

PENGEMBANGAN ALAT PENGUKUR POWER TENDANGAN BELADIRI PENCAK SILAT MENGGUNAKAN SENSOR *LOADCELL*

Muhammad Farhan Kurniawan¹, M. Arief Setiawan², Habibi Hadi Wijaya³

Abstrak: Penelitian ini bertujuan mengembangkan alat pengukur kekuatan tendangan dalam olahraga pencak silat, mengatasi pengukuran yang masih bersifat subjektif di lapangan. Sebagai teknologi utama, digunakan sensor loadcell untuk mencapai akurasi dan standardisasi. Model pengembangan yang diterapkan adalah ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*), dengan pendekatan *Research and Development* (R&D). Alat ini dilengkapi fitur pencatatan data dan diuji coba pada 5 atlet pencak silat dari PSHT Bekasi. Pengujian melibatkan tiga jenis tendangan: T, sabit, dan lurus. Melalui analisis pembacaan data dan uji akurasi, hasil menunjukkan bahwa alat ini berfungsi dengan baik dan akurat, dengan rata-rata nilai error sangat rendah, yaitu 1,58%. Angka ini membuktikan tingkat presisi yang tinggi, sehingga alat ini layak digunakan dalam proses pelatihan. Kesimpulannya, alat pengukur ini dapat menjadi solusi efektif untuk mendukung pelatih dan atlet dalam melakukan evaluasi tendangan secara objektif, terukur, dan efisien. Selain itu, alat ini berpotensi besar untuk dikembangkan lebih lanjut dengan fitur-fitur tambahan di masa mendatang.

Kata Kunci: *Pencak Silat, Power Tendangan, Loadcell, Alat Ukur, ADDIE*

Abstract: *This study aims to develop a device to measure kick strength in pencak silat, overcoming the subjective nature of measurements in the field. Loadcell sensors are used as the main technology to achieve accuracy and standardization. The development model applied is ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation), with a Research and Development (R&D) approach. The device is equipped with data recording features and was tested on five pencak silat athletes from PSHT Bekasi. The testing involved three types of kicks: T, sabit, and lurus. Through data analysis and accuracy testing, the results showed that the device functions well and accurately, with an average error rate of only 1.58%. This figure demonstrates a high level of precision, making the device suitable for use in training processes. In conclusion, this measurement device can serve as an effective solution to support coaches and athletes in conducting objective, measurable, and efficient kick evaluations. Additionally, this tool has significant potential for further development with additional features in the future.*

Keywords: *Pencak Silat, Power Kick, Loadcell, Measuring Device, ADDIE*

PENDAHULUAN

Olahraga adalah kegiatan gerak manusia dengan teknik tertentu yang menggabungkan unsur bermain, rasa senang secara santai, dan kepuasan diri. Manusia adalah makhluk yang

^{1,2,3}Prodi Ilmu Keolahragaan, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Singaperbangsa Karawang, Indonesia

banyak bergerak. Kondisi mental dan fisik tubuh yang seimbang diperlukan untuk mendukung rutinitas tingkat tinggi ini (Guntur, 2021). Kondisi fisik dan psikologis dapat diseimbangkan dengan upaya manusia melalui olahraga dan kegiatan rekreasi yang dapat menghilangkan stres mental. Olahraga adalah kegiatan yang mengajarkan fair play, kejujuran, menghargai kawan dan lawan, serta menerima kekalahan (Nugroho, 2020). Olahraga dapat menumbuhkan semangat sportivitas yang mengandung nilai-nilai penggerak generasi muda (Mahyuddin, 2021). Olahraga prestasi harus dikembangkan dan berjangka panjang (Falaahudin, 2021).

Keterampilan bela diri sangat penting karena seni bela diri memberikan banyak manfaat, termasuk kemampuan untuk mempertahankan diri dari orang jahat. Olahraga beladiri termasuk salah dalam kategori olahraga prestasi. Bela diri menggabungkan unsur seni, teknik bela diri, fisik, dan latihan mental (Prayogo, 2021). Seni beladiri adalah seni yang digunakan dalam mempertahankan atau membela diri, dengan mengutamakan ketahanan dan power fisik. Seni beladiri sudah dikenal sejak zaman dahulu. Pada dasarnya, manusia memiliki insting dalam melindungi diri dari ancaman, yang pada akhirnya berkembang menjadi aktifitas fisik dan olahraga untuk menjaga kesehatan tubuh. Olahraga bela diri adalah perpaduan aktivitas fisik dengan unsur seni, teknik membela diri, olahraga serta olah batin. Ada berbagai jenis bela diri yang saat ini berkembang (Syahrial, 2020).

Beberapa di antaranya memang sudah ada sejak dahulu dan menjadi budaya turun-menurun. Silat salah satu bentuk identitas seni beladiri nusantara kebudayaan Indonesia berisi tentang pendidikan yang berkembang dalam masyarakat (Nurcholis, 2019). Di dunia modern, silat bukan hanya sebagai alat seni bela diri tetapi berkembang menjadi sebuah upaya untuk memelihara kesehatan melalui olahraga. Silat berfungsi juga sebagai sarana pendidikan jasmani dan rohani melalui proses tahapan pendidikan berjenjang secara formal melalui peraturan yang ditetapkan (Lunnisa, 2022). Seiring berjalannya perkembangan dunia keolahragaan dengan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) berjalan beriringan membentuk kemajuan. Memiliki banyak kegunaan dan mamfaat bagi perkembangan olahraga dalam memberikan solusi serta mempermudah suatu hal yang biasanya sulit dilakukan oleh seseorang saat sedang beraktivitas olahraga. Seni beladiri pencak silat termasuk salah satu jenis olahraga yang tidak dapat dipisahkan dari teknologi, pencak silat memiliki berbagai macam teknik salah satunya teknik tendangan, tendangan setiap orang memiliki kapasitas yang berbeda-beda dalam penerapannya (Khairully, 2022).

Teknik tendangan adalah salah satu komponen kunci dalam olahraga beladiri yang memainkan peran penting dalam penilaian performa atlet, baik dalam pelatihan maupun kompetisi. Evaluasi power tendangan tidak hanya penting untuk mengukur kemampuan fisik tetapi juga sebagai alat untuk mengidentifikasi aspek-aspek yang memerlukan peningkatan dalam latihan. Namun, pengukuran power tendangan yang akurat sering kali menjadi tantangan karena kompleksitas biomekanik gerakan tendangan yang melibatkan koordinasi otot, kecepatan, dan teknik yang presisi. Dalam beberapa tahun terakhir, pendekatan berbasis teknologi mulai diterapkan untuk mengatasi keterbatasan metode pengukuran konvensional (Wąsik, 2021). Dalam pencak silat, teknik tendangan menjadi salah satu elemen penting yang menentukan kualitas serangan dan keberhasilan dalam pertandingan. Namun demikian, dalam proses pelatihan di berbagai perguruan silat, pengukuran power tendangan masih dilakukan secara subjektif, hanya berdasarkan pengamatan pelatih, tanpa adanya alat ukur yang objektif dan terstandar. Hal ini menyebabkan proses evaluasi dan pembinaan atlet menjadi kurang akurat dan berpotensi tidak optimal. Urgensi dari penelitian ini adalah untuk menjawab kebutuhan akan adanya alat bantu yang dapat mengukur power tendangan pencak silat secara objektif, akurat, dan efisien, guna menunjang proses latihan yang berbasis data. Metode pengukuran yang dapat dikembangkan, salah satunya dengan memanfaatkan sensor load cell.

Oleh karena itu, dilakukan penelitian sebagai pemecah masalah atau solusi agar dapat membantu seseorang mengukur power tendangan secara efektif dan akurat. Untuk solusi dari

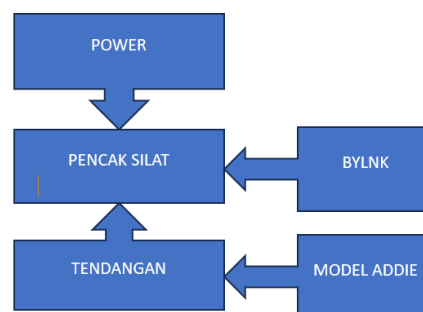
masalah diatas penulis merancang alat pengukur power tendangan yang dilengkapi dengan sensor load cell, sensor load cell sendiri merupakan jenis sensor beban yang banyak digunakan untuk mengubah beban atau gaya menjadi perubahan tegangan listrik. Perubahan tegangan listrik tergantung dari tekanan yang berasal dari pembebanan (Syamrasid, 2020).

Fenomena tersebut menjadi dasar penting bagi penulis untuk melakukan pengembangan alat ukur power tendangan yang bersifat praktis, akurat, dan dapat digunakan langsung di lapangan. Selain itu, alat ini dilengkapi dengan mikrokontroler dan LCD display yang menampilkan hasil pengukuran secara langsung, serta terintegrasi dengan sistem penyimpanan data untuk memantau perkembangan atlet. Keunggulan lainnya adalah desainnya yang portabel dan mudah digunakan di lingkungan latihan tanpa memerlukan perangkat tambahan yang kompleks.

Namun, berdasarkan observasi awal yang dilakukan di salah satu perguruan pencak silat, yaitu PSHT Bekasi, ditemukan bahwa pengukuran power tendangan masih bersifat subjektif, hanya berdasarkan pengamatan pelatih tanpa alat bantu yang akurat. Hal ini berdampak pada proses evaluasi kemampuan atlet yang tidak dapat dijelaskan secara kuantitatif. Berdasarkan hasil wawancara dengan pelatih dan atlet, sekitar 80% dari sesi latihan tidak disertai dengan alat ukur power, sehingga pelatih cenderung mengandalkan pengalaman dan intuisi saat melakukan penilaian. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan antara kebutuhan di lapangan dengan ketersediaan teknologi pendukung pelatihan, terutama dalam aspek pengukuran power tendangan yang sangat penting dalam pencak silat. Hal ini menjadi menarik dan perlu diteliti lebih lanjut dengan rancangan alat yang berjudul “Pengembangan Alat Pengukur Power Tendangan Beladiri Pencak Silat Menggunakan Sensor Loadcell”.

METODE

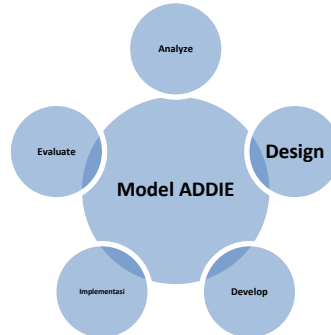
Penelitian ini menggunakan metode penelitian *Research and Development* (RnD), RnD menurut Borg and Gall penelitian pengembangan adalah metode penelitian yang digunakan untuk mengembangkan atau memvalidasi produk-produk yang digunakan dalam pendidikan dan pembelajaran (Sugiyono, 2022). RnD merupakan penelitian dan pengembangan yang menghasilkan sebuah produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut. Sedangkan pendekatan penelitian ini menggunakan kualitatif, kualitatif adalah metode penelitian yang digunakan untuk meneliti pada kondisi objek alamiah, di mana peneliti adalah instrumen kunci, teknik pengumpulan data bersifat induktif, dan hasil penelitian lebih menekankan pada makna (Sugiyono, 2022). Berikut dibawah ini merupakan gambar desain penelitian:



Gambar 1. Desain Penelitian

Penelitian pengembangan ini menggunakan model ADDIE. Pada gambar dibawah, terdapat lima tahapan penelitian yang sistematis dan tidak bisa diurutkan secara acak berisi analisis (*Analyzing*), Desain (*Design*), Pengembangan (*Development*), Implementasi (*Implementation*) dan Evaluasi (*Evaluate*), disetiap

tahapan akan dilakukan evaluasi untuk menciptakan hasil yang lebih efisien saat terjadinya proses perancangan. ADDIE mempunyai tingkat fleksibilitas yang tinggi dan desain yang efisien dalam menjawab masalah, model ADDIE bisa beradaptasi dengan baik pada kondisi berbeda dalam proses penelitian (Sugiyono, 2022).



Gambar 2. Metode Model ADDIE.

HASIL

Hasil perancangan menjelaskan dan memaparkan tentang hasil dari rancangan mekanik, elektronika. Dilakukannya pengujian alat pengukur power tendangan untuk mengetahui nilai error serta nilai pembacaan komponen yang digunakan sebagai nilai parameter. Adapun komponen dan Output yang dilakukan pengujian diantaranya yaitu sensor Load cell, LCD I2C, koneksi wifi.

Rangkaian mekanik atau kerangka alat dirancang menggunakan besi hollow 40 x 40 mm membentuk segitiga dengan tinggi 1300 mm, lebar penyangga bawah 680 mm, panjang besi miring 1475 mm, Untuk diletakan pada samsak target dengan panjang 555 mm, lebar 250 mm dan ketebalan 200 mm. Kerangka digunakan sebagai fondasi dan peletakan box monitoring alat, dibelakang samsak target tendangan dilengkapi sensor load cell untuk mengukur power tendangan:

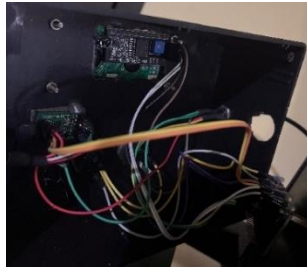


Gambar 3. Rancangan Mekanik

Sensor load cell terletak pada bagian belakang samsak dihubungkan dengan besi yang akan menekan sensor saat samsak ditendang. Terjadi perubahan sebelumnya pada kerangka besi hollow dari tegak lurus menjadi segitiga 90 derajat dikarenakan bentuk awalnya yang kurang dapat menopang beban dari samsak target dan keefisienannya dalam menahan keseimbangan sesaat setelah dilakukannya tendangan, terdapat batasan tinggi badan pada pemakai yang bisa menggunakan alat dengan tinggi antara 150 cm – 185 cm menyesuaikan dari rancangan mekanik yang telah dibuat.

Hasil Rancangan Elektronika

Rangkaian elektronika dirangkai pada box monitoring dengan ESP32 Dev Kit V1 beserta shield ESP32 Dev Kit V1, dilengkapi push button yang berfungsi untuk mereset data dan LCD I2C sebagai hasil output data, untuk input data menggunakan sensor load cell dengan hx711 sebagai modulnya.



Gambar 4. Rancangan Elektronika

Hasil dari rancangan komponen rangkaian elektronika, dimana komponen-komponen dihubungkan dengan ESP32 Dev Kit V1, Adaptor dan usb sebagai sulplai utama sedangkan Liquid Crystal Display I2C dihubungkan pada pin D1, D2, Untuk sensor load cell kabel dihubungkan kepada modul HX711 dengan Dout ke D6 dan CLK ke D7, sedangkan kabel merah ke VCC (E+), kabel hitam ke GND (E-), kabel putih output – (A-), kabel hijau output + (A+).



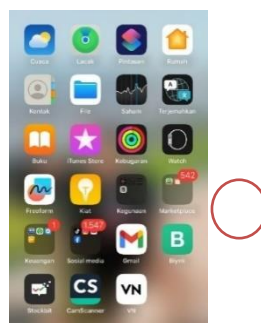
Gambar 5. Liquid Crystal Display I2C

Setelah kabel terhubung maka *Liquid Crystal Display* I2C berfungsi untuk menampilkan hasil keluaran alat. Terdapat 2 buah *push button* pada alat dengan fungsi yang berbeda-beda, untuk fungsi *push button* hijau besar yaitu memulai waktu setiap kali ditekan, *push button* putih berfungsi mereset alat kembali ke awal.

Hasil Rancangan Aplikasi Bylnk

Hasil rancangan aplikasi Bylnk menampilkan output dari sensor *load cell* berupa data riwayat tendangan dan rata-rata tendangan yang diperoleh, melalui koneksi *wifi* serta program *Arduino IDE* dan *visual studio* untuk dihubungkan ke ESP32 Dev Kit V1.

Gambar 7. Aplikasi Bylnk



Gambar 7. Aplikasi Bylnk

PEMBAHASAN

Pengujian Sistem

Pada perancangan alat tendangan beladiri pencak silat dilakukan pengujian sistem, agar sistem dapat berjalan sebagaimana mestinya untuk menghindari terjadinya kesalahan atau error yang terdapat pada sistem. Pengujian sistem meliputi pengujian sensor, bylnk, alat ukur dan keseluruhan.

Pengujian Komponen

Pengujian komponen bertujuan untuk mengetahui kinerja alat dapat bekerja dengan baik sesuai perintah, tanpa adanya gangguan ataupun kendala pada saat alat digunakan.

1. Pengujian Push Button

Pengujian push button dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui push button bekerja dengan baik. Terdapat 2 buah push button pada alat yang terhubung ke pin D3, D4 dan D5 ESP32 Dev Kit V1, push button berfungsi sebagai reset data alat, setting timer dan memulai timer alat.



Gambar 8. Pengujian Push Button

Pembahasan berisi hasil-hasil temuan penelitian dan pembahasannya secara ilmiah, tuliskan temuan-temuan ilmiah yang diperoleh dari hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan tetapi harus ditunjang oleh data-data yang memadai. Temuan ilmiah yang dimaksud di sini adalah bukan data-data hasil penelitian yang diperoleh. Temuan-temuan ilmiah tersebut harus dijelaskan secara saintifik meliputi: Apakah temuan ilmiah yang diperoleh? Mengapa hal itu bisa terjadi? Mengapa tren variabel seperti itu? Semua pertanyaan tersebut harus dijelaskan secara saintifik, tidak hanya deskriptif, bila perlu ditunjang oleh fenomena-fenomena dasar ilmiah yang memadai. Selain itu, harus dijelaskan juga perbandingannya dengan hasil-hasil para peneliti lain yang hampir sama topiknya. Hasil-hasil penelitian dan temuan harus bisa menjawab hipotesis penelitian di bagian pendahuluan. Perhatikan penulisan angka dalam teks maupun tabel. Ada beberapa perbedaan cara penulisan angka dalam Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris. Untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada petunjuk penulisan menurut unit Sistem Internasional. Setiap persamaan ditulis rata kirikolom dan diberi nomor yang ditulis di dalam kurung dan ditempatkan di bagian akhir margin kanan. Persamaan harus dituliskan menggunakan Equation Editor dalam MS Word atau Open Office.

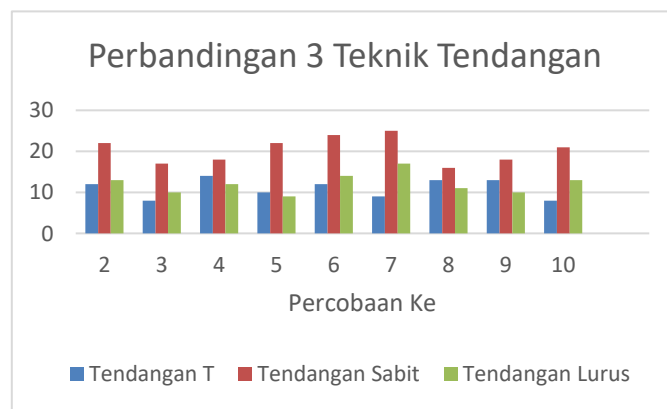
Pengujian keseluruhan ini dilakukan dengan menguji alat pengukur power tendangan. Dengan menggunakan 3 macam teknik tendangan yaitu: tendangan T, tendangan sabit, dan tendangan lurus.

Tabel 2. Pengujian Tendangan T, Sabit, Lurus

| Percobaan Ke | Tendangan T | Tendangan Sabit | Tendangan Lurus |
|--------------|-------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 9 | 19 | 15 |
| 2 | 12 | 22 | 13 |
| 3 | 8 | 17 | 10 |
| 4 | 14 | 18 | 12 |
| 5 | 10 | 22 | 9 |

| | | | |
|-------------------|------|------|------|
| 6 | 12 | 24 | 14 |
| 7 | 9 | 25 | 17 |
| 8 | 13 | 16 | 11 |
| 9 | 13 | 18 | 10 |
| 10 | 8 | 21 | 13 |
| Rata –rata | 10.8 | 20.2 | 12.4 |

Berdasarkan Tabel 2 Dilakukan pengujian percobaan terhadap 3 macam teknik tendangan dan didapatkan hasil dari setiap pengujian tendangan, bahwa tendangan Sabit memiliki rata-rata hasil pengujian tertinggi dengan nilai 20.2 sedangkan tendangan T mendapat nilai terendah dengan hasil nilai rata rata 10.8. Berikut dibawah ini adalah diagram batang dari hasil pengujian terhadap percobaan ke-3 tendangan. Kemudian pengujian jumlah tendangan tersebut akan dikonversikan menjadi watt.



Gambar 10. Bagan Batang Perbandingan 3 Teknik Tendangan

Berdasarkan grafik diatas tendangan Sabit mendapatkan hasil tertinggi dalam tujuh kali percobaan tendangan yaitu 25. Sedangkan tendangan T menjadi yang terkecil dalam sepuluh kali percobaan yaitu 8 tendangan. Pengujian rata-rata dilakukan dengan mengakumulasi data yang didapat sensor load cell dari setiap tendangan baik T, sabit, dan lurus. Melalui bylnk dan dikonfersi menjadi rata-rata masukan yang didapat sehingga dihasilkan sebagai berikut.

Tabel 4. Pengujian Tendangan Lurus

| Percobaan | Waktu (s) | Jumlah Tendangan | Jumlah Nilai Tendangan (watt) |
|-----------|-----------|------------------|-------------------------------|
| 1 | 60 | 15 | 33.342 |
| 2 | 60 | 13 | 29.419 |
| 3 | 60 | 10 | 23.535 |
| 4 | 60 | 12 | 27.458 |
| 5 | 60 | 9 | 21.574 |
| 6 | 60 | 14 | 31.381 |
| 7 | 60 | 17 | 37.256 |
| 8 | 60 | 11 | 25.497 |
| 9 | 60 | 10 | 23.535 |

| | | | |
|-----------|----|------|--------|
| 10 | 60 | 13 | 29.419 |
| Rata-rata | | 12.4 | 2.88 |

Berdasarkan Tabel 4.4 Didapatkan hasil pengujian tendangan Lurus pada alat ukur power tendangan dengan 10 kali percobaan dan 10 kali tendangan setiap percobaan diperoleh hasil tertinggi 37.256 watt dan hasil terendah 21.574 watt., jika dirata-ratakan akan mendapat kan hasil 28.2411 watt untuk 10 tendangan Lurus.

Tabel 1. Pengujian Tendangan Sabit

| Percobaan | Waktu (s) | Jumlah Tendangan | Jumlah Nilai Tendangan (watt) |
|-----------|-----------|------------------|-------------------------------|
| 1 | 60 | 19 | 41.187 |
| 2 | 60 | 22 | 45.110 |
| 3 | 60 | 17 | 37.256 |
| 4 | 60 | 18 | 39.226 |
| 5 | 60 | 22 | 45.110 |
| 6 | 60 | 24 | 47.071 |
| 7 | 60 | 25 | 49.033 |
| 8 | 60 | 16 | 35.303 |
| 9 | 60 | 18 | 39.226 |
| 10 | 60 | 21 | 43.149 |
| Rata-rata | | 20.2 | 4.3 |

Berdasarkan Tabel 5 Didapatkan hasil pengujian tendangan sabit pada alat ukur power tendangan dengan 10 kali percobaan dan 10 kali tendangan setiap percobaan diperoleh hasil tertinggi 49.033 watt dan hasil terendah 35.303 watt Jumlah nilai rata-rata keseluruhan mendapatkan hasil 42.1671 watt untuk 10 tendangan sabit.

Tabel 2. Pengujian Tendangan T

| Percobaan | Waktu (s) | Jumlah Tendangan | Jumlah Nilai Tendangan |
|-----------|-----------|------------------|------------------------|
| 1 | 60 | 9 | 21.574 |
| 2 | 60 | 12 | 27.458 |
| 3 | 60 | 8 | 19.613 |
| 4 | 60 | 14 | 31.381 |
| 5 | 60 | 10 | 23.535 |
| 6 | 60 | 12 | 27.458 |
| 7 | 60 | 9 | 21.574 |
| 8 | 60 | 13 | 29.419 |
| 9 | 60 | 13 | 29.419 |
| 10 | 60 | 8 | 19.613 |
| Rata-rata | | 10.8 | 2.56 |

Berdasarkan Tabel 6 hasil pengujian tendangan T pada alat ukur power tendangan dengan 10 kali percobaan dan 10 kali tendangan setiap percobaan diperoleh hasil tertinggi 31.381 watt dan hasil terendah 19.613 watt Jumlah rata-rata nilai tendangan 2.56 watt dan rata-rata keseluruhan mendapatkan hasil 25.1044 watt untuk 10 tendangan T

Uji instrumen merupakan proses penting dalam penelitian untuk menilai kualitas alat ukur yang digunakan, baik dalam bentuk kuesioner, perangkat elektronik, maupun sistem pengukuran lainnya. Tujuan dari uji instrumen adalah untuk memastikan bahwa alat yang

dikembangkan atau digunakan dalam penelitian benar-benar layak, akurat, konsisten, dan dapat diandalkan dalam mengukur variabel yang dimaksud. Dalam penelitian ini, uji instrumen dilakukan terhadap alat pengukur power tendangan pencak silat berbasis sensor loadcell, yang telah dikembangkan melalui pendekatan model ADDIE. Pengujian dilakukan untuk menguji sejauh mana alat ini memenuhi kriteria validitas, reliabilitas, dan objektivitas sebagai instrumen pengukuran power tendangan. Indikator yang dinilai dalam uji instrumen ini meliputi: 1) Validitas, yaitu sejauh mana alat mampu mengukur aspek yang dimaksud (power tendangan) secara tepat, melalui penilaian para ahli (expert judgment). 2) Reliabilitas, yaitu tingkat konsistensi hasil pengukuran yang diperoleh apabila alat digunakan secara berulang pada kondisi yang serupa (melalui metode test-retest). 3) Objektivitas, yaitu sejauh mana hasil pengukuran tidak dipengaruhi oleh siapa yang mengoperasikan alat (inter-operator consistency).

Tabel 6. Validitas Ahli

| No | Aspek yang Dinilai | Ahli 1 | Ahli 2 | Ahli 3 | Aiken's V |
|----|----------------------|--------|--------|--------|-----------|
| 1 | Kesesuaian Alat | 5 | 4 | 5 | 0.92 |
| 2 | Kemudahan Penggunaan | 4 | 4 | 5 | 0.83 |
| 3 | Akurasi Pengukuran | 5 | 5 | 5 | 1.00 |
| 4 | Keamanan Penggunaan | 4 | 4 | 4 | 0.75 |

Berdasarkan tabel 4.7 diatas menunjukkan bahwa semua aspek validitas ahli *Aiken's V* > 0,8. Menunjukkan validitas alat ukur yang tinggi.

Tabel 7. Ringkasan Uji Reliabilitas

| No | Jenis Tendangan | Rata-Rata Test (Watt) | Rata-Rata Retest (Watt) | Korelasi Pearson (r) |
|----|-----------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|
| 1. | Tendangan T | 99.9 | 100.9 | 0.91 |
| 2. | Tendangan Sabit | 106.8 | 107.2 | 0.88 |
| 3. | Tendangan Lurus | 111.0 | 111.3 | 0.89 |

Berdasarkan seluruh jenis tendangan menunjukkan konsistensi pengukuran yang tinggi. Dengan korelasi pearson > 0.80, dapat dikategorikan sangat reliabel. Perbedaan dari rata-rata antara tes dan retest sangat kecil, menyatakan bahwa stabilitas alat yang baik.

Tabel 83. Uji Objektivitas Instrumen Power Tendangan

| No | Jenis Tendangan | Korelasi Penilai 1 | Korelasi Penilai 2 | Korelasi Penilai 3 | Rata-Rata Objektivitas |
|----|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------------|
| 1 | Tendangan T | 0.93 | 0.91 | 0.89 | 0.91 |
| 2 | Tendangan Sabit | 0.88 | 0.87 | 0.90 | 0.88 |
| 3 | Tendangan Lurus | 0.90 | 0,92 | 0.89 | 0.90 |

Berdasarkan tabel diatas rata-rata objektivitas untuk semua jenis tendangan ≥ 075 , yang menunjukkan konsistensi penilaian antar penilai sangat kuat. Selain itu menunjukkan bahwa alat memiliki objektivitas tinggi, artinya hasil pengukuran tidak tergantung pada siapa yang melakukan penilaian

KESIMPULAN DAN SARAN

Olahraga pencak silat yang memanfaatkan sensor loadcell. Perangkat ini memiliki kapabilitas pengukuran daya tekan hingga skala per-watt dan terintegrasi dengan mikrokontroler ESP32. Antarmuka pengguna dilengkapi dengan layar digital LCD 20x4 serta sistem pencatatan data yang berbasis aplikasi Blynk. Pengujian kinerja menunjukkan bahwa perangkat ini memiliki akurasi tinggi dan responsivitas baik, dibuktikan dengan nilai rata-rata error sebesar 1,58%. Angka ini mengindikasikan tingkat presisi yang dapat diterima, menjadikannya valid untuk konteks latihan dan evaluasi kekuatan tendangan. Pengujian yang dilakukan terhadap tiga jenis tendangan pencak silat yakni tendangan T, sabit, dan lurus—menghasilkan variasi data pengukuran yang konsisten dengan karakteristik kekuatan spesifik setiap teknik. Hal ini membuktikan kemampuan perangkat dalam membedakan perbedaan kekuatan berdasarkan jenis tendangan yang dilakukan oleh atlet. Dari aspek operasional, perangkat ini didesain portabel dan mudah dioperasikan, sehingga dapat secara signifikan mendukung kegiatan latihan atlet pencak silat menjadi lebih terukur dan efisien. Oleh karena itu, perangkat ini memiliki potensi besar untuk diimplementasikan dalam sistem pembinaan olahraga bela diri, baik di tingkat perguruan maupun daerah. Untuk meningkatkan kualitas penelitian dan pengembangan alat pengukur kekuatan tendangan pencak silat berbasis loadcell ini, beberapa saran diberikan. Penambahan Fitur: Integrasikan sensor gerak atau kamera untuk merekam kecepatan dan sudut tendangan, memungkinkan analisis data yang lebih komprehensif. Uji Luas: Lakukan pengujian pada beragam usia dan tingkat kemampuan atlet guna memastikan konsistensi alat di berbagai kondisi.

DAFTAR PUSTAKA

- Falaahudin, A. I. (2021). The relationship between arm muscle strength, leg muscle strength, arm power and leg power on the 25 meter crawl style swimming achievement. *MEDIKORA*, 20(1), 93–102.
- Guntur, S. W. (2021). Analisis Kecepatan Tendangan Sabit Pada Pesilat Remaja Perguruan Pencak Silat Tri Guna Sakti Di Kabupaten Kebumen Tahun 2020. *JUMORA: Jurnal Moderasi Olahraga*, 1(1), 27–34.
- Khairully, E. T. (2022). Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) Dampak beserta Mamfaatnya.
- Lunnisa, U. (2022). Perancangan Alat Pengukur Kekuatan Tendangan Dan Pukulan Beladiri Dengan Force Sensing Resistor (FSR) Dan Node MCU ESP32. *Teknik Elektro*, Universitas Negeri Jambi.
- Mahyuddin, R. &. (2021). Korelasi Koordinasi Mata Tangan Dan Kekuatan Otot Lengan Dengan Shooting Bola Basket. *Jurnal Olahraga Dan Kesehatan Indonesia*, 2, 96–101.
- Nugroho, W. A. (2020). Peningkatan Kecepatan Renang 100 Meter Gaya Bebas Melalui Latihan Interval Pada Atlet Para-Renang Sekolah Khusus Olahraga Disabilitas Indonesia (SKODI). *Jurnal Menssana*, 5(1), 56–65.
- Nurcholis, M. R. (2019). Analisis Kekuatan Pukulan Atlet Beladiri Menggunakan Metode Pengukuran Matematis dan Alat Ukur Berbasis Mikrokontroler.
- Prayogo, R. T. (2021). Pengaruh latihan mandiri dalam rangka pembatasan kegiatan masyarakat: Study kasus atlet pencak silat Kabupaten Karawang. *Jurnal Keolahragaan*, 9(2), 290–298.
- Syahrial, M. (2020). *Buku Jago Beladiri*. Tangerang Selatan: Cemerlang.
- Syamrasid. (2020). Sesor beban loadcell pengertian, fungsi, kegunaan, dan penerapannya pada mikrokontroler Arduino.
- Wasik, J. M. (2021). Stereophotogrammetry Measurement of Kinematic Target Effect as Speed Accuracy Benchmark Indicator for Kicking Performance in Martial Arts. *Acta of Bioengineering and Biomechanics Journal*, 23(4), 1-10.