

Sistem Absensi Sidik Jari Terintegrasi Monitoring Tekanan Darah Non-invasif

¹Alifian Rizky Bagus Prakasa, ²Muh. Taufiqurrohman, ³Iradiratu Diah Prahmana Karyatanti.

^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro, Universitas Hang Tuah, Surabaya

¹alribapra@gmail.com, ²taufiqurrohman@hangtuah.ac.id, ³iradiratu@hangtuah.ac.id

Abstract - The rising number of workplace accidents highlights the need for a system that supports worker safety prior to the commencement of activities. This study aims to design an integrated system combining biometric attendance tracking with non-invasive blood pressure monitoring for pre-job health screening. The system utilizes an AS608 fingerprint sensor for user identification and a photoplethysmography (PPG)-based MAX30102 sensor to measure heart rate (BPM) and oxygen saturation (SpO₂). Blood pressure values are not obtained through direct sensor measurement but are derived by analyzing the relationship patterns between BPM and SpO₂ using an Artificial Neural Network (ANN) method, classifying blood pressure conditions into normal, hypertensive, and hypotensive categories. Testing was conducted using data from 15 respondents (75 data points). The results demonstrate an accuracy of 88% for the normal category (12% error), 84% for hypertension (16% error), and 76% for hypotension (24% error). The system completes both the attendance and health monitoring processes in under 20 seconds. These findings indicate that the developed system successfully integrates attendance and health monitoring into a single workflow and holds the potential to support the early detection of workers' health conditions in high-risk work environments.

Keywords — Attendance,, AS608, MAX30102, Blood Pressure Monitoring, Pre-job Health Screening

Abstrak— Meningkatnya angka kecelakaan kerja menunjukkan pentingnya sistem yang mampu mendukung keselamatan pekerja sejak sebelum memulai aktivitas. Penelitian ini bertujuan merancang sistem integrasi absensi biometrik dengan monitoring tekanan darah non-invasif sebagai sarana *pre-job health screening*. Sistem menggunakan sensor sidik jari AS608 untuk identifikasi pengguna dan sensor MAX30102 berbasis *photoplethysmography* (PPG) untuk memperoleh nilai denyut jantung (BPM) dan saturasi oksigen (SpO₂). Nilai tekanan darah pada sistem ini bukan merupakan hasil pengukuran langsung dari sensor, melainkan diperoleh melalui analisis pola hubungan antara nilai BPM dan SpO₂ menggunakan metode *Artificial Neural Network* (ANN) sehingga menghasilkan identifikasi kondisi tekanan darah dalam kategori normal, hipertensi, dan hipotensi. Pengujian dilakukan terhadap 75 data dari 15 responden. Hasil penelitian menunjukkan tingkat akurasi sebesar 88% pada kategori normal dengan *error* 12%, 84% pada kategori hipertensi dengan *error* 16%, dan 76% pada kategori hipotensi dengan *error* 24%. Sistem mampu menyelesaikan proses absensi dan monitoring kesehatan dengan waktu proses kurang dari 20 detik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu mengintegrasikan proses absensi dan monitoring kesehatan dalam satu alur serta berpotensi mendukung deteksi dini kondisi kesehatan pekerja pada lingkungan kerja berisiko tinggi.

Kata Kunci— Absensi, AS608, MAX30102, Monitoring Tekanan Darah, Pre-job Health Screening.

I. PENDAHULUAN

Keselamatan dan kesehatan kerja merupakan aspek penting yang harus diperhatikan dalam segala jenis kegiatan kerja, khususnya yang melibatkan risiko fisik tinggi [1]. Sistem absensi yang saat ini diterapkan di sebagian besar lingkungan kerja masih berfungsi sebatas sebagai alat administratif untuk mencatat kehadiran karyawan, seperti waktu datang dan pulang kerja [2]. Sistem tersebut umumnya hanya digunakan untuk keperluan pengelolaan sumber daya manusia, rekapitulasi jam kerja, serta perhitungan disiplin dan kinerja pegawai [3].

Berdasarkan data dari Badan Penyelenggara Jaminan Sosial (BPJS) Ketenagakerjaan, jumlah kecelakaan kerja di Indonesia meningkat 5.7% pada tahun 2021. Kasus ini terus berlanjut hingga tahun 2023, dimana bulan Januari hingga November tercatat 360.635 klaim jaminan kecelakaan kerja [4]. Situasi ini menunjukkan bahwa upaya

pengecahan risiko kerja belum optimal dalam pengelolaan keselamatan dan kesehatan kerja di lingkungan kerja Indonesia.

Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem absensi yang ada saat ini belum dimanfaatkan secara optimal sebagai sarana pendukung pencegahan kecelakaan kerja melalui pemantauan dini kondisi kesehatan pekerja [5]. Oleh karena itu, diperlukan solusi inovatif untuk mengatasi masalah ini dalam menangani kasus kecelakaan kerja. Salah satu inovatif adalah dibutuhkan sistem yang tidak hanya berfungsi untuk mencatat kehadiran (absensi), tetapi juga dapat memberikan informasi awal mengenai kondisi kesehatan sebagai deteksi dini.

Di sisi lain, kondisi kesehatan, khususnya tekanan darah, menjadi bagian penting dalam sistem kesehatan [6]. Pengukuran tekanan darah sangatlah penting karena berbagai penyakit yang muncul pada manusia dapat terjadi akibat tekanan darah yang tidak normal baik itu hipertensi/tekanan darah tinggi dan hipotensi/tekanan darah rendah [7]. Tekanan darah merupakan tekanan yang terjadi pada pembuluh darah arteri dimana ketika darah dipompa oleh jantung untuk dialirkan ke seluruh anggota tubuh akan menghasilkan tekanan darah sistolik dan tekanan darah diastolik [8].

Beberapa peneliti menghasilkan penelitian mengembangkan sistem absensi biometrik berbasis sensor *fingerprint* dan sensor *pulse oxymeter* untuk memantau kesehatan anggota staf dan pegawai secara *real-time* [5]. Selain itu, penelitian untuk mendeteksi tekanan darah menggunakan sensor MPX5700AP dan sensor *fingerprint* AS608 sebagai langkah awal pengenalan identitas lansia [9]. Keberhasilan berbagai penelitian ini membuktikan bahwa sistem absensi memiliki potensi besar dan dapat diintegrasikan dengan sensor lain. Berdasarkan penelitian terdahulu maka pada penelitian ini melakukan pengembangan seperti upgrade sistem yaitu mengintegrasikan sensor *fingerprint* dengan sensor PPG (*photoplethysmography*) untuk mengestimasi tekanan darah.

II. METODE PENELITIAN

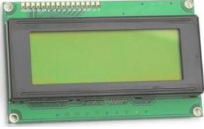
A. Metode

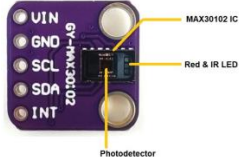
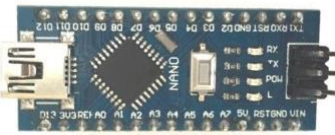
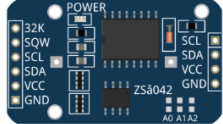
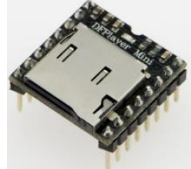
Penelitian ini menggunakan metode eksperimen (*experimental research*) dengan merancang dan mengimplementasikan sistem absensi sidik jari terintegrasi monitoring kesehatan. Selanjutnya dilakukan pengujian terhadap kinerja sistem meliputi proses identifikasi sidik jari, pembacaan sensor MAX30102, penyimpanan data pada *MicroSD*, serta evaluasi hasil pengukuran menggunakan alat referensi (tensimeter). Penelitian dilaksanakan di Rumah, pada bulan Februari sampai Juni 2025. Tahapan penelitian meliputi antara lain.

B. Penggunaan Komponen

Komponen perangkat keras merupakan bagian utama dalam perancangan sistem absensi sidik jari terintegrasi. Setiap komponen dipilih berdasarkan fungsi dan kemampuannya untuk mendukung proses identifikasi pengguna, pengukuran parameter fisiologis, pengolahan data, penyimpanan hasil pengukuran, serta penyampaian informasi kepada pengguna. Adapun komponen perangkat keras yang digunakan pada penelitian ini beserta fungsinya ditunjukkan pada Tabel 1.

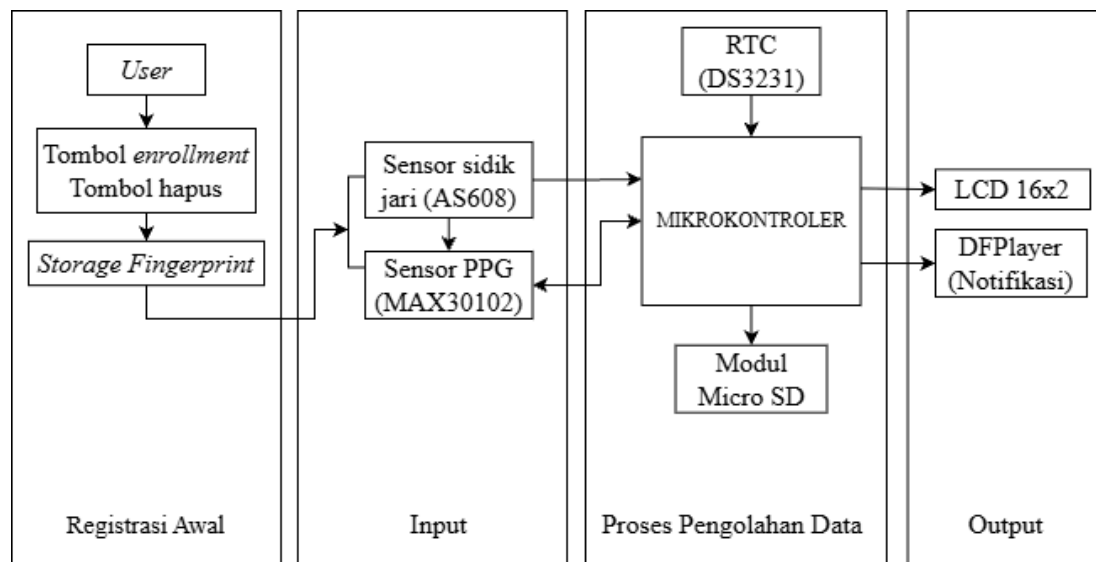
Tabel 1. Komponen Perangkat Keras yang Digunakan pada Sistem

No	komponen	Fungsi
1.	 LCD I2C (20x4)	Menampilkan informasi kepada pengguna, seperti waktu, identitas pengguna, nilai BPM, nilai SpO ₂ , dan hasil identifikasi kondisi kesehatan.
2.	 Push Button (<i>Enrollment</i>)	Digunakan untuk mengaktifkan proses pendaftaran (<i>enrollment</i>) sidik jari baru ke dalam memori sensor AS608.

3.	 Push Button (<i>Delete</i>)	Digunakan untuk menghapus data sidik jari yang telah tersimpan pada sensor fingerprint.
4.	 Sensor Sidik jari (AS608)	Digunakan sebagai media autentikasi pengguna melalui proses <i>enrollment</i> dan verifikasi sidik jari sebelum sistem melakukan proses absensi dan pengukuran kesehatan.
5.	 Sensor PPG (MAX30102)	Berfungsi untuk mengukur parameter fisiologis berupa denyut jantung (<i>Beat Per Minute / BPM</i>) dan saturasi oksigen dalam darah (SpO_2) secara non-invasif untuk mengestimasi tekanan darah.
6.	 Modul MicroSD	Berfungsi sebagai media penyimpanan data absensi, hasil pengukuran sensor, serta hasil identifikasi pengguna sehingga dapat digunakan sebagai dokumentasi dan evaluasi.
7.	 Speaker Mini	Berfungsi mengeluarkan notifikasi suara yang menginformasikan hasil identifikasi sidik jari dan hasil estimasi kondisi tekanan darah kepada pengguna.
8.	 Arduino Nano (Atmega 328P)	Berfungsi sebagai pengendali utama sistem yang mengolah data dari seluruh sensor, menjalankan program, serta mengatur komunikasi antar perangkat.
9.	 Modul RTC (DS3231)	Digunakan untuk menyediakan informasi tanggal dan waktu secara <i>real-time</i> sehingga setiap data absensi dan hasil pengukuran memiliki <i>timestamp</i> yang akurat.
10.	 DFPlayer Mini	Menghasilkan notifikasi suara sebagai informasi hasil identifikasi pengguna dan kondisi kesehatan yang terdeteksi oleh sistem.

C. Diagram Blok Sistem

Diagram blok adalah gambaran visual yang memecah sistem menjadi komponen-komponen yang lebih kecil, memudahkan pemahaman tentang struktur dan interaksi antar bagian dalam sistem tersebut.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Pada gambar 1 merupakan diagram blok sistem dimana akan menjelaskan hubungan mulai dari *input* sistem, proses pengolahan data, hingga dapat menghasilkan *output*.

1. Input

Tahap input dimulai ketika pengguna berinteraksi dengan sistem melalui proses registrasi awal menggunakan tombol *enrollment* dan tombol hapus. Tombol *enrollment* digunakan untuk mendaftarkan sidik jari pengguna ke dalam *storage fingerprint* yang terdapat pada sensor AS608, sedangkan tombol hapus berfungsi untuk menghapus data sidik jari yang telah tersimpan. Setelah proses registrasi selesai, pengguna menempelkan jari pada sensor sidik jari AS608 untuk proses verifikasi identitas. Apabila sidik jari berhasil dikenali, sensor PPG MAX30102 akan melakukan pembacaan sinyal *photoplethysmography* (PPG) pada ujung jari untuk memperoleh parameter fisiologis berupa denyut jantung (BPM) dan saturasi oksigen (SpO₂) sebagai data masukan sistem.

2. Proses

Pada tahap proses, seluruh data yang diterima dari sensor sidik jari AS608, sensor PPG MAX30102, dan modul RTC DS3231 dikirimkan ke mikrokontroler sebagai pusat pengendali sistem. Mikrokontroler melakukan verifikasi identitas pengguna berdasarkan data sidik jari, kemudian mengolah sinyal PPG untuk memperoleh nilai BPM dan SpO₂. Nilai tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar untuk mengidentifikasi kondisi tekanan darah pengguna melalui analisis pola hubungan kedua parameter tersebut. Selain itu, data identitas pengguna, waktu absensi dari RTC, hasil pengukuran fisiologis, serta hasil identifikasi kondisi tekanan darah disimpan ke dalam modul micro SD sebagai media penyimpanan data.

3. Output

Tahap output merupakan penyajian hasil pengolahan data kepada pengguna. Informasi identitas, status absensi, nilai BPM, SpO₂, serta hasil identifikasi kondisi tekanan darah ditampilkan pada LCD 20×4 sehingga pengguna dapat mengetahui hasil pengukuran secara langsung. Selain tampilan visual pada LCD, sistem juga memberikan notifikasi suara melalui modul DFPlayer sebagai umpan balik kepada pengguna, seperti pemberitahuan bahwa proses absensi berhasil maupun informasi mengenai kondisi tekanan darah yang teridentifikasi. Dengan demikian, sistem tidak hanya berfungsi sebagai media absensi, tetapi juga sebagai sarana monitoring kesehatan yang memberikan informasi secara cepat dan mudah dipahami oleh pengguna.

D. Proses Identifikasi Kondisi Tekanan Darah

Pada penelitian ini, sensor MAX30102 digunakan untuk memperoleh sinyal *photoplethysmography* (PPG) dari ujung jari pengguna. Sinyal PPG merupakan sinyal optik yang dapat digunakan untuk memperoleh berbagai parameter fisiologis, termasuk denyut jantung (*Beat Per Minute/BPM*) dan saturasi oksigen (SpO_2), serta memiliki keterkaitan dengan kondisi sistem kardiovaskular dan tekanan darah [10], [11]. Penelitian terdahulu juga menunjukkan bahwa sinyal PPG memiliki potensi untuk digunakan dalam proses estimasi atau identifikasi tekanan darah secara non-invasif dengan bantuan metode *machine learning* dan jaringan saraf tiruan [11], [12]. Seperti penelitian oleh Tanveer dan Hasan [12] mengembangkan metode estimasi tekanan darah tanpa manset menggunakan sinyal ECG dan PPG.

Pada penelitian ini, parameter BPM dan SpO_2 yang diperoleh dari sensor MAX30102 digunakan sebagai masukan dalam proses identifikasi kondisi tekanan darah menggunakan metode *Artificial Neural Network* (ANN). ANN mempelajari pola hubungan antara nilai BPM dan SpO_2 dengan kondisi tekanan darah berdasarkan data yang digunakan pada proses pelatihan. Penggunaan ANN dalam permasalahan tekanan darah juga telah diterapkan pada penelitian terdahulu, baik untuk melakukan estimasi tekanan darah dari karakteristik sinyal PPG maupun sebagai bagian dari arsitektur jaringan saraf untuk pengolahan informasi fisiologis [11], [12].

Hasil pengolahan ANN pada penelitian ini menghasilkan identifikasi kondisi tekanan darah yang dikelompokkan menjadi tiga kategori, yaitu normal, hipertensi, dan hipotensi. Dengan pendekatan tersebut, sistem tidak melakukan pengukuran tekanan darah sistolik dan diastolik secara langsung dalam satuan mmHg menggunakan sensor MAX30102, tetapi melakukan identifikasi kondisi tekanan darah berdasarkan pola hubungan parameter BPM dan SpO_2 yang telah dipelajari oleh ANN. Pendekatan berbasis PPG untuk memperoleh informasi terkait tekanan darah telah banyak dikembangkan karena karakteristik sinyal PPG memiliki hubungan dengan perubahan fisiologis pada sistem kardiovaskular [10], [11]. Hasil identifikasi tersebut selanjutnya ditampilkan pada LCD dan disampaikan melalui notifikasi suara sebagai informasi awal kondisi kesehatan pengguna dalam proses *pre-job health screening*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perancangan Hardware

Perancangan perangkat keras dilakukan dengan mengintegrasikan beberapa komponen utama yang saling terhubung untuk membentuk sistem absensi sidik jari terintegrasi. Komponen-komponen tersebut meliputi mikrokontroler, sensor sidik jari, sensor PPG, media penyimpanan data, perangkat tampilan, serta modul keluaran suara yang bekerja secara terpadu dalam menjalankan fungsi sistem. Bentuk fisik perangkat beserta letak masing-masing komponen ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain Alat

Berdasarkan Gambar 2, setiap komponen memiliki fungsi yang berbeda sesuai dengan perannya dalam sistem absensi sidik jari terintegrasi. Penjelasan mengenai nama komponen dan fungsi masing-masing disajikan pada Tabel 1.

B. Kalibrasi Sensor MAX30102

Untuk mengetahui tingkat galat atau *error* pada sensor maka dilakukan perhitungan pada dua hasil nilai BPM [13]. Untuk perhitungan dan hasilnya dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Tabel Kalibrasi Sensor

No	BPM (MAX30102)	Alat Referensi (Oximeter)	Selisih
1	71	73	2
2	80	85	5
3	75	76	1
4	77	79	2
5	79	79	0
6	71	74	3
7	75	81	6
8	92	87	5
9	77	79	2
10	80	82	2
Jumlah	777	795	28
Rata-rata	77,7	79,5	2,8

Berdasarkan hasil kalibrasi yang dilakukan sebanyak 10 kali pengukuran, sensor MAX30102 menghasilkan nilai rata-rata pembacaan sebesar 77,7 BPM, sedangkan alat referensi berupa *pulse oximeter* menunjukkan rata-rata sebesar 79,5 BPM. Perbedaan rata-rata pembacaan kedua alat adalah 1,8 BPM, sedangkan rata-rata selisih absolut setiap pengukuran sebesar 2,8 BPM. Lalu *error* yang dihasilkan sebesar 2,26% dan akurasi yang didapatkan dari kesepuluh data tersebut adalah 97,74%. Perbedaan tersebut dapat disebabkan oleh karakteristik sensor PPG, posisi peletakan jari, kondisi aliran darah, serta pergerakan pengguna selama proses pengukuran.

C. Efisiensi Kinerja Sistem

Untuk mengukur efisiensi sistem, akan dilakukan pengujian waktu respon pada setiap tahapan. Target kinerja sistem dilakukan sebagai acuan keberhasilan prototipe dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Efisiensi Kinerja Sistem

Parameter Uji	Metode Pengukuran	Target Kinerja
Waktu verifikasi sidik jari	Stopwatch (Detik)	1 detik
Waktu pengambilan sinyal PPG	Stopwatch (Detik)	10 detik
Waktu proses estimasi	Stopwatch (Detik)	1 detik
Total waktu proses	Stopwatch (Detik)	< 20 detik

Tabel 3 menunjukkan efisiensi kinerja sistem absensi terintegrasi monitoring kesehatan yang dikembangkan. Pengujian dilakukan dengan mengukur waktu respon pada setiap tahapan proses menggunakan stopwatch, mulai dari proses verifikasi sidik jari, pengambilan sinyal *Photoplethysmography* (PPG), hingga proses estimasi tekanan darah. Target waktu tersebut ditetapkan agar sistem mampu memberikan informasi kondisi kesehatan pengguna secara cepat dan mendukung penerapan monitoring kesehatan secara *real-time*. Semakin kecil waktu respon yang dihasilkan, maka semakin baik tingkat efisiensi sistem dalam mendukung proses absensi dan deteksi dini kondisi kesehatan.

D. Penyimpanan Data Pada MicroSD

Setelah proses absensi dan deteksi kesehatan selesai dilakukan, sistem secara otomatis menyimpan hasil pengukuran ke dalam *microSD*. Penyimpanan data bertujuan sebagai media pencatatan (*logging*) sehingga seluruh riwayat absensi dan hasil deteksi kesehatan pengguna dapat tersimpan dan digunakan sebagai dokumentasi maupun

evaluasi [14]. Data yang tersimpan meliputi identitas pengguna, tanggal, waktu, nilai BPM, nilai SpO₂, serta hasil estimasi kondisi tekanan darah dapat dilihat pada gambar 3.

	A	B	C	D	E	F	G
1	ID	Nama	Tanggal	Jam	BPM	SpO2	Status
2	0	Alifian	22-06-2026	9:01:30	70	89	Normal
3	0	Alifian	22-06-2026	9:07:22	66	84	Normal
4	0	Alifian	22-06-2026	13:15:19	53	84	Hipotensi
5	0	Alifian	22-06-2026	13:16:00	71	91	Normal
6	0	Alifian	22-06-2026	13:16:48	92	93	Normal
7	0	Alifian	22-06-2026	13:17:21	60	89	Hipotensi

Gambar 3. Hasil Penyimpanan Data Pada *MicroSD*

Berdasarkan hasil pengujian, data berhasil disimpan secara otomatis setiap kali proses identifikasi sidik jari dan deteksi kesehatan selesai dilakukan. Setiap hasil pengukuran tercatat pada baris baru sehingga data sebelumnya tidak tertimpa. Hal ini menunjukkan bahwa modul *microSD* telah berfungsi dengan baik sebagai media penyimpanan data absensi dan monitoring kesehatan.

E. Percobaan Alat

Dalam percobaan ini dilakukan pengujian terhadap beberapa subjek penelitian. Setiap subjek dilakukan pengambilan data sebanyak 5 kali menggunakan alat yang dikembangkan. Pada sistem yang dikembangkan, nilai BPM dan SpO₂ yang diperoleh dari sensor MAX30102 digunakan sebagai parameter masukan untuk proses identifikasi kondisi tekanan darah menggunakan Artificial Neural Network (ANN). Hasil proses identifikasi tersebut berupa tiga kategori, yaitu normal, hipertensi, dan hipotensi, yang selanjutnya diteruskan ke bagian keluaran untuk ditampilkan pada LCD. Hasil implementasi keluaran sistem pada masing-masing kategori ditunjukkan pada Gambar 4 sampai Gambar 6.



Gambar 4. Tampilan LCD Pada Kategori Normal

Gambar 4 menunjukkan tampilan LCD ketika sistem mengidentifikasi kondisi pengguna dalam kategori normal. LCD menampilkan nilai BPM dan SpO₂ hasil pembacaan sensor MAX30102, kemudian menampilkan status kondisi tekanan darah “Normal”. Tampilan tersebut menunjukkan bahwa hasil parameter fisiologis telah diteruskan ke bagian keluaran sistem untuk memberikan informasi kondisi pengguna.



Gambar 5. Tampilan LCD Pada Kategori Hipertensi

Gambar 5 menunjukkan tampilan LCD ketika sistem mengidentifikasi kondisi pengguna dalam kategori hipertensi. Berdasarkan hasil pembacaan sensor, diperoleh nilai BPM sebesar 75 dan SpO_2 sebesar 89%, kemudian sistem menampilkan status “Hipertensi” pada LCD. Tampilan ini menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan keluaran identifikasi kondisi tekanan darah berdasarkan parameter fisiologis yang diperoleh dari sensor.



Gambar 6 Tampilan LCD Pada Kategori Hipotensi

Gambar 6 menunjukkan tampilan LCD ketika sistem mengidentifikasi kondisi pengguna dalam kategori hipotensi. Pada pengujian tersebut, LCD menampilkan nilai BPM sebesar 54 dan SpO_2 sebesar 89%, kemudian hasil identifikasi sistem ditampilkan sebagai “Hipotensi”. Tampilan tersebut menunjukkan bahwa keluaran sistem dapat memberikan informasi kondisi pengguna dalam kategori hipotensi berdasarkan hasil parameter fisiologis.

Hasil pengujian ini akan menjadi acuan dalam menentukan performa sistem secara keseluruhan, meliputi kemampuan identifikasi kondisi pengguna, tingkat kesalahan (*error*), serta tingkat akurasi berdasarkan perbandingan dengan hasil pengukuran menggunakan alat referensi. Berikut adalah tabel percobaan alat dapat dilihat pada Tabel 4, Tabel 5, Tabel 6.

Tabel 4. Percobaan Alat Pada Pasien Normal

No	Nama	BPM	SpO_2 (%)	Hasil Identifikasi Alat	Alat Referensi (tensimeter)	Keterangan
1	Responden 1	64	89	Normal	Normal	Berhasil
		61	89	Normal	Normal	Berhasil
		71	85	Normal	Normal	Berhasil
		66	92	Normal	Normal	Berhasil
		78	91	Normal	Normal	Berhasil
2	Responden 2	68	92	Normal	Normal	Berhasil
		58	81	Hipotensi	Normal	Gagal
		71	87	Normal	Normal	Berhasil
		75	93	Normal	Normal	Berhasil

		73	89	Normal	Normal	Berhasil
3	Responden 3	79	98	Normal	Normal	Berhasil
		72	97	Normal	Normal	Berhasil
		65	89	Normal	Normal	Berhasil
		75	92	Normal	Normal	Berhasil
		68	93	Normal	Normal	Berhasil

Tabel 5. Percobaan Alat Pada Pasien Hipertensi

No	Nama	BPM	SpO ₂ (%)	Hasil Identifikasi Alat	Alat Referensi (tensimeter)	Keterangan
4	Responden 4	67	83	Normal	Hipertensi	Gagal
		86	91	Hipertensi	Hipertensi	Berhasil
		81	93	Hipertensi	Hipertensi	Berhasil
		87	85	Hipertensi	Hipertensi	Berhasil
		84	90	Hipertensi	Hipertensi	Berhasil
5	Responden 5	86	90	Hipertensi	Hipertensi	Berhasil
		84	91	Hipertensi	Hipertensi	Berhasil
		91	95	Hipertensi	Hipertensi	Berhasil
		86	93	Hipertensi	Hipertensi	Berhasil
		82	86	Hipertensi	Hipertensi	Berhasil
6	Responden 6	89	95	Hipertensi	Hipertensi	Berhasil
		84	91	Hipertensi	Hipertensi	Berhasil
		65	81	Normal	Hipertensi	Gagal
		82	86	Hipertensi	Hipertensi	Berhasil
		93	89	Hipertensi	Hipertensi	Berhasil

Tabel 6. Percobaan Alat Pada Pasien Hipotensi

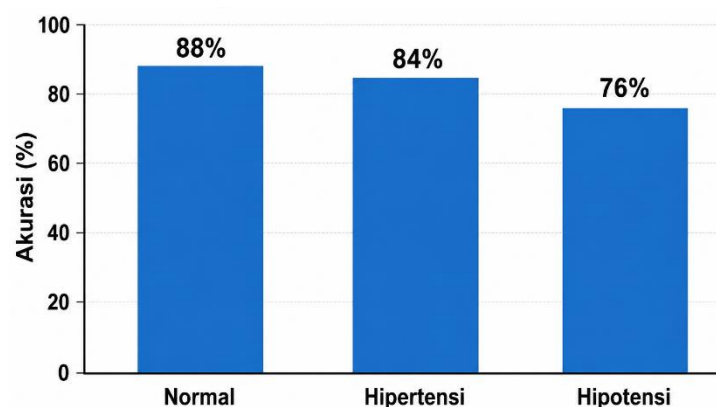
No	Nama	BPM	SpO ₂ (%)	Hasil Identifikasi Alat	Alat Referensi (tensimeter)	Keterangan
7	Responden 7	58	79	Hipotensi	Hipotensi	Berhasil
		54	81	Hipotensi	Hipotensi	Berhasil
		56	84	Hipotensi	Hipotensi	Berhasil
		68	85	Normal	Hipotensi	Gagal
		52	87	Hipotensi	Hipotensi	Berhasil
8	Responden 8	52	83	Hipotensi	Hipotensi	Berhasil
		71	82	Normal	Hipotensi	Gagal
		60	89	Hipotensi	Hipotensi	Berhasil
		56	85	Hipotensi	Hipotensi	Berhasil
		57	87	Hipotensi	Hipotensi	Berhasil
9	Responden 9	52	78	Hipotensi	Hipotensi	Berhasil
		54	82	Hipotensi	Hipotensi	Berhasil
		65	73	Normal	Hipotensi	Gagal
		56	75	Hipotensi	Hipotensi	Berhasil
		51	80	Hipotensi	Hipotensi	Berhasil

Pengujian alat dilakukan terhadap 15 responden yang terdiri atas tiga kategori kondisi tekanan darah, yaitu normal, hipertensi, dan hipotensi. Setiap responden menjalani lima kali pengujian menggunakan alat yang dikembangkan sehingga diperoleh 75 data pengujian secara keseluruhan. Mengingat keterbatasan ruang pada penulisan paper, Tabel 4, Tabel 5, dan Tabel 6 hanya menampilkan sebagian data pengujian sebagai representasi dari masing-masing kategori. Hasil identifikasi alat kemudian dibandingkan dengan hasil pengukuran menggunakan tensimeter sebagai acuan (*ground truth*) untuk menentukan apakah identifikasi yang dihasilkan sistem sesuai atau tidak.

Tabel 7. Rekapitulasi Error Setiap Kategori

Kategori	Jumlah Data	Berhasil	Gagal	Error (%)	Akurasi (%)
Normal	25	22	3	12	88
Hipertensi	25	21	4	16	84
Hipotensi	25	19	6	24	76

Tabel 7 menyajikan rekapitulasi hasil pengujian seluruh data yang diperoleh. Berdasarkan hasil pengujian, kategori normal memperoleh 22 data berhasil dari 25 data pengujian dengan akurasi sebesar 88%. Kategori hipertensi memperoleh 21 data berhasil dengan akurasi sebesar 84%, sedangkan kategori hipotensi memperoleh 19 data berhasil dengan akurasi sebesar 76%. Perbedaan akurasi menunjukkan bahwa kemampuan sistem dalam mengidentifikasi kondisi tekanan darah berbeda pada setiap kategori, dengan kategori normal memiliki hasil identifikasi paling baik dan kategori hipotensi memiliki tingkat kesalahan paling tinggi. Untuk mempermudah perbandingan tingkat akurasi pada setiap kategori, hasil pengujian divisualisasikan dalam bentuk grafik batang seperti ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Perbandingan Akurasi Identifikasi Kondisi Tekanan Darah

Berdasarkan gambar 7, kategori normal memiliki tingkat akurasi tertinggi sebesar 88%, diikuti kategori hipertensi sebesar 84%, sedangkan kategori hipotensi memiliki akurasi terendah sebesar 76%. Selisih akurasi antara kategori normal dan hipotensi sebesar 12%, yang menunjukkan bahwa identifikasi pada kondisi hipotensi masih memiliki tingkat kesalahan yang lebih tinggi dibandingkan dua kategori lainnya. Kondisi tersebut dapat dipengaruhi oleh variasi karakteristik fisiologis responden serta proses pengambilan sinyal PPG, seperti posisi jari dan pergerakan selama pengukuran. Hasil ini menunjukkan bahwa kategori hipotensi masih menjadi kondisi yang perlu mendapatkan perhatian dalam pengembangan sistem selanjutnya.

IV. KESIMPULAN

. Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem absensi sidik jari yang terintegrasi dengan monitoring tekanan darah non-invasif sebagai sarana *pre-job health screening*. Sistem memanfaatkan sensor sidik jari AS608 untuk proses autentikasi pengguna serta sensor MAX30102 untuk memperoleh parameter fisiologis berupa

denyut jantung (BPM) dan saturasi oksigen (SpO₂), yang selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam mengidentifikasi kondisi tekanan darah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengintegrasikan proses absensi dan monitoring kesehatan dalam satu alur kerja dengan waktu proses kurang dari 20 detik. Selain itu, hasil identifikasi kondisi tekanan darah memperoleh tingkat akurasi sebesar 88% pada kategori normal, 84% pada kategori hipertensi, dan 76% pada kategori hipotensi berdasarkan 75 data pengujian dari 15 responden. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan berpotensi mendukung deteksi dini kondisi kesehatan pekerja sebelum memulai aktivitas sehingga dapat membantu meningkatkan aspek keselamatan kerja pada lingkungan berisiko tinggi.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Yuliandi and E. Ahman, "PENERAPAN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3) DI LEMBANG APPLICATION OF WORK SAFETY AND HEALTH (K3) IN THE WORK ENVIRONMENT OF ARTIFICIAL INSEMINATION (BIB) LEMBANG," vol. 18, no. 2, pp. 98–109, 2019.
- [2] M. Pauzan and I. Yanti, "Sistem Absensi Fingerprint Berbasis Arduino dengan Data Penyimpanan di Micro SD," vol. 12, no. 2, pp. 663–677, 2022.
- [3] D. Anggriani and S. Bandawati, "Pemanfaatan Sistem Absensi Berbasis Biometrik (Fingerprint) untuk Meningkatkan Kedisiplinan Siswa," vol. 2, no. 1, pp. 129–135, 2025.
- [4] I. Syahputra and Y. Windusari, "Determinan kecelakaan kerja pada peserta BPJS ketenagakerjaan cabang Palembang," vol. 16, no. 7, pp. 660–672, 2023.
- [5] U. Malay, S. Yada, and U. Gedangan, "Design of Attendance with Oxygen level Monitoring System (AOxyM)," pp. 23–26, 2021.
- [6] I. Raber *et al.*, "Orthostatic Hypotension in Hypertensive Adults : Harry Goldblatt Award for Early Career Investigators 2021," vol. 79, no. 204, pp. 2388–2396, 2022, doi: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.122.18557.
- [7] R. Muhardina, J. Rekayasa, and S. Komputer, "Prediksi Risiko Penyakit Hipertensi Menggunakan Metode Extreme Learning Machine (ELM) [1]," vol. 12, no. 02, 2025.
- [8] E. R. Bugis, A. C. N. Aidha, D. Yama, and H. Kumarajati, "Alat Monitoring Detak Jantung Portable Menggunakan Sensor MAX30102," vol. 12, no. 3, pp. 1–8, 2024.
- [9] R. Mutmainah, H. Susilawati, and S. Nurpadillah, "Jurnal FUSE – Teknik Elektro Monitoring Riwayat Tekanan Darah Lansia Di Posyandu Dengan Menggunakan Sensor MPX5700AP Monitoring Blood Pressure History in Elderly At Posyandu Using The MPX5700AP Sensor," vol. 3, no. 1, pp. 45–54, 2023.
- [10] C. Qin, X. Wang, G. Xu, and X. Ma, "Advances in Cuffless Continuous Blood Pressure Monitoring Technology Based on PPG Signals," *Biomed Res. Int.*, vol. 2022, p. 16, 2022, doi: 10.1155/2022/8094351.
- [11] M. H. Chowdhury *et al.*, "Estimating Blood Pressure from the Photoplethysmogram Signal and Demographic Features Using Machine Learning Techniques," *Sensors*, vol. 20, no. 11, p. 3127, 2020.
- [12] S. Tanveer and K. Hasan, "Cuffless Blood Pressure Estimation from Electrocardiogram and Photoplethysmogram Using Waveform Based ANN-LSTM Network," *Biomed. Signal Process. Control*, vol. 51, pp. 382–392, 2019.
- [13] M. A. Arroyo-ramírez, I. Machorro-cano, A. J. Reyes-delgado, J. E. González-díaz, and J. L. Sánchez-cervantes, "Cuff-Less Estimation of Blood Pressure and Detection of Hypertension / Arteriosclerosis from Fingertip PPG Using Machine Learning : An Experimental Study," vol. 15, no. 11829, pp. 1–23, 2025.
- [14] E. Estrada, N. F. Lucyani Dumatubun, and R. M. N. Betaubun, "Evaluasi Sistem Absensi Online Sebagai Alat Monitoring Kehadiran dan," *Papsel Econ. J.*, vol. 2, no. 2, pp. 10–16, 2025.