan jarak, menjadikan sistem presensi yang memerlukan kontak fisik sebagai risiko kesehatan yang harus dihindari [3]. Mengingat suhu tubuh yang tinggi (umumnya $> 38^{\circ}\text{C}$) adalah gejala kunci penderita infeksi virus, maka *screening* suhu non-kontak menjadi prasyarat wajib sebelum akses ke area public [4]. Namun, sistem presensi otomatis sering menghadapi dilema kritis: otentikasi non-biometrik (seperti RFID atau QR Code) memang bersifat non-kontak, tetapi rentan terhadap pemalsuan identitas karena kartu atau kode dapat dialihkan [5]. Sebaliknya, sistem biometrik seperti Fingerprint menawarkan otentikasi identitas yang jauh lebih kuat dan

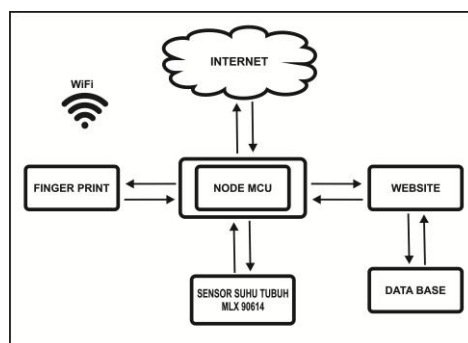
unik, namun secara tradisional memerlukan kontak fisik [1], [6]. Penelitian ini hadir untuk menjawab tantangan desain kritis ini, yaitu memadukan otentikasi biometrik yang superior dan aman dengan fungsi *screening* kesehatan yang benar-benar nirsentuh.

Berdasarkan permasalahan inefisiensi data dan dilema keamanan-kesehatan tersebut, penelitian ini didasarkan pada pertimbangan utama untuk merancang sebuah sistem presensi dan *screening* kesehatan yang efektif. Pertimbangan mendasar adalah beralih dari metode identifikasi berbasis kartu dan token (*RFID/QR Code*) menuju otentikasi *Fingerprint* yang menjamin integritas identitas tertinggi. Untuk fungsi deteksi suhu non-kontak, dipilih Sensor MLX90614 yang beroperasi sebagai termometer inframerah, dengan akurasi teruji memiliki rata-rata tingkat kesalahan pembacaan yang rendah [7], [8]. Integrasi kedua sensor penting ini dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32 yang dilengkapi *WiFi*, berfungsi untuk memproses data biometrik, menerapkan *screening* suhu, dan memastikan konektivitas jaringan IoT [9]. Ulasan penelitian terdahulu menunjukkan fokus yang kuat pada sistem presensi terintegrasi suhu, namun sebagian besar masih mengandalkan identifikasi non-biometrik. Misalnya, studi oleh [5] dan [1] berhasil merancang sistem monitoring presensi dan suhu menggunakan *RFID Reader* MFRC522 dan sensor MLX90614, dengan jarak baca optimal *RFID* antara 0,5 cm hingga 3cm. Walaupun non-kontak, metode *RFID* ini rentan terhadap pemalsuan kehadiran. Penelitian lain menggunakan *Webcam* dan *QR Code* bersama MLX90614, seperti yang dilakukan oleh [6], yang mencatat *delay* pengiriman data IoT ke *database* MySQL rata-rata 1,4 detik. Sementara itu, [10] berfokus pada *screening* suhu non-kontak semata menggunakan MLX90614 dan pintu otomatis, tanpa menyertakan sistem presensi identifikasi yang unik.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah merancang alat otentikasi presensi *Fingerprint* terintegrasi dengan deteksi suhu non-kontak, membangun logika kontrol akses yang secara otomatis menolak akses bagi individu bersuhu 38°C, dan memastikan semua data presensi terekam secara *real-time* melalui platform IoT. Kontribusi utamanya adalah menghasilkan solusi presensi biometrik yang terintegrasi secara fungsional dengan protokol *screening* kesehatan wajib, meningkatkan keamanan data presensi sekaligus mencegah masuknya individu bergejala demam.

2. METODE PENELITIAN

Desain perangkat keras difokuskan pada optimalisasi interaksi pengguna dan akurasi sensor. Modul *Fingerprint* akan diposisikan pada titik akses yang mudah dijangkau untuk otentikasi cepat. Sensor MLX90614 dipasang pada *casing* dilengkapi dengan panduan untuk memastikan pengguna meletakkan dahi atau tangan pada jarak fokus optimal. Kinerja MLX90614 dipengaruhi secara kritis oleh jarak, akurasi terbaik tercatat pada jarak < 1 cm [11], [12]. Mikrokontroler NodeMCU-ESP32 bertugas mengelola komunikasi serial dengan modul *Fingerprint* dan komunikasi I2C dengan MLX90614. Komponen *output* seperti LCD dan *buzzer* terhubung langsung ke pin GPIO ESP32. Arsitektur sistem yang diusulkan dirancang terdiri dari tiga lapisan utama: *Input*, Pemrosesan, *Output* dan Perangkat Lunak [13]. Arsitektur sistem yang dikembangkan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Arsitektur sistem presensi dan *screening* kesehatan berbasis IOT

Lapisan Input (Masukan)

Lapisan *input* (masukan) dirancang sebagai garis depan operasional sistem, bertanggung jawab untuk mengumpulkan dua parameter kritis secara berurutan: otentikasi identitas yang aman dan akuisisi data kesehatan non-kontak. Pada lapisan input terdapat komponen : Modul *Fingerprint*: saat ini sensor fingerprint sudah banyak digunakan pada alat elektronik yang membutuhkan tingkat keamanan yang tinggi seperti smarphone, pintu masuk, alat presensi dan lain sebagainya [1]. Sensor Suhu MLX90614: untuk *screening* kesehatan non-kontak. Baik *chip* detektor thermopile sensitif IR dan ASIC pengkondisi sinyal terintegrasi dalam packing sensor model TO-39 yang sama. Pengkondisi sinyal yang terintegrasi ke dalam MLX90614 itu adalah low noise amplifier, 17-bit ADC dan unit DSP yang kuat sehingga mencapai akurasi dan resolusi tinggi dari thermometer [7]. Salah satu solusi untuk membangun sistem sensor yang dapat mengukur suhu tinggi tanpa merusak sistem adalah menggunakan sensor suhu *contactless* atau *non-contact*. Sensor ini dapat merasakan suhu suatu benda tanpa menyentuh benda tersebut.

Lapisan Pemrosesan

Lapisan Pemrosesan dikendalikan oleh mikrokontroler NodeMCU-ESP32 yang dipilih karena memiliki kemampuan pemrosesan yang andal serta dilengkapi dengan konektivitas WiFi terintegrasi. Kombinasi ini menjadikan NodeMCU-ESP32 sangat ideal untuk mendukung aplikasi berbasis Internet of Things (IoT) yang membutuhkan komunikasi data secara real-time. Dalam sistem ini, NodeMCU-ESP32 bertugas menerima dan memproses data biometrik yang diperoleh dari sensor, menerapkan logika kontrol suhu berdasarkan parameter yang telah ditentukan, serta mengelola koneksi internet dan proses pengiriman data ke server atau platform pemantauan secara efisien dan berkelanjutan [14].

Lapisan Output (Keluaran)

Lapisan output berfungsi utama sebagai media penyampaian informasi dan notifikasi instan kepada pengguna melalui antarmuka lokal (LCD atau *Buzzer*), dan secara krusial, bertanggung jawab untuk mentransfer serta menyimpan data presensi dan status kesehatan yang tervalidasi secara *real-time* ke platform *cloud Internet of Things* (IoT) untuk kebutuhan monitoring dan administrasi jarak jauh. Lapisan Output dan Cloud mencakup: LCD Display: Memberikan umpan balik instan kepada pengguna (misalnya, nama, suhu, status presensi). LCD ini juga berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka maupun grafik dengan jumlah karakter 2x16. Buzzer/LED: Memberikan peringatan visual dan auditori untuk kondisi tidak normal yaitu jika suhu > 38°C. Cloud Database (*IoT Platform*): Digunakan untuk penyimpanan data terpusat dan monitoring jarak jauh oleh administrator.

Lapisan Perangkat Lunak

Sistem memanfaatkan *Internet of Things* untuk penyimpanan data terpusat dan monitoring jarak jauh. Data yang dikirim mencakup: Timestamp, ID Pengguna (dari *Fingerprint*), Nama, Suhu Terukur, dan Status Kesehatan (Normal/Tidak Normal). Untuk mendukung fungsi monitoring dan administrasi data presensi dan suhu tubuh yang dikirimkan oleh modul IoT (mikrokontroler ESP32), diperlukan sistem informasi terpusat berbasis website yang aman dan andal. Sistem *back-end* dirancang menggunakan basis data relasional MySQL, yang dipilih karena reputasinya sebagai perangkat lunak sumber terbuka yang populer, menawarkan keandalan, kecepatan, dan kemudahan penggunaan dalam pengelolaan data terpusat [15]. Pengembangan sisi aplikasi web dibangun menggunakan *framework Laravel*, yang menyediakan kerangka kerja *Model-View-Controller* (MVC) yang terstruktur dan kokoh [16]. Penggunaan *framework* modern seperti Laravel mempercepat proses pengembangan, menyederhanakan tugas-tugas kompleks, dan secara signifikan meningkatkan keamanan sistem terhadap serangan siber umum, sekaligus memastikan skalabilitas sistem di masa depan. Dengan kombinasi MySQL dan Laravel, data presensi *biometrik*, data suhu tubuh, dan status kesehatan dapat tersimpan secara aman dan terorganisir di server, memungkinkan administrator melakukan analisis data, filter, dan ekspor data presensi secara efisien untuk pelaporan dan akuntabilitas.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi Arsitektur Sistem dan Prototipe Perangkat Keras

Sistem presensi dan deteksi suhu tubuh yang diusulkan diimplementasikan menggunakan arsitektur *Internet of Things (IoT)*, dengan *mikrokontroler NodeMCU V3* sebagai pengendali sentral. Mikrokontroler ini mengintegrasikan sensor biometrik *Fingerprint* untuk otentikasi identitas dan sensor suhu non-kontak *MLX90614* untuk *screening* kesehatan. Setelah dihidupkan, langkah pertama alat adalah memastikan koneksi WiFi terjalin, yang merupakan prasyarat mutlak agar sistem dapat mengirim data secara real-time ke database terpusat. Fungsi utama sistem ini memungkinkan mahasiswa untuk melakukan presensi sekaligus *screening* suhu tubuh pada awal masuk kuliah, di mana data hasil proses tersebut kemudian disimpan pada *database* yang dapat dimonitor melalui antarmuka website. Prototipe fisik alat dirancang sederhana, memanfaatkan material seperti kardus dan lem lilin yang disusun dalam bentuk balok tanpa penutup belakang. Desain ini bertujuan untuk memvalidasi fungsionalitas sirkuit secara keseluruhan sebelum dipindahkan ke *casing* permanen. Setelah semua rangkaian kabel terhubung dan diuji berjalan dengan baik, komponen-komponen utama tersebut ditempelkan pada struktur prototipe untuk membentuk perangkat keras yang utuh. Hasil akhir prototipe alat dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Prototipe alat sistem presensi dan screening kesehatan berbasis IoT

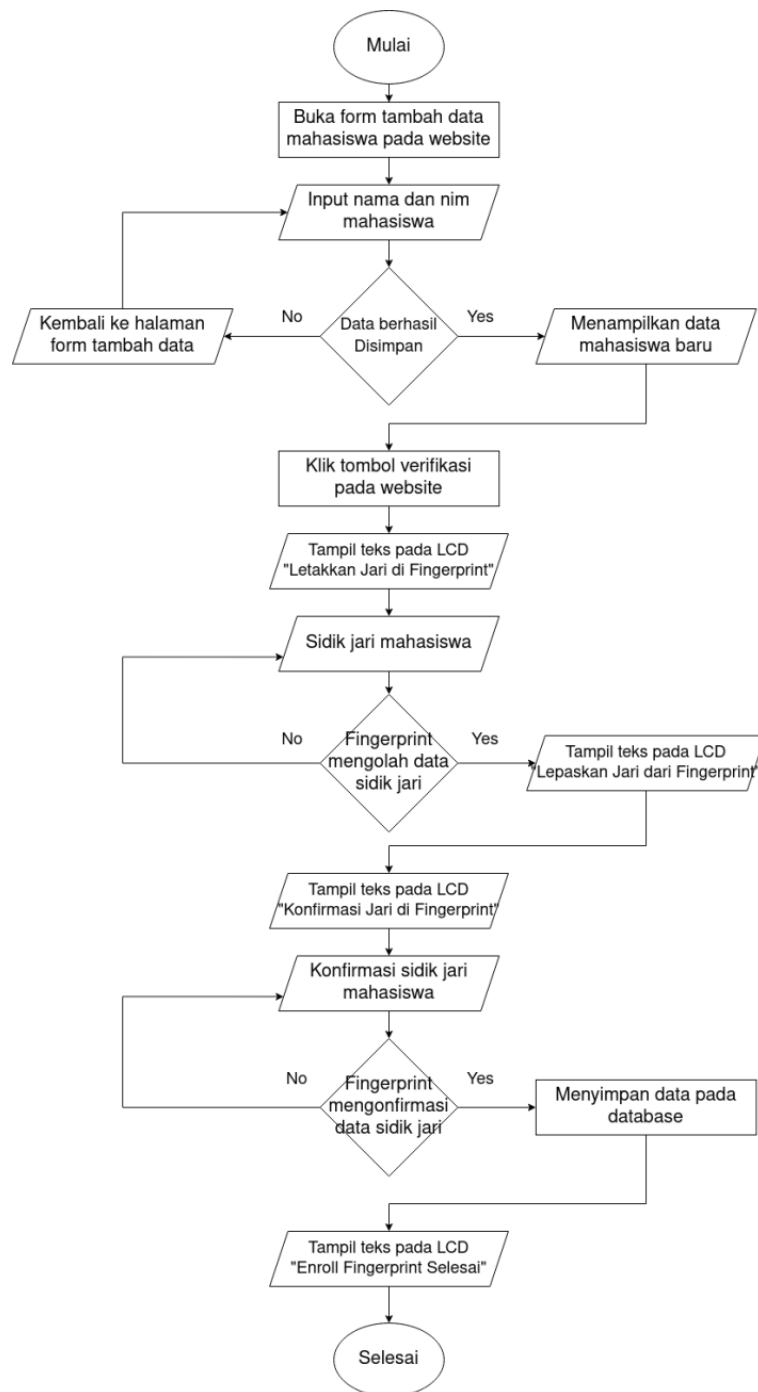
Integrasi Data dan Alur Enrollment Biometrik

Kesuksesan sistem presensi ini sangat bergantung pada integrasi antara perangkat keras (*sensor*) dan perangkat lunak (*website*). Antarmuka website berfungsi sebagai pusat manajemen data administrasi. Halaman Data Mahasiswa (Gambar 3) dirancang untuk menampilkan data secara tabular dan menyediakan kontrol penuh bagi administrator, termasuk fungsi untuk menambahkan data mahasiswa baru, mengedit, serta menghapus data, baik dari *database server* maupun dari memori modul fingerprint itu sendiri.

No.	Nama	NIM	Status Verifikasi	Status Hapus	Action
1	Abdul Aziz Fikri	11170403	Verifikasi Sukses	Belum Hapus	[Edit] [Hapus] [Tambah]
2	Ari Suslowati	11180409	Verifikasi Sukses	Belum Hapus	[Edit] [Hapus] [Tambah]
3	Fauzan	22222222	Belum Verifikasi	Belum Hapus	[Edit] [Hapus] [Tambah]
4	Imay	11111111	Belum Verifikasi	Belum Hapus	[Edit] [Hapus] [Tambah]
5	Zifana Falaht	11170405	Verifikasi Sukses	Belum Hapus	[Edit] [Hapus] [Tambah]

Gambar 3. Tampilan Halaman Data Mahasiswa

Proses krusial dalam sistem ini adalah alur pendaftaran *biometrik (enrollment)*, yang menghubungkan data identitas yang dimasukkan melalui website dengan sidik jari unik mahasiswa. Data mahasiswa harus diinput terlebih dahulu pada website, setelah itu administrator harus melakukan aksi verifikasi pada tabel data mahasiswa. Aksi verifikasi ini secara otomatis memicu proses *enrollment* sidik jari pada modul *fingerprint* di perangkat keras. Alur kerja lengkap dari input data mahasiswa hingga proses *enrollment* sidik jari ini merupakan langkah wajib untuk memastikan otentikasi presensi *biometrik* dapat dilakukan dengan akurat, seperti yang diilustrasikan dalam *Flowchart Enrollment Data Fingerprint* (Gambar 4).



Gambar 4. Flowchart Enroll Data Fingerprint

Hasil Pengujian Fungsionalitas Sistem (Black Box)

Tahap akhir implementasi melibatkan pengujian fungsionalitas sistem secara keseluruhan, atau yang dikenal sebagai Pengujian *Black Box*, untuk memverifikasi bahwa semua proses berjalan sesuai dengan logika yang telah dirancang. Hasil pengujian fungsionalitas utama sistem dirangkum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Pengujian sistem presensi dan screening kesehatan berbasis IoT

No.	Deskripsi	Prosedur Pengujian	Hasil yang Didapat	Kesimpulan
1.	Menyambungkan NodeMcu ke WiFi.	Medefinisikan SSID dan password sesuai dengan hotspot yang digunakan.	NodeMcu terhubung dengan WiFi dan ketika proses berlangsung muncul informasi pada LCD.	Diterima
2.	Enroll fingerprint.	Menambahkan mahasiswa baru dan melakukan aksi verifikasi via website.	Status verifikasi pada data mahasiswa berubah dari belum verifikasi menjadi berhasil verifikasi dan ketika proses berlangsung muncul informasi pada LCD selama proses berlangsung.	Diterima
3.	Presensi fingerprint dan cek suhu tubuh menggunakan sensor MLX 90614.	Mahasiswa melakukan presensi menggunakan fingerprint dan melakukan cek suhu tubuh pada prototipe yang sudah disediakan.	Terdapat hasil presensi dan hasil cek suhu tubuh pada website bagian menu presensi dan ketika proses berlangsung juga muncul informasi pada LCD.	Diterima
4.	Delete fingerprint.	Menghapus data mahasiswa dengan melakukan aksi delete via website.	Data mahasiswa terhapus dari database dan hilang dari tabel tampilan data mahasiswa, diakhir proses muncul informasi pada LCD bahwa data fingerprint berhasil dihapus.	Diterima

Hasil pengujian fungsionalitas sistem menunjukkan bahwa semua modul dan interaksi berjalan dengan sangat baik dan sesuai harapan, ditandai dengan status **Diterima** pada keempat skenario. Hal ini memvalidasi: (1) Konektivitas IoT berfungsi untuk memastikan NodeMCU dapat terhubung ke jaringan dan siap bertukar data. (2) Sistem *Enrollment* dan Manajemen Data berhasil mengintegrasikan perintah dari website ke perangkat keras untuk menyimpan dan menghapus data *biometrik* secara terpusat. (3) Fungsi Presensi Ganda berhasil dilakukan, di mana otentikasi *fingerprint* dan *screening* suhu MLX90614 terlaksana secara berurutan, dengan data hasil keduanya terekam dan termonitor di website secara *real-time*.

4. KESIMPULAN

Rancang Bangun Sistem Presensi Fingerprint dan Deteksi Suhu Tubuh dengan Sensor MLX90614 Berbasis Internet of Things berhasil diimplementasikan, divalidasi dengan pengujian fungsionalitas keseluruhan yang mencatat tingkat keberhasilan operasional sangat baik, yaitu mencapai 96,6 % (dengan *error rate* 3,3%). Kelebihan utama penelitian ini terletak pada kebaruan (*novelty*) integrasi otentikasi biometrik Fingerprint yang memiliki integritas identitas tertinggi, secara langsung mengatasi kerentanan pemalsuan (*titip absen*) yang melekat pada sistem presensi berbasis token, sekaligus memenuhi protokol screening suhu non-kontak wajib menggunakan MLX90614.1 Selain itu, data presensi biometrik dan status kesehatan dapat diakses, dikelola, dan dimonitor secara *real-time* dan terpusat melalui aplikasi website MySQL/Laravel, yang secara signifikan meningkatkan efisiensi administrasi. Namun, kekurangan yang ditemukan mencakup Akurasi Sensor Jarak MLX90614 yang sangat sensitif; sensor hanya memberikan selisih

pembacaan terendah pada jarak yang sangat dekat (akurat optimal pada jarak < 1 cm), menuntut desain fisik perangkat yang sangat presisi agar akurasi screening kesehatan terjamin.

5. SARAN

Untuk pengembangan dan penelitian di masa mendatang, disarankan agar fokus penelitian dialihkan ke transisi biometrik non-kontak penuh, seperti pengenalan wajah (Face Recognition), untuk menghilangkan sama sekali kebutuhan akan sentuhan fisik pada seluruh proses otentikasi. Selain itu, diperlukan optimasi protokol komunikasi IoT berlatensi rendah (misalnya, MQTT) untuk memitigasi delay transmisi data yang tinggi, serta memperkuat desain perangkat keras fisik untuk memastikan jarak pengukuran MLX90614 yang konsisten dan optimal, sehingga menjamin keandalan screening kesehatan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. A. Nasrullah, A. Wijayanto, and Y. A. Setyoko, "RANCANG BANGUN SISTEM PRESENSI DAN DETEKSI SUHU TUBUH BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)," *J. Tek. Elektron. Engine*, vol. 9, no. 2, pp. 377–386, 2023, doi: <https://doi.org/10.56521/teknika.v9i2.858>.
- [2] A. Syahfitri, "Internet of Things (IoT), Sejarah , Teknologi , dan Penerapannya," *Uranus J. Ilm. Tek. Elektro, Sains dan Inform.*, vol. 3, no. 1, 2025, doi: <https://doi.org/10.61132/uranus.v3i1.667>.
- [3] A. L. Muchtar and A. O. T. Awaru, "Adaptasi Kebiasaan Baru Dimasa Pandemi Covid-19 Pada Mahasiswa Fakultas Ilmu Sosial Dan Hukum Universitas Negeri Makassar," *Pinisi J. Sociol. Educ.*, vol. 2, no. 3, pp. 61–72, 2022.
- [4] M. Sari, J. Sofiana, and A. M. Azhari, "Usaha Peningkatan Kesehatan Masyarakat menghadapi Masa New Normal melalui Ceramah Edukatif Covid 19 dan Praktek Pembuatan Hand Sanitizer," *J. Community Engagem. Heal.*, vol. 4, no. 2, pp. 355–362, 2021, doi: <https://doi.org/10.30994/jceh.v4i2.250>.
- [5] M. R. Hidayat and N. FITHRI, "RANCANG BANGUN MONITORING PRESENSI DAN SUHU TUBUH BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)," *Rang Tek. J.*, vol. 6, no. 1, pp. 238–244, 2023.
- [6] A. N. Putra, F. Yosef Suratman, and W. Priharti, "Perancangan Alat Monitoring Suhu dan Presensi Pada Pintu Masuk Ruang Kelas Berbasis IoT (Design of Temperature Monitoring Devices and Attendance at IoT-Based Classroom Entrances)," *e-Proceeding Eng.*, vol. 9, no. 5, pp. 2188–2198, 2022.
- [7] S. Hadi, M. N. Fadli, and I. N. Switrayana, "Implementasi Sensor MLX90614 untuk Pengukuran Suhu Tubuh Pada Pasien Puskesmas Implementation of the MLX90614 Sensor for Body Temperature Measurement in Public Health Center," *JoMI J. Millenn. Informatics*, vol. 1, no. 2, pp. 53–60, 2023.
- [8] R. Bramudiansyah, "RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR SUHU TUBUH NON - CONTACT PADA MANUSIA DENGAN TAMPILAN DIGITAL BERBASIS SENSOR MLX90614," *FORTEI (Forum Pendidik. Tinggi Tek. Elektro Indones.*, vol. 4, no. 1, pp. 378–383, 2021, [Online]. Available: <https://journal.fortei7.org/index.php/sinarFe7/article/view/116>
- [9] P. A. Korien and I. Purwanto, "Teknologi IoT pada Keamanan Rumah Menggunakan Kombinasi Sensor Berbasis NodeMCU ESP8266," *J. Ilm. KOMPUTASI*, vol. 22, no. 4, pp. 527–536, 2023, doi: <http://dx.doi.org/10.32409/jikstik.23.4.3486>.
- [10] K. M. Wibowo, R. B. Deskianditya, H. Fauzi, and R. Irmawanto, "Rancang Bangun Pengukur Suhu Tubuh Tanpa Sentuh Berbasis IoT (Internet Of Things) untuk Screening Mahasiswa Menjelang Diberlakukanya Pembelajaran Tatap Muka," *Cyclotr. J. Tek.*

- Elektro*, vol. 5, no. 02, pp. 82–85, 2022.
- [11] W. O. S. Nur Alam, A. N. Aliansyah, F. E. Larobu, N. Z. Dinianti, L. Mulyawati, and I. Galugu, “Tingkat akurasi Sensor AMG8833 dan Sensor MLX90614 dalam Mengukur Suhu Tubuh,” *JTEV J. Tek. Elektro dan Vokasional*, vol. 8, no. 1, pp. 169–179, 2022, doi: <https://doi.org/10.24036/jtev.v8i1.114543>.
- [12] M. H. Alkarim, I. Prasojo, S. A. Nugroho, and E. Nugroho, “PENERAPAN ALGORITMA FILTER MENINGKATKAN AKURASI PEMBACAAN SENSOR SUHU MLX90614 PADA OBJEK DENGAN ELIMINASI PENGARUH SUHU LINGKUNGAN,” *JITET J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 13, no. 3, 2025, doi: <https://doi.org/10.23960/jitet.v13i3.6621>.
- [13] A. Wibowo, *Proyek Praktis Arduino untuk IoT (Internet of Things)*, 1st ed. Semarang: YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK, 2022. [Online]. Available: <https://penerbit.stekom.ac.id/index.php/yayasanpat/article/view/262>
- [14] M. G. Ramadhan, D. Ramdan, and H. Satria, “Rancang Bangun Alat Pendeteksi Suhu Tubuh Menggunakan Nodemcu Berbasis Web,” *JITEK J. Ilm. Tek. Inform. dan Elektro*, vol. 1, no. 2, pp. 76–83, 2022, doi: 10.31289/jitek.v1i2.1472.
- [15] Y. S. Siregar, B. O. Sembiring, E. Rahayu, Hasdiana, and R. Franchitika, “Pemanfaatan Aplikasi MySQL untuk Membantu Siswa SMK Swasta Nur Azizi dalam Pengolahan Data,” *J. Pengabdi. Masy.*, vol. 3, no. 2, pp. 229–240, 2024.
- [16] A. Putri, S. Sukatendel, Z. Syahputra, and S. Harahap, “Penerapan Framework Laravel Pada Sistem Kehadiran Siswa dengan Location-Based Attendance Tracking Berbasis Website (Studi Kasus : SMK Swasta Pemda Langkat),” *JITET (Jurnal Inform. dan Tek. Elektro Ter.*, vol. 13, no. 3, pp. 263–269, 2025, doi: <http://dx.doi.org/10.23960/jitet.v13i3S1.7578>.