KAMPUS AKADEMIK PUBLISING
Jurnal Sains Student Research (JSSR)
Vol.4, No.6 Desember 2026
e-ISSN: 3025-9851, p-ISSN : 3025-986X, Hal 12-27
DOI : https://doi.org/10.61722/jssr.v4i6.12768

Rancang Bangun Sistem Internet of Things (IoT) Untuk Monitoring Intensitas Latihan Dan Pencegahan Cedera Pada Aktivitas Gym Berbasis Sensor Wearable

Heru Hizranca Siregar[1*], Mhd. Basri[2]
[1,2] Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jl. Kapten Muchtar Basri No.3, Glugur Darat II, Kec. Medan Tim., Kota Medan, Sumatera Utara, Indonesia, 20238
*Penulis Korespondensi: heruh4041@gmail.com

Abstract. *This study aims to design and develop an Internet of Things (IoT)-based wearable sensor system for monitoring exercise intensity and preventing injuries during gym activities. The system utilizes an ESP32-C3 microcontroller, a MAX30102 heart rate sensor, and an MPU6050 motion sensor to collect real-time user data. The collected data are transmitted to a web server and processed using a threshold-based method to classify exercise intensity and provide warnings when the user's condition exceeds the predefined safety limits. The processed data are stored in a MySQL database and displayed through a web-based monitoring dashboard. The results show that the system is capable of monitoring heart rate and body movements, classifying exercise intensity into low, moderate, and high levels, and providing early warning notifications for potential injuries. Therefore, the proposed system can assist gym users in monitoring their physical condition and improving safety during exercise.*

Keywords: *Internet of Things (IoT); Wearable Sensor; ESP32-C3; Exercise Intensity Monitoring; Injury Prevention.*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem Internet of Things (IoT) berbasis sensor wearable yang dapat memantau intensitas latihan serta membantu mencegah cedera saat aktivitas gym. Sistem menggunakan mikrokontroler ESP32-C3, sensor detak jantung MAX30102, dan sensor gerak MPU6050 untuk memperoleh data pengguna secara real-time. Data yang diperoleh dikirim ke web server, kemudian diproses menggunakan metode threshold-based untuk menentukan kategori intensitas latihan dan memberikan peringatan apabila kondisi pengguna melebihi batas aman. Hasil pengolahan data disimpan pada database MySQL dan ditampilkan melalui dashboard monitoring berbasis web. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu memantau detak jantung dan aktivitas gerak, mengklasifikasikan intensitas latihan menjadi rendah, sedang, dan tinggi, serta memberikan notifikasi sebagai peringatan dini terhadap potensi cedera. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan dapat membantu pengguna gym dalam memantau kondisi fisik dan meningkatkan keamanan selama berolahraga.

Kata kunci: Internet of Things (IoT); Wearable; ESP32-C3; Intensitas Latihan; Pencegahan Cedera.

1. LATAR BELAKANG

Kesadaran masyarakat modern terhadap pentingnya menjaga kebugaran jasmani telah mendorong pertumbuhan pesat industri pusat kebugaran atau gym di berbagai wilayah perkotaan. Kebugaran jasmani secara fundamental didefinisikan sebagai kemampuan tubuh untuk menyesuaikan beban fisik tanpa menimbulkan kelelahan berlebih yang mengganggu produktivitas harian. Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) seharusnya menjadi jawaban atas tantangan pemantauan kesehatan di luar

Naskah Masuk:11 September 2026; Revisi: 12 September 2026; Diterima: 13 September 2026; Terbit: 22 September 2026

fasilitas klinis, namun pada realitasnya, masih terdapat keterbatasan ketersediaan alat monitoring yang terjangkau dan aplikatif untuk aktivitas gym. Masalah utama yang sering dihadapi oleh para penggiat olahraga adalah kecenderungan untuk lupa menghitung repetisi gerakan secara akurat dan ketidakmampuan untuk memantau fluktuasi detak jantung secara mandiri di tengah sesi latihan yang berat. Kesenjangan teknologi ini menuntut adanya sistem terintegrasi yang mampu melacak pergerakan tubuh sekaligus kondisi kesehatan jantung dalam satu ekosistem nirkabel. Tanpa adanya sistem monitoring yang sinkron, intervensi terhadap kondisi fisik yang menurun sulit dilakukan, sehingga tujuan utama olahraga untuk meningkatkan kesehatan justru terdistorsi oleh risiko cedera yang tidak terdeteksi. Pemanfaatan mikrokontroler yang mampu melakukan transmisi data secara nirkabel ke aplikasi Android atau web menjadi kebutuhan mendesak untuk menjembatani antara kebutuhan akan keamanan latihan dengan ketersediaan perangkat monitoring yang praktis dan efisien (Man & Joko Sutopo, 2023).

Ditinjau dari sisi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK), tantangan dalam menciptakan sistem monitoring kebugaran terletak pada akurasi algoritma pengolahan data sensor yang harus mampu membedakan antara aktivitas fisik normal dengan kondisi anomali yang mengancam keselamatan. Masalah muncul ketika data dari sensor detak jantung dan sensor gerak tidak dikelola dalam sebuah platform yang mampu memberikan umpan balik dua arah kepada pengguna. Harapannya, sistem monitoring bukan sekadar menjadi alat pencatat statis, melainkan menjadi asisten cerdas yang mampu memberikan status kondisi kesehatan jantung berdasarkan akumulasi data gerak dan denyut nadi. Untuk menentukan apakah seseorang telah mencapai intensitas latihan yang optimal atau justru telah melampaui batas aman, indikator detak jantung dan denyut nadi menjadi parameter utama yang tidak dapat diabaikan. Sebagai gambaran, denyut nadi ideal bagi individu berusia di atas 20 tahun saat berolahraga berada pada rentang 120-160 BPM, namun tanpa alat monitoring yang melekat pada tubuh, standar pencapaian ini sering kali hanya menjadi estimasi subjektif yang tidak akurat. Kesenjangan antara standar kesehatan dengan ketercapaian di lapangan ini meningkatkan risiko terjadinya gagal jantung mendadak yang sering tidak dideteksi gejalanya sejak awal. Oleh karena itu, pengembangan sistem monitoring berbasis *wearable device* yang mengintegrasikan ESP32 - C3 dan protokol komunikasi nirkabel bertujuan untuk memberikan kemudahan bagi pengguna dalam merekam data fisiologis secara

berkelanjutan. Dengan adanya sistem yang mampu memproses data ini secara mandiri, pengguna dapat mengetahui kondisi jantung mereka lebih dini, mencegah penyakit jantung menjadi lebih parah, dan pada akhirnya menjaga kelangsungan hidup melalui aktivitas olahraga yang aman dan terpantau secara konsisten (Cahyo Purnomo, Sandi, & Yusro, 2022).

Namun demikian, sebagian besar penelitian masih berfokus pada monitoring kesehatan umum dan belum secara spesifik dirancang untuk analisis intensitas latihan gym serta sistem peringatan dini potensi cedera berbasis ambang batas fisiologis. Oleh karena itu, diperlukan rancang bangun sistem *IoT* berbasis *wearable* yang mampu memonitor intensitas latihan serta memberikan notifikasi peringatan dini guna meminimalisir risiko cedera saat aktivitas gym. Penelitian ini mengusulkan pengembangan sistem *Internet of Things (IoT)* berbasis *wearable* untuk monitoring intensitas latihan dan pencegahan cedera pada aktivitas gym secara *real-time*.

2. KAJIAN TEORITIS

A. Internet of Things (Iot)

Internet of Things (IoT) atau internet untuk segala hal merupakan sebuah konsep teknologi modern yang dirancang untuk mengoptimalkan penggunaan koneksi internet yang selalu aktif guna menghubungkan berbagai perangkat di seluruh dunia. Sistem IoT bekerja melalui perintah pemrograman yang menghasilkan bahasa yang dapat dimengerti oleh perangkat, sehingga memungkinkan terjadinya koneksi otomatis bahkan dari jarak jauh. Perangkat yang terhubung dalam ekosistem ini biasanya dilengkapi dengan alamat IP unik agar dapat saling mengidentifikasi dalam satu jaringan yang sama. Setelah objek terhubung ke internet, sensor dipasang pada objek tersebut untuk mengumpulkan informasi variabel lingkungan yang kemudian diproses menjadi data digital. Kemampuan identifikasi ini sering kali didukung oleh metode nirkabel seperti kode QR atau frekuensi radio agar interaksi antara manusia dan komputer berjalan mulus (Syahfitri, 2025).

B. Wearable Technology Monitoring Olahraga

Teknologi sandang atau *wearable technology* merupakan bentuk perangkat elektronik yang dirancang untuk dikenakan atau ditempelkan secara langsung pada tubuh pengguna guna mendukung pemantauan kesehatan secara mandiri. Perangkat ini berfungsi sebagai alat pemantau yang mampu mendeteksi, merekam, dan menyampaikan berbagai data fisiologis pengguna secara langsung ke perangkat pintar lainnya. Informasi

yang diperoleh biasanya mencakup indikator penting seperti detak jantung, suhu tubuh, tingkat aktivitas fisik, hingga kualitas tidur seseorang selama periode tertentu.

C. Sensor Detak Jantung

Sensor detak jantung seperti modul MAX30102 merupakan perangkat optik yang dirancang untuk mengukur denyut nadi dan tingkat saturasi oksigen dalam darah secara non-invasif. Komponen ini terdiri dari sumber pemancar gelombang inframerah dan penerima berupa fotodetektor yang sensitif terhadap perubahan intensitas cahaya. Prinsip kerja sensor ini didasarkan pada metode *Photoplethysmograph* (PPG), yaitu teknik untuk mendeteksi perubahan volume darah dalam pembuluh darah kecil di bawah permukaan kulit. Saat jantung memompa darah, terjadi gelombang tekanan yang memengaruhi volume darah di jaringan arteri, yang kemudian menyebabkan fluktuasi penyerapan cahaya inframerah oleh darah. Perubahan intensitas cahaya yang diterima oleh fotodetektor tersebut kemudian dikonversi menjadi sinyal listrik yang mewakili denyut jantung per menit (BPM).

D. Sensor Gerak (Accelerometer dan Gyroscope)

Sensor gerak yang umum digunakan dalam sistem pemantauan olahraga adalah modul MPU6050, yang menggabungkan akselerometer dan giroskop dalam satu sirkuit terpadu. Akselerometer berfungsi untuk mengukur percepatan linear pada tiga sumbu utama, sedangkan giroskop digunakan untuk mendeteksi kecepatan sudut atau rotasi perangkat. Kombinasi kedua sensor ini memungkinkan sistem untuk mendeteksi perubahan orientasi tubuh dan pola gerakan secara presisi dan *real-time*. Karakteristiknya yang sangat sensitif terhadap percepatan mendadak menjadikan modul ini ideal untuk diaplikasikan dalam pendeteksian jatuh atau penyimpangan postur saat melakukan aktivitas fisik yang berat (Ade Ayu Rahmawati, Rio Rahagung, & Fajar Gumilang, 2025).

E. Mikrokontroler ESP32 - C3

Mikrokontroler ESP32 - C3 merupakan sistem dalam keping tunggal atau *System on Chip* (SoC) modern yang telah dilengkapi dengan modul WiFi dan Bluetooth internal. Perangkat ini dirancang sebagai penerus dari mikrokontroler sebelumnya dengan peningkatan signifikan pada daya komputasi dan jumlah pin *input-output* yang tersedia. Kelebihan utama ESP32 - C3 adalah kemampuannya untuk beroperasi dengan konsumsi daya yang sangat rendah melalui fitur tidur nyenyak (*deep sleep*), sehingga sangat cocok untuk perangkat portabel berbasis baterai. ESP32 - C3 sering kali disebut sebagai "otak"

dalam perangkat sandang karena kemampuannya dalam melakukan akuisisi data sensor sekaligus transmisi data secara nirkabel secara simultan (Budhisantosa, Ramadhan, Akbar, & Firmansyah, 2026).

F. UI/UX

Perancangan *User Interface* (UI) dan *User Experience* (UX) merupakan aspek penting dalam pengembangan aplikasi berbasis mobile karena berpengaruh terhadap kemudahan penggunaan, daya tarik visual, serta peningkatan keterlibatan pengguna. UI berfokus pada tampilan visual seperti layout, warna, dan tipografi, sedangkan UX menitikberatkan pada pengalaman pengguna dalam berinteraksi dengan sistem agar lebih efektif dan efisien.

G. Defenisi Intensitas Latihan

Intensitas latihan didefinisikan sebagai besaran beban kerja atau tenaga yang dikeluarkan oleh tubuh saat melakukan aktivitas fisik tertentu dibandingkan dengan kapasitas maksimal individu tersebut. Secara fisiologis, intensitas latihan sering kali diukur melalui perubahan frekuensi denyut jantung, frekuensi pernapasan, serta jumlah keringat yang dihasilkan oleh tubuh sebagai respon terhadap beban fisik. Pengukuran yang akurat terhadap intensitas sangat penting untuk memastikan bahwa latihan yang dilakukan tidak berada di bawah ambang manfaat atau justru melampaui batas keamanan jantung (Evenson & Hesketh, 2023).

H. Pencegahan Cedera pada Latihan Gym

Pencegahan cedera dalam aktivitas gym merupakan serangkaian upaya sistematis untuk meminimalkan risiko kerusakan pada sistem muskuloskeletal yang disebabkan oleh kesalahan teknik atau beban berlebih. Salah satu faktor pencegahan yang paling efektif adalah melakukan pemanasan yang cukup untuk meningkatkan suhu otot dan fleksibilitas sendi sebelum memulai latihan inti. Selain itu, memberikan waktu istirahat yang cukup bagi organ tubuh setelah sesi latihan intensif sangat penting untuk proses pemulihan jaringan otot yang rusak.

I. Sistem Notifikasi dan Monitoring Real – Time

Sistem pemantauan *real-time* dalam penelitian ini dirancang untuk menyajikan informasi kondisi tubuh secara instan melalui dasbor berbasis web yang terhubung dengan pangkalan data MySQL. Data hasil pengukuran sensor yang dikirimkan oleh ESP32 akan diproses oleh sisi peladen untuk kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik

dan indikator status kesehatan yang mudah dipahami.

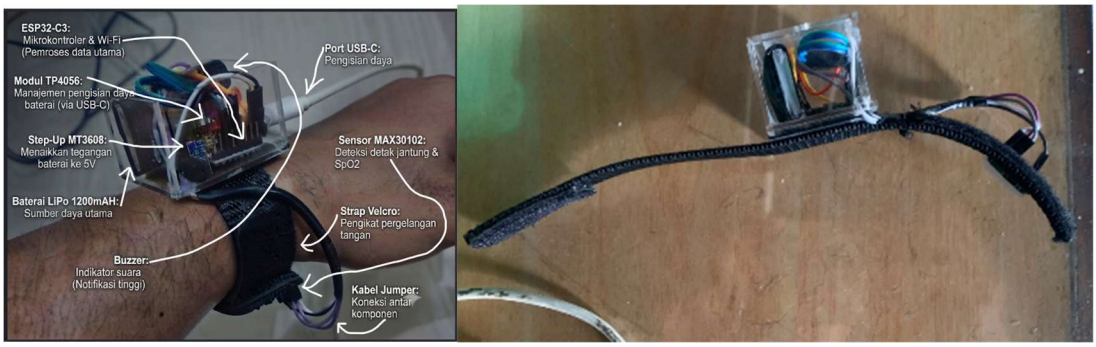
Selain visualisasi data, sistem notifikasi otomatis diimplementasikan sebagai mekanisme peringatan dini jika ditemukan parameter yang melampaui ambang batas keamanan (*threshold*). Notifikasi dapat berupa tampilan peringatan pada dasbor web atau aktivasi komponen aktuator pada perangkat sandang seperti *buzzer* untuk memberikan peringatan suara langsung kepada pengguna (Budhisantosa et al., 2026).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan eksperimen. Penelitian dilakukan di LAB FIKTI Univeristas Muhammadiyah Sumatera Utara pada Februari 2026 – Juli 2026. Perangkat Keras *(Hardware)* yang digunakan meliputi ESP32 - C3, Sensor Detak Jantung (MAX30102 / Pulse Sensor), Sensor Accelerometer (MPU6050), Baterai Lithium 3.7V, Modul Charger TP4056, Kabel Jumper, PCB / Prototype Board, Step up regulator, Laptop, dan Smartphone. Adapun perangkat lunak (*Software*) meliputi Arduino Uno, Visual Studio Code, XAMPP / MySQL, Browser (Chrome/Edge), Canva, dan Mendeley. Penelitian ini menggunakan metode pengumpulan data studi literatur, simulasi data sensor, dan pengujian fungsional sistem. Data dianalisis menggunakan metode threshold-based dengan tahapan Menghitung HRmax = 220 – usia, Menghitung persentase intensitas, Membandingkan nilai dengan ambang batas, Mengklasifikasikan status risiko, dan Mengevaluasi apakah notifikasi muncul sesuai kondisi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan Alat Smartband



Gambar 1. Alat Smartband

Perancangan prototype ini dibuat sedemikian rupa menyerupai smartand pada umumnya, hanya saja berbeda di bagian teknologi yang modern dan fungsi yang lebih

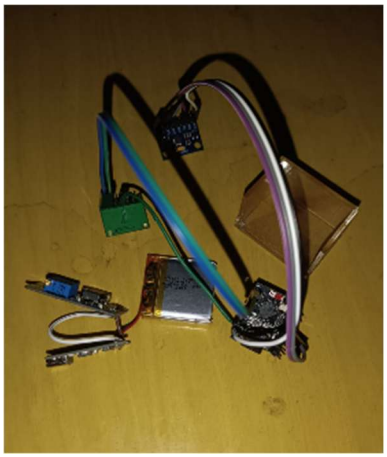
efisien dan higienis.

B. Hasil Pengujian Alat dan Analisis Sistem

Hasil pengujian ini dilakukan untuk memastikan komponen sistem smartband dengan berfokus diintensitas dan pencegahan cedera pada gym berbasis sensor wearable via dasboard website, yang dirancang sesuai fungsinya serta terintegrasi pada perangkat laptop/mobile.

Hasil Perancangan Hardware

Pada tahap ini dilakukan proses perancangan alat yang bertujuan untuk menghasilkan sebuah sistem Internet of Things (IoT) Monitoring Intensitas dan Pencegahan Cedera Pada Aktivitas Gym Berbasis Sensor Wearable. Perancangan alat ini dilakukan untuk mengintegrasikan berbagai komponen perangkat keras dan perangkat lunak sehingga dapat bekerja secara terkoordinasi dalam memantau kualitas latihan dan mencegah terjadinya cedera.



Gambar 2. Proses Perancangan Alat/Hardware

Perangkat dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32-C3 sebagai pusat pengendali sistem yang bertugas menerima data dari sensor MAX30102 mendeteksi detak jantung/mengukur jumlah denyut jantung (Heart Rate) pengguna selama melakukan aktivitas latihan, sensor MPU6050 mendeteksi perubahan gerakan posisi dan tangan pengguna selama melakukan aktivitas gym, Sensor ini menghasilkan data berupa percepatan dan orientasi gerakan yang kemudian diproses oleh ESP32-C3 untuk mengetahui pola aktivitas latihan yang dilakukan pengguna dan mengolah semua data dari sensor – sensor tersebut, kemudian mengirimkan data tersebut melalui jaringan Wi-Fi menuju database dan dashboard monitoring beserta mengaktifkan notifikasi alat berupa

buzzer dan notifikasi website. Batrei Li-Po Sebagai sumber tegangan utama sistem digunakan baterai Lithium Polymer (Li-Po), baterai dipilih karena memiliki ukuran yang relatif kecil sehingga sesuai digunakan pada perangkat wearable, selain itu baterai mampu memberikan suplai daya yang stabil kepada seluruh rangkaian elektronik selama proses pengujian berlangsung. Setelah seluruh komponen berhasil dirakit dan dilakukan pengujian awal, seluruh perangkat dipasang ke dalam casing berbahan akrilik yang dirancang menyerupai bentuk smartwatch.

Sistem Catu Daya

Sistem catu daya merupakan bagian yang berfungsi sebagai sumber energi utama pada perangkat smartband. Pada penelitian ini digunakan baterai Lithium Polymer (LiPo) bertegangan nominal 3,7 Volt dengan kapasitas sekitar 3000–3500 mAh. Pemilihan baterai LiPo dilakukan karena memiliki ukuran yang relatif kecil, bobot ringan, serta mampu menyediakan kapasitas daya yang cukup besar sehingga sesuai digunakan pada perangkat wearable. Tegangan baterai pada kondisi penuh mencapai 4,2 Volt, sedangkan ketika tegangan baterai turun hingga di bawah 3,7 Volt, kemampuan baterai dalam menyuplai daya mulai menurun. Berdasarkan hasil implementasi, apabila kapasitas baterai berada pada kondisi rendah atau di bawah sekitar 50%, perangkat terkadang tidak dapat bekerja secara optimal karena seluruh sensor dan mikrokontroler membutuhkan suplai daya yang stabil.

Untuk proses pengisian daya digunakan modul TP4056. Modul ini berfungsi mengatur proses pengisian baterai sekaligus memberikan perlindungan terhadap kondisi overcharging, overdischarge, maupun arus berlebih sehingga umur baterai menjadi lebih baik. Selanjutnya digunakan modul Step-Up MT3608 yang berfungsi menaikkan tegangan keluaran baterai menjadi 5 Volt sebelum disuplai ke mikrokontroler ESP32-C3. Dengan adanya modul ini, tegangan yang diterima sistem menjadi lebih stabil sehingga seluruh komponen dapat bekerja dengan baik.

Implementasi ESP32-C3

ESP32-C3 merupakan pusat pengendali pada sistem smartband yang dirancang. Mikrokontroler ini bertugas membaca data dari sensor MPU6050 dan MAX30102, melakukan pengolahan data awal, kemudian mengirimkan hasil pembacaan menuju server melalui jaringan WiFi.

Pemilihan ESP32-C3 didasarkan pada beberapa keunggulan, antara lain telah

memiliki modul WiFi terintegrasi, konsumsi daya yang relatif rendah, ukuran papan yang ringkas, serta memiliki kemampuan pemrosesan yang cukup untuk menjalankan sistem monitoring secara real-time. Pada penelitian ini ESP32-C3 bekerja secara terus-menerus selama perangkat aktif dengan tahapan membaca data sensor, melakukan proses pengolahan, kemudian mengirimkan data ke dashboard monitoring berbasis web.

Implementasi Sensor MPU6050

Sensor MPU6050 digunakan sebagai sensor gerak yang terdiri atas accelerometer tiga sumbu dan gyroscope tiga sumbu. Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi perubahan posisi serta gerakan tangan pengguna saat melakukan aktivitas latihan.

Data yang dibaca berupa percepatan pada sumbu X, Y, dan Z serta kecepatan sudut pada ketiga sumbu tersebut. Seluruh data dikirim menuju ESP32-C3 menggunakan komunikasi I2C untuk kemudian diproses sebagai indikator aktivitas latihan. Pada implementasinya sensor mampu mendeteksi perubahan gerakan pengguna secara kontinu sehingga dapat digunakan sebagai parameter tambahan dalam menentukan intensitas latihan.

Implementasi Sensor MAX30102

Sensor MAX30102 digunakan sebagai sensor detak jantung yang bekerja menggunakan metode Photoplethysmography (PPG). Sensor membaca perubahan aliran darah pada permukaan kulit sehingga menghasilkan nilai detak jantung dalam satuan Beats Per Minute (BPM). Sensor ditempatkan pada bagian bawah smartband sehingga dapat bersentuhan langsung dengan kulit pengguna. Posisi tersebut dipilih agar pembacaan detak jantung menjadi lebih stabil. Data BPM kemudian dikirim ke ESP32-C3 untuk diproses bersama data gerakan sebelum dikirim menuju server.

Cara Kerja Sistem

Sistem monitoring bekerja secara berurutan dimulai ketika pengguna menyalakan perangkat melalui tombol ON/OFF. Setelah perangkat aktif, ESP32-C3 melakukan proses inisialisasi terhadap seluruh komponen yang digunakan, yaitu sensor MPU6050 dan sensor MAX30102.

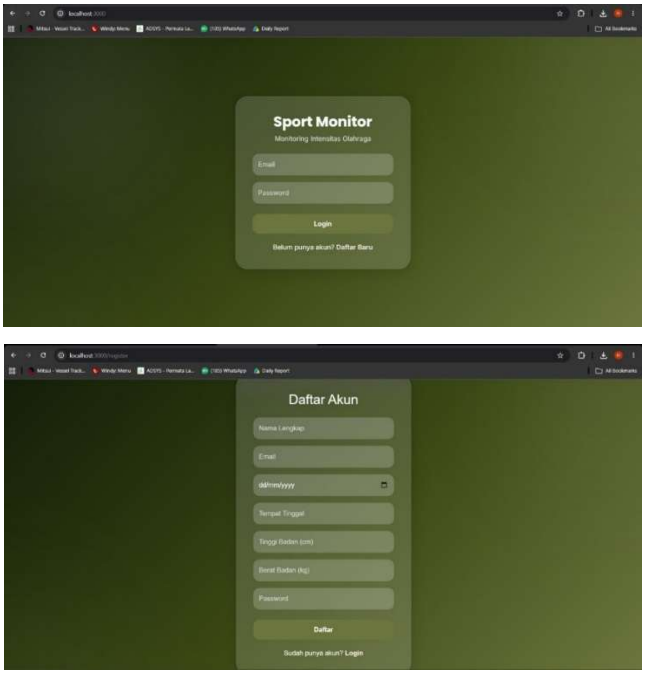
Selanjutnya ESP32-C3 melakukan koneksi ke jaringan WiFi yang telah dikonfigurasi sebelumnya. Setelah koneksi berhasil dilakukan, mikrokontroler mulai membaca data detak jantung dari sensor MAX30102 serta data gerakan dari sensor MPU6050 secara berkala. Data yang diperoleh kemudian diproses untuk menentukan

kondisi aktivitas pengguna. Selanjutnya data dikirim menuju web server menggunakan jaringan internet sehingga dapat ditampilkan pada dashboard monitoring secara real-time. Selama perangkat masih aktif, seluruh proses tersebut berlangsung secara berulang sehingga pengguna dapat memantau kondisi latihan secara terus-menerus.

C. Tampilan Dashboard Monitoring

Dashboard monitoring merupakan antarmuka (interface) yang digunakan untuk menampilkan hasil pembacaan sensor secara real-time. Dashboard ini dibangun berbasis web sehingga dapat diakses melalui browser pada perangkat komputer maupun smartphone yang terhubung ke jaringan internet. Selain menampilkan data hasil monitoring, dashboard juga menyediakan fitur autentikasi pengguna, pengelolaan akun, serta informasi kondisi intensitas latihan berdasarkan data yang dikirimkan oleh perangkat wearable.

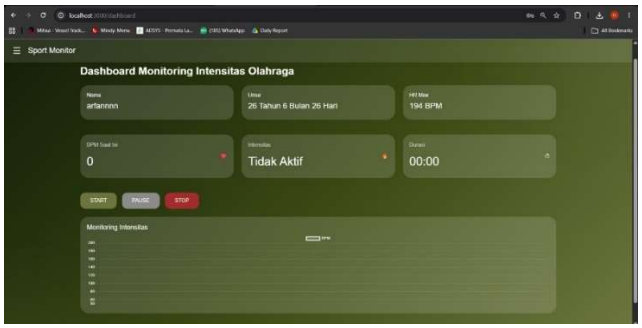
Tampilan Halaman Login & Daftar Pengguna Baru



Gambar 3. Tampilan Awal Dashboard Web

2 Gambar tampilan awal pada dashboard web monitoring yang tertera adalah Tampilan utama halaman login dan Tampilan pembuatan daftar akun.

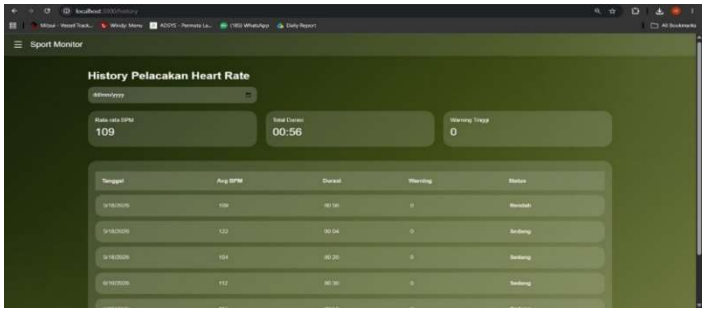
Tampilan Home Dashboard



Gambar 4. Tampilan Home Dashboard Web

Halaman home dashboard merupakan halaman utama yang ditampilkan setelah pengguna berhasil melakukan proses login. Pada halaman ini ditampilkan informasi hasil monitoring aktivitas olahraga secara real-time yang meliputi nama pengguna, waktu, nilai detak jantung (BPM), jumlah repetisi, status latihan, durasi latihan, serta grafik hasil monitoring. Selain itu, tersedia tombol start dan stop yang berfungsi untuk memulai dan menghentikan proses monitoring. Seluruh data yang diterima dari sensor MAX30102 dan MPU6050 akan ditampilkan pada dashboard sehingga pengguna dapat memantau kondisi latihan secara langsung.

Halaman History Monitoring



Gambar 5. Tampilan History

Menunjukkan tampilan halaman History Monitoring yang berfungsi untuk menampilkan riwayat hasil monitoring intensitas latihan yang telah tersimpan pada database. Halaman ini memudahkan pengguna untuk melihat kembali hasil pemantauan latihan yang telah dilakukan pada waktu sebelumnya. Pada halaman ini tersedia fitur filter berdasarkan tanggal sehingga pengguna dapat mencari data monitoring sesuai tanggal yang diinginkan. Selain itu, sistem juga menampilkan informasi ringkasan berupa rata-rata nilai BPM, total durasi latihan, serta jumlah peringatan (warning) yang terjadi selama sesi latihan. Seluruh hasil monitoring ditampilkan dalam bentuk tabel yang berisi informasi tanggal latihan, rata-rata BPM (Average BPM), durasi latihan, jumlah warning,

dan status intensitas latihan. Dengan adanya halaman history ini, pengguna dapat melakukan evaluasi terhadap perkembangan intensitas latihan yang telah dilakukan dari waktu ke waktu.

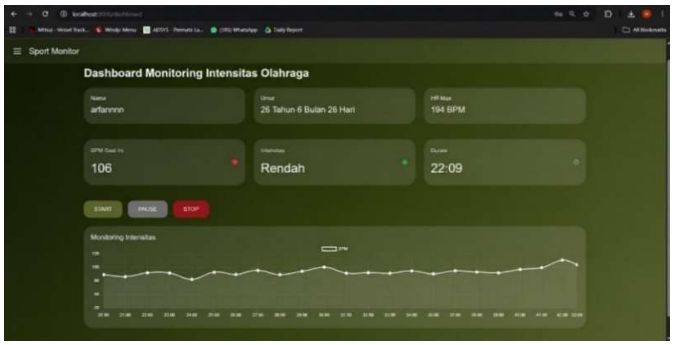
D. Hasil Pengujian Sistem Monitoring Intensitas Latihann

Pengujian sistem monitoring intensitas latihan dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam membaca nilai detak jantung (Heart Rate) pengguna secara *real-time* menggunakan sensor MAX30102. Sensor dipasang pada bagian bawah smartband sehingga menempel pada pergelangan tangan pengguna dan dikencangkan menggunakan strap agar posisi sensor tetap stabil selama proses pengujian.

Selain menggunakan sensor MAX30102, sistem juga dilengkapi dengan sensor MPU6050 yang berfungsi untuk mendeteksi adanya aktivitas atau pergerakan pengguna selama proses latihan. Data dari MPU6050 digunakan sebagai pendukung monitoring aktivitas, sedangkan penentuan kategori intensitas latihan dilakukan berdasarkan nilai Beats Per Minute (BPM) yang diperoleh dari sensor MAX30102 dan dibandingkan dengan nilai Heart Rate Maximum (HRmax) pengguna.Pengujian dilakukan pada tiga kondisi intensitas latihan, yaitu intensitas rendah, intensitas sedang, dan intensitas tinggi. Selama proses pengujian, data yang diperoleh dari kedua sensor diproses oleh mikrokontroler ESP32-C3, kemudian dikirimkan ke server melalui jaringan WiFi dan ditampilkan pada dashboard monitoring berbasis web.

Hasil pengujian digunakan untuk mengetahui perubahan nilai BPM pada setiap kondisi latihan. Berdasarkan hasil perhitungan terhadap nilai HRmax, sistem secara otomatis mengklasifikasikan intensitas latihan ke dalam kategori rendah, sedang, dan tinggi, sedangkan data dari sensor MPU6050 digunakan untuk mendukung proses pemantauan aktivitas pengguna selama latihan berlangsung.

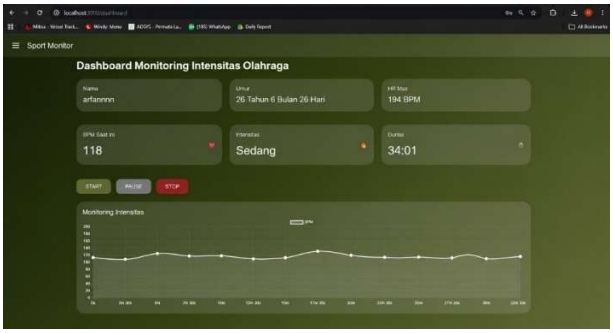
Pengujian Intensitas Rendah



Gambar 6. Intensitas Rendah

Menunjukkan hasil pengujian sistem pada kondisi intensitas rendah. Berdasarkan hasil monitoring, nilai detak jantung yang terbaca sebesar 106 BPM dengan durasi latihan selama 22 menit 09 detik. Berdasarkan nilai BPM yang diperoleh, sistem mengklasifikasikan kondisi pengguna ke dalam kategori Rendah dan menampilkan status tersebut pada dashboard monitoring. Grafik monitoring juga menunjukkan perubahan nilai BPM secara *real-time* selama proses latihan berlangsung.

Pengujian Intensitas Sedang



Gambar 7. Intensitas Sedang

Menunjukkan hasil pengujian pada kondisi intensitas sedang. Hasil pembacaan sensor menunjukkan nilai detak jantung sebesar 118 BPM dengan durasi latihan selama 34 menit 01 detik. Setelah dilakukan proses pengolahan data, sistem berhasil mengubah status intensitas menjadi Sedang. Perubahan nilai BPM tersebut juga ditampilkan dalam bentuk grafik sehingga pengguna dapat memantau perubahan intensitas latihan secara langsung.

Pengujian Intensitas Tinggi



Gambar 8. Intensitas Tinggi

Menunjukkan hasil pengujian pada kondisi intensitas tinggi. Nilai detak jantung yang diperoleh mencapai 158 BPM dengan durasi latihan selama 41 menit 23 detik. Berdasarkan hasil perhitungan terhadap nilai HRmax, sistem mengategorikan kondisi pengguna ke dalam intensitas Tinggi. Pada kondisi ini sistem juga mengaktifkan buzzer

sebagai peringatan bahwa intensitas latihan telah mendekati batas yang berpotensi meningkatkan risiko cedera sehingga pengguna disarankan untuk mengurangi intensitas latihan atau beristirahat.

Analisis Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, sistem mampu membaca nilai detak jantung pengguna secara real-time menggunakan sensor MAX30102. Data yang diperoleh kemudian diproses oleh ESP32-C3 untuk menentukan kategori intensitas latihan berdasarkan nilai BPM terhadap HRmax pengguna. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berhasil mengklasifikasikan intensitas latihan menjadi tiga kategori, yaitu rendah, sedang, dan tinggi sesuai dengan perubahan aktivitas yang dilakukan pengguna. Selain itu, dashboard monitoring mampu menampilkan nilai BPM, durasi latihan, status intensitas, dan grafik perubahan BPM secara real-time. Pada kondisi intensitas tinggi, sistem juga berhasil mengaktifkan buzzer sebagai peringatan dini agar pengguna mengurangi intensitas latihan sehingga risiko cedera akibat latihan berlebihan dapat diminimalkan.

Perhitungan Persentase Hrmax

Rumus Sederhana :

$$Persentase = \frac{BPM}{HR_{max}} \times 100\%$$

1) Intensitas Rendah

   Bpm saat ini : 106

   HRmax : 194

   $$\frac{106}{194} \times 100 = 54,6\%$$

   = 55%

2) Intensitas Sedang

   Bpm saat ini : 118

   HRmax : 194

   $$\frac{118}{194} \times 100 = 60,8\%$$

   = 61%

3) Intensitas Tinggi

Bpm saat ini : 159

HRmax : 194

$$\frac{159}{194} \times 100 = 81,9\%$$

= 82%

Nah ini sudah melewati 80% HRmax maka status intensitas tinggi, notifikasi muncul dan buzzer aktif.

Table 2 Hasil Pengujian Sistem Monitoring Intensitas Latihan

No	Aktivitas Latihan	Durasi	BPM Saat ini	% HRmax	Status Intensitas	Status Buzzer
1	Push Up Normal (3 * 30 repetisi)	20 Menit	106 Bpm	55%	Rendah	Tidak Aktif
2	Kombinasi Push Up & Sit Up (3 * 25 repetisi)	30 Menit	118 Bpm	61%	Sedang	Tidak Aktif
3	Kombinasi Archer Push Up & Pull Up (3 * 15 repetisi)	47 Menit	159 Bpm	82%	Tinggi	Aktif

Pada kondisi intensitas rendah, aktivitas push up normal menghasilkan nilai BPM sebesar 106 atau sekitar 54,6% dari HRmax sehingga sistem menampilkan status Rendah dan buzzer tidak aktif. Saat intensitas latihan meningkat melalui kombinasi diamond push up dan sit up, BPM pengguna meningkat menjadi 118 atau sekitar 60,8% dari HRmax sehingga sistem mengubah status menjadi Sedang.

Pengujian pada intensitas tinggi dilakukan menggunakan kombinasi archer push up dan pull up sehingga diperoleh nilai BPM sebesar 159 atau sekitar 82% dari HRmax. Karena telah melewati ambang batas 80% HRmax yang ditetapkan pada sistem, dashboard menampilkan status Tinggi dan buzzer aktif sebagai peringatan dini agar pengguna mengurangi intensitas latihan. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan monitoring intensitas latihan serta memberikan notifikasi sesuai dengan kondisi pengguna.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini berhasil merancang dan membangun sistem monitoring intensitas latihan berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan perangkat wearable yang terdiri dari mikrokontroler ESP32-C3, sensor detak jantung MAX30102, sensor gerak MPU6050, serta dashboard monitoring berbasis web. Seluruh komponen sistem mampu saling terintegrasi sehingga proses monitoring aktivitas gym dapat dilakukan secara real-

time. Algoritma monitoring yang diterapkan pada sistem berhasil mengolah data detak jantung (BPM) yang diperoleh dari sensor MAX30102 dengan dukungan data aktivitas dari sensor MPU6050. Nilai BPM kemudian dibandingkan dengan Heart Rate Maximum (HRmax) pengguna untuk menentukan kategori intensitas latihan yang terdiri dari rendah, sedang, dan tinggi. Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu mengklasifikasikan intensitas latihan sesuai dengan perubahan aktivitas yang dilakukan pengguna. Sistem komunikasi antara perangkat wearable dan dashboard monitoring berbasis web berhasil mengirimkan data sensor secara real-time melalui jaringan WiFi menggunakan mikrokontroler ESP32-C3. Dashboard mampu menampilkan informasi BPM, durasi latihan, grafik perubahan BPM, status intensitas, serta riwayat monitoring. Selain itu, ketika nilai BPM mencapai atau melebihi 80% dari HRmax, sistem secara otomatis mengaktifkan buzzer sebagai peringatan dini agar pengguna dapat mengurangi intensitas latihan sehingga membantu meminimalkan risiko cedera. Sistem yang dikembangkan dapat berfungsi sebagai media monitoring dan peringatan dini (early warning) terhadap peningkatan intensitas latihan melalui informasi BPM dan alarm buzzer. Dengan adanya informasi tersebut, pengguna dapat mengambil keputusan untuk mengurangi intensitas latihan atau beristirahat sehingga membantu meminimalkan risiko cedera akibat latihan yang berlebihan.

DAFTAR REFERENSI

Ade Ayu Rahmawati, Rio Rahagung, & Fajar Gumilang. (2025). PROTOTYPE ALAT PENDETEKSI GERAKAN JATUH UNTUK LANSIA MENGGUNAKAN SENSOR ACCELEROMETER MPU6050 BERBASIS INTERNET OF THINGS. *JURNAL PENDIDIKAN VOKASIONAL TEKNIK ELEKTRONIKA (JVoTE)*, *8*(1), 28–33. https://doi.org/10.21009/jvote.v8i1.59462

Budhisantosa, N., Ramadhan, N. R., Akbar, H., & Firmansyah, G. (2026). *Sistem Pemantauan EKG 1-Lead Berbasis ESP32 dan Wireless Fidelity dengan Visualisasi Real Time Pada Smartphone*. https://doi.org/https://doi.org/10.37817/ikraith-informatika.v10i2

Cahyo Purnomo, D., Sandi, E., & Yusro, M. (2022). Rancang Bangun Sistem Monitoring Detak Jantung (Electrocardiogram) Suhu Tubuh Denyut Nadi Berbasis Nodemcu Esp32 Dan Esp8266 Dengan Menggunakan Wearable Device. *JVoTE (Jurnal Pendidikan Vokasional Teknik Elektronika)*, *5*, 1–9. https://doi.org/https://journal.unj.ac.id/unj/index.php/jvote/article/view/39347

Evenson, K. R., & Hesketh, K. R. (2023). Monitoring Physical Activity Intensity During Pregnancy. *American Journal of Lifestyle Medicine*, *17*(1), 18–31. https://doi.org/10.1177/15598276211052277

Man, F. H. D. K., & Joko Sutopo. (2023). Rancang Bangung Aplikasi Monitoring Latihan Kebugaran Jasmani Berbasis Internet of Things. *Jurnal Komputer Terapan*, *9*(2), 173–181. https://doi.org/10.35143/jkt.v9i2.6183

Syahfitri, A. (2025). *Internet of Things (IoT), Sejarah , Teknologi , dan Penerapannya*.