



# PERANCANGAN ALAT UKUR KEKUATAN DAN KECEPATAN PUKULAN PENCAK SILAT BERBASIS IOT

Adzandyma Al Aziz<sup>1)</sup>, Mhd.Basri<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Teknologi Informasi, Fakultas Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan, Indonesia  
Email: [Adzanaziz2@Gmail.Com](mailto:Adzanaziz2@Gmail.Com)

<sup>2)</sup>Teknologi Informasi, Fakultas Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan, Indonesia  
Email: [Mhd.Basri@Umsu.Ac.Id](mailto:Mhd.Basri@Umsu.Ac.Id)

## Abstract

This study aims to design and develop an Internet of Things (IoT)-based device for measuring the strength and speed of pencak silat punches. The system was developed using an ESP32 microcontroller as the main controller, a Load Cell sensor combined with the HX711 module to measure punch strength, and two E18-D80NK Proximity sensors to measure punch speed. The research method used was the Prototype method, which includes literature study, system design, implementation, testing, and system evaluation stages. Measurement results were displayed in real-time through a web-based dashboard developed using HTML, CSS, and JavaScript, and were automatically stored in Google Sheets via a WiFi network. The testing results showed that the system was able to measure punch strength and speed and display the data in real-time properly. The system also successfully stored data automatically. However, several limitations were found, such as sensor reading instability and inconsistencies in measurement results caused by punch position and frame stability. Overall, the designed system was able to perform its basic function as an IoT-based punch strength and speed measurement device for pencak silat.

**Keywords:** Pencak Silat, Internet of Things (IoT), ESP32, Load Cell Sensor.

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat ukur kekuatan dan kecepatan pukulan pencak silat berbasis Internet of Things (IoT). Sistem dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengendali, sensor Load Cell yang dikombinasikan dengan modul HX711 untuk mengukur kekuatan pukulan, serta dua sensor Proximity E18-D80NK untuk mengukur kecepatan pukulan. Metode penelitian yang digunakan adalah metode Prototype, yang meliputi tahapan studi literatur, perancangan sistem, implementasi, pengujian, dan evaluasi sistem. Data hasil pengukuran ditampilkan secara real-time melalui dashboard berbasis web yang dikembangkan menggunakan HTML, CSS, dan JavaScript, serta disimpan secara otomatis ke Google Sheets melalui jaringan WiFi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengukur kekuatan dan kecepatan pukulan serta menampilkan data secara real-time dengan baik. Sistem juga berhasil melakukan penyimpanan data secara otomatis. Namun, masih ditemukan beberapa kendala seperti kestabilan pembacaan sensor dan konsistensi hasil pengukuran yang dipengaruhi oleh posisi pukulan dan kestabilan rangka alat. Secara keseluruhan, alat yang dirancang telah mampu menjalankan fungsi dasarnya sebagai alat ukur kekuatan dan kecepatan pukulan pencak silat berbasis IoT.

**Kata Kunci:** Pencak Silat, Internet of Things (IoT), ESP32, Sensor Load Cell.



## PENDAHULUAN

Pencak Silat merupakan salah satu warisan budaya Indonesia yang memiliki nilai seni, budaya, serta unsur bela diri yang kuat. Selain berfungsi sebagai olahraga pertahanan diri, pencak silat juga menjadi sarana pembentukan karakter, kedisiplinan, dan sportivitas bagi generasi muda. Keberadaan pencak silat sebagai identitas budaya bangsa menjadikan olahraga ini terus berkembang, baik di tingkat nasional maupun internasional. Menurut (Ediyono & Widodo, 2019), pencak silat tidak hanya dipahami sebagai seni gerak, tetapi juga mengandung nilai filosofis dan estetika yang menjadi bagian penting dari budaya Indonesia.

Perkembangan pencak silat di dunia pendidikan semakin meningkat seiring banyaknya sekolah yang menjadikan olahraga ini sebagai kegiatan ekstrakurikuler maupun cabang olahraga prestasi. Dalam proses pembinaan atlet, kemampuan fisik menjadi salah satu faktor utama yang menentukan keberhasilan seorang atlet saat bertanding. Di antara berbagai aspek fisik tersebut, kekuatan dan kecepatan pukulan merupakan komponen penting yang harus dimiliki atlet pencak silat agar mampu menghasilkan serangan yang efektif dan memperoleh poin dalam pertandingan.

Namun, proses evaluasi performa pukulan di sekolah maupun tempat latihan masih banyak dilakukan secara konvensional. Penilaian biasanya hanya berdasarkan pengamatan visual dari guru atau pelatih sehingga hasil yang diperoleh cenderung subjektif dan kurang akurat. Kondisi ini menyebabkan perkembangan kemampuan siswa sulit diukur secara kuantitatif. Menurut (Yasi & Nurholis, 2019), pengukuran kemampuan pukulan atlet membutuhkan alat ukur yang mampu memberikan data objektif agar performa atlet dapat dianalisis secara lebih tepat.

Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) memberikan peluang besar dalam meningkatkan kualitas pembinaan olahraga melalui penerapan sistem digital dan otomatisasi. Teknologi sensor dan mikrokontroler saat ini banyak dimanfaatkan untuk membantu proses pengukuran performa atlet secara real-time dan akurat. Penelitian yang dilakukan oleh (Harry Hardiansyah, 2024) menunjukkan bahwa penggunaan sensor Load Cell pada alat ukur olahraga mampu membantu proses pengukuran kekuatan secara lebih efektif dibandingkan metode manual.

Salah satu teknologi yang berkembang pesat saat ini adalah Internet of Things atau Internet of Things (IoT). Teknologi IoT memungkinkan perangkat saling terhubung melalui jaringan internet sehingga data dapat dikirim, dipantau, dan disimpan secara otomatis. Implementasi IoT telah banyak digunakan dalam berbagai bidang, termasuk sistem monitoring berbasis website dan perangkat pintar. Menurut (Sari et al., 2022), penerapan IoT berbasis web mampu meningkatkan efisiensi proses monitoring data secara real-time dan mempermudah pengguna dalam mengakses informasi dari jarak jauh.

Dalam penelitian ini, sistem alat ukur dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengendali utama. Pemilihan ESP32 didasarkan pada

kemampuannya yang telah mendukung koneksi WiFi secara langsung sehingga sangat sesuai digunakan pada sistem berbasis IoT. Menurut (Nizam et al., 2022), ESP32 memiliki kemampuan konektivitas yang baik untuk mendukung pengembangan sistem monitoring berbasis web secara efisien dan fungsional. Selain itu, ESP32 juga memiliki ukuran yang ringkas serta konsumsi daya yang relatif rendah sehingga cocok diterapkan pada perangkat prototipe olahraga.

Alat ukur yang dirancang akan memanfaatkan sensor Load Cell untuk mengukur kekuatan pukulan dan sensor Proximity E18-D80NK untuk mendeteksi kecepatan pukulan secara real-time. Data hasil pengukuran kemudian diproses menggunakan mikrokontroler dan ditampilkan pada dashboard berbasis web. Penggunaan dashboard interaktif bertujuan agar guru maupun siswa dapat melihat hasil pengukuran dengan mudah dan cepat. Menurut (Pohan et al., 2024), sistem informasi berbasis web dapat membantu proses penyajian data menjadi lebih terstruktur, interaktif, dan mudah dipahami oleh pengguna.

Selain ditampilkan melalui dashboard, data hasil pengukuran juga akan disimpan secara otomatis ke dalam Google Sheets menggunakan Google Apps Script. Penyimpanan data berbasis cloud ini memungkinkan seluruh hasil latihan terdokumentasi secara rapi dan dapat diakses kapan saja. Menurut (Mufti et al., 2024), penggunaan Google Sheets mampu mendukung pengelolaan data secara praktis dan efisien karena data dapat tersimpan otomatis serta mudah diakses secara online.

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas pengembangan alat ukur dalam olahraga bela diri berbasis mikrokontroler, seperti penelitian oleh (Syahrul Ramadhan, 2024) yang merancang alat ukur kekuatan dan kecepatan pukulan berbasis Arduino Uno. Namun, penelitian tersebut masih memiliki keterbatasan pada aspek integrasi IoT dan sistem penyimpanan data berbasis cloud. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan alat ukur kekuatan dan kecepatan pukulan pencak silat berbasis IoT menggunakan ESP32 yang mampu menampilkan data secara real-time melalui dashboard web serta menyimpan data secara otomatis ke Google Sheets. Dengan adanya alat ini, diharapkan proses evaluasi latihan pencak silat di sekolah menjadi lebih modern, objektif, transparan, dan berbasis data.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam perancangan alat ukur kekuatan dan kecepatan pukulan pencak silat berbasis IoT ini adalah metode Prototype. Metode ini dipilih karena mampu memberikan fleksibilitas dalam proses pengembangan sistem, terutama pada tahap perbaikan dan penyesuaian alat berdasarkan kebutuhan pengguna di lapangan. Melalui metode Prototype, peneliti dapat melakukan interaksi secara berkelanjutan dengan pengguna untuk mengevaluasi rancangan alat sebelum sistem dikembangkan secara penuh. Pendekatan ini sangat sesuai diterapkan pada penelitian berbasis perangkat keras dan IoT karena memungkinkan proses pengujian sensor, perbaikan sistem, dan pengembangan antarmuka dilakukan secara bertahap hingga alat bekerja secara optimal.



Penggunaan metode prototype juga dinilai efektif dalam pengembangan sistem berbasis web dan perangkat monitoring karena mampu meningkatkan kesesuaian sistem terhadap kebutuhan pengguna (Pohan et al., 2024).

Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis dimulai dari studi literatur, perancangan sistem, implementasi alat, pengujian sistem, pengumpulan data, hingga penarikan kesimpulan. Pada tahap studi literatur, peneliti mengumpulkan berbagai referensi terkait pencak silat, Internet of Things (IoT), sensor Load Cell, sensor Proximity, serta teknologi ESP32 dari jurnal, buku, dan penelitian terdahulu. Selanjutnya dilakukan proses perancangan sistem yang meliputi pembuatan diagram blok, perancangan rangkaian elektronik, flowchart sistem, serta desain antarmuka website. Implementasi dilakukan dengan merakit seluruh komponen perangkat keras seperti ESP32, sensor Load Cell 40 kg, modul HX711, dan sensor Proximity E18-D80NK menjadi sebuah prototipe fungsional. Proses pemrograman dilakukan menggunakan Arduino IDE dan Visual Studio Code untuk mendukung komunikasi data antara perangkat keras dengan dashboard berbasis web. Menurut (Rohman et al., 2021), penggunaan Arduino IDE dapat mempermudah proses pengembangan dan pengujian sistem berbasis mikrokontroler karena mendukung proses pemrograman yang lebih sederhana dan efisien.

Setelah alat berhasil dirakit, tahap berikutnya adalah pengujian sistem untuk memastikan seluruh sensor dan fitur berjalan sesuai dengan rancangan. Pengujian dilakukan secara berulang hingga sistem mampu mendeteksi kekuatan dan kecepatan pukulan secara real-time serta mengirimkan data ke dashboard dan Google Sheets melalui koneksi internet. Sistem ini memanfaatkan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengolahan data karena memiliki kemampuan koneksi WiFi yang mendukung implementasi IoT secara langsung (Nizam et al., 2022). Data hasil pengukuran kemudian disimpan secara otomatis ke Google Sheets menggunakan Google Apps Script agar tersusun lebih rapi dan mudah diakses kembali oleh guru maupun siswa. Penggunaan Google Sheets sebagai media penyimpanan dinilai efektif karena mampu mendukung pengelolaan data berbasis cloud secara praktis dan terstruktur (Mufti et al., 2024). Dengan tahapan penelitian tersebut, diharapkan alat yang dirancang dapat bekerja secara optimal sebagai media evaluasi performa pukulan pencak silat berbasis data dan teknologi IoT.

## HASIL PENELITIAN

### 1. Implementasi Sistem

Tahap implementasi merupakan proses penerapan rancangan sistem menjadi sebuah alat yang dapat berfungsi secara nyata. Pada tahap ini dilakukan perakitan perangkat keras seperti ESP32, sensor Load Cell dengan modul HX711, dan sensor Proximity E18-D80NK, serta pengembangan perangkat lunak berupa program mikrokontroler dan dashboard berbasis web. Seluruh komponen diintegrasikan melalui jaringan WiFi agar data hasil pengukuran kekuatan dan kecepatan pukulan dapat ditampilkan secara real-time dan tersimpan otomatis ke

Google Sheets. Tahap ini bertujuan untuk menguji kinerja sistem dalam mengukur pukulan pencak silat berbasis IoT.

### Implementasi Perangkat Keras (Hardware)

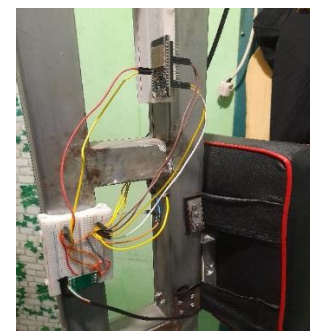
Implementasi perangkat keras dilakukan dengan merakit seluruh komponen menjadi satu sistem terintegrasi yang terdiri dari ESP32 sebagai mikrokontroler, sensor Load Cell dengan modul HX711 untuk mengukur kekuatan pukulan, serta sensor Proximity E18-D80NK untuk mengukur kecepatan pukulan. Sensor Load Cell dipasang di belakang pecing pad sebagai media pendeteksi gaya pukulan, kemudian sinyal yang dihasilkan diperkuat oleh modul HX711 sebelum diproses oleh ESP32 menjadi nilai kekuatan. Sementara itu, dua sensor proximity dipasang sejajar dengan jarak sekitar 20 cm untuk mendeteksi pergerakan tangan dan menghitung kecepatan pukulan berdasarkan waktu tempuh antar sensor.

Seluruh komponen dirangkai menggunakan breadboard dan kabel jumper untuk mempermudah proses perakitan, pengujian, serta perbaikan sistem selama tahap pengembangan. Rangka alat menggunakan besi sebagai penopang utama dengan pecing pad sebagai target pukulan. Selain itu, ESP32, modul HX711, dan sensor proximity ditempatkan pada posisi yang sesuai agar sistem dapat bekerja secara optimal dalam melakukan pengukuran kekuatan dan kecepatan pukulan secara real-time



Gambar 1. Tampilan Keseluruhan Alat

Berdasarkan Gambar 4.1, alat yang dirancang menggunakan rangka besi sebagai penopang utama dengan pecing pad sebagai media pukulan. Komponen ESP32, sensor Load Cell, modul HX711, dan sensor proximity dipasang secara terintegrasi untuk mengukur kekuatan dan kecepatan pukulan secara real-time.



Gambar 2. Rangkaian Elektronik Sistem



Berdasarkan Gambar 2 rangkaian elektronik sistem menggunakan ESP32 sebagai pusat kendali utama yang terhubung dengan dua sensor proximity E18-D80NK dan sensor Load Cell 40 kg melalui modul HX711. Sensor proximity dihubungkan ke pin GPIO18 dan GPIO19 untuk mendeteksi kecepatan pukulan berdasarkan selisih waktu tempuh, sedangkan modul HX711 terhubung ke GPIO25 dan GPIO26 untuk membaca data kekuatan dari sensor Load Cell. Seluruh komponen dirangkai menggunakan breadboard dan kabel jumper agar memudahkan proses perakitan, pengujian, serta pengembangan sistem, sehingga ESP32 dapat mengolah dan mengirimkan data hasil pengukuran ke dashboard web secara real-time.



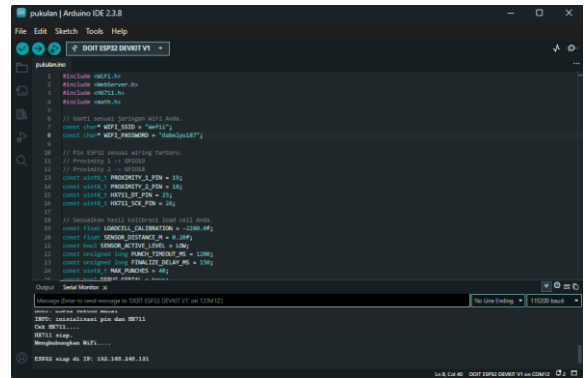
**Gambar 3.** Sensor Proximity dan Jarak Antar Sensor

Berdasarkan Gambar 4.3, dua sensor proximity dipasang pada bagian atas alat dengan jarak sekitar 20 cm untuk mendeteksi pergerakan tangan saat melakukan pukulan. Sensor bekerja dengan mencatat waktu tempuh tangan saat melewati kedua sensor sehingga kecepatan pukulan dapat dihitung secara akurat sesuai dengan perancangan sistem.

**2. Implementasi Perangkat Lunak (Software)**

Implementasi perangkat lunak dilakukan menggunakan Arduino IDE untuk memprogram ESP32 agar dapat membaca data dari sensor Load Cell melalui modul HX711 serta dua sensor proximity E18-D80NK. Data dari Load Cell dikonversi menjadi nilai kekuatan pukulan melalui proses kalibrasi, sedangkan data dari sensor proximity digunakan untuk menghitung kecepatan pukulan berdasarkan waktu tempuh tangan saat melewati kedua sensor.

Selain melakukan pengolahan data, ESP32 juga dikonfigurasi untuk terhubung ke jaringan WiFi sehingga hasil pengukuran dapat dikirim ke dashboard berbasis web menggunakan komunikasi HTTP. Data kekuatan dan kecepatan pukulan kemudian ditampilkan secara real-time serta disimpan otomatis ke Google Sheets sebagai media penyimpanan data.



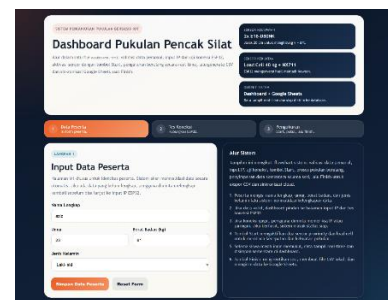
**Gambar 4.** Program pada ESP32 menggunakan Arduino IDE

Berdasarkan Gambar 4, terlihat program yang digunakan pada ESP32 untuk mengatur keseluruhan sistem. Program tersebut mencakup proses pembacaan data dari sensor load cell dan sensor proximity, serta pengolahan data menjadi nilai kekuatan dan kecepatan pukulan.

Selain itu, program juga mengatur koneksi ESP32 dengan jaringan WiFi sehingga data hasil pengukuran dapat dikirimkan ke dashboard web secara real-time. Pada tampilan serial monitor juga terlihat bahwa ESP32 telah berhasil terhubung ke jaringan dan siap digunakan untuk proses pengukuran.

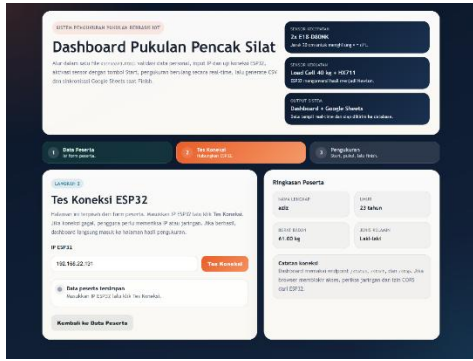
**3. Implementasi Website Dashboard**

Implementasi website dashboard dilakukan sebagai antarmuka pengguna untuk menampilkan hasil pengukuran kekuatan dan kecepatan pukulan secara real-time. Dashboard dikembangkan menggunakan HTML, CSS, dan JavaScript, serta dilengkapi fitur kontrol seperti tombol mulai dan berhenti pengukuran.



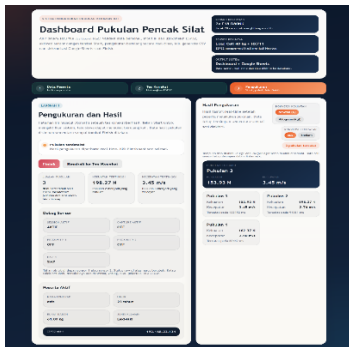
**Gambar 5.** Tampilan Input Data Peserta

Berdasarkan Gambar 5, halaman ini digunakan untuk memasukkan data peserta sebelum melakukan pengukuran. Data yang diinput meliputi nama lengkap, umur, berat badan, dan jenis kelamin. Sistem akan melakukan validasi data sebelum pengguna dapat melanjutkan ke tahap berikutnya.



Gambar 6. Tampilan Tes Koneksi ESP32

Berdasarkan Gambar 6, halaman ini digunakan untuk menghubungkan dashboard dengan perangkat ESP32 melalui alamat IP. Pengguna diminta memasukkan IP ESP32 kemudian melakukan pengujian koneksi. Jika koneksi berhasil, sistem akan melanjutkan ke tahap pengukuran.



Gambar 7. Tampilan Hasil Pengukuran

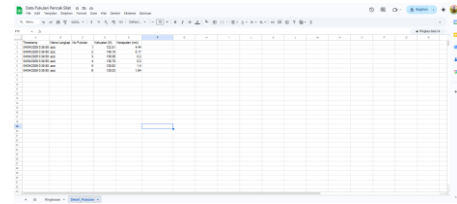
Berdasarkan Gambar 7, halaman ini menampilkan hasil pengukuran berupa nilai kekuatan dan kecepatan pukulan secara real-time. Data yang ditampilkan meliputi jumlah pukulan, nilai kekuatan tertinggi, serta kecepatan tertinggi yang diperoleh selama proses pengukuran.

Selain itu, sistem juga menampilkan riwayat hasil pukulan yang telah dilakukan oleh pengguna. Data tersebut diperbarui secara langsung setiap kali pengguna melakukan pukulan, sehingga pengguna dapat memantau hasil pengukuran secara real-time.

#### 4. Implementasi Integrasi Google Sheets

Implementasi integrasi Google Sheets dilakukan sebagai media penyimpanan data hasil pengukuran yang diperoleh dari sistem. Data yang dikirimkan oleh ESP32 melalui jaringan WiFi akan diteruskan ke Google Sheets menggunakan metode komunikasi berbasis HTTP.

Data yang disimpan meliputi nilai kekuatan dan kecepatan pukulan, serta waktu pencatatan setiap pukulan. Dengan adanya penyimpanan ini, data hasil pengukuran dapat terdokumentasi dengan baik dan dapat digunakan untuk keperluan lebih lanjut.



Gambar 8. Tampilan Data pada Google Sheets

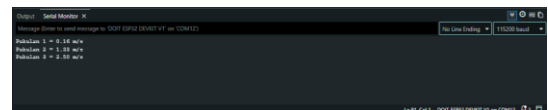
Berdasarkan Gambar 8, data hasil pengukuran yang diperoleh dari sistem berhasil dikirim dan tersimpan secara otomatis pada Google Sheets. Data yang tersimpan meliputi nilai kekuatan dan kecepatan pukulan serta waktu pencatatan.

Penyimpanan data ini memudahkan guru dalam melakukan dokumentasi hasil pengukuran. Dengan demikian, sistem tidak hanya menampilkan data secara real-time pada dashboard, tetapi juga mampu menyimpan data secara permanen.

#### 5. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui kinerja alat dalam mengukur kekuatan dan kecepatan pukulan secara real-time. Pengujian mencakup sensor Load Cell, sensor proximity, serta integrasi seluruh sistem untuk memastikan perangkat keras dan perangkat lunak dapat bekerja sesuai perancangan. Hasil pengujian diamati melalui dashboard dan serial monitor Arduino IDE untuk mengetahui keberhasilan sistem dalam membaca dan mengolah data pengukuran.

Pada pengujian sensor Load Cell, sensor mampu mendeteksi variasi kekuatan pukulan dengan nilai yang berbeda pada setiap percobaan. Sementara itu, pengujian sensor proximity menunjukkan bahwa kedua sensor dapat mendeteksi pergerakan tangan dengan baik untuk menghitung kecepatan pukulan berdasarkan selisih waktu tempuh antar sensor.



Gambar 9. Tampilan Serial Monitor Pembacaan Sensor Proximity

Berdasarkan Gambar 9, terlihat hasil pembacaan sensor proximity yang ditampilkan melalui serial monitor pada Arduino IDE. Sensor proximity mampu mendeteksi pergerakan tangan saat melewati area sensor, sehingga sistem dapat mencatat waktu tempuh antar dua sensor.

Data waktu yang diperoleh kemudian digunakan untuk menghitung kecepatan pukulan berdasarkan jarak antar sensor yang telah ditentukan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor proximity dapat bekerja dengan baik dalam mendeteksi pergerakan pukulan secara real-time.

Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan untuk memastikan seluruh komponen dapat bekerja secara terintegrasi mulai dari pembacaan sensor, pengolahan data, hingga penampilan hasil pada dashboard dan penyimpanan ke Google Sheets. Berdasarkan hasil pengujian, sistem berhasil menampilkan data kekuatan dan kecepatan pukulan



secara real-time dengan nilai kekuatan sebesar 155.68 N, 178.86 N, dan 56.62 N serta kecepatan 0.16 m/s, 1.33 m/s, dan 2.50 m/s pada setiap percobaan. Seluruh proses pengukuran dan pengiriman data berjalan dengan baik sehingga sistem dinyatakan berhasil bekerja sesuai perancangan

### 6. Pengujian Penyimpanan Data ke Google Sheets

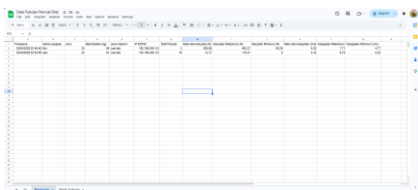
Pengujian penyimpanan data dilakukan untuk memastikan bahwa data hasil pengukuran yang diperoleh dari sistem dapat dikirim dan tersimpan dengan baik pada Google Sheets.

Pengujian dilakukan dengan melakukan beberapa kali pukulan pada alat, kemudian diamati apakah data hasil pengukuran berupa nilai kekuatan dan kecepatan pukulan berhasil tersimpan pada Google Sheets.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa data yang dikirim oleh ESP32 melalui jaringan WiFi dapat diterima dan tersimpan dengan baik pada Google Sheets. Data yang tersimpan sesuai dengan hasil yang ditampilkan pada dashboard.



Gambar 10. Script Integrasi Google Sheets (Apps Script)



Gambar 11 Tampilan Data Hasil Ringkasan Pengukuran pada Google Sheets

Untuk mendukung penyimpanan data, digunakan Google Apps Script sebagai penghubung antara ESP32 dan Google Sheets. Script ini berfungsi menerima data hasil pengukuran melalui metode HTTP, kemudian menyimpannya secara otomatis ke dalam spreadsheet. Dengan integrasi ini, data kekuatan dan kecepatan pukulan dapat tersimpan secara real-time tanpa perlu input manual dari pengguna.

### 7. Pengujian Penggunaan Alat oleh Pengguna

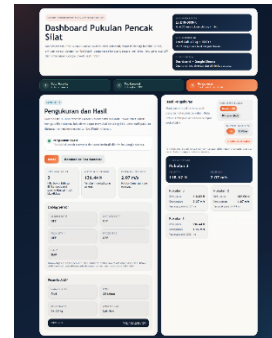


Gambar 12. Proses Pengujian Alat oleh Pengguna

Berdasarkan Gambar 12, pengguna melakukan pukulan pada pecing pad yang terpasang pada alat. Saat pukulan dilakukan, sensor load cell dan sensor proximity

bekerja secara bersamaan untuk mendeteksi nilai kekuatan dan kecepatan pukulan.

Data hasil pengukuran kemudian ditampilkan pada dashboard secara real-time serta disimpan ke dalam Google Sheets. Hal ini menunjukkan bahwa sistem dapat digunakan secara langsung oleh pengguna dan mampu memberikan hasil pengukuran dengan baik.



Gambar 13. Tampilan Hasil Pengukuran Tiga Pukulan pada Dashboard

Berdasarkan Gambar 13, sistem Dashboard berhasil menampilkan hasil pengukuran tiga kali pukulan secara real-time yang meliputi nilai kekuatan dan kecepatan pukulan. Hasil pengukuran menunjukkan adanya perbedaan nilai pada setiap pukulan, dengan kekuatan tertinggi sebesar 136,44 N dan kecepatan tertinggi sebesar 2,07 m/s, sehingga menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi variasi pukulan dengan baik. Selain itu, dashboard juga menampilkan jumlah pukulan serta riwayat data secara otomatis untuk memudahkan pemantauan hasil pengukuran.

Berdasarkan Tabel 4.5, hasil pengujian gabungan menunjukkan bahwa sistem mampu mengukur kekuatan dan kecepatan pukulan dari seluruh subjek secara baik dan real-time. Nilai kecepatan pukulan yang diperoleh berada pada rentang 1,44 m/s hingga 2,66 m/s, sedangkan nilai kekuatan pukulan berada pada rentang 95,15 N hingga 195,20 N. Subjek laki-laki cenderung menghasilkan nilai kekuatan dan kecepatan yang lebih tinggi dibandingkan subjek perempuan. Hasil tertinggi diperoleh oleh Dedi dengan kecepatan 2,66 m/s dan kekuatan 195,20 N, sedangkan hasil terendah diperoleh oleh Dewi dengan kecepatan 1,44 m/s dan kekuatan 95,15 N. Seluruh percobaan menunjukkan status sistem berhasil, sehingga dapat disimpulkan bahwa alat mampu bekerja secara stabil dalam mendeteksi dan menampilkan hasil pengukuran kekuatan serta kecepatan pukulan.

### PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, sistem yang dirancang telah mampu bekerja dalam mengukur kekuatan dan kecepatan pukulan pencak silat berbasis IoT. Sensor Load Cell berhasil mendeteksi kekuatan pukulan, sedangkan sensor Proximity mampu mengukur waktu tempuh pukulan yang kemudian diolah menjadi nilai kecepatan. Data hasil pengukuran juga dapat ditampilkan secara real-time pada dashboard dan tersimpan otomatis ke Google Sheets, sehingga menunjukkan bahwa sistem telah berjalan sesuai dengan fungsi yang dirancang.



Namun, selama proses pengujian masih ditemukan beberapa kendala pada sistem. Dalam beberapa kondisi, pukulan tidak selalu terdeteksi secara optimal, terutama ketika posisi pukulan tidak tepat mengenai area sensor atau intensitas pukulan terlalu kecil. Selain itu, hasil pengukuran yang diperoleh belum sepenuhnya konsisten karena terdapat perbedaan nilai pada pukulan yang memiliki karakteristik hampir sama. Kondisi ini menunjukkan bahwa tingkat akurasi sistem masih perlu ditingkatkan.

Beberapa faktor yang mempengaruhi hasil pengukuran antara lain posisi pukulan yang tidak konsisten, respon sensor terhadap benturan, serta kestabilan rangka alat saat menerima pukulan. Penggunaan breadboard dan kabel jumper juga dapat mempengaruhi kestabilan koneksi sehingga berdampak pada pembacaan data sensor. Meskipun demikian, secara keseluruhan sistem telah mampu menjalankan fungsi dasarnya sebagai alat ukur kekuatan dan kecepatan pukulan berbasis IoT.

Untuk pengembangan selanjutnya, diperlukan perbaikan pada desain mekanik alat, peningkatan proses kalibrasi sensor, serta penggunaan rangkaian elektronik yang lebih stabil agar hasil pengukuran menjadi lebih akurat, konsisten, dan optimal dalam mendukung proses latihan maupun evaluasi performa atlet pencak silat.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa alat ukur kekuatan dan kecepatan pukulan pencak silat berbasis Internet of Things berhasil dirancang menggunakan mikrokontroler Espressif Systems ESP32, sensor Load Cell dengan modul HX711, serta sensor Proximity E18-D80NK. Sistem mampu mengukur kekuatan dan kecepatan pukulan serta menampilkan hasil pengukuran secara real-time melalui dashboard berbasis web yang dikembangkan menggunakan HTML, CSS, dan JavaScript. Selain itu, data hasil pengukuran juga berhasil dikirim dan disimpan secara otomatis ke Google Sheets melalui jaringan WiFi sehingga data dapat terdokumentasi dengan baik. Berdasarkan hasil pengujian, sistem secara umum telah bekerja sesuai dengan fungsi yang dirancang, meskipun masih terdapat beberapa keterbatasan seperti kestabilan pembacaan sensor dan konsistensi hasil pengukuran. Oleh karena itu, untuk pengembangan selanjutnya diperlukan peningkatan pada desain mekanik alat agar lebih kokoh, optimasi proses kalibrasi sensor untuk meningkatkan akurasi, serta penggunaan rangkaian yang lebih permanen seperti PCB dan proses penyolderan agar koneksi sistem menjadi lebih stabil.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anifah, L., Zuhrie, M. S., Muhammad, & Haryanto. (2023). "Integrated Smart Real Time Scoring Pencak Silat Based on Internet of Things (IoT)." *International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering*, Vol. 15, No. 1, 155–163.
- Ediyono, S., & Widodo, S. T. (2019). "Memahami Makna Seni dalam Pencak Silat." *Panggung*, Vol. 29, No. 3. <https://doi.org/10.26742/panggung.v29i3.1014>

- Hardiansyah, H. (2024). "Pengembangan Alat Pengukur Kekuatan Tendangan Beladiri Pencak Silat Dengan Sensor Load Cell." Skripsi. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Program Studi Pendidikan Olahraga, Universitas Jambi, Jambi.
- Irkham, M. (2021). "Rancang Bangun Kursi Prediksi Kehadiran Dosen Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Telegram Messenger." Skripsi. Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Semarang, Semarang.
- Mufti, M., Nurwati, N., & Santoso, Y. (2024). "Pelatihan Hitung Kinerja Pegawai KKI Pada SMPN 19 Jakarta Menggunakan GoogleSheet." *KRESNA: Jurnal Riset dan Pengabdian Masyarakat*, Vol. 4, No. 2, 258–266. <https://doi.org/10.36080/kresna.v4i2.165>
- Nizam, M., Yuana, H., Informasi, F. T., Islam, U., Blitar, B., & Switch, M. D. (2022). "Mikrokontroler ESP32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web." *Jurnal Teknik Informatika*, Vol. 6, No. 2, 767–772.
- Pohan, S. D., Widiana, S. A., Ketaren, E., & Firdaus, I. (2024). "Pengembangan Sistem Informasi Akademik Berbasis Web Menggunakan Metode Prototype Pada Sekolah Menengah Pertama (SMP) Advent Kotamobagu." *Jurnal TIMES*, Vol. 13, No. 1, 65–72. <https://doi.org/10.51351/jtm.13.1.20>
- Rohman, A. A. N., Hidayat, R., & Ramadhan, F. R. (2021). "Pemrograman Mesin Smart Bartender Menggunakan Software Arduino IDE Berbasis Microcontroller ATmega2560." *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro*, Universitas Negeri Surabaya, 14–21.
- Ramadhan, S. (2024). "Rancang Bangun Alat Ukur Kekuatan dan Kecepatan Pukulan Serta Tendangan Berbasis Arduino Uno Pada UKM Tapak Suci Universitas Muhammadiyah Parepare." Skripsi. Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Parepare, Parepare.
- Sari, I. P., Batubara, I. H., Basri, M., & Hazidar, A. H. (2022). "Implementasi Internet of Things Berbasis Website dalam Pemesanan Jasa Rumah Service Teknisi Komputer dan Jaringan Komputer." *Blend Sains Jurnal Teknik*, Vol. 1, No. 2, 157–163. <https://doi.org/10.56211/blendsains.v1i2.136>
- Savitri, C. E., & Is, N. P. (2022). "Sistem Monitoring Parkir Mobil Berbasis Mikrokontroler ESP32." *Jurnal Teknologi Informasi*, Vol. 7, No. 2, 135–144.
- Wicaksono, H., Widiati, I. S., & Setiawan, M. (2025). "Pengembangan Multimedia Interaktif Model Simulasi Proses Pembuatan Batik Menggunakan Metode ADDIE." *JEKIN - Jurnal Teknik Informatika*, Vol. 5, No. 1, 150–161. <https://doi.org/10.58794/jekin.v5i1.1009>
- Yasi, R. M., & Nurcholis, M. (2019). "Analisis Kekuatan Pukulan Atlet Beladiri Menggunakan Metode Pengukuran Matematis dan Alat Ukur Berbasis Mikrokontroler." *Journal Zetroem*, Vol. 1, No. 2, 20–23. <http://ejournal.unibabwi.ac.id/index.php/Zetroem/arti cle/view/12>