

Perancangan IoT-Based Sport Health Assistant untuk Monitoring Kesehatan Saat Berolahraga

Prototype of an IoT-Based Sport Health Assistant for Health Monitoring During Exercise

Fajar Suryani¹, Nurchim², Ian Putra Prasetya³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Duta Bangsa Surakarta, Surakarta, Indonesia

¹fajar_suryani@udb.ac.id, ²nurchim@udb.ac.id, ³202020454@mhs.udb.ac.id

Abstract

Sudden cardiac death during exercise often occurs due to the lack of real-time monitoring of the body's physiological condition. This study aims to design an IoT-Based Sport Health Assistant to monitor health parameters during physical activity by measuring heart rate, body temperature, and oxygen saturation (SpO₂) in real time. The system utilizes an ESP32 microcontroller, a MAX30100 sensor for heart rate and SpO₂, and an MLX90614 sensor for body temperature. Data is transmitted periodically to a Node.js server, stored in a PostgreSQL database, and visualized in graphs on a web-based application. The prototype is designed to be portable and can be worn on the arm using an armband. Testing was conducted on 10 subjects aged 18–30 years by comparing the device's readings with standard medical tools such as a pulse oximeter and an infrared thermometer. The results from all three sensors (heart rate, oxygen, temperature) yielded *p*-values greater than 0.05, indicating that the system performed well. This prototype offers a potential early solution for preventing health risks during exercise.

Keywords: IoT; sports health; heart rate; body sensors; ESP32; real-time monitoring.

Abstrak

Kematian mendadak saat berolahraga sering terjadi akibat kurangnya pemantauan kondisi tubuh secara real-time. Penelitian ini bertujuan merancang IoT-Based Sport Health Assistant untuk memonitor kesehatan saat berolahraga dengan mengukur detak jantung, suhu tubuh, dan kadar oksigen (SpO₂) secara langsung selama aktivitas fisik. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor MAX30100 untuk detak jantung dan SpO₂, serta sensor MLX90614 untuk suhu tubuh. Data dikirim secara berkala ke server Node.js, disimpan dalam database PostgreSQL, dan ditampilkan dalam grafik pada aplikasi berbasis web. Prototipe dirancang portabel dan dapat dipasang di lengan menggunakan armband. Pengujian dilakukan pada 10 subjek berusia 18–30 tahun dengan membandingkan hasil alat dengan alat medis standar seperti oximeter dan termometer inframerah. Hasil ketiga sensor (detak jantung, oksigen, suhu) memiliki *p*-value > 0.05, hal tersebut menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan baik. Prototipe ini dapat menjadi solusi awal dalam upaya pencegahan risiko kesehatan saat berolahraga.

Kata kunci: IoT; kesehatan olahraga; detak jantung; sensor tubuh; ESP32; pemantauan real-time.

1. Pendahuluan

Kemajuan teknologi *Internet of Things* (IoT) telah merevolusi bidang kesehatan, memungkinkan pemantauan kondisi fisiologis secara *real-time* yang sangat bermanfaat bagi atlet untuk meningkatkan performa dan mencegah cedera [1]. Penggunaan perangkat *wearable* yang terintegrasi dengan sistem IoT juga memungkinkan pengumpulan data biometrik secara terus-menerus, yang sangat berguna untuk intervensi dini dalam situasi darurat [2].

Namun, sebagian besar sistem monitoring kesehatan masih berfokus pada pelayanan rumah sakit atau pasien lanjut usia, dan belum banyak diterapkan secara

khusus dalam konteks olahraga atau aktivitas fisik intensif [3].

Selain itu, beberapa alat yang tersedia di pasaran bersifat mahal dan tidak fleksibel untuk digunakan oleh atlet pemula atau pada skala komunitas [4]. Di sisi lain, masyarakat umum yang melakukan olahraga rekreasi di taman, pusat kebugaran, atau lingkungan perumahan sering kali tidak memiliki akses terhadap perangkat pemantauan kesehatan yang memadai [5]. Tidak adanya sistem yang mampu mendeteksi kondisi fisiologis secara *real-time* menyebabkan keterlambatan dalam memberikan pertolongan saat terjadi gangguan serius seperti serangan jantung mendadak [6]. Ketiadaan ini

menunjukkan adanya kesenjangan antara ketersediaan teknologi kesehatan dan kebutuhan nyata di lapangan, terutama dalam konteks olahraga non-profesional yang justru menyumbang sebagian besar kasus kematian mendadak yang tak terduga.

Kematian mendadak saat berolahraga (*sudden cardiac death*) menjadi perhatian serius, terutama karena sering terjadi pada individu yang tampak sehat dan aktif secara fisik. Insiden *sudden cardiac death* (SCD) pada atlet muda diperkirakan 0,98%–1,91% per tahun, dengan pria memiliki risiko lebih tinggi daripada wanita [7], dan di Australia, 6% dari semua kasus SCD terkait olahraga pada rentang usia 10–35 tahun [8]. Kondisi ini umumnya dipicu oleh gangguan irama jantung atau kelainan jantung bawaan seperti kardiomiopati hipertrofik, yang sering kali tidak terdeteksi melalui pemeriksaan fisik rutin [9].

Cosoli dkk [10] mengevaluasi akurasi dan presisi perangkat *wearable* dalam mengukur detak jantung saat aktivitas renang menggunakan tiga perangkat komersial, yaitu Polar H10, Polar Vantage V2, dan Garmin Venu Sq. Hasil menunjukkan bahwa kinerja perangkat menurun secara signifikan dalam kondisi basah, terutama karena gangguan dari air dan gerakan lengan, dengan deviasi pengukuran mencapai 13–56 bpm.

Penelitian Madavarapu dkk [11] mengembangkan HOT Watch, sebuah *wearable* IoT yang mengintegrasikan sensor MLX90614 (suhu), MAX30100 (detak jantung & SpO₂), dan AD8232 (ECG), serta mendukung notifikasi *real-time* dan pelacakan GPS untuk situasi darurat. Alat ini mencapai akurasi pengukuran >99 %, serta menunjukkan kemampuan pemantauan kondisi fisiologis secara *mobile* dan terhubung ke *cloud*, menjadikannya kontribusi nyata dalam *wearable* kesehatan.

Menurut Wahyudi dan Fauziah [12], pentingnya deteksi dini terhadap gejala kelelahan ekstrem dan tekanan fisiologis menjadi krusial dalam upaya pencegahan kematian mendadak, khususnya di lingkungan olahraga. Salah satu solusi yang mulai diimplementasikan di beberapa negara adalah pemanfaatan perangkat *wearable* dan sistem monitoring *real-time* berbasis IoT untuk memantau tanda-tanda vital secara kontinu [13]. Dengan demikian, intervensi medis dapat dilakukan lebih cepat sebelum kondisi kritis terjadi [12].

Penelitian ini menghadirkan inovasi signifikan dalam sistem pemantauan kesehatan olahraga berbasis IoT untuk pengguna non-profesional, dengan desain *wearable* portabel dan fungsi *real-time* yang dapat digunakan langsung saat aktivitas fisik [11]. Berbeda dari perangkat komersial seperti *smartwatch* yang bekerja dalam ekosistem tertutup (*closed system*), prototipe ini memanfaatkan *platform* terbuka (*open-platform*) yang memungkinkan akses ke data mentah

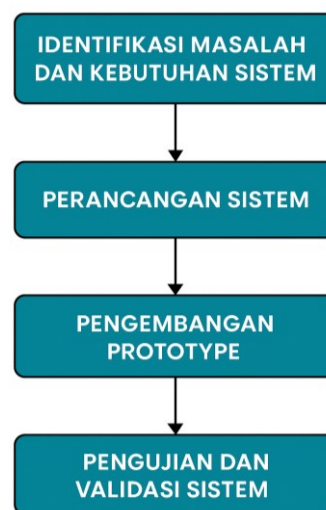
dan integrasi ke aplikasi atau layanan kesehatan digital tanpa batasan vendor [14].

Sensor MAX30100 dan MLX90614 ditempatkan pada posisi *armband*, memberikan akurasi optimal dalam pengukuran detak jantung, SpO₂, dan suhu tubuh tanpa mengganggu mobilitas sebuah keunggulan dibandingkan model *chest-straps* atau *wearable* umum [11]. Selain itu, data pengguna direkam longitudinal secara otomatis dalam *database cloud*, menambah kemampuan analisis mendalam dan pembelajaran pola kesehatan seiring waktu respons yang efektif terhadap kebutuhan monitoring berkelanjutan [15].

Aspek pencegahan kematian mendadak juga menjadi prioritas. Penelitian menunjukkan bahwa olahraga intens dapat memicu *sudden cardiac death* meskipun infrastruktur olahraga terlihat normal [16]. Dengan pemantauan *real-time* dan algoritma deteksi dini, sistem ini mendukung deteksi awal tanda-tanda krisis kardiovaskular, memungkinkan respons medis lebih cepat dan potensi penurunan angka kematian mendadak pada populasi olahraga non-profesional [17].

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang *IoT-Based Sport Health Assistant* untuk monitoring kesehatan saat berolahraga yang mampu memantau parameter vital secara *real-time* guna meningkatkan keselamatan, kenyamanan individu selama berolahraga.

2. Metodologi Penelitian



Gambar 1. Alur Penelitian

Untuk mewujudkan sistem monitoring kesehatan berbasis IoT yang mampu melakukan pemantauan *real-time* saat berolahraga, maka digunakan pendekatan rekayasa prototipe (*prototype engineering approach*) [19]. Metodologi ini dinilai sesuai untuk menghasilkan sistem fungsional secara iteratif dan dapat diuji serta disempurnakan berdasarkan hasil evaluasi pengguna maupun kinerja sistem [20]. Penelitian ini bersifat terapan dengan pendekatan

kuantitatif melalui perancangan dan pengujian sistem yang dilakukan secara eksperimental [21]. Tahapan penelitian ini dibagi menjadi 4 langkah utama:

1. Identifikasi masalah dan kebutuhan sistem

Studi literatur dan observasi awal dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan monitoring kesehatan atlet, serta risiko-risiko fisiologis yang perlu dideteksi secara *real-time*.

2. Perancangan sistem

Tahap ini meliputi perancangan arsitektur perangkat keras dan perangkat lunak. Diagram blok sistem dibuat untuk menggambarkan aliran data dari sensor ke mikrokontroler hingga ke tampilan antarmuka pengguna.

3. Pengembangan *prototype*

Prototipe dirakit menggunakan sensor MAX30100 (untuk detak jantung dan oksigen dalam darah) dan sensor MLX90614 (untuk suhu tubuh), yang dihubungkan dengan mikrokontroler ESP32. Data dikirim secara nirkabel ke *platform* IoT berbasis web.

4. Pengujian dan validasi sistem

Pengujian dan validasi sistem merupakan tahap penting dalam proses pengembangan untuk memastikan bahwa perangkat keras dan perangkat lunak yang dirancang berfungsi sesuai dengan kebutuhan dan spesifikasi. Tahap ini dilakukan untuk menguji keakuratan pengukuran sensor, kestabilan koneksi IoT, serta keandalan aplikasi dalam menampilkan data secara *real-time*. Selain itu, validasi dilakukan guna memastikan bahwa sistem mampu memberikan informasi yang relevan dan responsif terhadap kondisi pengguna saat berolahraga. Dengan adanya pengujian ini, diharapkan sistem dapat berjalan optimal dan siap digunakan dalam situasi nyata.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Identifikasi Kebutuhan

Penelitian ini diawali dengan identifikasi masalah melalui pengamatan terhadap kasus kematian mendadak saat berolahraga, seperti kejadian di Bogor (7 Juli 2023) [22] dan Kalimantan Utara (29 Juli 2023)[23], yang diduga disebabkan oleh serangan jantung dan *heatstroke*. Fenomena ini menunjukkan adanya risiko kesehatan serius yang dapat terjadi tanpa gejala awal yang jelas.

Wawancara dengan Dr. Andrew Santoso dari RS Triharsi Surakarta mengungkap bahwa masyarakat sering berolahraga tanpa pemantauan kondisi fisik secara *real-time*. Beliau menekankan pentingnya pemantauan tanda vital tubuh untuk mencegah kejadian fatal saat beraktivitas fisik. Oleh karena itu,

dibutuhkan sistem berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk membantu deteksi dini risiko kesehatan saat olahraga.

Pada tahap ini, dilakukan pengumpulan kebutuhan pengguna melalui studi pustaka, observasi wawancara dengan Dr. Andrew Santoso terhadap aktivitas fisik yang umum dilakukan di masyarakat. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa parameter vital yang paling relevan untuk dipantau saat berolahraga adalah:

- Detak jantung (bpm)
- Saturasi oksigen (SpO₂)
- Suhu tubuh

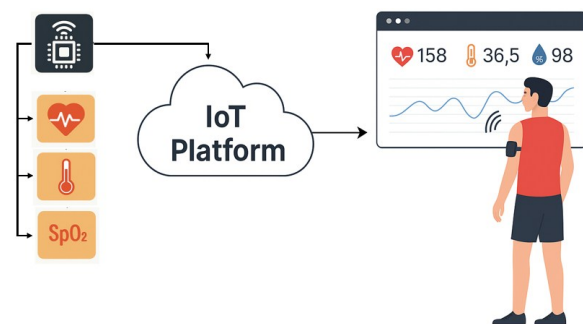
Batasan nilai normal ditentukan berdasarkan hasil wawancara, yaitu detak jantung 60–100 bpm, SpO₂ > 95%, dan suhu tubuh 36–37,5°C saat beristirahat. Sebagai bagian dari pengujian prototipe, penelitian ini memusatkan perhatian pada aktivitas olahraga ringan yaitu jogging menggunakan treadmill untuk memperoleh data vital tubuh secara terkontrol. Subjek yang digunakan dalam pengujian sistem berjenis kelamin pria atau wanita dengan rentang usia antara 18 hingga 30 tahun.

3.2. Perancangan Sistem

Sistem dirancang dengan arsitektur tiga lapis, yaitu perangkat keras (*hardware*), pemrosesan data (*software*), dan penyajian informasi (*user interface*). Komponen utama meliputi:

- Sensor MAX30100 untuk mengukur detak jantung dan SpO₂.
- Sensor MLX90614 untuk mengukur suhu tubuh tanpa kontak.
- ESP32 sebagai mikrokontroler sekaligus pengirim data ke cloud.
- PostgreSQL sebagai media penyimpanan dan komunikasi data *real-time*.
- NodeJS sebuah environment berbasis *website* untuk menampilkan data secara langsung dari hasil monitoring.

3.2.1. Alur Kerja Sistem



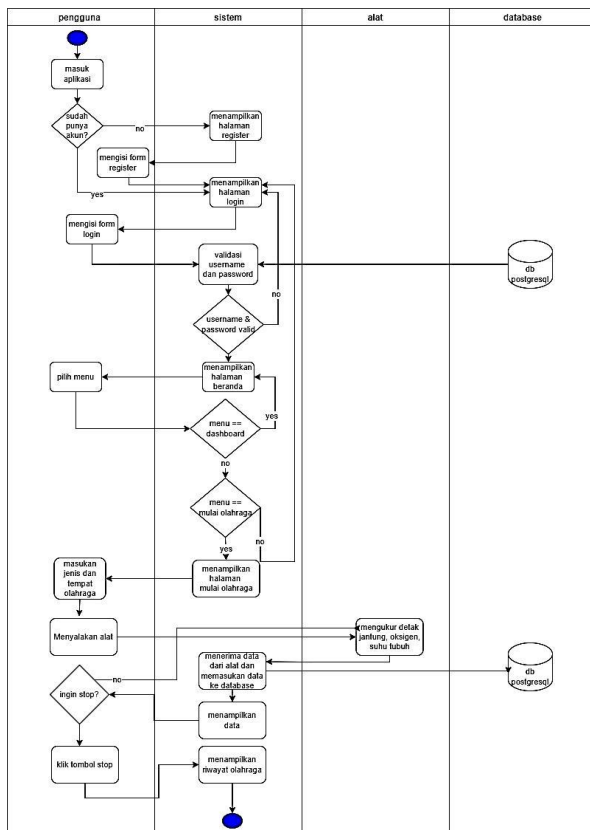
Gambar 2. Alur Kerja Sistem

Gambar 2 menggambarkan mekanisme kerja sistem pemantauan kesehatan berbasis Internet of Things

(IoT) yang dirancang untuk mendeteksi kondisi fisiologis pengguna secara *real-time* saat berolahraga. Sensor yang terhubung dengan mikrokontroler (seperti ESP32) bertugas mengukur parameter vital tubuh seperti detak jantung, suhu tubuh, dan kadar oksigen dalam darah (SpO₂). Data dari sensor kemudian dikirim ke IoT *Platform* melalui koneksi nirkabel, yang berfungsi sebagai media penyimpanan dan pengolahan data secara daring. *Platform* ini memungkinkan visualisasi data secara langsung dalam bentuk dashboard yang mudah dipahami oleh pengguna, menampilkan indikator numerik dan grafik tren kesehatan. Dengan sistem ini, pengguna dapat memantau kondisi tubuh mereka secara *real-time*.

3.2.2 Alur Penggunaan Sistem

Pada alur penggunaan sistem user memulai dengan *login* ke aplikasi. Jika belum memiliki akun, pengguna perlu registrasi dengan memasukkan kode alat. Setelah berhasil masuk, pengguna akan diarahkan ke dashboard yang menampilkan data kesehatan berdasarkan tanggal. Untuk mulai pemantauan, pengguna memilih menu “Mulai Olahraga”, lalu memilih jenis dan lokasi olahraga. Setelah itu, pengguna menghidupkan alat, menghubungkannya ke Wi-Fi, dan memulai olahraga. Selama olahraga, alat secara otomatis mencatat detak jantung, suhu tubuh, dan kadar oksigen setiap 1 menit, lalu mengirim data ke server. Server menyimpan data ke *database* dan menampilkannya dalam bentuk grafik *real-time*.



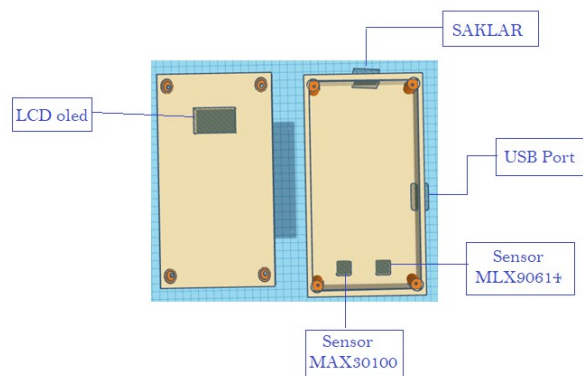
Gambar 3. Activity Diagram Alur Penggunaan Sistem

Setelah selesai, pengguna menekan tombol “Stop Olahraga” dan diarahkan ke riwayat olahraga, di mana seluruh data aktivitas dapat dilihat kembali.

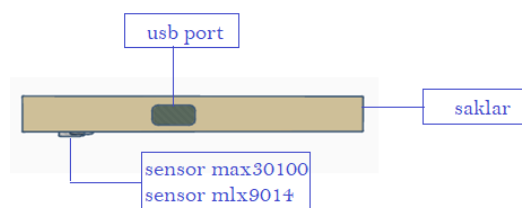
3.2.3. Perancangan Desain Packaging

Perancangan desain *packaging* merupakan tahap penting dalam pengembangan perangkat *wearable*, terutama untuk memastikan alat dapat digunakan dengan nyaman, aman, dan sesuai dengan aktivitas penggunanya. Pada penelitian ini, desain kemasan difokuskan pada bentuk portabel dan ergonomis agar mudah dikenakan di lengan melalui media *armband*.

Selain memperhatikan aspek fungsionalitas, desain juga mempertimbangkan perlindungan sensor dan komponen elektronik dari benturan serta keringat selama aktivitas fisik. Oleh karena itu, digunakan material ringan dan tahan lama, serta proses pencetakan wadah dilakukan menggunakan teknologi *3D printing* untuk menyesuaikan dimensi dan bentuk yang optimal. *Packaging* yang baik diharapkan tidak hanya melindungi perangkat, tetapi juga meningkatkan pengalaman pengguna dalam memanfaatkan alat ini saat berolahraga. Berikut gambar desain *packaging*:



Gambar 4. Package Design tampak atas



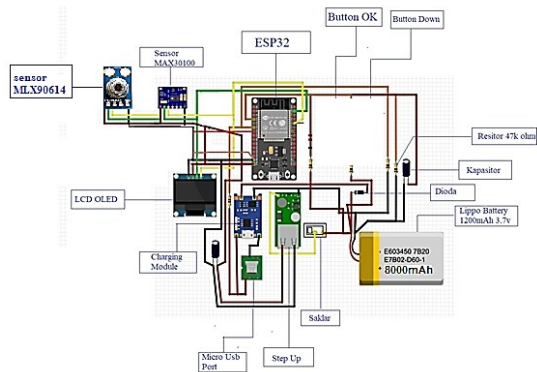
Gambar 5. Package Design tampak samping

Alat dipackage dengan hasil Print 3D. LCD dipasang pada bagian atas untuk menunjukkan *display* saklar dipasang pada bagian samping. Begitu juga dengan *usb port*. Sensor MAX30100 dan MLX90614 dipasang pada bagian bawah agar dapat berkontraksi dengan kulit pada bagian lengan. Untuk selanjutnya, alat akan dimasukkan ke dalam tas khusus menyerupai *armband* untuk dapat dipasang di lengan.

3.2.4. Desain Rangkaian

Alat ini dikendalikan oleh ESP32, sebuah mikrokontroler yang menjadi pusat sistem. ESP32 menerima program dari komputer dan mengatur semua komponen.

1. Sensor MAX30100 mengukur detak jantung dan kadar oksigen (SpO_2).
2. Sensor MLX90614 mengukur suhu tubuh pengguna.
3. Layar OLED 128x64 menampilkan menu awal, alarm, dan status alat.
4. Saklar digunakan untuk menyalakan atau mematikan alat.
5. Port USB berfungsi untuk memasukkan program dan mengisi daya.
6. Modul Charging digunakan saat baterai diisi ulang.
7. Resistor dan kapasitor menjaga kestabilan arus listrik.
8. Step Up menaikkan tegangan dari baterai 3.3V menjadi 5V.
9. Dioda melindungi alat dari tegangan balik.
10. Baterai LiPo 8000mAh menjadi sumber daya utama alat ini.

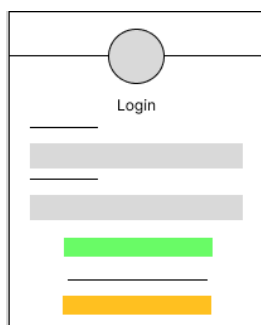


Gambar 6. Desain Rangkaian

3.2.5. Desain UI sistem

Desain Halaman Login

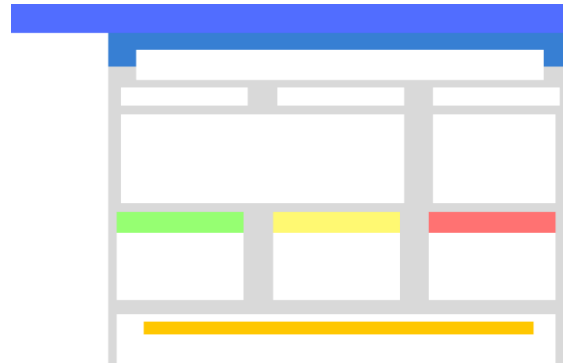
Desain Halaman ini merupakan desain tampilan yang digunakan oleh pengguna untuk melakukan login maupun register akun menggunakan kode alat yang telah terdaftar.



Gambar 7. Desain Halaman Login

Desain Halaman Dashboard

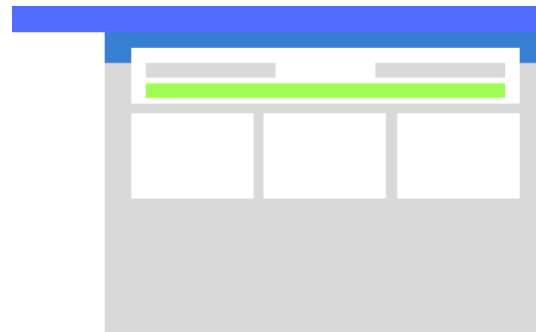
Desain halaman ini digunakan untuk menunjukkan informasi pengukuran yang telah dilakukan oleh pengguna.



Gambar 8. Desain Halaman Dashboard

Desain Halaman Mulai Olahraga

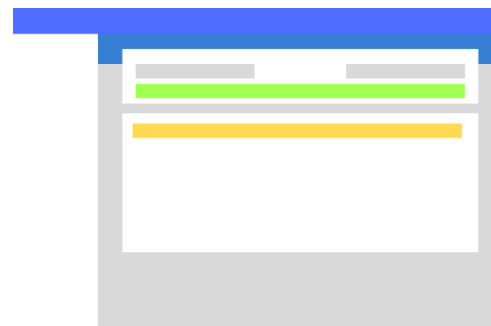
Desain halaman ini nantinya akan digunakan user untuk melakukan pencatatan detak jantung, suhu tubuh dan kadar oksigen saat olahraga.



Gambar 9. Desain Halaman Mulai Olahraga

Desain Halaman Riwayat Olahraga

Desain halaman ini digunakan untuk pengguna agar dapat melihat riwayat olahraga yang pernah dilakukan.



Gambar 10. Desain Halaman Riwayat Olahraga

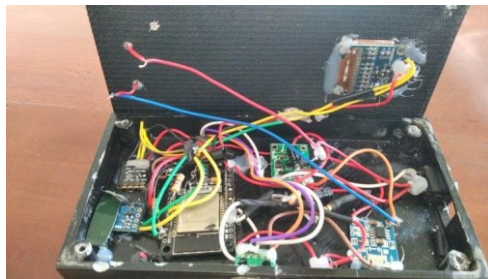
3.3. Pengembangan Prototype

3.3.1. Hasil Perakitan Hardware

Alat ini dirancang dengan bentuk menyerupai ponsel agar praktis digunakan saat berolahraga. Casing alat dibuat menggunakan teknologi cetak 3D dan dirancang agar dapat dipasang di *armband* (pengikat lengan). Sensor diletakkan di bagian belakang alat sehingga dapat langsung bersentuhan dengan kulit saat dikenakan di lengan, memungkinkan pengukuran data kesehatan secara optimal selama aktivitas fisik.

3.3.2. Hasil Pengembangan Software

Hasil pengembangan perangkat lunak terdiri dari beberapa halaman utama yang saling terintegrasi. Halaman login (Gambar 13) berfungsi sebagai gerbang awal pengguna untuk mengakses sistem, dengan opsi registrasi bagi pengguna baru menggunakan kode



Gambar 11. Hasil Perakitan Alat Bagian Dalam



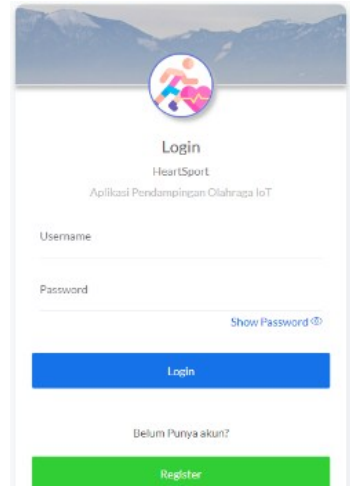
(a)



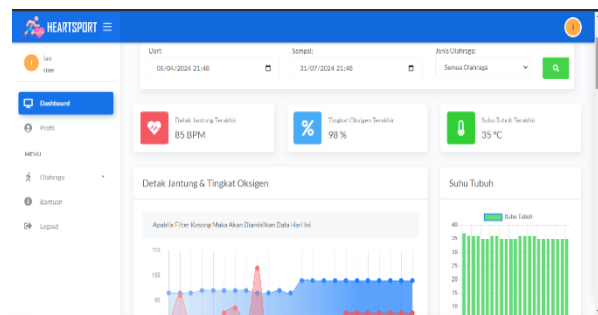
(b)

Gambar 12. Hasil Perakitan Alat Bagian Depan (a) dan Bagian Belakang(b)

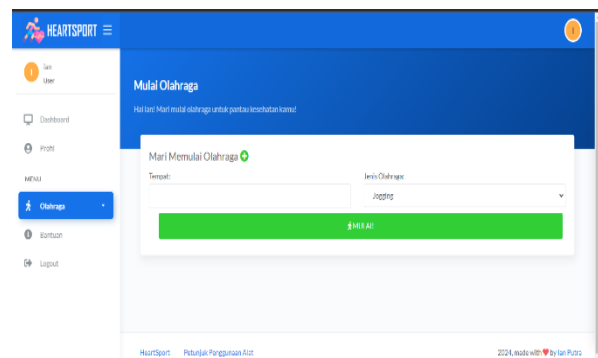
perangkat. Setelah berhasil masuk, pengguna diarahkan ke halaman dashboard (Gambar 14) yang menampilkan rangkuman data kesehatan berdasarkan riwayat pencatatan dan filter tanggal. Untuk memulai sesi pemantauan kesehatan saat beraktivitas fisik, pengguna dapat mengakses halaman mulai olahraga (Gambar 15), di mana mereka memilih jenis dan lokasi olahraga. Selama olahraga berlangsung, data detak jantung, suhu tubuh, dan kadar oksigen tercatat secara otomatis. Setelah sesi selesai, pengguna dapat melihat data historis melalui halaman riwayat olahraga (Gambar 16), yang menyajikan informasi aktivitas dan kondisi kesehatan secara kronologis dan terstruktur.



Gambar 13. Halaman Login



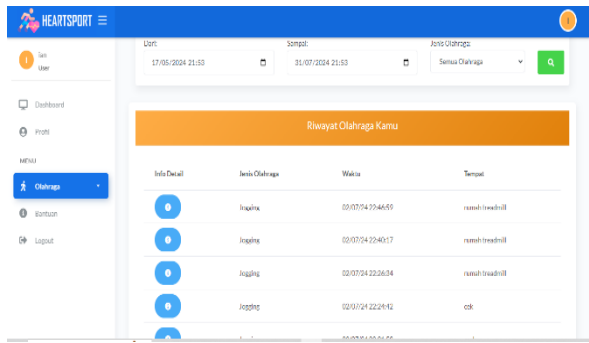
Gambar 14. Halaman Dashboard



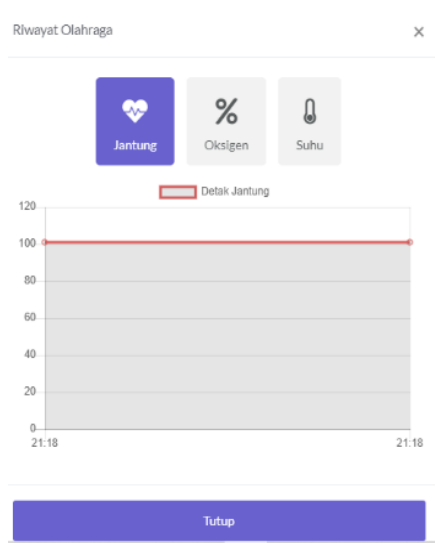
Gambar 15. Halaman Mulai Olah Raga



Gambar 16. Halaman Chart Mulai Olah Raga



Gambar 17. Halaman Riwayat Olah Raga



Gambar 18. Halaman Detail Riwayat Olah Raga

3.4. Pengujian dan Validasi Sistem

3.4.1. Pengujian Akurasi Sensor

Sensor MAX30100 paling optimal digunakan di ujung jari, namun karena pada alat ini sensor dipasang di lengan, diperlukan proses kalibrasi untuk meningkatkan akurasi pembacaan detak jantung. Kalibrasi dilakukan menggunakan metode regresi linear, yaitu teknik statistik yang memodelkan hubungan antara variabel input (x) dan output (y). Dengan persamaan garis lurus hasil regresi, nilai detak jantung yang terbaca dari sensor dapat disesuaikan agar lebih akurat mendekati nilai standar, berikut persamaan regresi linear:

$$y = ax + b \quad (1)$$

Keterangan:

y = variabel dependen (nilai yang ingin kita prediksi).

x = variabel independen

a = kemiringan (slope) dari garis regresi

b = intercept, yaitu nilai y ketika x bernilai 0.

Untuk menghitung slope dan intercept dalam regresi linear, terlebih dahulu perlu ditentukan nilai rata-rata dari masing-masing variabel sebagai dasar perhitungan dengan rumus sebagai berikut:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (2)$$

Untuk memperoleh nilai kemiringan (slope), digunakan rumus berikut:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (3)$$

Sedangkan untuk memperoleh nilai intercept digunakan rumus sebagai berikut:

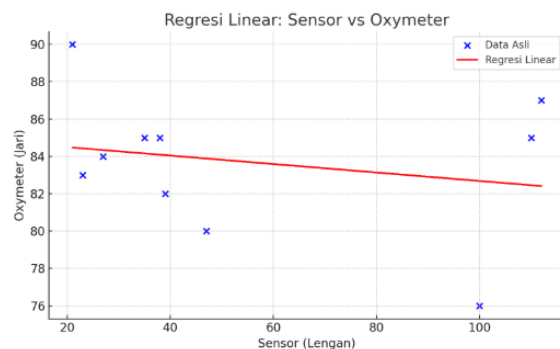
$$b = \bar{y} - a \times \bar{x} \quad (4)$$

Proses kalibrasi dilakukan dengan membandingkan nilai angka hasil sensor yang ditaruh di lengan dengan oxymeter pulse yang dipakai di ujung jari. Didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 1. Tabel Data Kalibrasi

No	Sensor (Lengan)	Oxymeter (Jari)
1	110	85
2	39	82
3	21	90
4	23	83
5	100	76
6	38	85
7	47	80
8	112	87
9	35	85
10	27	84

Proses kalibrasi menggunakan regresi linear, dengan nilai sensor sebagai variabel independen (x) dan nilai oxymeter sebagai variabel dependen (y). Berikut grafik kalibrasi:



Gambar 19. Grafik Kalibrasi

Berdasarkan rumus (3) dan (4) maka diperoleh nilai Kemiringan (slope): -0,0227 dan Intercept: 84,95. Dihasilkan rumus faktor kalibrasi $y = -0,023x + 84,95$

Selanjutnya pengujian dilakukan sebanyak 10 kali dengan parameter utama yang diuji meliputi detak jantung, kadar oksigen (SpO_2), dan suhu tubuh. Setiap kali pengujian, data dicatat dan dilakukan kalibrasi secara paralel menggunakan alat yang dikembangkan serta alat pembanding standar, yaitu oxymeter pulse

dan thermometer infrared. Hasil dari masing-masing pengujian kemudian dibandingkan untuk melihat selisih nilai dan menghitung tingkat akurasi dari alat yang dikembangkan menggunakan analisis statistik p -

value. Tabel 2. menunjukkan hasil perhitungan p -value dari 10 kali percobaan dan setelah telah dilakukan kalibrasi:

Tabel 2. Tabel Data Pengujian Alat

	Jantung Alat	Jantung Oxy	Oksigen Alat	Oksigen Oxy	Suhu Alat	Suhu Thermo
1	85	86	98	96	34	34
2	87	85	97	95	35	34
3	90	82	96	98	34	34
4	84	84	100	96	35	35
5	90	88	97	98	36	36
6	87	91	95	96	35	35
7	90	89	96	96	36	35
8	88	89	97	98	36	36
9	88	90	97	96	35	34
10	84	88	95	96	35	35

Tabel 3. Tabel Hasil Pengujian Alat

Parameter	Rata-rata Selisih (d)	Simpangan Baku (s)	t-Statistik	p -value (\approx)	Interpretasi
Jantung (bpm)	0.1	3.5	0.090	0.930	Tidak signifikan (Valid)
Oksigen (SpO ₂)	0.3	1.06	0.90	0.39	Tidak signifikan (Valid)
Suhu (°C)	0.3	0.67	1.89	0.095	Tidak signifikan (Valid)

Hasil ketiga sensor (detak jantung, oksigen, suhu) memiliki p -value > 0.05 , yang berarti tidak menunjukkan perbedaan signifikan dibanding alat medis referensi, hal tersebut menunjukkan bahwa alat prototipe cukup akurat dan layak untuk digunakan dalam monitoring kesehatan saat olahraga.

server untuk disimpan di database dan ditampilkan dalam bentuk grafik secara otomatis.

3.4.2. Pengujian Pada Pengguna

Sebelum tahap pengujian dilakukan, penulis menetapkan kriteria subjek yang akan digunakan sebagai partisipan dalam pengujian sistem. Adapun kriteria yang ditentukan adalah sebagai berikut:

- Subjek berjenis kelamin pria atau wanita dengan rentang usia antara 18 hingga 30 tahun.
- Subjek tidak memiliki riwayat konsumsi alkohol, tidak merokok, serta bebas dari penyalahgunaan narkoba.
- Subjek berada dalam kondisi fisik yang sehat dan mampu melakukan aktivitas olahraga secara normal.

Pengujian dilakukan dengan menempatkan alat di dalam tas lengan (arm band). Bagian bawah tas dilubangi agar sensor bisa bekerja dengan baik. Sebelumnya, sensor sudah dilakukan kalibrasi agar hasil pengukurannya lebih akurat, karena pada penelitian sebelumnya hasil angka dari sensor detak jantung dan suhu dibawah 90% [24]. Selama pengujian, alat digunakan selama satu menit, dan setiap 20 detik sensor akan mengukur detak jantung. Setelah data terkumpul, alat mengirimkan informasi ke



Gambar 20. Posisi Alat pada Lengan



Gambar 21. Uji Coba Alat pada saat Treadmill



Gambar 22. Tampilan Data pada Aplikasi

Dari hasil request data ke server, terlihat 3 bagian mata grafik. Mata grafik sebelah kiri adalah data 20 detik pertama saat olahraga, sementara bagian tengah adalah 20 detik kedua saat olahraga, sementara pada bagian kanan adalah 20 detik terakhir selama satu menit. Sementara div bar di atasnya adalah angka terupdate yang didapat dalam monitoring. Disini terlihat ada gap dari saat masuk pada 20 detik kedua dan terakhir saat olahraga. Tabel 4 menggambarkan hasil pengujian pada pengguna:

Tabel 4. Tabel Hasil Pengujian pada Pengguna

User	L/P	Usia	Olahraga	Data-ke	Jantung	O ₂	Suhu
User1	L	24	Jogging	1	82Bpm	95%	36°C
				2	83Bpm	95%	36°C
				3	87Bpm	94%	37°C
User2	L	30	Jogging	1	80Bpm	95%	36°C
				2	80Bpm	96%	36°C
				3	85Bpm	95%	36°C
User3	P	25	Jogging	1	88Bpm	96%	36°C
				2	87Bpm	96%	37°C
				3	91Bpm	95%	37°C
User4	P	22	Jogging	1	91Bpm	97%	36°C
				2	88Bpm	96%	36°C
				3	90Bpm	96%	37°C
User5	P	29	Jogging	1	84Bpm	97%	36°C
				2	84Bpm	97%	35°C
				3	85Bpm	97%	37°C
User6	P	21	Jogging	1	85Bpm	98%	35°C
				2	86Bpm	97%	34°C
				3	88Bpm	96%	34°C

4. Kesimpulan

Penelitian ini telah berhasil mengembangkan sebuah alat IoT-Based Sport Health Assistant yang dirancang untuk memantau kondisi kesehatan pengguna secara real-time saat berolahraga. Sistem ini memanfaatkan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali utama, yang terhubung dengan beberapa sensor untuk mengukur parameter vital tubuh seperti detak jantung, kadar oksigen (SpO₂), dan suhu tubuh.

Desain alat dirancang menyerupai ponsel yang dapat dipasang pada lengan menggunakan tas armband, sehingga pengguna dapat berolahraga dengan nyaman tanpa terganggu oleh perangkat. Wadah alat dicetak

menggunakan printer 3D, dan sensor diletakkan di bagian belakang agar dapat bersentuhan langsung dengan kulit untuk mendapatkan hasil pengukuran yang lebih akurat.

Sistem perangkat lunak terdiri dari beberapa halaman utama, yaitu halaman login untuk autentikasi pengguna, dashboard untuk menampilkan data pemantauan harian berdasarkan filter tanggal, halaman mulai olahraga untuk memilih jenis dan lokasi olahraga, serta halaman riwayat olahraga yang menampilkan data rekam aktivitas sebelumnya. Komunikasi data antara perangkat dan server dilakukan secara berkala (setiap 20 detik), di mana data hasil pengukuran dikirimkan melalui ESP32 ke server Node.js, lalu disimpan dalam database PostgreSQL dan divisualisasikan dalam bentuk grafik pada antarmuka berbasis web (HTML/EJS).

Sebelum pengujian dilakukan, sensor telah melalui proses kalibrasi untuk meningkatkan tingkat akurasi. Pengujian sistem dilakukan terhadap 10 subjek dengan kriteria berusia antara 18 hingga 30 tahun, dalam kondisi sehat, dan bebas dari pengaruh zat adiktif. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat memberikan hasil pengukuran yang cukup akurat jika dibandingkan dengan alat medis standar seperti oxymeter pulse dan thermometer infrared. Hasil p-value masing-masing parameter detak jantung, kadar oksigen, maupun suhu tubuh > 0.05.

Secara keseluruhan, sistem ini menunjukkan performa yang baik dalam mendeteksi data kondisi tubuh secara real-time selama aktivitas olahraga. Prototipe yang telah dikembangkan berpotensi untuk dimanfaatkan oleh masyarakat umum sebagai alat bantu pemantauan kesehatan pribadi, terutama bagi mereka yang berolahraga secara mandiri.

Untuk pengembangan di masa mendatang, sistem ini dapat disempurnakan dengan beberapa fitur tambahan. Pertama, integrasi sistem notifikasi otomatis melalui aplikasi seluler untuk memberikan peringatan langsung kepada pengguna atau pihak medis jika terdeteksi kondisi vital yang abnormal secara real-time. Kedua, pengembangan kecerdasan buatan (AI) berbasis machine learning dapat diimplementasikan untuk menganalisis pola data kesehatan secara prediktif, sehingga dapat memperkirakan risiko lebih awal.

Selain itu, pengembangan lebih lanjut dapat dilakukan dengan menambahkan fitur alarm otomatis alat saat terdeteksi kondisi abnormal melalui penggunaan buzzer, serta penerapan metode klasifikasi untuk menentukan apakah kondisi pengguna tergolong normal atau abnormal. Integrasi dengan layanan kesehatan digital seperti telemedisin juga sangat potensial untuk memperluas manfaat sistem ini dalam ekosistem kesehatan modern.

Untuk mendukung keakuratan dan kenyamanan, alat juga dapat didesain ulang agar sensor seperti

MAX30100 ditempatkan pada ujung jari—karena posisi ini lebih optimal tanpa perlu proses kalibrasi tambahan. Terakhir, pengujian pada skala yang lebih besar dan melibatkan subjek yang lebih beragam sangat diperlukan guna memperoleh validasi sistem yang lebih komprehensif dan representatif terhadap populasi pengguna yang sesungguhnya.

Untuk pengujian sistem sebaiknya diperluas tidak hanya pada subjek usia 18–30 tahun, tetapi mencakup kelompok usia lain (remaja dan lansia), serta kondisi kesehatan yang lebih beragam (misal dengan riwayat penyakit jantung ringan atau obesitas). Hal ini penting untuk mengetahui robust-nya sistem terhadap populasi pengguna yang lebih representatif. Saat ini pengujian masih terbatas pada aktivitas olahraga ringan (jogging). Pengembangan lebih lanjut disarankan dapat mencakup berbagai jenis olahraga seperti lari cepat (sprint), bersepeda statis, dan lainnya, hal ini dapat menguji kestabilan sensor saat tubuh mengalami getaran dan postur yang berbeda-beda. Selain itu perlu dilakukan pengujian sistem dalam kondisi ekstrem seperti suhu tinggi, keringat berlebih, uji kestabilan data dalam interval waktu panjang (misalnya >30 menit) dan posisi sensor yang tidak ideal penting dilakukan untuk memastikan bahwa sistem mampu menjaga akurasi pengukuran dalam kondisi dinamis.

Reference

- [1] T. Y. Wang, J. Cui, and Y. Fan, "A wearable-based sports health monitoring system using CNN and LSTM with self-attentions," *PLoS One*, vol. 18, no. 10, p. e0292012, Oct. 2023, doi: 10.1371/JOURNAL.PONE.0292012.
- [2] K. R. Kim et al., "All-in-One, Wireless, Multi-Sensor Integrated Athlete Health Monitor for Real-Time Continuous Detection of Dehydration and Physiological Stress," *Adv. Sci.*, vol. 11, no. 33, p. 2403238, Sep. 2024, doi: 10.1002/ADVS.202403238.
- [3] R. Tanna and C. Vithalani, "IoT-based Health Monitoring of Sports Personnel through Wearables Using Machine Learning Technology," *Philipp. J. Sci.*, vol. 152, no. 6A, Oct. 2023, doi: 10.56899/152.6A.05
.
- [4] X. Tang, B. Long, and L. Zhou, "Real-time Monitoring and Analysis of Track and Field Athletes Based on Edge Computing and Deep Reinforcement Learning Algorithm," Nov. 2024, Accessed: May 15, 2025. [Online]. Available: <https://arxiv.org/pdf/2411.06720v1>.
- [5] F. Harri, D. Kumiawan, and J. Sutopo, "Rancang Bangun Aplikasi Monitoring Latihan Kebugaran Jasmani Berbasis Internet of Things," *J. Komput. Terap.*, vol. 9, no. 2, pp. 173–181, Dec. 2023, doi: 10.35143/JKT.V9I2.6183.
- [6] S. A. N. W. Hardi, R. Aviando, F. S. Pribadi, and R. A. Aprilianto, "Pengembangan Intelligent Electrocardiograph Portable untuk Pemantauan Detak Jantung: Systematic Literature Review," *CESS (Journal Comput. Eng. Syst. Sci.)*, vol. 9, no. 2, p. 814, Jul. 2024, doi: 10.24114/CESS.V9I2.59003.
- [7] A. Lear et al., "Incidence of Sudden Cardiac Arrest and Death in Young Athletes and Military Members: A Systematic Review and Meta-Analysis," *J. Athl. Train.*, vol. 57, no. 5, pp. 431–443, May 2022, doi: 10.4085/1062-6050-0748.20.
- [8] F. J. Ha et al., "Sudden cardiac death related to physical exercise in the young: a nationwide cohort study of Australia," *Intern. Med. J.*, vol. 53, no. 4, pp. 497–502, Apr. 2023, doi: 10.1111/IMJ.15606.
- [9] Anna Lusua Kus, "Mengenai Penyebab Kematian Mendadak Saat Olahraga," Jul. 23, 2024. <https://health.kompas.com/read/24G23090000368/mengenai-penyebab-kematian-mendadak-saat-olahraga> (accessed May 15, 2025).
- [10] G. Cosoli, L. Antognoli, V. Veroli, and L. Scalise, "Accuracy and Precision of Wearable Devices for Real-Time Monitoring of Swimming Athletes," *Sensors* 2022, Vol. 22, Page 4726, vol. 22, no. 13, p. 4726, Jun. 2022, doi: 10.3390/S22134726.
- [11] J. B. Madavarapu et al., "Hot Watch: IOT based Wearable Health Monitoring System," *IEEE Sens. J.*, 2024, doi: 10.1109/JSEN.2024.3424348.
- [12] I. Wahyu Ramadhan, S. Adinandra, and P. Studi Magister Teknik Rekayasa Elektro, "Penerapan IoT dalam Sistem Monitoring Kesehatan: Inovasi dan Implementasi," *Techno.Com*, vol. 23, no. 4, pp. 763–772, Nov. 2024, doi: 10.62411/TC.V23I4.11482.
- [13] S. H. Prasetyo, R. Utami, A. H. Alhafizh, and D. R. Herlambang, "PENGUNAAN TEKNOLOGI WEARABLE: UNTUK OPTIMALISASI KEBUTUHAN ATLET DAN MASYARAKAT DALAM BEROLAHRAGA," *J. Multidisiplin Inov.*, vol. 8, no. 6, pp. 2246–6110, Jun. 2024, Accessed: May 15, 2025. [Online]. Available: <https://sejurnal.com/pub/index.php/jmi/article/view/2267>.
- [14] P. Annadate, M. Bedekar, and M. Annadate, "Sudden Cardiac Arrests in Individuals Who Over-Exercise, Its Etiology, Use of Wearable IoT Technology, and the Role of COVID-19: A Systematic Review," *Lect. Notes Networks Syst.*, vol. 945 LNNS, pp. 329–340, 2024, doi: 10.1007/978-981-97-1320-2_27.
- [15] Y. Bello and E. Figetakis, "IoT-based Wearables: A comprehensive Survey," Apr. 2023, Accessed: Jun. 27, 2025. [Online]. Available: <https://arxiv.org/pdf/2304.09861>.
- [16] J. Passos et al., "Wearables and internet of things (Iot) technologies for fitness assessment: A systematic review," *Sensors*, vol. 21, no. 16, Aug. 2021, doi: 10.3390/S21165418.
- [17] F. Egger, A. Ukaj, and K. Hollander, "Sudden Cardiac Death in Sports," *Dtsch. Z. Sportmed.*, vol. 74, no. 1, pp. 14–18, 2023, doi: 10.5960/DZSM.2022.550.
- [18] R. Tanna and C. Vithalani, "IoT-based health monitoring of sports personnel through wearables using machine learning technology," *Philipp. J. Sci.*, vol. 152, no. 6A, Dec. 2023, Accessed: Jun. 27, 2025. [Online]. Available: <https://www.ukdr.uplb.edu.ph/journal-articles/6230>.
- [19] J. Ilmiah Foristek and T. Suryani Solli, "Sistem Monitoring Realtime Detak Jantung Dan Kadar Oksigen Dalam Darah Pada Manusia Berbasis Iot (Internet of Things)," *Foristek*, vol. 10, no. 2, p. 358732, Oct. 2020, doi: 10.54757/FS.V10I2.43.
- [20] F. Achmad Bashori, G. Putro Dirgantoro, S. Wahyudi, and U. Nahdlatul Ulama Sunan Giri, "Pengembangan Sistem Monitoring Kesehatan Berdasarkan Detak Jantung dan Suhu Tubuh Berbasis Internet of Things dengan Metode Fuzzy Mamdani," *Multidiscip. Appl. Quantum Inf. Sci.*, vol. 4, no. 2, Aug. 2024, doi: 10.32665/ALMANTIQ.V4I2.3285.
- [21] N. Hidayanti, H. Her Gumiwang Ariswati, D. Titisari, T. Jurusan Teknologi Elektro-medis Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan, and S. Jl Pucang Jajar Timur No, "Low Cost Health Monitoring for BPM and Body Temperature parameters Based on the Internet of Things," *J. Teknokes*, vol. 13, no. 2, pp. 98–106, Dec. 2020, doi: 10.35882/TEKNOKES.V13I2.109.
- [22] M. Sholihin, "Pria di Bogor Meninggal Saat Joging Pagi," 2023. <https://news.detik.com/berita/d-6810911/pria-di-bogor-meninggal-saat-joging-pagi> (accessed May 15, 2025).
- [23] "Kronologi Siswa SPN Polda Kaltara Meninggal Usai Olahraga malam, Diduga Heatstroke," <https://www.kompas.tv/regional/430897/kronologi-siswa-spn-polda-kaltara-meninggal-usai-olahraga-malam-diduga-heatstroke> (accessed May 15, 2025).
- [24] I. P. P. Prasetya, N. Nurchim, and F. S. Suryani, "Prototype Sport Health Assistance Berbasis Internet Of Things," *J. SISKOM-KB (Sistem Komput. dan Kecerdasan Buatan)*, vol. 7, no. 3, pp. 290–299, Jun. 2024, doi: 10.47970/SISKOM-KB.V7I3.688.

