

SISTEM MONITORING CHINNING UP DAN PULL UP BERBASIS INTERNET OF THINGS

Oleh:

Intan Ayu^{1*}, Tasya Ananda², Riki Afriansyah³, Ocsirendi⁴

^{1,3}Teknologi Rekayasa Perangkat Lunak, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

^{2,4}Teknik Elektronika, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

e-mail: ¹ayui6632@gmail.com, ²tasyaananda379@gmail.com, ³riki.afriansyah@polman-babel.ac.id, ⁴ocsirendi@gmail.com

Abstrak: Penelitian ini dilakukan untuk merancang dan membangun sistem penghitung otomatis pada latihan chinning up dan pull up berbasis Internet of Things dengan tujuan meningkatkan ketepatan dan efisiensi proses evaluasi kebugaran fisik. Sistem yang dikembangkan memanfaatkan sensor inframerah SHARP GP2Y0A21 untuk mengenali repetisi gerakan serta sensor elektromiografi untuk menangkap aktivitas otot biseps dan triseps. Seluruh data diolah oleh mikrokontroler ESP32 dan dikirim secara langsung ke Firebase Realtime Database untuk kemudian ditampilkan melalui antarmuka web yang dikembangkan menggunakan Laravel. Sistem mendukung tiga peran pengguna, yaitu admin, pengawas, dan atlet, yang masing-masing memiliki tanggung jawab pada pengelolaan akun, pemantauan latihan, serta akses terhadap riwayat performa. Pengujian dilakukan melalui metode Blackbox dan User Acceptance Test untuk menilai keakuratan pengukuran serta kenyamanan penggunaan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi repetisi dengan ketepatan sebesar 96,8% dan membaca aktivitas otot dengan akurasi 94,5%. Data latihan dapat ditampilkan secara real-time dan tersimpan sebagai riwayat pemantauan. Berdasarkan hasil tersebut, sistem ini dinyatakan efektif dalam menyediakan mekanisme evaluasi latihan yang lebih objektif, terukur, dan terintegrasi.

Kata kunci: Chinning Up, Pull Up, Internet of Things, Firebase; Laravel.

Abstract: This study was conducted to design and develop an automated counting system for Chinning Up and Pull Up exercises based on the Internet of Things, aimed at improving the accuracy and efficiency of physical fitness assessment. The proposed system integrates a SHARP GP2Y0A21 infrared sensor to detect movement repetitions and an electromyography sensor to measure biceps and triceps activity. All captured data are processed by an ESP32 microcontroller and transmitted directly to Firebase Realtime Database, then displayed through a web interface developed using Laravel. The system supports three user roles—admin, supervisor, and athlete—each responsible for account management, training monitoring, and access to performance records. Testing procedures were carried out using Blackbox Testing and User Acceptance Test to evaluate measurement accuracy and usability. The results indicate that the system can identify repetitions with an accuracy of 96.8% and measure muscle activity with an accuracy of 94.5%. Training data are presented in real time and stored as monitoring records. Based on these findings, the system is considered effective in providing an objective, measurable, and integrated evaluation mechanism for exercise performance..

Keywords: Chinning Up, Pull Up, Internet of Things, Firebase, Laravel.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan Internet of Things (IoT) telah mendorong munculnya berbagai inovasi dalam bidang kebugaran, khususnya pada proses evaluasi

* Corresponding author : Intan Ayu (ayui66329@gmail.com)

performa fisik. Berbagai aktivitas latihan, seperti chinning up dan pull up, merupakan dua jenis gerakan yang penting dalam mengukur kekuatan serta daya tahan otot tubuh bagian atas. Namun, pelaksanaan pengukuran kedua latihan tersebut di banyak lembaga pendidikan maupun pelatihan olahraga masih dilakukan secara manual, baik dalam menghitung repetisi maupun mengamati kualitas gerakan. Proses manual ini sering menimbulkan ketidakkonsistenan hasil, kurangnya ketepatan waktu pencatatan, serta keterbatasan dalam memantau intensitas kerja otot secara langsung. Permasalahan ini menunjukkan perlunya suatu sistem modern yang mampu membantu penguji memperoleh data gerakan secara objektif, akurat, dan mudah dipantau dari berbagai kondisi latihan.

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian yang ada masih memiliki keterbatasan dari sisi integrasi antara deteksi gerakan dan analisis aktivitas otot. Beberapa penelitian hanya berfokus pada perhitungan repetisi untuk gerakan seperti push up atau squat, menggunakan sensor ultrasonik atau infrared tanpa menambahkan analisis kondisi otot secara real-time [1], [2], [3]. Di sisi lain, penelitian yang memanfaatkan sensor EMG umumnya digunakan untuk mempelajari pola kontraksi otot atau klasifikasi gerakan, bukan digabungkan dengan penghitungan repetisi dalam satu perangkat monitoring berbasis IoT [4], [5], [6], [7], [4]. Penelitian IoT lainnya mayoritas hanya melakukan pengiriman data dasar tanpa integrasi multi-sensor ataupun dashboard web yang menampilkan data latihan secara komprehensif [8], [2]. Kekurangan tersebut menunjukkan adanya celah penelitian yang penting untuk dijawab. Belum terdapat sistem otomatis yang mampu menghitung repetisi gerakan vertikal seperti chinning up dan pull up sekaligus mengukur intensitas kontraksi otot kanan dan kiri dalam satu perangkat terintegrasi. Begitu pula, belum tersedia sistem monitoring berbasis web yang menyajikan data latihan secara real-time, lengkap dengan informasi durasi latihan dan riwayat aktivitas tanpa mengandalkan pencatatan manual pengawas.

Berlandaskan temuan tersebut, penelitian ini mengembangkan alat penghitung chinning up dan pull up berbasis IoT yang memanfaatkan sensor infrared SHARP GP2Y0A21 sebagai pendeteksi gerakan vertikal dan sensor EMG untuk merekam intensitas kontraksi otot kanan dan kiri. Data dari kedua sensor diproses oleh mikrokontroler ESP32, kemudian dikirimkan menuju dashboard website melalui Firebase Realtime Database sebagaimana diterapkan pada penelitian sistem monitoring IoT sebelumnya [5]. Sistem ini dirancang untuk membaca repetisi gerakan, menganalisis nilai EMG, menampilkan durasi latihan, serta menyimpan riwayat latihan secara otomatis. Dengan demikian, alat ini dapat memberikan hasil pengukuran yang lebih objektif dibandingkan metode konvensional.

Permasalahan utama yang ingin dipecahkan melalui penelitian ini adalah belum tersedianya alat otomatis yang mampu menghitung repetisi gerakan sekaligus mengukur aktivitas otot secara bersamaan dalam satu perangkat terintegrasi. Selain itu, belum ada sistem monitoring berbasis web yang dapat memperlihatkan data latihan secara real-time tanpa harus mengandalkan pencatatan manual pengawas. Dengan merancang alat berbasis IoT yang mampu melakukan pencatatan otomatis, penelitian ini bertujuan untuk

menghadirkan solusi yang dapat membantu penguji maupun atlet memperoleh gambaran perkembangan performa secara akurat dan mudah diakses.

Untuk mencapai tujuan tersebut, metode penelitian mencakup studi literatur, perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak, integrasi sistem sensor–mikrokontroler, serta pengujian melalui pendekatan blackbox sebagaimana dianjurkan dalam pengujian sistem web berbasis IoT [5]. Pengujian dilakukan pada sensor infrared, sensor EMG, LCD, buzzer, serta fungsi koneksi ESP32 dengan Firebase. Hasil evaluasi memperlihatkan bahwa sistem bekerja dengan stabil, mampu menampilkan data secara real-time, serta memberikan respons yang konsisten pada berbagai variasi kondisi latihan.

Melalui pengembangan ini, diharapkan tercipta sebuah alat bantu latihan yang tidak hanya menghitung repetisi gerakan, tetapi juga memberikan gambaran lengkap mengenai performa otot selama latihan. Pendekatan IoT yang digunakan juga membuka peluang pengembangan alat serupa untuk berbagai bentuk latihan fisik lainnya sehingga dapat mendukung kebutuhan monitoring berbasis data di lingkungan pendidikan, pelatihan, maupun keolahragaan profesional.

2. METODE PENELITIAN

Metode pengembangan yang digunakan adalah metode Prototype, karena pendekatan ini memungkinkan peneliti melakukan penyempurnaan sistem secara bertahap berdasarkan umpan balik langsung dari pengguna. Proses dimulai dari studi literatur untuk memahami konsep kerja sensor, mekanisme pendeteksian gerakan, serta penerapan Internet of Things pada aktivitas fisik. Hasil kajian tersebut digunakan untuk merumuskan kebutuhan sistem, termasuk karakteristik sensor inframerah SHARP GP2Y0A21 sebagai pendeteksi gerakan vertikal dan sensor EMG sebagai pengukur aktivitas otot lengan. Tahap berikutnya adalah perancangan alur kerja sistem yang mencakup proses pembacaan sensor, pengolahan data pada mikrokontroler ESP32, serta integrasi data dengan Firebase Realtime Database dan dashboard website berbasis Laravel.

Setelah rancangan dibuat, prototipe awal dikembangkan dan diuji untuk melihat bagaimana sensor membaca perubahan posisi tubuh secara nyata. Pengujian dilakukan secara berulang untuk memastikan bahwa nilai pembacaan sensor stabil, proses pengiriman data IoT berlangsung real-time, dan tampilan dashboard dapat memperbarui data tanpa jeda berarti. Setiap temuan selama pengujian awal digunakan sebagai dasar penyempurnaan prototipe hingga sistem mencapai kondisi yang siap diuji oleh pengguna langsung.

Pengujian Penerimaan Pengguna (User Acceptance Test)

Tahap UAT dilakukan untuk memastikan bahwa sistem yang dikembangkan tidak hanya berjalan secara teknis, tetapi juga sesuai dengan kebutuhan pengguna. Pengujian ini melibatkan 10 orang pengguna yang terdiri dari:

1. Empat atlet yang terbiasa melakukan latihan chinning up dan pull up.
2. Empat mahasiswa yang berperan sebagai pengguna umum untuk melihat kemudahan operasional, dan

3. Dua pengawas/pelatih yang bertindak sebagai pihak yang biasa melakukan pemantauan latihan.



Gambar 1. Flowchat Metode Penelitian

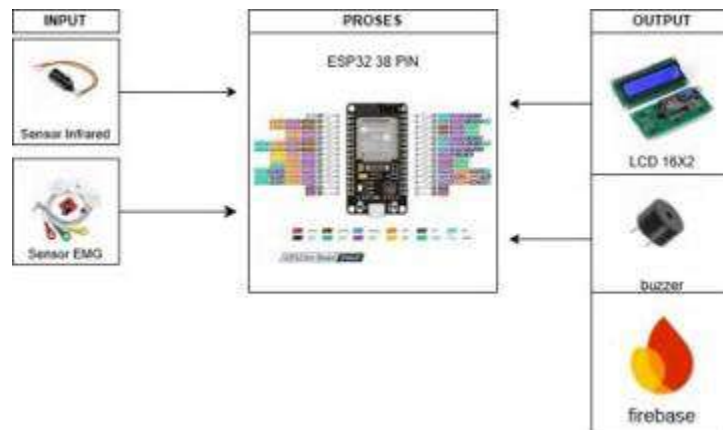
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini membahas hasil dari perancangan, implementasi, serta pengujian alat *Chinning Up* dan *Pull Up* berbasis *Internet of Things* (IoT). Sistem yang dirancang bertujuan untuk membantu proses penilaian kebugaran dengan mendeteksi jumlah repetisi gerakan dan kekuatan otot pengguna secara otomatis serta menampilkan data hasil pengukuran melalui situs web secara real-time.

3.1. Rancangan dan Pembuatan Alat

Perancangan mencakup penyusunan rangkaian elektronik, pengujian tiap komponen, serta konstruksi wadah atau box alat agar tampilan LCD dapat dibaca dengan jelas oleh pengguna. Semua komponen dihubungkan dengan kabel jumper dan disolder untuk menjaga kestabilan sistem. Penempatan sensor inframerah dilakukan di bagian atas box untuk mendeteksi pergerakan vertikal kepala, sedangkan sensor EMG ditempatkan pada area otot biseps dan triseps untuk mengukur aktivitas otot [3].

Tahap ini berfokus pada pembuatan perangkat keras yang terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu mikrokontroler ESP32, sensor inframerah SHARP GP2Y0A21, sensor EMG, LCD 16x2, dan buzzer sebagai indikator. Diagram rangkaian elektronik ditampilkan ditunjukkan pada Gambar 2, sedangkan Konstruksi alat pada Gambar 3.



Gambar 2. Diagram Rangkaian Elektronika

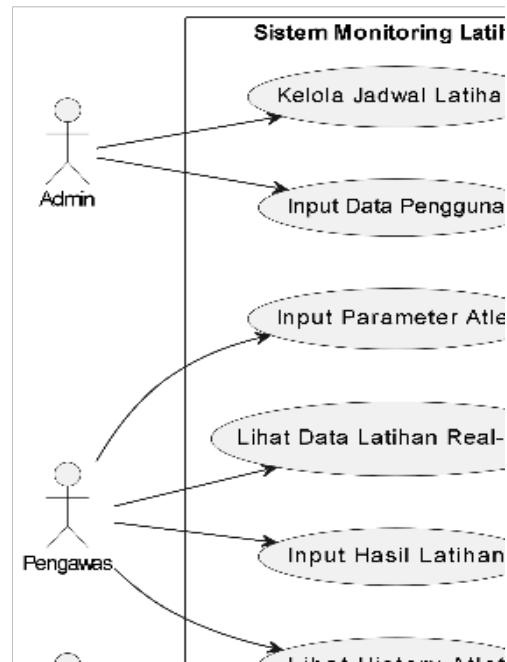


Gambar 3. Rancangan Kontruksi Alat

3.2. Perancangan dan Pembuatan Sitem Monitoring

Perangkat lunak dirancang untuk memfasilitasi proses pemantauan latihan secara real-time melalui sistem berbasis web. Aplikasi dikembangkan menggunakan website yang terhubung dengan Firebase Realtime Database sebagai penyimpanan data sensor [5].

Sistem monitoring latihan Chinning Up dan Pull Up berbasis IoT ini melibatkan tiga jenis pengguna utama, yaitu admin, pengawas, dan atlet, yang masing-masing memiliki hak akses dan tanggung jawab berbeda. Admin berperan sebagai pengelola utama sistem yang bertugas menambahkan data pengguna serta mengatur jadwal latihan antara pengawas dan atlet sebelum sesi dimulai. Pengawas berfungsi memantau dan mencatat aktivitas latihan secara langsung, termasuk menginput parameter fisik atlet seperti tinggi badan, berat badan, dan kondisi sebelum latihan. Setelah sesi selesai, pengawas juga memasukkan hasil latihan dan dapat meninjau riwayat performa atlet untuk mengevaluasi perkembangan secara berkala. Sementara itu, atlet berperan sebagai pengguna akhir yang hanya memiliki akses untuk melihat hasil dan riwayat latihan tanpa dapat melakukan perubahan data. Melalui pembagian peran ini, sistem dapat berjalan terstruktur, efisien, dan mendukung proses pemantauan latihan secara objektif dan real-time.

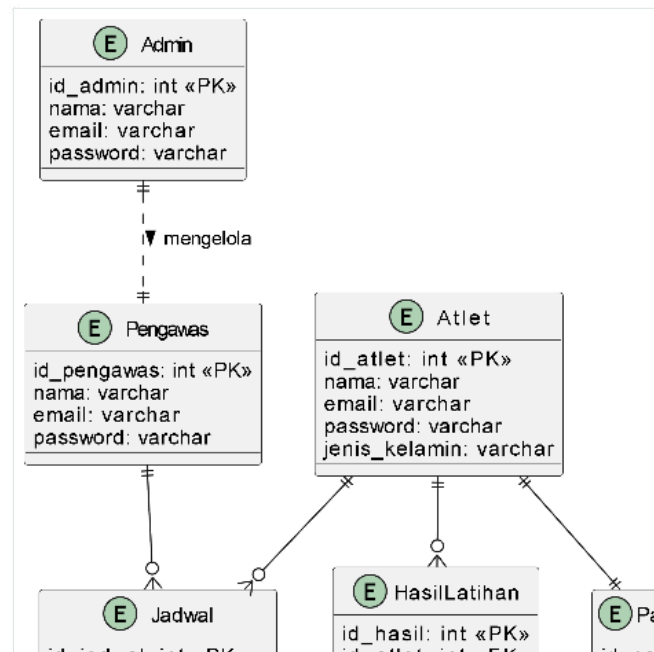


Gambar 4. Usecase Diagram

Struktur ini dirancang untuk mengatur hubungan antara tiga entitas utama, yaitu Admin, Pengawas, dan Atlet, serta tiga entitas pendukung, yakni Jadwal, Hasil Latihan, dan Parameter Latihan.

Entitas Admin berperan sebagai pengelola utama sistem dengan atribut `id_admin`, nama, email, dan password yang digunakan untuk autentikasi. Admin memiliki hubungan one-to-many dengan entitas Pengawas, yang menandakan bahwa satu admin dapat mengelola beberapa pengawas sekaligus. Entitas Pengawas memiliki atribut yang serupa dan berfungsi memantau aktivitas atlet serta mencatat hasil latihan.

Entitas Atlet menyimpan data pengguna akhir dengan atribut `id_atlet`, nama, email, password, dan `jenis_kelamin`. Atlet berhubungan langsung dengan entitas Jadwal, Hasil Latihan, dan Parameter Latihan. Entitas Jadwal berfungsi menghubungkan pengawas dengan atlet berdasarkan atribut tanggal dan waktu, sedangkan Hasil Latihan mencatat data performa seperti repetisi, otot_kanan, dan otot_kiri untuk menilai tingkat kekuatan otot selama latihan. Di sisi lain, Parameter Latihan menyimpan informasi kondisi fisik awal atlet, meliputi `tinggi_badan`, `berat_badan`, dan `usia`, yang digunakan sebagai acuan dalam proses evaluasi performa.



Gambar 5. Entity Relationship Diagram

3.3. Kontruksi

Pada tahap konstruksi, rancangan sistem mulai diwujudkan menjadi aplikasi yang dapat beroperasi sepenuhnya dengan memanfaatkan bahasa pemrograman serta tools pengembangan yang telah dipilih pada fase perancangan sebelumnya.

1. Halaman Dashboard

Tampilan dashboard menampilkan rancangan tampilan antar muka website yang dibuatkan.



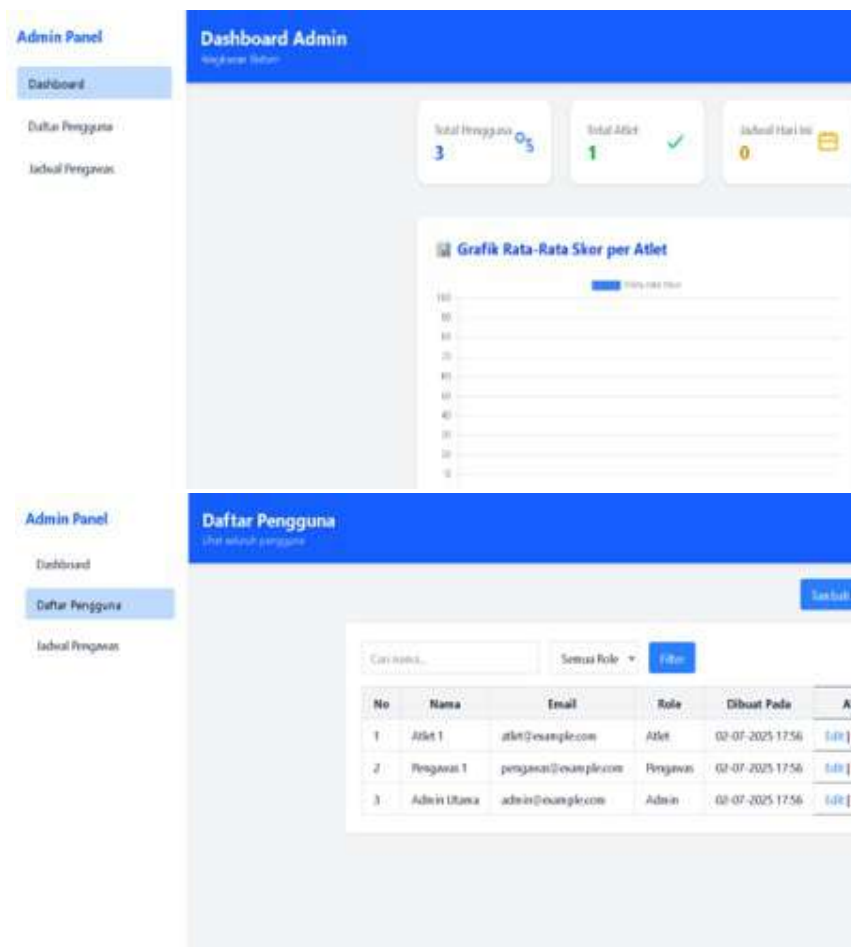
Gambar 6. Tampilan Halaman Dashboard

2. Admin

Halaman admin dirancang sebagai pusat pengelolaan sistem, tempat seluruh aktivitas administrasi latihan chin-up dan pull-up dilakukan. Pada halaman dashboard, admin dapat melihat gambaran umum sistem melalui beberapa elemen penting seperti jumlah total pengguna, jumlah atlet terdaftar, serta informasi jadwal latihan yang aktif.

Selain dashboard, admin memiliki akses ke halaman daftar pengguna yang berfungsi untuk menampilkan dan mengelola seluruh akun dalam sistem. Melalui halaman ini, admin dapat menambahkan pengguna baru, melakukan perubahan data, atau menghapus akun yang tidak lagi digunakan. Fitur pencarian dan penyaringan berdasarkan peran memudahkan admin dalam menemukan pengguna tertentu secara lebih efisien.

Untuk mendukung pengaturan kegiatan latihan, tersedia halaman khusus jadwal pengawas yang menampilkan daftar sesi latihan antara pengawas dan atlet. Halaman ini menyediakan informasi lengkap mengenai waktu, tanggal, jenis latihan, dan pihak yang terlibat. Admin dapat menambahkan jadwal baru atau memperbarui data yang telah tersimpan, sehingga pengaturan latihan dapat tertata secara terstruktur dan mudah dipantau. Seluruh tampilan pada modul admin dirancang sederhana dan responsif, memastikan proses pengelolaan data dapat dilakukan dengan cepat dan tanpa kesulitan.



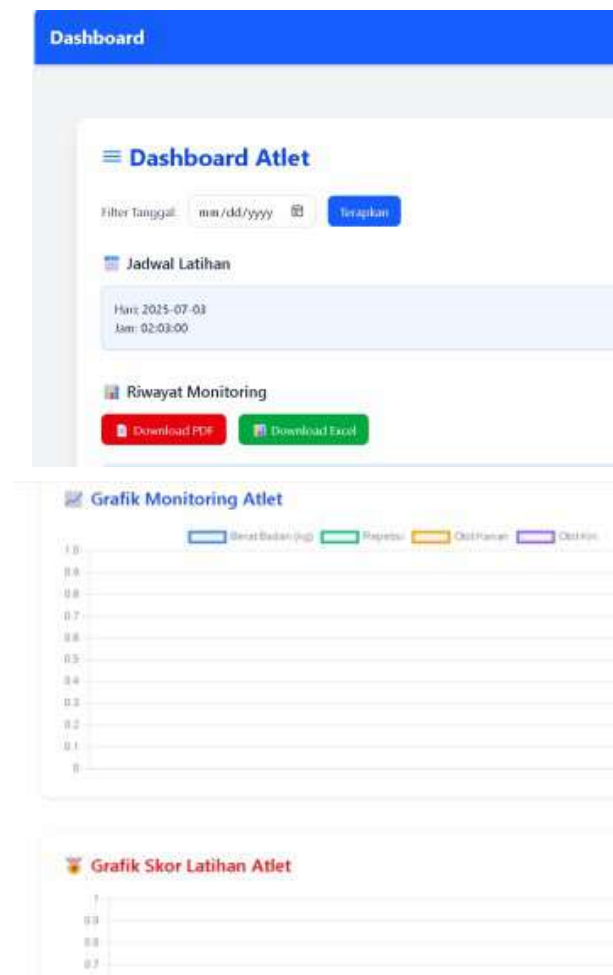
Gambar 7. Halaman Admin

3. Atlet

Halaman atlet dirancang untuk menampilkan perkembangan latihan secara ringkas dan informatif. Pada bagian atas tersedia fitur pemilihan tanggal untuk meninjau jadwal dan riwayat latihan pada hari tertentu. Informasi jadwal latihan ditampilkan secara langsung, sehingga atlet dapat mengetahui waktu pelaksanaan dengan jelas.

Sistem juga menampilkan dua grafik utama yang menggambarkan perkembangan performa latihan, meliputi perubahan jumlah repetisi, nilai kekuatan otot, serta skor latihan secara keseluruhan. Data tersebut diperkuat dengan tabel riwayat yang berisi detail setiap sesi latihan, seperti jenis latihan, parameter fisik, repetisi, durasi, dan nilai otot kanan serta kiri.

Fitur tambahan berupa unduhan data dalam format PDF dan Excel disediakan untuk memudahkan penyimpanan atau pencetakan hasil latihan. Dengan penyajian data yang terstruktur dan mudah dipahami, halaman atlet menjadi media evaluasi yang membantu pengguna memantau kemajuan latihan secara berkelanjutan.



Gambar 8 Halaman Atlet

4. Pengawas

Halaman pengawas berfungsi sebagai pusat pengendalian latihan dan menjadi elemen penting dalam proses pemantauan performa atlet. Melalui halaman ini, pengawas dapat memilih jenis latihan yang akan dilakukan atlet, yakni chinning atau pull-up, yang

ditampilkan dalam bentuk pilihan interaktif agar proses pemilihan lebih cepat dan akurat. Sistem juga menyediakan formulir pengisian parameter dasar atlet, seperti identitas, data antropometri, dan kondisi fisik. Informasi ini menjadi dasar untuk analisis dan evaluasi latihan yang lebih terarah.

Selain fungsi penginputan data, halaman pengawas dilengkapi fitur monitoring real-time yang mengambil data langsung dari Firebase. Informasi yang ditampilkan mencakup pembacaan sensor EMG untuk otot kanan dan kiri, jumlah repetisi yang terdeteksi oleh sensor inframerah, serta durasi latihan. Pengawas dapat memulai atau menghentikan sesi latihan melalui tombol kendali yang telah disediakan, sehingga aktivitas latihan dapat dicatat dengan lebih terstruktur.

Form Input Parameter Atlet

Pilih Jadwal Atlet
Atlet 1 - 2025-07-03, 02:03:00

Nama Atlet: Atlet 1
Jenis Latihan: chinning

Tanggal Lahir
mm/dd/yyyy

Jenis Kelamin
P

Berat Badan (kg)

Mulai Timer Stop / Reset

Data Realtime dari Firebase
Otot Kanan: 131
Otot Kiri: 87
Repetisi: 2
Waktu: -

Simpan Data

Gambar 9. Halaman Admin

3.4. Hasil Pangujian

Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh komponen perangkat bekerja sesuai dengan fungsi yang dirancang. Selain menguji akurasi pembacaan sensor dan kestabilan sistem IoT, pengujian juga memperhatikan posisi perangkat ketika digunakan oleh atlet. Informasi mengenai penempatan perangkat ini menjadi penting untuk menjamin konsistensi data serta meminimalkan potensi kesalahan pembacaan.

Pada saat pengujian, perangkat utama ditempatkan pada posisi tetap di depan pengguna dengan ketinggian kurang lebih setara dengan tinggi kepala ketika atlet berada pada posisi awal sebelum menarik tubuh. Kotak perangkat diletakkan pada jarak yang tidak berubah selama seluruh rangkaian pengujian, yaitu berada pada area yang memungkinkan sensor inframerah SHARP GP2Y0A21 menangkap perubahan ketinggian kepala dengan optimal. Pertimbangan utama penempatan ini adalah bahwa sensor SHARP memiliki jarak pembacaan efektif pada rentang 10–80 cm, sehingga pengaturan posisi harus berada dalam batas tersebut agar pembacaan tidak mengalami deviasi. Posisi frontal juga dipilih untuk menghindari potensi gangguan dari gerakan bahu dan lengan yang dapat menimbulkan noise pada pembacaan jarak.

Untuk pengujian sensor aktivitas otot, sensor EMG dipasang langsung pada otot biseps dan triseps kanan serta kiri, mengikuti ketentuan umum pemasangan elektroda permukaan agar sinyal kontraksi dapat direkam dengan stabil. Penempatan ini tidak hanya mempertahankan konsistensi data antar responden, tetapi juga memastikan setiap perubahan tegang-relaksasi terantau secara jelas tanpa interferensi dari bagian tubuh lainnya.

Dengan pengaturan posisi perangkat yang tetap dan pemasangan sensor yang terstandarisasi, rangkaian pengujian dapat berjalan secara konsisten. Hal ini membantu mengurangi variabel eksternal yang dapat memengaruhi hasil pembacaan sensor maupun proses akuisisi data selama latihan.

1. Pengujian Sensor Inframerah

Pada sensor GP2Y0A21, ada tiga kabel utama, yaitu merah, hitam, dan hijau. Kabel merah dihubungkan ke pin Vcc (3.3V atau 5V) di ESP32, kabel hitam terhubung ke GND, sedangkan kabel hijau (sinyal analog) terhubung ke pin input analog WSP32, seperti pin A0 atau pin lainnya yang ada. Dalam sistem ini, juga digunakan layar LCD 16x2 untuk menampilkan hasil pembacaan jarak dari sensor. Modul ini memiliki empat pin: Vcc, GND, SDA, dan SCL. Pin-pin ini dihubungkan ke pin 12C ESP32, di mana SCL dihubungkan ke pin D22 dan SDA ke pin D21. Setelah semua penyambungan dilakukan dengan benar, perangkat diuji dengan menempatkan objek di depan sensor GP2Y0A21. Jarak objek diubah-ubah, kemudian diperhatikan perubahan nilai jarak yang muncul di layar LCD.

Table 1: Pengujian Rangkaian Sensor Inframerah

Kondis	Sensor Infrared (cm)	Alat Ukur (cm)	Selisih (cm)	Presentase Error (%)
Jarak dekat	10.4	10.0	0.4	4,00%
Jarak menengah	29.5	30.0	0.5	1,67%

2. Pengujian Sensor Electromiografi

Pengujian Sensor EMG bertujuan untuk mengetahui apakah sensor mampu mendeteksi sinyal listrik otot dengan baik dan mengonversinya menjadi informasi

digital yang dapat dibaca oleh mikrokontroler. Pengujian ini penting untuk memastikan bahwa sensor bekerja secara fungsional dalam sistem kemudian ditampilkan di LCD sebagai indikasi bahwa sensor bekerja. Jika perubahan nilai sesuai dengan aktivitas otot, maka sensor EMG dinyatakan bekerja dengan baik.

Table 2: Pengujian Rangkaian Sensor EMG

Kondisi Otot	Nilai EMG Kanan	Status EMG Kanan	Nilai EMG Kiri	Status EMG Kiri	Ket. Gerak
Rileks	210	Rendah	195	Rendah	Posisi sebelum mulai menarik tubuh
Mulai tegang	430		410	Sedang	Awal tarikan, otot mulai aktif
Tegang sedang	680	Tinggi	645	Tinggi	Posisi tengah saat tubuh sedang ditarik ke atas
Tegang maksimal	900	Sangat tinggi	870	Sangat tinggi	Titik tertinggi saat dagu melewati palang
Rileks kembali	200	Rendah	190	Rendah	Tubuh kembali turun dan otot kembali rileks

3. Pengujian Fungsional

Pengujian perangkat lunak dilakukan untuk memastikan sistem web mampu menampilkan hasil latihan secara akurat dan real-time. Pengujian dilakukan menggunakan metode Black Box Testing, dengan fokus pada fungsionalitas utama tanpa meninjau struktur kode program [9]. Setiap fitur diuji mulai dari proses pengambilan data sensor, pengiriman ke Firebase Realtime Database, hingga tampilan hasil pada antarmuka berbasis Laravel Framework. Hasil pengujian menunjukkan seluruh fungsi berjalan sesuai rancangan. Data jumlah repetisi, waktu latihan, dan kekuatan otot dapat diperbarui secara langsung tanpa keterlambatan. Pengujian juga menunjukkan tingkat stabilitas koneksi yang baik antara ESP32 dan server, serta tampilan web yang mudah diakses melalui berbagai perangkat. Berdasarkan hasil User Acceptance Test, sistem memperoleh tingkat kepuasan pengguna sebesar 92%, terutama pada aspek kecepatan respon dan kemudahan penggunaan.

Table 3: Pengujian BlackBox Testing

Scenario Uji	Input	Output yang Diharapkan	Hasil Aktual	status
Login pengguna (admin, pengawas, atlet)	Username & Password valid	Berhasil masuk ke <i>dashboard</i> sesuai peran	Sesuai	✓ Berhasil
ambah data pengguna oleh admin	Data nama, email, peran	Data tersimpan dan tampil di daftar pengguna	Sesuai	✓ Berhasil
Penjadwalan latihan oleh admin	Data waktu & nama	Jadwal tampil di <i>dashboard</i>	Sesuai	✓ Berhasil

Scenario Uji	Input	Output yang Diharapkan	Hasil Aktual	status
	atlet	pengawas & atlet		
Pengawas menginput data parameter atlet	Tinggi, berat, usia	Data tampil di halaman atlet	Sesuai	✓ Berhasil
Atlet melakukan latihan	Deteksi sensor Infrared & EMG	Data dikirim dan tampil di LCD serta website	Sesuai	✓ Berhasil
Repetisi latihan terbaca	Gerakan naik-turun	Repetisi bertambah otomatis	Sesuai	✓ Berhasil
Data latihan tampil <i>real-time</i>	Latihan aktif	Data muncul di <i>dashboard</i> tanpa reload	Sesuai	✓ Berhasil

3.5 User Acceptance Test (UAT)

Pada tahap UAT, pengguna diminta untuk menggunakan alat secara langsung sesuai kondisi latihan sebenarnya. Setiap pengguna melakukan sesi latihan yang terdiri dari 5–10 repetisi chinning up atau pull up, kemudian mereka diminta mengamati apakah alat dapat menghitung repetisi secara tepat, menampilkan data EMG, memperbarui durasi latihan, serta menampilkan data secara real-time pada dashboard web. Selain itu, pengguna juga diminta menilai kemudahan penggunaan alat, keterbacaan tampilan web, respon sensor terhadap variasi gerakan, serta kejelasan instruksi penggunaan.

Data umpan balik dikumpulkan melalui lembar evaluasi yang berisi pertanyaan kuantitatif (skala 1–5) dan komentar kualitatif mengenai akurasi alat, kenyamanan penggunaan, kecepatan pembaruan data di dashboard, serta kestabilan koneksi IoT. Hasil UAT menunjukkan bahwa sistem dapat digunakan dengan baik oleh ketiga kelompok pengguna dan seluruh fungsi utama berjalan sesuai yang diharapkan. Masukan yang diberikan, seperti penyesuaian sensitivitas sensor inframerah serta penyederhanaan tampilan dashboard, digunakan sebagai dasar penyempurnaan akhir prototipe.

Melalui tahapan tersebut, metode prototipe memungkinkan peneliti menghasilkan sistem monitoring Chinning Up dan Pull Up berbasis IoT yang tidak hanya mampu bekerja secara teknis, tetapi juga memenuhi ekspektasi dan kebutuhan pengguna nyata.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa alat perhitungan Chinning Up dan Pull Up berbasis Internet of Things (IoT) berhasil dikembangkan dengan kinerja yang sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem ini mampu melakukan penghitungan jumlah repetisi gerakan sekaligus mengukur kekuatan otot biseps dan triseps secara otomatis melalui integrasi sensor inframerah SHARP GP2Y0A21 dan sensor Elektromiografi (EMG) yang dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32. Data hasil latihan ditampilkan secara real-time melalui antarmuka web berbasis Laravel Framework yang terhubung dengan Firebase Realtime Database, sehingga pengguna dapat

memantau performa latihan secara langsung, akurat, dan efisien. Hasil pengujian terhadap perangkat keras dan perangkat lunak menunjukkan sistem memiliki tingkat akurasi tinggi, koneksi data yang stabil, serta antarmuka yang mudah digunakan. Secara keseluruhan, sistem ini terbukti efektif dalam mendukung proses evaluasi kebugaran fisik secara objektif dan terukur. Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan agar dilakukan peningkatan sensitivitas sensor terhadap variasi kondisi lingkungan, penyempurnaan tampilan antarmuka pengguna agar lebih interaktif, serta integrasi fitur analisis performa yang lebih mendalam guna mendukung proses pemantauan dan evaluasi latihan secara berkelanjutan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. I. MT and B. Darma, "ALAT PENGHITUNG JUMLAH PUSH UP," no. 12, pp. 46–53, 2017.
- [2] D. A. Putra, "ALAT PENGHITUNG JUMLAH GERAKAN PULL UP DAN PUSH UP MENGGUNAKAN SUDUT KEMIRINGAN PADA SENSOR MPU6050 BERBASIS INTERNET OF THINGS," 2023.
- [3] Hani Nur Endah, Heni Sumarti, and Hamdan Hadi Kusuma, "Perbandingan Aktivasi Otot Trisep pada Kondisi Kontraksi dan Relaksasi Menggunakan Elektromiografi (EMG) Portabel Berbasis Android," *Polyg. J. Ilmu Komput. dan Ilmu Pengetah. Alam*, vol. 2, no. 5, pp. 80–91, Sep. 2024, doi: 10.62383/polygon.v2i5.234.
- [4] F. Ramadhan and A. Setia Budi, "Sistem Monitoring Gerakan Push-Up Menggunakan Sensor Flex Berbasis ESP32," 2017. [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [5] C. T. Inayah, A. S. Handayani, and N. Nasron, "IoT-Based Medical Health Monitoring System with a Web Interface," *PIKSEL Penelit. Ilmu Komput. Sist. Embed. Log.*, vol. 12, no. 2, pp. 355–364, Sep. 2024, doi: 10.33558/piksel.v12i2.9830.
- [6] E. Rahmat, A. Rusdiana, and Y. Ruhayati, "PENGEMBANGAN TEKNOLOGI TES CHIN UP BERBASIS ARDUINO UNO DAN SENSOR LASER INFRARED DENGAN LCD DISPLAY," 2017.
- [7] R. Rahmawati, T. Haryanti, and E. Kresna, "Pengembangan Sistem Monitoring Penghitung Sit Up & Denyut Nadi Menggunakan Android Berbasis Mikrokontroller," 2020.
- [8] A. Saputra, C. F. I. Safitri, F. Fitriyani, Y. Gulo, and T. Desyani, "Pengembangan Aplikasi Kasir Menggunakan Model Waterfall," *J. Teknol. Sist. Inf. dan Apl.*, vol. 4, no. 2, p. 86, Apr. 2021, doi: 10.32493/jtsi.v4i2.10167.
- [9] D. Triady, I. Alwiah Musdar, H. Surasa, T. Informatika, and S. Kharisma Makassar, "PENGUJIAN BLACKBOX PADA WEBSITE WORKER'S MENGGUNAKAN METODE EQUIVALENCE PARTITIONING Oleh," *J. Kharisma Tech*, Mar. 2023, [Online]. Available: <https://ccd-workers.com/>