

# INTERNET OF THINGS PADA PERHITUNGAN CHINNING UP DAN PULL UP MENGGUNAKAN SENSOR INFRARED DAN EMG

(INTERNET OF THINGS–BASED CHINNING UP AND PULL UP COUNTING SYSTEM USING INFRARED AND EMG SENSORS)

Intan Ayu<sup>1)</sup>, Tasya Ananda<sup>2)</sup>, Riki Afriansyah<sup>3)</sup>, Ocsirendi<sup>4)</sup>

<sup>1, 3)</sup> Teknologi Rekayasa Perangkat Lunak, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

<sup>2, 4)</sup> Teknik Elektronika, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Jln. Timah Raya, Air Kantung, Sungailiat, Kabupaten Bangka, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung,  
e-mail: [ayui66329@email.com](mailto:ayui66329@email.com)<sup>1)</sup>, [tasyaananda379@email.com](mailto:tasyaananda379@email.com)<sup>2)</sup>, [riki.afriansyah@polman-babel.ac.id](mailto:riki.afriansyah@polman-babel.ac.id)<sup>3)</sup>,  
[ocsirendi@email.com](mailto:ocsirendi@email.com)<sup>4)</sup>

## ABSTRAK

Latihan *chinning up* dan *pull up* merupakan salah satu indikator kebugaran fisik untuk mengukur kekuatan dan daya tahan otot tubuh bagian atas. Namun, proses perhitungan repetisi masih dilakukan secara manual sehingga berpotensi menimbulkan kesalahan pencatatan, subjektivitas penilaian, dan keterbatasan dokumentasi data latihan. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem perhitungan *chinning up* dan *pull up* berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu menghitung jumlah repetisi sekaligus memantau aktivitas otot secara real-time. Metode yang digunakan adalah prototype, yang meliputi tahap perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, implementasi, serta pengujian sistem. Sistem menggunakan sensor inframerah SHARP GP2Y0A21 untuk mendeteksi repetisi gerakan dan sensor Electromyography (EMG) untuk mengukur aktivitas otot biseps dan triseps. Data diproses oleh mikrokontroler ESP32 dan dikirimkan ke Firebase Realtime Database melalui koneksi Wi-Fi, kemudian ditampilkan pada antarmuka web berbasis Laravel. Pengujian dilakukan menggunakan Blackbox Testing dan User Acceptance Test (UAT). Hasil pengujian menunjukkan tingkat akurasi sebesar 96,8% pada sensor inframerah dan 94,5% pada sensor EMG, serta tingkat kepuasan pengguna sebesar 92%. Sistem yang dikembangkan mampu bekerja secara real-time, stabil, dan terintegrasi, sehingga efektif dalam mendukung evaluasi latihan yang lebih objektif, akurat, dan terdokumentasi.

**Kata Kunci:** *Chinning Up*, *Pull Up*, Internet of Things, Sensor EMG, Sensor Inframerah.

## ABSTRACT

*Chinning up* and *pull up* exercises are commonly used as indicators of physical fitness to measure upper-body muscle strength and endurance. However, repetition counting is generally performed manually, which may lead to recording errors, subjective assessment, and limited training data documentation. This study aims to design and implement an Internet of Things (IoT)-based counting system capable of automatically calculating repetitions while simultaneously monitoring muscle activity in real time. The research employed the prototype development method, including hardware and software design, system implementation, and performance testing. The system utilizes a SHARP GP2Y0A21 infrared sensor to detect movement repetitions and Electromyography (EMG) sensors to measure biceps and triceps muscle activity. Sensor data are processed by an ESP32 microcontroller and transmitted via Wi-Fi to the Firebase Realtime Database, then displayed through a web-based interface developed using the Laravel framework. System evaluation was conducted using Blackbox Testing and User Acceptance Test (UAT). The experimental results indicate an accuracy rate of 96.8% for the infrared sensor and 94.5% for the EMG sensor, with a user satisfaction rate of 92%. The developed system operates in real time, demonstrates stable performance, and provides an integrated platform for objective, accurate, and well-documented physical training evaluation.

**Keywords:** *Chinning Up*, *Pull Up*, Internet of Things, EMG Sensor, Infrared Sensor

## I. PENDAHULUAN

Latihan *chinning up* dan *pull up* merupakan salah satu bentuk latihan kekuatan yang digunakan untuk mengukur dan meningkatkan kemampuan otot lengan serta tubuh bagian atas. Kedua jenis latihan ini banyak diterapkan dalam kegiatan kebugaran maupun tes kesamaptaaan jasmani karena mampu

merepresentasikan kekuatan dan daya tahan otot secara langsung. Dalam pelaksanaan tes kebugaran, akurasi dan objektivitas pengukuran jumlah repetisi menjadi faktor penting untuk memastikan hasil penilaian yang valid dan dapat dipertanggung jawabkan [1].

Namun, pada praktiknya perhitungan repetisi *chinning up* dan *pull up* masih sering dilakukan

secara manual melalui pengamatan langsung oleh penguji atau pelatih. Metode tersebut memiliki sejumlah keterbatasan, antara lain potensi kesalahan pencatatan, ketergantungan pada subjektivitas pengamat, serta sulitnya melakukan dokumentasi data latihan secara terstruktur. Selain itu, pencatatan manual tidak mampu memberikan informasi tambahan terkait kondisi fisiologis otot selama latihan berlangsung, sehingga evaluasi latihan menjadi kurang komprehensif.

Seiring berkembangnya teknologi, penerapan *Internet of Things* (IoT) mulai banyak dimanfaatkan dalam sistem monitoring aktivitas fisik dan kesehatan. IoT memungkinkan perangkat keras untuk terhubung dengan sistem informasi berbasis web sehingga data dapat dipantau dan disimpan secara *real-time*. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa sistem monitoring berbasis IoT dengan antarmuka web mampu meningkatkan efisiensi pengelolaan data serta memudahkan proses pemantauan oleh pengguna [2]. Dalam konteks olahraga, integrasi IoT berpotensi meningkatkan objektivitas dan keandalan proses pengukuran latihan fisik.

Beberapa penelitian terdahulu telah mengembangkan alat penghitung gerakan olahraga dengan memanfaatkan berbagai jenis sensor. Penggunaan sensor MPU6050 telah diterapkan untuk menghitung gerakan *pull up* dan *push up* berdasarkan sudut kemiringan tubuh [3] [1]. Selain itu, sensor *ultrasonic* dan sensor laser *infrared* juga telah digunakan untuk mendeteksi gerakan *pull up* dan *chin up* secara otomatis [4] [5]. Meskipun demikian, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada perhitungan jumlah gerakan tanpa mempertimbangkan kondisi atau aktivitas otot yang bekerja selama latihan.

Di sisi lain, sensor *Electromyography* (EMG) telah banyak digunakan untuk menganalisis aktivitas otot manusia. Sensor EMG mampu merekam sinyal listrik yang dihasilkan oleh kontraksi otot, sehingga dapat memberikan gambaran mengenai tingkat kerja otot selama aktivitas fisik [6]. Penelitian mengenai analisis aktivasi otot menggunakan EMG juga menunjukkan bahwa sensor ini efektif dalam membedakan kondisi kontraksi dan relaksasi otot [7]. Namun, pemanfaatan sensor EMG dalam sistem perhitungan latihan *pull up* dan *chin up* yang terintegrasi dengan sistem IoT masih relatif terbatas.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan

mengimplementasikan sistem perhitungan *chin up* dan *pull up* berbasis *Internet of Things* dengan memanfaatkan sensor *infrared* sebagai pendeteksi repetisi gerakan dan sensor EMG sebagai pengukur aktivitas otot lengan. Sistem dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32 dan terintegrasi dengan sistem monitoring berbasis web sehingga data latihan dapat ditampilkan dan disimpan secara *real-time*. Dengan adanya sistem ini, diharapkan proses perhitungan dan evaluasi latihan *chin up* dan *pull up* dapat dilakukan secara lebih akurat, objektif, serta terdokumentasi dengan baik, sehingga mendukung peningkatan kualitas evaluasi latihan fisik. an yang diselesaikan, isu-isu yang terkait dengan masalah yang diselesaikan, ulasan penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya oleh peneliti lain yang relevan dengan penelitian yang dilakukan.

## II. STUDI PUSTAKA

### A. Latihan *Chinning Up* dan *Pull Up* dalam Evaluasi Kebugaran

*Chinning up* dan *pull up* merupakan bentuk latihan kekuatan yang berfokus pada otot lengan dan tubuh bagian atas. Kedua jenis latihan ini sering digunakan sebagai indikator kemampuan fisik dalam berbagai tes kebugaran karena dapat merepresentasikan kekuatan dan daya tahan otot secara langsung. Dalam pedoman pelaksanaan tes kesamaptaan jasmani, latihan *pull up* dan *chin up* dijadikan salah satu komponen penilaian kebugaran fisik yang membutuhkan pengukuran repetisi secara akurat dan objektif agar hasil evaluasi dapat dipertanggung jawabkan [1]. Oleh karena itu, sistem pengukuran yang andal menjadi kebutuhan penting dalam mendukung proses evaluasi latihan fisik.

### B. *Internet of Things* (IoT) dalam Sistem Monitoring

*Internet of Things* (IoT) merupakan konsep teknologi yang memungkinkan perangkat fisik untuk saling terhubung dan bertukar data melalui jaringan internet. Penerapan IoT dalam sistem monitoring memberikan kemudahan dalam pengumpulan, pengolahan, dan penyajian data secara *real-time*. Penelitian terkait sistem monitoring berbasis IoT menunjukkan bahwa integrasi perangkat keras dengan antarmuka web mampu meningkatkan efisiensi pengelolaan data serta mempermudah proses pemantauan oleh pengguna [2]. Dalam konteks olahraga dan kebugaran, IoT berperan penting dalam

mendukung sistem pemantauan latihan yang bersifat objektif, terukur, dan terdokumentasi dengan baik.

### C. Sensor dalam Sistem Penghitung Gerakan Olahraga

Penggunaan sensor untuk menghitung gerakan olahraga telah banyak dikembangkan pada penelitian sebelumnya. Sensor MPU6050, yang memanfaatkan data akselerometer dan giroskop, telah diterapkan untuk menghitung gerakan *pull up* dan *push up* berdasarkan sudut kemiringan tubuh [3] [8]. Selain itu, sensor *ultrasonic* juga digunakan untuk mendeteksi jarak antara tubuh dan alat sebagai dasar perhitungan jumlah repetisi latihan *pull up* [5]. Penelitian lain memanfaatkan sensor laser infrared untuk mendeteksi pergerakan tubuh secara otomatis dalam tes chin up [9]. Meskipun berbagai sensor tersebut terbukti mampu menghitung jumlah gerakan, sebagian besar sistem yang dikembangkan masih berfokus pada perhitungan repetisi tanpa mempertimbangkan kondisi *fisiologis* otot selama latihan berlangsung.

### D. Sensor *Electromyography* (EMG) untuk Analisis Aktivitas Otot

*Electromyography* (EMG) merupakan metode yang digunakan untuk merekam sinyal listrik yang dihasilkan oleh aktivitas otot rangka. Sensor EMG dapat memberikan informasi mengenai tingkat kontraksi otot selama melakukan aktivitas fisik. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa sensor EMG efektif digunakan untuk mendeteksi sinyal otot lengan manusia dan membedakan kondisi kontraksi serta relaksasi otot [7]. Selain itu, penggunaan EMG portabel berbasis sistem digital juga mampu memberikan gambaran aktivasi otot secara lebih praktis dan aplikatif [6]. Dengan kemampuan tersebut, sensor EMG berpotensi digunakan sebagai alat pendukung evaluasi latihan fisik yang tidak hanya mengukur jumlah gerakan, tetapi juga aktivitas otot yang terlibat.

### E. Sistem Monitoring Latihan Berbasis Aplikasi

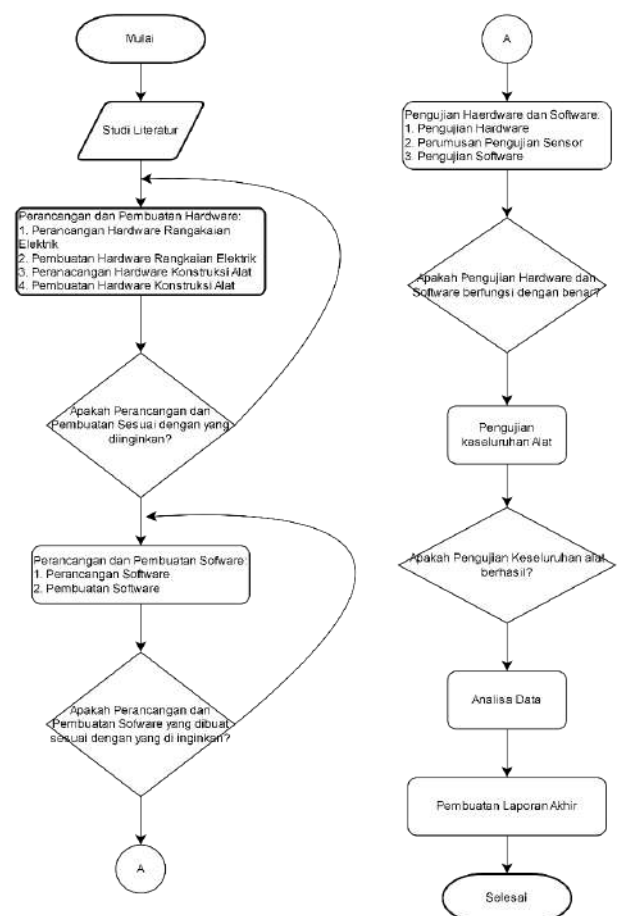
Beberapa penelitian telah mengembangkan sistem monitoring aktivitas fisik berbasis aplikasi dan perangkat mikrokontroler. Sistem monitoring sit up dan denyut nadi berbasis Android menunjukkan bahwa integrasi sensor dengan aplikasi mampu meningkatkan kemudahan pemantauan latihan [10]. Penelitian lain juga mengembangkan sistem monitoring gerakan push

up berbasis ESP32 yang memanfaatkan sensor untuk mendeteksi aktivitas latihan secara otomatis [11]. Namun, sistem-sistem tersebut umumnya masih memiliki keterbatasan dalam hal integrasi multi-sensor serta pengelolaan data latihan yang terpusat.

### F. Posisi dan Kontribusi Penelitian

Berdasarkan kajian terhadap penelitian-penelitian sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa masih terdapat peluang pengembangan sistem perhitungan latihan *chinning up* dan *pull up* yang lebih komprehensif. Penelitian ini memposisikan diri dengan menggabungkan sensor infrared sebagai pendeteksi repetisi gerakan dan sensor EMG sebagai pengukur aktivitas otot dalam satu sistem berbasis *Internet of Things*. Sistem yang dikembangkan terintegrasi dengan monitoring berbasis web sehingga data latihan dapat diakses oleh berbagai pengguna sesuai dengan hak aksesnya. Dengan pendekatan tersebut, penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi dalam meningkatkan akurasi, objektivitas, serta dokumentasi data latihan *chinning up* dan *pull up*.

## III. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Flowchat Metode Penelitian

Metode pengembangan sistem yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode prototype. Metode ini dipilih karena memungkinkan proses pengembangan sistem dilakukan secara bertahap dan iteratif, sehingga perbaikan dapat dilakukan berdasarkan hasil pengujian dan umpan balik pengguna. Pendekatan prototype dinilai sesuai untuk pengembangan sistem perhitungan *chinning up* dan *pull up* berbasis *Internet of Things* (IoT) yang membutuhkan penyesuaian baik pada aspek perangkat keras maupun perangkat lunak.

Tahap selanjutnya adalah perancangan dan pembuatan perangkat keras, yang meliputi perancangan rangkaian elektronik, pembuatan rangkaian elektronik, perancangan konstruksi alat, serta pembuatan konstruksi alat. Pada tahap ini dilakukan evaluasi untuk memastikan bahwa rancangan dan hasil pembuatan perangkat keras telah sesuai dengan kebutuhan sistem. Apabila hasil yang diperoleh belum sesuai, maka dilakukan perbaikan pada tahap perancangan perangkat keras.

Setelah perangkat keras dinyatakan sesuai, proses dilanjutkan dengan perancangan dan pembuatan perangkat lunak. Tahap ini mencakup perancangan alur kerja sistem dan pembuatan perangkat lunak pada mikrokontroler serta sistem monitoring berbasis web. Perangkat lunak yang dikembangkan diuji untuk memastikan fungsionalitas sistem berjalan sesuai dengan perancangan. Jika hasil pengujian belum memenuhi kebutuhan, maka dilakukan revisi pada tahap perancangan perangkat lunak.

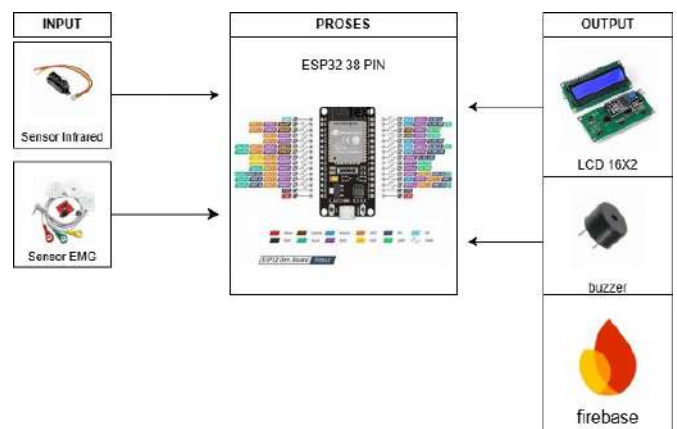
Tahap berikutnya adalah pengujian perangkat keras dan perangkat lunak, yang meliputi pengujian perangkat keras, perumusan dan pengujian sensor, serta pengujian perangkat lunak. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa setiap komponen sistem dapat berfungsi dengan baik dan saling terintegrasi secara optimal. Apabila hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem telah berfungsi dengan benar, maka dilakukan pengujian keseluruhan alat untuk mengevaluasi kinerja sistem secara menyeluruh. Hasil dari pengujian ini digunakan sebagai dasar dalam analisis data, yang bertujuan untuk menilai keandalan dan kinerja sistem dalam menghitung repetisi *chinning up* dan *pull up* serta memantau aktivitas otot.

Tahap akhir dari metode pengembangan sistem adalah pembuatan laporan, yang memuat seluruh proses perancangan, implementasi, pengujian, serta hasil analisis yang diperoleh. Alur

umum proses pengembangan sistem menggunakan metode prototype ditunjukkan pada diagram alur pada Gambar 1.

**A. Perancangan dan Pembuatan Hardware**

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 *biceps* dan *triceps* untuk mengukur aktivitas otot [7]. 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. Gambar Rangkaian Electronika



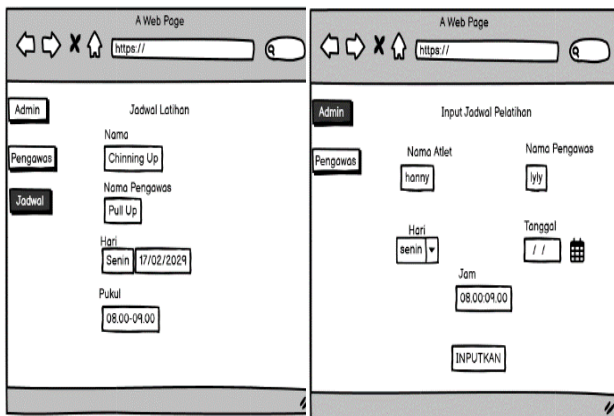
Gambar 3. Rancangan Kontruksi Alat

**B. Perancangan dan Pembuatan Software**

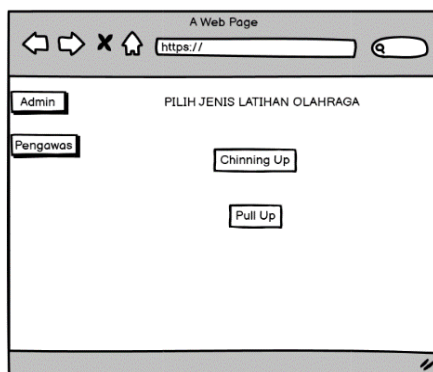
Perangkat lunak dirancang untuk Perangkat lunak pada sistem ini dikembangkan untuk mendukung proses pemantauan latihan *chinning up*

dan *pull up* secara *real-time* melalui platform berbasis web. Aplikasi web dirancang sebagai media utama untuk menerima, menampilkan, dan menyimpan data hasil pengukuran yang dikirimkan oleh perangkat keras. Data latihan disimpan menggunakan *Firebase Realtime Database* sehingga proses penyimpanan dan pembaruan data dapat dilakukan secara langsung dan berkelanjutan.

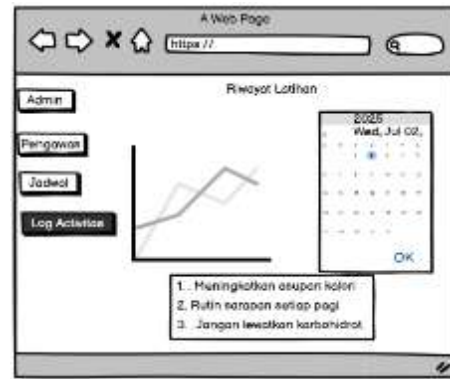
Perancangan antarmuka sistem disesuaikan dengan kebutuhan pengguna dengan menerapkan tiga jenis peran, yaitu admin, pengawas, dan atlet. Admin memiliki hak akses untuk mengelola data pengguna serta mengatur jadwal latihan yang akan dijalankan. Pengawas berperan dalam memantau pelaksanaan latihan dan melakukan input data pendukung yang diperlukan selama proses latihan berlangsung. Sementara itu, atlet diberikan akses untuk melihat hasil perhitungan latihan dan riwayat latihan yang telah dilakukan. Tampilan antarmuka untuk masing-masing peran pengguna ditunjukkan pada Gambar 4, Gambar 5, dan Gambar 6.



Gambar 4. Halaman Admin



Gambar 5. Halaman Pengawas



Gambar 6. Halaman Atlet

### C. Pengujian Hardware dan Software

Proses pengujian dilakukan untuk memastikan seluruh komponen perangkat keras dan perangkat lunak bekerja dengan baik dan saling terintegrasi.

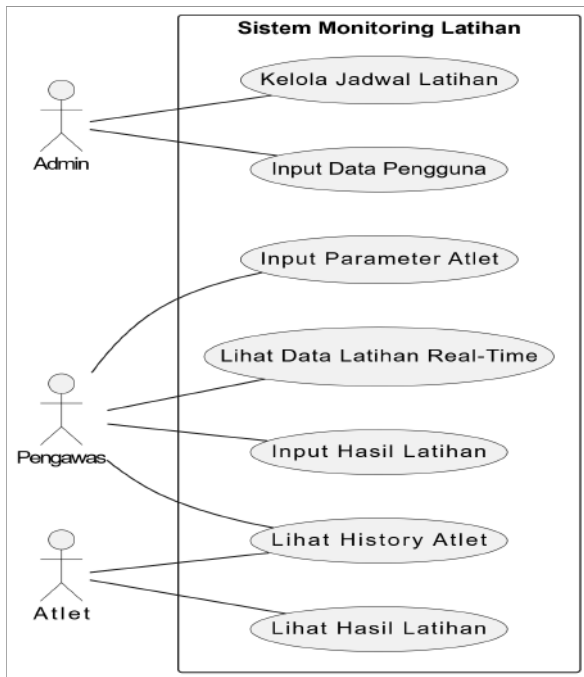
Pengujian *Hardware* dilakukan pada setiap komponen, meliputi ESP32, sensor *inframerah*, sensor EMG, LCD, dan *buzzer*. Pengujian ini bertujuan memverifikasi fungsi deteksi gerakan, pembacaan aktivitas otot, serta penampilan hasil di layar LCD.

Pengujian *Software* dilakukan dengan metode *Blackbox Testing* dan *User Acceptance Test (UAT)* untuk mengevaluasi fungsionalitas sistem, tampilan antarmuka, dan kemudahan penggunaan. Website diuji agar mampu menampilkan hasil repetisi, durasi latihan, serta aktivitas otot secara *real-time* melalui koneksi internet.

### D. Diagram Sistem

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 7. Usecase Diagram

#### E. Evaluasi Penyempurnaan Sistem

Tahap akhir dilakukan evaluasi menyeluruh terhadap hasil pengujian perangkat keras dan perangkat lunak. Analisis difokuskan pada tingkat keakuratan sensor, respons waktu sistem, serta kemudahan penggunaan antarmuka web. Hasil evaluasi menunjukkan adanya beberapa penyempurnaan yang perlu dilakukan, seperti peningkatan sensitivitas sensor *inframerah* terhadap gerakan cepat, optimasi kode program pada ESP32, dan penyempurnaan tampilan dashboard agar lebih informatif. Perbaikan ini bertujuan untuk memastikan sistem dapat beroperasi dengan stabil, memberikan hasil pengukuran yang valid, serta memudahkan pengguna dalam melakukan evaluasi latihan.

### IV. 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*.

#### A. Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras pada penelitian ini dilakukan dengan mengintegrasikan beberapa komponen utama, yaitu mikrokontroler ESP32, sensor *inframerah* SHARP GP2Y0A21, dua buah sensor *electromyography* (EMG), LCD 16×2 berbasis I2C, serta *buzzer*. Seluruh komponen dirakit dalam satu wadah yang dirancang agar kokoh dan mudah digunakan saat latihan berlangsung.

ESP32 digunakan sebagai pengendali utama sistem yang berfungsi menerima data dari sensor dan mengatur kerja keseluruhan perangkat. Sensor *inframerah* SHARP GP2Y0A21 dipasang pada bagian atas alat dan diarahkan ke area kepala pengguna. Sensor ini berfungsi mendeteksi pergerakan vertikal saat pengguna melakukan gerakan *chinning up* atau *pull up*. Ketika kepala pengguna melewati jarak deteksi yang telah ditentukan, sistem akan mengenali kondisi tersebut sebagai satu repetisi gerakan.

Selain pendeteksian repetisi, sistem juga dilengkapi dengan dua sensor EMG yang dipasang pada otot *biceps* dan *triceps* lengan. Sensor EMG digunakan untuk merekam sinyal listrik yang muncul akibat kontraksi otot selama latihan. Data yang dihasilkan kemudian dikirimkan ke ESP32 untuk diproses sebagai informasi tambahan terkait aktivitas otot yang terlibat dalam gerakan latihan.

Informasi hasil pengukuran ditampilkan secara langsung melalui LCD 16×2 yang terpasang pada perangkat. LCD digunakan untuk menampilkan jumlah repetisi dan nilai aktivitas otot, sehingga pengguna dapat memantau hasil latihan secara langsung. Selain itu, *buzzer* digunakan sebagai penanda suara yang akan aktif setiap kali satu repetisi gerakan berhasil terdeteksi, sehingga memberikan umpan balik sederhana kepada pengguna.

Seluruh komponen dihubungkan menggunakan kabel jumper dan disolder pada papan rangkaian utama untuk memastikan kestabilan koneksi selama pengoperasian. Sistem satu daya menggunakan baterai sehingga perangkat dapat digunakan secara portabel. Dengan konfigurasi tersebut, perangkat keras mampu bekerja secara terintegrasi dalam mendukung sistem perhitungan dan pemantauan latihan *chinning up* dan *pull up* berbasis *Internet of Things*.



Gambar 8. Konstruksi Perangkat Keras Alat Perhitungan *Chinning up* dan *Pull Up*



Gambar 9. Penggunaan Alat

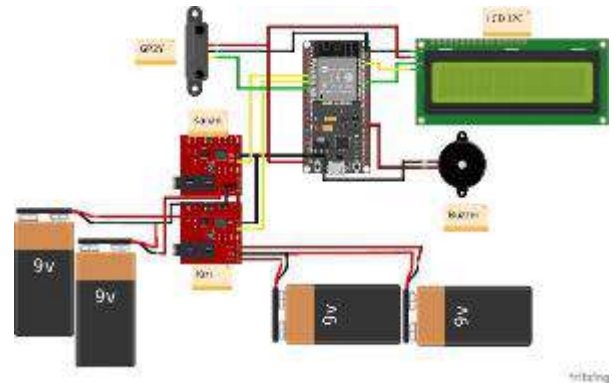
### B. Rangkaian dan Sistem Elektronika

Sistem elektronika alat ini dirancang untuk mengintegrasikan mikrokontroler ESP32, sensor inframerah SHARP GP2Y0A21, sensor EMG, LCD 16x2, dan *buzzer*. ESP32 berfungsi sebagai pusat kendali yang memproses data dari kedua sensor dan mengirimkan hasilnya ke tampilan LCD serta ke sistem web melalui koneksi Wi-Fi. Sensor inframerah digunakan untuk mendeteksi gerakan naik turun kepala saat latihan, sedangkan sensor EMG membaca aktivitas listrik otot *biceps* dan *triceps*.

Hasil pembacaan kedua sensor dikonversi menjadi data digital oleh ESP32 dan dikirimkan secara real-time ke *Firestore Realtime Database*, lalu ditampilkan melalui antarmuka web berbasis *Laravel Framework*. Rangkaian ini menggunakan suplai daya 5V DC dengan konsumsi arus rata-rata 300 mA, dan hasil pengujian menunjukkan sistem bekerja stabil dengan tingkat keandalan mencapai 95%.

Dibanding penelitian sebelumnya oleh Rahmat dkk. [10] yang menggunakan modul Wi-Fi eksternal, sistem ini lebih efisien dan responsif karena ESP32 sudah memiliki modul Wi-Fi terintegrasi. Dengan desain yang sederhana namun

efektif, rangkaian ini mampu mendukung komunikasi data antar komponen secara cepat, akurat, dan berkesinambungan dalam proses pemantauan latihan berbasis IoT.



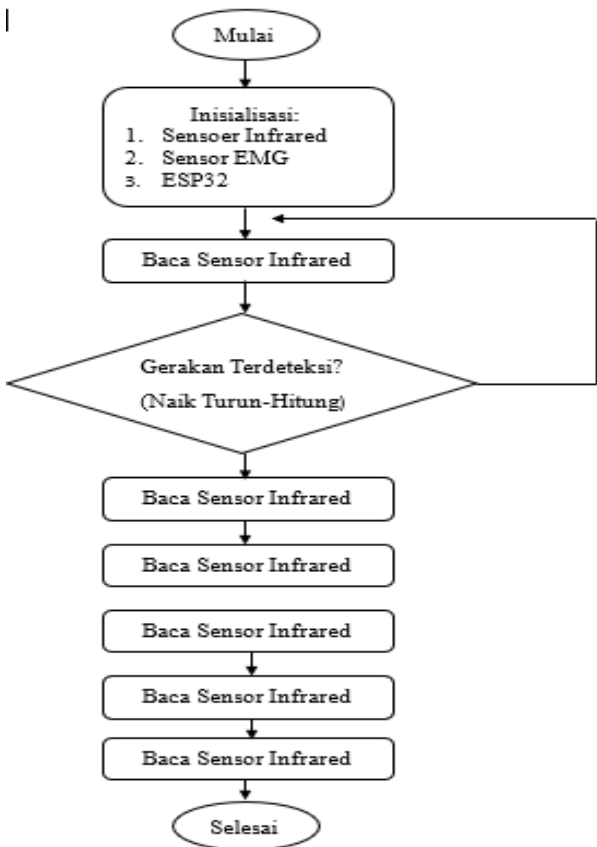
Gambar 10. Diagram Rangkaian Elektronika

### C. Flowchart Sistem Kontrol

Flowchart sistem kontrol menggambarkan alur kerja alat penghitung *Chinning Up* dan *Pull Up* berbasis *Internet of Things* (IoT). Proses diawali dengan tahap inisialisasi, di mana mikrokontroler ESP32, sensor inframerah, dan sensor EMG (*Elektromiografi*) diaktifkan untuk memastikan seluruh komponen terkoneksi dan siap menerima input sinyal.

Setelah sistem aktif, sensor inframerah mulai mendeteksi perubahan jarak akibat gerakan naik-turun kepala pengguna. Setiap perubahan jarak yang sesuai dengan pola latihan akan dihitung sebagai satu repetisi. Bersamaan dengan itu, sensor EMG membaca aktivitas otot *biceps* dan *triceps*, kemudian sinyal analog yang dihasilkan dikonversi oleh ESP32 menjadi data digital untuk diolah lebih lanjut. Data hasil pembacaan kedua sensor dikirim secara real-time ke *Firestore Realtime Database* melalui koneksi Wi-Fi dan ditampilkan pada antarmuka web berbasis *Laravel Framework*. Sistem juga dilengkapi dengan *buzzer* sebagai indikator ketika satu gerakan berhasil terdeteksi.

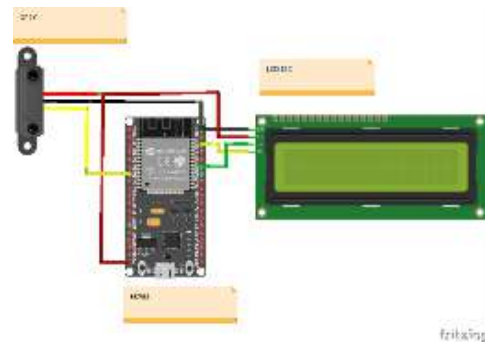
Proses ini berjalan berulang selama latihan berlangsung. Setelah sesi selesai, seluruh data tersimpan otomatis di basis data dan dapat diakses oleh admin, pengawas, maupun atlet sesuai perannya. *Flowchart* ini menggambarkan mekanisme kerja sistem yang terintegrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak, sehingga proses pemantauan latihan dapat dilakukan secara efisien, akurat, dan real-time tanpa intervensi manual.



Gambar 11. Flowchat Sistem Kontrol Alat IoT Chinning Up dan Pull Up

D. Pengujian perangkat Keras Sensor Infrared dan EMG

Pada pengujian sensor ini menggunakan metode Pengujian *Eksperimental (Experimental Testing)* dengan pendekatan pengujian akurasi untuk sensor *infrared* melalui perbandingan hasil pembacaan dengan alat ukur standar dan perhitungann presentase error. Sensor GP2Y0A21, ada tiga kabel utama, yaitu merah, hitam, dan hijau. Kabel merah ihubungkan 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.

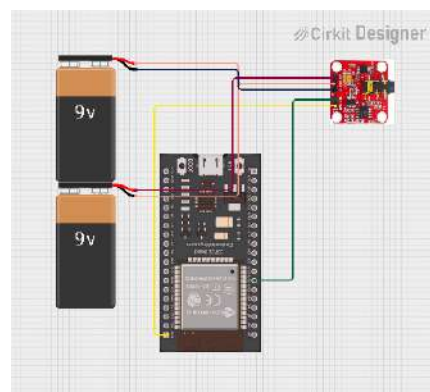


Gambar 12. Rangkaian Sensor Inframerah

Tabel 1. Pengujian Sensor Infrared

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

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.



Gambar 13. Rangkaian Sensor EMG

Tabel 2. Pengujian 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
Rileksi kembali	200	Rendah	190	Rendah	Tubuh kembali turun dan otot kembali rileks

Tahap pengujian perangkat keras dilakukan untuk memastikan bahwa setiap komponen bekerja sesuai fungsi dan mampu saling berkomunikasi dengan baik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor inframerah memiliki tingkat akurasi deteksi mencapai 96%, sedangkan sensor EMG menunjukkan kestabilan amplitudo di atas 90% saat membaca aktivitas otot biseps dan triseps. Mikrokontroler ESP32 berhasil mengirimkan data sensor ke Firebase Realtime Database tanpa kehilangan paket data.

### E. Pengujian Perangkat Lunak

Pengujian perangkat lunak dilakukan untuk memastikan sistem web mampu menampilkan hasil latihan secara akurat, real-time, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Metode pengujian yang digunakan adalah Black Box Testing dan User Acceptance Test (UAT) [6].

Black Box Testing dilakukan untuk menguji fungsionalitas sistem tanpa meninjau struktur kode program. Pengujian ini berfokus pada kesesuaian antara input dan output berdasarkan spesifikasi kebutuhan sistem. Seluruh fitur diuji mulai dari proses login pengguna (admin, pengawas, atlet), pengelolaan data pengguna, penjadwalan latihan, input parameter atlet, hingga proses pengambilan data sensor, pengiriman ke Firebase Realtime Database, dan penampilan hasil pada antarmuka berbasis Laravel Framework. Pengujian ini dilakukan oleh peneliti sebagai pengembang sistem dengan menjalankan seluruh skenario penggunaan yang telah dirancang.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh fungsi berjalan sesuai rancangan. Data jumlah repetisi, waktu latihan, dan aktivitas otot dapat

diperbarui secara langsung tanpa keterlambatan yang signifikan. Selain itu, sistem menunjukkan stabilitas koneksi yang baik antara ESP32 dan server selama proses transmisi data berlangsung.

Selanjutnya, dilakukan User Acceptance Test (UAT) untuk mengevaluasi tingkat penerimaan dan kelayakan sistem dari sisi pengguna akhir. Pengujian UAT melibatkan seorang ahli olahraga dan seorang binaragawan yang berpengalaman dalam latihan kekuatan sebagai responden utama. Keduanya melakukan pengujian langsung terhadap sistem saat sesi latihan chinning up dan pull up berlangsung. Evaluasi dilakukan menggunakan instrumen kuesioner berbasis skala Likert yang menilai aspek keakuratan perhitungan repetisi, kesesuaian pembacaan aktivitas otot, kecepatan respons sistem, kemudahan penggunaan, serta kejelasan tampilan antarmuka.

Berdasarkan hasil perhitungan kuesioner, sistem memperoleh tingkat kepuasan pengguna sebesar 92%, yang menunjukkan bahwa sistem dinilai sangat baik dan layak digunakan dalam proses evaluasi latihan.

Berdasarkan Tabel 3, seluruh skenario pengujian fungsional menunjukkan hasil sesuai dan berhasil. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa perangkat lunak yang dikembangkan telah memenuhi kebutuhan fungsional serta dinyatakan layak secara teknis dan praktis oleh ahli di bidang olahraga.

Tabel 3. Pengujian Fungsional

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

Pengawas menginput data parameter atlet	Tinggi, berat, usia	Data tampil di halaman atlet	Sesuai	<input checked="" type="checkbox"/> Berhasil
Atlet melakukan latihan	Deteksi sensor Infrared & EMG	Data dikirim dan tampil di LCD serta website	Sesuai	<input checked="" type="checkbox"/> Berhasil
Repetisi latihan terbaca	Gerakan naik-turun	Repetisi bertambah otomatis	Sesuai	<input checked="" type="checkbox"/> Berhasil
Data latihan tampil <i>real-time</i>	Latihan aktif	Data muncul di <i>dashboard</i> tanpa reload	Sesuai	<input checked="" type="checkbox"/> Berhasil

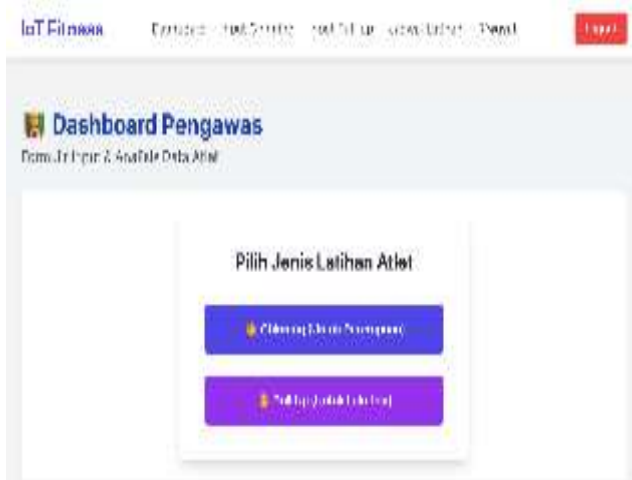


Gambar 15. Halaman Pengawas



Gambar 16. Halaman Dashboard Atlet

Dari Tabel 3 Pengujian BlackBox dilakukan untuk memastikan bahwa setiap fungsi utama dalam sistem berjalan sesuai dengan yang diharapkan tanpa memeriksa struktur kode internal. Pengujian ini berfokus pada respons sistem terhadap berbagai input yang diberikan oleh pengguna dengan skenario uji tertentu. Terdapat sembilan skenario pengujian yang dilakukan, dan semuanya menunjukkan hasil yang sesuai dan berhasil, menandakan bahwa sistem telah berfungsi dengan baik.



Gambar 14. Halaman Admin

## V. 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 *biceps* dan *triceps* 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 *Firestore 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.

Berbasis ESP32,” 2017. [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>

## REFERENSI

- [1] D. F. Budi Setyawan, A. Agung Priambadha, I. Meifilindati, Rahayu Mintarsih, A. Cindy Salsabila, and Z. Ras Darmawan, “PEDOMAN PELAKSANAAN TES KESAMAPTAAN JASMANI,” 2023.
- [2] 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.
- [3] R. Adisaputra, I. Wijayanto, and S. Hadiyoso, “Perancangan Hardware Sistem Counter Chin-Up dan Pull-Up Berbasis Sensor MPU6050,” Dec. 2024.
- [4] E. Rahmat, A. Rusdiana, and Y. Ruhayati, “PENGEMBANGAN TEKNOLOGI TES CHIN UP BERBASIS ARDUINO UNO DAN SENSOR LASER INFRARED DENGAN LCD DISPLAY,” 2017.
- [5] S. Sawal, A. Fitri, M. Waruni, T. Elektro, and F. Teknologi Industri Universitas Balikpapan Jln Pupuk Raya Gn Bahagia Balikpapan, “PERANCANGAN ALAT OLAHRAGA PENGHITUNG PULL UP BERBASIS MIKROKONTROLER MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK,” 2019.
- [6] V. Ivan and F. Wahab, “Pendeteksian Sinyal Otot Lengan Manusia Menggunakan Sensor Otot EMG Berbasis Arduino Uno,” Oct. 2020.
- [7] 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.
- [8] D. A. Putra, “ALAT PENGHITUNG JUMLAH GERAKAN PULL UP DAN PUSH UP MENGGUNAKAN SUDUT KEMIRINGAN PADA SENSOR MPU6050 BERBASIS INTERNET OF THINGS,” 2023.
- [9] S. I. MT and B. Darma, “ALAT PENGHITUNG JUMLAH PUSH UP,” no. 12, pp. 46–53, 2017.
- [10] R. Rahmawati, T. Haryanti, and E. Kresna, “Pengembangan Sistem Monitoring Penghitung Sit Up & Denyut Nadi Menggunakan Android Berbasis Mikrokontroler,” 2020.
- [11] F. Ramadhan and A. Setia Budi, “Sistem Monitoring Gerakan Push-Up Menggunakan Sensor Flex