

Perancangan Hardware Sistem *Counter Chin-Up* dan *Pull-Up* Berbasis Sensor MPU6050

1st Rangga Adisaputra
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

ranggaadi@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Inung Wijayanto
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

iwijayanto@telkomuniversity.ac.id

3rd Sugondo Hadiyoso
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

sugondo@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Anggota TNI AD dan Polri sering kali menghadapi tugas yang membutuhkan kondisi fisik prima. Tes chin-up dan pull-up digunakan untuk mengukur kekuatan dan ketahanan fisik calon anggota, namun pengukuran manual saat ini rentan terhadap kesalahan dan memerlukan waktu lebih lama. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem counter chin-up dan pull-up berbasis sensor MPU6050 yang terhubung melalui Bluetooth. Sistem ini mendeteksi dan menghitung jumlah repetisi secara otomatis dan dilengkapi dengan website untuk pemantauan hasil secara real-time. Pengujian dilakukan pada delapan responden dengan tiga skenario gerakan yang berbeda. Hasil menunjukkan bahwa sistem ini mampu menghitung repetisi dengan akurat, dengan data menunjukkan kesalahan minimal. Dengan demikian, sistem ini dapat meningkatkan akurasi proses seleksi fisik calon anggota TNI AD dan Polri.

Kata kunci: chin-up, pull-up, sensor mpu6050, ESP32

I. PENDAHULUAN

Penggunaan teknologi di era modern bertujuan untuk mempermudah berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam penilaian kebugaran jasmani. Dalam konteks seleksi calon anggota TNI dan POLRI, tes kebugaran jasmani (GARJAS) merupakan tahap penting yang mencakup komponen seperti *pull-up* dan *chin-up*. Penilaian kebugaran fisik TNI dan POLRI umumnya masih dilakukan secara manual, sehingga rentan terhadap kesalahan manusia dan memerlukan banyak personel dalam proses penilaian tersebut.

Oleh karena itu, diperlukan sistem yang mampu menghitung gerakan *chin-up* dan *pull-up* secara *real-time* serta mendeteksi gerakan yang benar. Penelitian ini menggunakan sensor MPU6050, yang mampu mendeteksi perubahan kemiringan pada lengan dan kaki peserta tes, serta mikrokontroler ESP32 yang dilengkapi dengan koneksi Bluetooth untuk mengimplementasikan sistem tersebut.

Pada penelitian sebelumnya, terdapat beberapa solusi yang sudah tersedia, seperti implementasi berbasis BlazePose, implementasi mikrokontroler, sensor ultrasonik, dan sensor laser infrared pada sistem counter. Meskipun metode tersebut telah memberikan solusi yang baik, namun terdapat keterbatasan dalam penerapannya pada situasi yang berbeda. Maka diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengembangkan solusi yang dapat diimplementasikan sesuai dengan kebutuhan seleksi tes TNI AD dan POLRI.

Sistem Counter Chin-up dan Pull-up Berbasis Sensor dirancang dengan beberapa tujuan utama. Pertama, untuk memudahkan perhitungan gerakan yang benar dan salah

dalam tes *pull-up* maupun *chin-up* secara *real-time*, sehingga dapat mengurangi kesalahan perhitungan dan mengurangi kebutuhan personel dalam proses penilaian. Selain itu, sistem ini juga bertujuan untuk memberikan kenyamanan bagi pengguna dengan menggunakan bahan yang elastis, sehingga tidak mengganggu gerakan yang dilakukan oleh peserta tes GARJAS.

II. KAJIAN TEORI

A. Mikrokontroler ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler yang dikembangkan oleh Espressif Systems, dilengkapi dengan kemampuan dual-core yang mampu beroperasi pada kecepatan hingga 240 MHz. Mikrokontroler ini terkenal karena integrasi Wi-Fi dan Bluetooth, termasuk Bluetooth Low Energy (BLE), yang menjadikannya ideal untuk proyek-proyek Internet of Things (IoT).

B. Sensor MPU6050

MPU6050 adalah sensor yang menggabungkan *accelerometer* dan *gyroscope*, digunakan untuk mendeteksi orientasi dan gerakan dalam tiga sumbu (X, Y, Z). Sensor ini dapat mengukur percepatan linear dan kecepatan rotasi, yang penting untuk mendeteksi perubahan sudut dalam penelitian ini.

C. Lithium Battery Capacity Indicator

Lithium Battery Capacity Indicator adalah fitur pada perangkat elektronik yang menunjukkan sisa daya baterai dalam bentuk persentase. Indikator ini didasarkan pada tegangan dan kapasitas baterai yang diukur oleh sistem manajemen baterai. Seiring penggunaan, persentase akan menurun, memberikan panduan kapan perlu mengisi ulang.

D. Baterai 16340

Baterai 16340 atau CR123 dengan tegangan 3,7 volt adalah baterai rechargeable berbasis lithium-ion yang dapat diisi dengan pengisi daya yang sesuai, sehingga memungkinkan penggunaan kembali baterai secara optimal dan masa pakai yang lama.

E. Modul Charger Tp 4056 1A

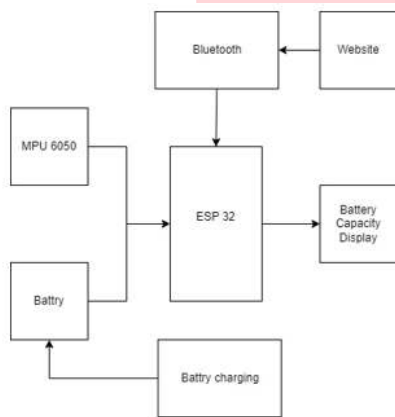
Modul yang dirancang khusus untuk mengisi daya baterai lithium-ion. Modul ini menggunakan port micro USB sebagai input daya pada rentang 4V hingga 8V, Namun modul ini

tidak memiliki fitur protection circuit sehingga berisiko rusak akibat pengisian daya yang berlebihan.

III. METODE

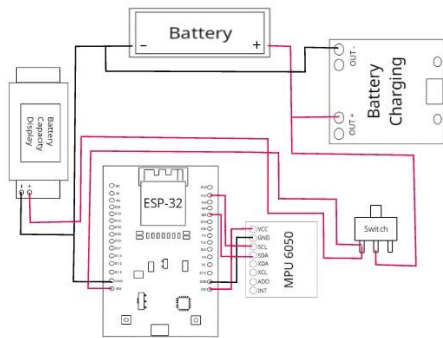
A. Perancangan Perangkat Keras

Pada tahap perancangan perangkat ini, peneliti mengidentifikasi kebutuhan yang harus dipenuhi untuk membangun perangkat sesuai dengan tujuan yang diinginkan. eberapa komponen yang diperlukan antara lain MPU6050 sebagai sensor, ESP32 sebagai mikrokontroler yang dilengkapi dengan modul Bluetooth, baterai litium yang dapat diisi ulang untuk memberikan daya pada perangkat, modul pengisian baterai untuk mengisi ulang daya, layar tampilan baterai untuk memonitor kapasitas baterai, serta sebuah website yang dapat memantau jumlah hitungan gerakan yang benar dan salah. Berikut adalah representasi perangkat keras berbentuk blok diagram seperti yang tertera pada Gambar 1.

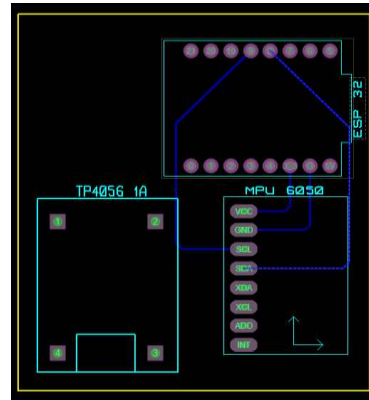


GAMBAR 1 (Blok Diagram Perancangan)

B. Desain Solusi Hardware



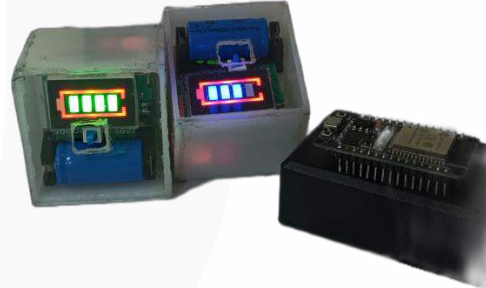
GAMBAR 2 (Desain Solusi Hardware)



GAMBAR 3 (Desain PCB)

Gambar 2, menunjukkan desain solusi hardware untuk sistem *counter chin-up* dan *pull-up* yang terdiri dari dua bagian. Bagian pertama menggunakan desain PCB yang terlihat pada gambar 3, yang menghubungkan sensor MPU6050 untuk mendeteksi gerakan. Mikrokontroler ESP32 digunakan untuk memproses data sensor dan mengelola operasi sistem. Selain itu, bagian ini juga dilengkapi dengan modul pengisian daya yang terhubung ke baterai lithium-ion, sehingga perangkat dapat diisi ulang dan digunakan dalam jangka waktu yang lama tanpa perlu penggantian baterai.

Bagian kedua dari sistem ini meliputi modul indikator baterai yang memungkinkan pengguna memantau status daya baterai secara *real-time*, dan tombol switch yang berfungsi untuk mengaktifkan atau menonaktifkan sistem sesuai kebutuhan. Bagian ini juga dilengkapi dengan baterai lithium-ion 16340 dengan tegangan 3.7V untuk memberi daya pada seluruh sistem.



GAMBAR 4 (Rangkaian Perangkat Keras)

Setelah menyelesaikan tahap perancangan, proses berlanjut ke tahap pembuatan perangkat. Dalam pengembangan perangkat keras, peneliti merancang dua perangkat untuk dipasangkan pada tangan dan kaki, serta satu BLE server untuk memproses data yang dikirimkan oleh sensor. Rangkaian tersebut melibatkan penggunaan mikrokontroler ESP32 sebagai komponen utama dengan baterai sebagai sumber daya, yang dihubungkan dengan komponen lainnya. Desain rangkaian perangkat keras ini dapat dilihat pada Gambar 4.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

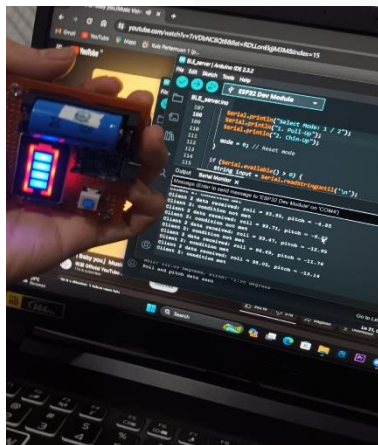
A. Implementasi Perangkat Keras



GAMBAR 5
(Implementasi Perangkat Keras)

Pada Gambar 5, perangkat dipasangkan pada lengan dan kaki menggunakan kain manset yang terbuat dari bahan elastis, sehingga tidak mengganggu pergerakan dan memberikan kenyamanan bagi pengguna. Alat ini dilengkapi dengan sensor MPU 6050 sebagai pendeteksi kemiringan sudut agar dapat menghitung gerakan pull-up dan chin-up dengan cara meletakkan alat pada lengan dan kaki dikarenakan dalam melakukan gerakan pull-up maupun chin-up kemiringan pada lengan dan kaki akan berubah dari gerakan tersebut sehingga sensor dapat mendeteksi jumlah gerakan yang dilakukan.

B. Pengujian Kalibrasi



GAMBAR 6
(Pengujian Kalibrasi)

Pada gambar 6, sistem dihubungkan ke server menggunakan koneksi Bluetooth. Setelah koneksi berhasil, langkah berikutnya adalah melakukan kalibrasi dan mengukur kemiringan pada sensor. Pengukuran dilakukan pada beberapa sudut referensi yang telah ditentukan melalui aplikasi Arduino IDE untuk gerakan chin-up dan pull-up. Kemudian hasilnya dibandingkan dengan sudut yang diukur oleh sensor setelah proses kalibrasi. Data yang diperoleh Dapat dilihat pada tabel 1 berikut :

TABEL 1
(Pengukuran Akurasi Sensor)

Sudut Referensi	Sudut yang Diukur	Error
40°	40.06°	-0.06°
50°	50.02°	-0.02°
60°	60.07°	-0.07°
80°	80.03°	-0.03°
95°	95.09°	-0.09°
120°	120.04°	-0.04°

C. Pengujian Akurasi dan Sistem Alat

Pengujian ini dilakukan dengan menguji ketepatan sistem dalam menghitung jumlah chin-up dan pull-up dengan meminta pengguna melakukan serangkaian chin-up dan pull-up sambil menggunakan perangkat.

TABEL 2
(Sudut Chin-up dan Pull-up)

Jenis Gerakan	Sudut Lengan (Roll)	Sudut Kaki(Roll)
Chin-up	40 derajat	60 derajat sampai 80 derajat
Pull-up	50 derajat	95 derajat sampai 120 derajat

Pada tabel 2 diatas, diperoleh sudut roll sensor 40 dan 50 derajat, serta sudut roll 60 sampai 80 derajat dan 95 sampai 120 derajat, yang ditentukan setelah melakukan serangkaian percobaan gerakan chin-up dan pull-up sesuai dengan aturan TNI dan POLRI yang berlaku.

1. Gerakan chin-up



GAMBAR 7
(Pengujian Gerakan Chin-up)

Gerakan chin-up dimulai dari posisi awal dengan lengan yang diluruskan pada tiang bar dan posisi badan mencapai kemiringan 45 derajat, seperti yang ditampilkan pada Gambar 7 di atas. Gerakan chin-up dilakukan dengan menekuk lengan hingga dada menyentuh bar Setelah itu, lengan kembali diluruskan.


```
Client 2 data received: roll = 78.43, pitch = -4.77
Client 2: condition met
Client 1: angle 40 detected
Client 2 data received: roll = 79.53, pitch = -6.11
Client 2: condition met
Chin Up COUNTED
Chin Up Count: 1
```

GAMBAR 8

(Tampilan Gerakan Benar *Chin-Up* di Serial Monitor Arduino IDE)

```
Client 2 data received: roll = 131.10, pitch = -10.07
Client 2: condition not met
Client 1: angle 40 detected
Client 2 data received: roll = 123.89, pitch = -9.24
Client 2: condition not met
NOT COUNT: 1
```

GAMBAR 9

(Tampilan Gerakan Salah *Chin-Up* di Serial Monitor Arduino IDE)

Sistem akan menghitung gerakan. Ketika sensor client mendeteksi sudut 40 derajat pada lengan dan sudut 60 hingga 80 derajat pada kaki, notifikasi "Angle 40 detected" dan "Condition met" akan ditampilkan pada serial monitor Arduino seperti yang ditunjukkan pada gambar 8. Selanjutnya, data tersebut diproses dan dikirimkan ke server, di mana jika nilai sensor client lengan bernilai true "Angle 40 detected" dan sensor client kaki bernilai true "Condition met", gerakan tersebut dianggap benar dan hasilnya akan dimunculkan pada Server BLE Namun, jika sensor client lengan bernilai true tetapi sensor client kaki bernilai false (condition not met) maka gerakan tersebut terdeteksi salah, dapat dilihat pada gambar 9 diatas.

2. Gerakan *pull-up*

Gambar 10
(Pengujian Gerakan *Pull-up*)

Gerakan *Pull-up* dimulai dari posisi awal dengan lengan diluruskan dalam keadaan bergelantungan, seperti yang ditampilkan pada gambar 10 di atas. Gerakan dimulai dengan menekuk lengan hingga dagu melewati tiang *Pull-up* dengan posisi kaki lurus ke bawah dan tidak berayun.

```
Client 2 data received: roll = 101.89, pitch = 1.93
Client 2: condition met
Client 1: angle 50 detected
Client 2 data received: roll = 101.43, pitch = 1.93
Client 2: condition met
Pull Up COUNTED
Pull Up Count: 1
```

GAMBAR 11

(Tampilan Gerakan Benar *Pull-Up* di Serial Monitor Arduino IDE)

```
Client 2 data received: roll = 29.10, pitch = 0.06
Client 2: condition not met
Client 1: angle 50 detected
Client 2 data received: roll = 30.98, pitch = 1.80
Client 2: condition not met
NOT COUNT: 1
```

GAMBAR 12

(Tampilan Gerakan Salah *Pull-Up* di Serial Monitor Arduino IDE)

sistem akan menghitung gerakan Ketika sensor client mendeteksi sudut 50 derajat pada lengan dan sudut 95 hingga 120 derajat pada kaki, notifikasi "Angle 50 detected" dan "Condition met" akan ditampilkan pada serial monitor Arduino, seperti yang ditunjukkan pada gambar 11. Selanjutnya, data tersebut diproses dan dikirimkan ke server, di mana jika nilai sensor client lengan bernilai true "Angle 40 detected" dan sensor client kaki bernilai true "Condition met", gerakan tersebut dianggap benar dan hasilnya akan dikirim ke server website. Namun, jika sensor client lengan bernilai true tetapi sensor client kaki bernilai false (condition not met), maka gerakan tersebut dianggap salah dan hasilnya juga akan dikirim ke server, dapat dilihat pada gambar 9 diatas.

V. KESIMPULAN

Perangkat sistem *counter chin-up* dan *pull-up* yang dirancang menggunakan sensor MPU6050 berhasil mendeteksi kemiringan lengan dan kaki saat melakukan gerakan *chin-up* maupun *pull-up*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perangkat ini berhasil terhubung ke server BLE melalui koneksi Bluetooth dan mampu menghitung gerakan *pull-up* dan *push-up* berdasarkan sudut kemiringan yang telah ditentukan. Untuk lengan, sudut kemiringan gerakan *chin-up* adalah 40 derajat dan *pull-up* adalah 50 derajat, sedangkan untuk kaki, sudut kemiringan gerakan *chin-up* adalah 60 derajat hingga 80 derajat dan *pull-up* adalah 95 derajat hingga 120 derajat. Jika gerakan tidak sesuai dengan sudut yang telah ditetapkan, server BLE akan menampilkan bahwa gerakan tersebut salah. Sebaliknya, jika gerakan sesuai dengan sudut yang ditetapkan, server BLE akan mendeteksi gerakan tersebut sebagai benar.

REFERENSI

- [1] 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.
- [2] Rahmat, E., Rusdiana, A., & Ruhayati, Y. (2017). PENGEMBANGAN TEKNOLOGI TES CHIN-UP BERBASIS ARDUINO UNO DAN SENSOR INFRARED DENGAN LCD DISPLAY. *Jurnal Terapan Ilmu Keolahragaan*, 2(1), 14. <https://doi.org/10.17509/jtikor.v2i1.4961>
- [3] F. Akhyar, I. Wijayanto, Rustam, dan S. Saidah, "SISTEM BERBASIS COMPUTER VISION DAN ARTIFICIAL INTELLIGENCE PADA TES KESEGERAN JASMANI (GARJAS) UNTUK PENERIMAAN SISWA DI KALANGAN MILITER REPUBLIK INDONESIA," Mar 2023
- [4] H. William K. and M. Thomas S., "research and development," 29 Sep, 2023. <https://www.britannica.com/topic/research-and-development> (accessed Nov. 11, 2023).
- [5] Andrianto, H. & Darmawan, A. (2017). *Arduino Belajar Cepat dan Pemrograman*. Bandung: Informatika
- [6] "How To Use Lithium Battery Capacity Indicator Module? " quartzcomponents., [Online]. Available: <https://quartzcomponents.com/blogs/electronics-projects/how-to-use-lithium-battery-capacity-indicator-module> [Accessed: Jul. 3, 2024].