

PENGEMBANGAN ALAT PENGUKUR KEKUATAN TENDANGAN BELADIRI PENCAK SILAT DENGAN SENSOR LOAD CELL

Harry Hardiansyah

Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Teknik Elektro

Universitas Jambi

Email: 07januari02@gmail.com

Abdul Manab

Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Teknik Elektro

Universitas Jambi

Email: am@unja.ac.id

Yosi Riduas Hais

Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Teknik Elektro

Universitas Jambi

Email: yosi.riduas@unja.ac.id

ABSTRAK

Pencak silat meningkatkan kekuatan fisik melalui teknik latihan pencak silat. Oleh karena itu diperlukan alat yang dapat mendukung hal tersebut, pencak silat memiliki 3 macam teknik tendangan utama yaitu, tendangan T, tendangan sabit, dan tendangan lurus. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan oleh peneliti bahwasannya pada latihan teknik pencak silat, untuk pengukuran pencak silat masih dilakukan secara manual dan pengukuran waktu masih berupa *stopwatch*. Pengukuran konvensional seperti ini sering terjadi kesalahan pengukuran atau *human error*. Sebelumnya sudah dilakukan pengembangan alat menggunakan sensor *force sensing resistor* (FSR), namun alat ini masih belum akurat dalam pengukuran tendangan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat pengukur kekuatan tendangan beladiri pencak silat, agar kekuatan tendangan dapat diukur dengan benar. Sehingga dirancang alat pengukur kekuatan tendangan menggunakan sensor *load cell*. Alat ini dilengkapi dengan fitur waktu dan penghitungan jumlah tendangan untuk mendapatkan rata – rata dari setiap tendangan, hasil pengukuran ditampilkan menggunakan LCD, kemudian fitur *website* untuk menyimpan dan memonitoring data tendangan. Hasil penelitian pada pengujian kalibrasi sensor *load cell* memiliki rata – rata persentase error 1.58% dan untuk error *timer* yaitu 0%. Sedangkan rata -rata dan jumlah tendangan setiap kali percobaan pengujian latihan teknik tendangan pancak silat dalam 10 kali percobaan tendangan dengan waktu yang ditetapkan 60 detik yaitu, tendangan lurus memiliki jumlah rata - rata nilai 12,4 tendangan dengan rata – rata kekuatan tendangan 64.31 kg, tendangan sabit memiliki jumlah rata - rata nilai 17,7 tendangan dengan rata – rata kekuatan tendangan 20.21 kg, tendangan T memiliki jumlah rata – rata nilai 10,8 tendangan dengan rata – rata kekuatan tendangan 39.71 kg.

Kata kunci: kekuatan, *load cell*, *website*, tendangan T, sabit dan lurus

ABSTRACT

Pencak silat increases physical strength through pencak silat training techniques. Therefore, tools are needed that can support this. Pencak silat has 3 main types of kick techniques, namely, T kicks, crescent kicks and straight kicks. Based on observations made by researchers, when practicing pencak silat techniques, measurements for pencak silat are still done manually and time measurements are still in the form of a stopwatch. Conventional measurements like this often involve measurement errors or human error. Previously, a tool had been developed using a force sensing resistor (FSR) sensor, but this tool was still not accurate in measuring kicks. This research aims to design a tool to measure kick strength in pencak silat martial arts, so that kick strength can be measured correctly. So, a tool for measuring kick strength was designed using a load cell sensor. This tool is equipped with a time feature and counting the number of kicks to get the average of each kick, the measurement results are displayed using an LCD, then a website feature

for storing and monitoring kick data. The results of the research on load cell sensor calibration testing had an average error percentage of 1.58% and for the timer error it was 0%. Meanwhile, the average and number of kicks per attempt of testing the Pencak Silat kick technique in 10 kick attempts with a set time of 60 seconds, namely, straight kicks have an average number of 12.4 kicks with an average kick strength of 64.31 kg, Sickie kicks have an average number of kicks of 17.7 with an average kick strength of 20.21 kg, T kicks have an average number of 10.8 kicks with an average kick strength of 39.71 kg.

Keywords: strength, load cell, website, T kick, crescent and straight

1. PENDAHULUAN

Seni beladiri adalah seni yang digunakan dalam mempertahankan atau membela diri, dengan mengutamakan ketahanan dan kekuatan 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. Muhamad Syahril (2020) dalam buku jago beladiri, 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. Beberapa di antaranya memang sudah ada sejak dahulu dan menjadi budaya turun-menurun [1].

Silat salah satu bentuk identitas seni beladiri nusantara kebudayaan Indonesia berisi tentang pendidikan yang berkembang dalam masyarakat. 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 (Mochammad, 2017) [2].

Pencak silat memiliki pengertian permainan (keahlian) dalam mempertahankan diri atau self-defense dengan kepandaian teknik menangkis menyerang, dan membeladiri, baik dengan atau tanpa menggunakan senjata. Dalam pencak silat terdapat berbagai macam teknik tendangan maupun pukulan, namun pencak silat memiliki tiga teknik tendangan utama yaitu, tendangan lurus, tendangan T dan tendangan sabit [3].

Menurut Johansya tendangan T adalah serangan yang menggunakan sebelah kaki dan tungkai, lintasannya lurus ke depan pada area tumit, telapak kaki dan sisih luar telapak kaki, posisi lurus, biasanya digunakan untuk serangan samping, dengan sasaran seluruh bagian tubuh. Sedangkan tendangan lurus adalah teknik tendangan menggunakan ujung kaki dengan tungkai lurus. Tendangan lurus mengarah ke depan pada sasaran dengan meluruskan tungkai sampai ujung kaki. Adapun bagian kaki yang mengenai lawan saat menendang adalah pangkal bagian dalam jari-jari kaki. Tendangan sabit sedikit berbeda dari kedua teknik sebelumnya, dimana tendangan ini memiliki lintasan setengah lingkaran yang sasarannya ke samping bagian tubuh dengan menggunakan punggung kaki (Lubis, 2004) [4].

Ketiga teknik tersebut paling sering digunakan dalam pelatihan karena mudah diimplementasikan dan diterapkan sebagaimana fungsinya melindungi diri, pelatihan pencak silat sendiri dilakukan untuk mengembangkan suatu keterampilan seni aktifitas beladiri berkelanjutan, yang mana sulit untuk melihat setiap perkembangannya hanya dengan melihat saja, karenanya dibutuhkan sebuah alat yang dapat membantu mempermudah mengetahui proses perkembangan pelatihan secara signifikan [5].

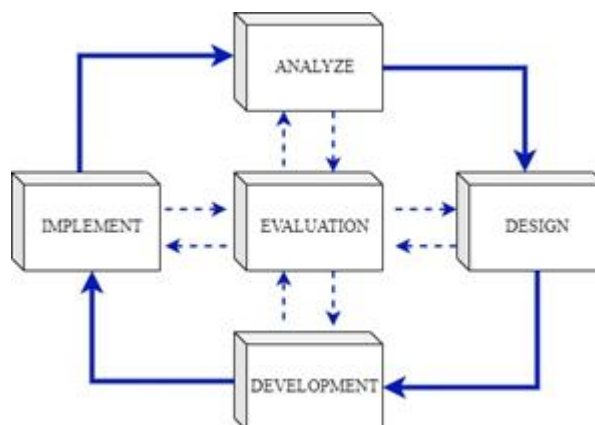
Seiring berjalannya perkembangan dunia keolahragaan dengan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) berjalan beriringan membentuk kemajuan. Memiliki banyak kegunaan dan mamfaat bagi perkembangan olahraga dalam memberikan solusi serta mempermudah suatu hal yang biasanya sulit dilakukan oleh seseorang saat 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). Oleh karena itu, dilakukan penelitian sebagai pemecah masalah atau solusi agar dapat membantu seseorang mengukur kekuatan tendangan secara efektif dan akurat [6].

Untuk solusi dari masalah diatas penulis merancang alat pengukur kekuatan 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) [7].

Alat ini menggunakan sensor load cell dengan kapasitas kurang dari sama dengan 500 Kilogram untuk mengidentifikasi tendangan, Sensor digunakan sebagai input kepada NodeMCU ESP8266, sistem ini dilengkapi Liquid Crystal Display dan Blynk pada aplikasi smartphone sebagai penampil informasi atau output kekuatan tendangan dalam satuan Kilogram. Dengan dirancangnya alat yang berjudul **“PERANCANGAN ALAT PENGUKUR KEKUATAN TENDANGAN BELADIRI PENCAK SILAT DENGAN SENSOR LOAD CELL”** diharapkan dapat membantu mempermudah melakukan pengukuran kekuatan tendangan beladiri pencak silat dan bermamfaat bagi banyak orang terutama fakultas ilmu keolahragaan Universitas Jambi dalam melakukan kegiatan pelatihan pada mahasiswa yang nantinya akan mengikuti Pekan Olahraga Mahasiswa Nasional (POMNAS), dimana memerlukan peralatan yang dapat mengukur kekuatan tendangan secara efektif [8].

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode 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, memungkinkan model ini dapat digunakan dalam proses penelitian.



Gambar 1 . Metode model ADDIE

2.1 Analisis (*Analysis*)

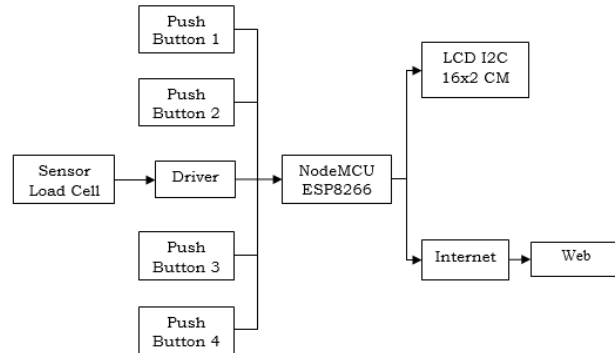
Pada tahapan ini penulis melakukan kegiatan penganalisaan mengenai faktor apa saja yang dapat mempengaruhi kinerja alat ukur kekuatan tendangan beladiri pencak silat, seperti gangguan yang akan terjadi pada saat pemakaian sensor *load cell* dan kemampuan setiap komponen untuk mendukung kinerja alat agar tidak terjadi gangguan atau kesalahan saat alat digunakan. Dengan adanya analisis kerja pada setiap komponen dan perancangan rangkaian penulis dapat mengetahui karakteristik fakta, konsep dan prinsip penggunaan alat.

2.2 Desain (*Design*)

Pada tahapan ini penulis membuat blok diagram dan flowchart sebagai penjelasan singkat tentang alat yang akan dibuat. Selanjutnya dilakukan perancangan atau pembuatan *prototype* alat yang meliputi perancangan *elektronika*, *hardware*, dan *software*.

2.2.1 Desain Sistem Elektronika

Pada fase ini penulis membuat rancangan alat yang dapat mengukur kekuatan tendangan dalam skala kurang dari sama dengan 300 kilogram. Penulis menggunakan diagram blok dalam menjelaskan sistem kerja alat agar dapat dengan mudah dipahami sebagai berikut.



Gambar 2 . Blok Diagram Alat Ukur Kekuatan

Pada blok diagram diatas, *push button* dan *Sensor loadcell* berperan sebagai *input* atau masukan berupa nilai. Nilai masukan dari *push button* dan nilai yang diterima sensor akan diteruskan untuk diproses *NodeMCU ESP8266*, hingga akhirnya *Output* ditampilkan pada *LCD I2C* dan *website*.

2.3 Pengembangan (*Development*)

Penulis melakukan pengembangan dengan penerapan sensor yang dipakai dan penambahan database riwayat tendangan pada website. *Sensor load cell* yang digunakan memiliki kemampuan yang lebih baik dalam respon dan kapasitas nilainya mencapai kurang dari 300 kilogram, akan sangat efektif untuk mengukur kekuatan tendangan atlet yang ditaksir mencapai kurang dari 200 kilogram. Dibandingkan sensor *force sensing resistor* (FSR) yang hanya memiliki kapasitas 10 kilogram.

2.4 Implementasi (*Implementation*)

Tahapan ini penulis melakukan penerapan alat pengukur kekuatan tendangan beladiri pencak silat pada fakultas ilmu keolahragaan. Dengan menggunakan 3 macam teknik tendangan yaitu : tendangan T, tendangan sabit, dan tendangan lurus, serta spesifikasi penendang yang dapat menggunakan alat. Kekuatan tendangan akan dilancarkan pada samsak yang telah dipasang sensor *load cell*, modul HX711 akan mengkonversi masukan dari sensor untuk dibaca oleh *NodeMCU ESP8266*, lalu keluaran ditampilkan melalui *LCD I2C*. Alat dapat diatur menggunakan fitur yang terdapat pada *box control* dan *monitoring*, selain itu alat ini juga dapat diakses melalui *website* dengan cara koneksi *wifi*.

2.5 Evaluasi (*Evaluation*)

Pada tahap ini dilakukan perbaikan dan penyesuaian rangkaian maupun sistem dari hasil pengolahan data yang sudah didapatkan dari tahapan sebelumnya untuk mengetahui alat dapat berfungsi dengan sangat baik. Tahap evaluasi ini dilakukan pengujian komponen dan algoritma yang telah digunakan dan ditambahkan pada alat dengan tujuan untuk mendapatkan hasil semaksimal mungkin. Pengujian dilakukan terhadap sensor dan fungsi pada algoritma alat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Rancangan

Hasil perancangan menjelaskan dan memaparkan tentang hasil dari rancangan mekanik, elektronika dan *website*. Dilakukannya pengujian alat pengukur kekuatan 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*, dan *website*.

3.1.1 Hasil Rancangan Mekanik



Gambar 3 . Bentuk jadi alat

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 kekuatan tendangan.

3.1.2 Hasil Rancangan Elektronika



Gambar 4 . Bentuk rangkaian dalam alat

Hasil dari rancangan komponen rangkaian elektronika, dimana komponen-komponen dihubungkan dengan NodeMCU ESP 8266, Adaptor dan usb sebagai sulplai utama sedangkan *Liquid Crystal Display* I2C dihubungkan pada pin D1, D2, GND dan VCC, sedangkan 3 buah *push button* dihubungkan ke pin D3, D4, D5 dan GND. 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 . Bentuk bagian luar alat

Terdapat 3 buah *push button* pada alat dengan fungsi yang berbeda-beda, untuk fungsi *push button* hijau besar yaitu mengatur waktu setiap kali ditekan dengan penambahan 1+ menit, *push button* merah berfungsi mereset alat kembali ke awal, sedangkan *push button* hijau kecil untuk memulai *timer*.

3.1.3 Hasil Rancangan Website

Hasil rancangan database *website* bertujuan untuk mengetahui alat dapat terhubung dengan baik sehingga alat dapat diakses dan dilihat data *history* pada *website*.

No	Kekuatan	Rata-Rata	Waktu	Aksi
1	20.00	10.00	2024-11-05 07:08:57	hapus
2	10.00	7.00	2024-11-05 07:09:07	hapus
4	0.00	0.00	2024-11-05 07:10:27	hapus
5	100.00	27.00	2024-11-05 09:00:51	hapus
7	0.00	0.00	2024-11-05 10:18:48	hapus
8	0.00	0.00	2024-11-05 10:20:00	hapus
9	0.00	0.00	2024-11-05 10:20:00	hapus

Gambar 6 . Database riwayat tendangan

Menampilkan data riwayat tendangan *output* dari alat berupa kekuatan dan rata-rata, sedangkan No, Waktu, Aksi dan *download* merupakan fitur tambahan dari visual studio code untuk melengkapi data pada WEB, fitur *download* sendiri terhubung ke Microsoft excel agar dapat disimpan, jika ingin mengakses database riwayat tendangan pada *website* dapat mengunjungi alamat Hardiansyah7.my.id.

3.2 Pengujian Sistem dan Komponen

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, website, alat ukur dan keseluruhan.

3.2.1 Pengujian Sensor Load cell

Pengujian sensor *load cell* bertujuan untuk pembacaan kalibrasi beban pada alat, dilakukan dengan membandingkan beban timbangan dan alat pengukur kekuatan tendangan.



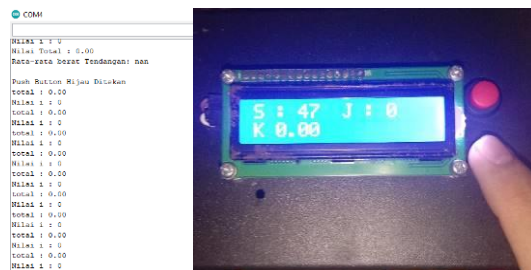
Gambar 7. Pengujian Sensor Load cell

Metode yang dilakukan dengan cara mengukur setiap benda dengan kelipatan 10 kg hingga mencapai 100 kg menggunakan timbangan dan sensor load cell lalu membandingkan perbedaanya.

Tabel 1 . Pengujian Sensor load cell dengan timbangan

Percobaan Ke	Beban pada timbangan (Kg)	Beban pada load cell (Kg)	Persentase Error (%)
1	10	10.08	0.8
2	20	20.55	2.75
3	30	30.18	0.6
4	40	41.62	4.05
5	50	51.70	3.4
6	60	61.75	2.91
7	70	70.22	0.31
8	80	80.31	0.38
9	90	90.23	0.25
10	100	100.35	0.35
Rata-rata			1.58

3.2.2 Pengujian Push Button



Gambar 8 . Pengujian Push Button

Pengujian *push button* dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui *push button* bekerja dengan baik. Terdapat 3 buah *push button* pada alat yang terhubung ke pin D3, D4 dan D5 nodeMCU ESP 8266, *push button* berfungsi sebagai *reset data alat*, *setting timer* dan memulai *timer alat*.

Tabel 2 . Pengujian hasil respon push button

No	Respon <i>push button</i> Hijau	Respon <i>push button</i> Merah	Respon <i>push button</i> waktu
1	N	N	N
2	N	N	N
3	N	N	N
4	N	N	N
5	N	TN	N
6	N	N	N
7	N	N	N
8	N	N	N
9	N	N	N
10	N	N	N

Dari hasil tabel diatas didapatkan hasil pengujian yang menunjukkan bahwa respon setiap *push button* yang diuji dapat merespon dengan baik dengan pengertian N = Nyala dan TN = Tidak Nyala.

3.2.3 Pengujian Timer

Pengujian *timer* dilakukan dengan membandingkan waktu hitung mundur pada alat dengan *timer* hitung mundur menggunakan *smartphone*.

**Gambar 9 . Pengujian Timer**

Untuk melihat selisih perhitungannya diatur waktu 60, 120, 180, 240, 300, 360, 420, 480, 540 dan 600 detik pada alat serta *stopwatch* lalu dilihat perbandingannya. Sehingga didapatkan hasil perbedaan 0 detik disetiap perbandingan yang dilakukan dengan persentase eror 0 %.

Tabel 3 . Pengujian Timer dengan Stopwatch

No	Pengujian Timer		Error (%)
	Alat (s)	Stopwacth (s)	
1	60	60	0
2	120	120	0
3	180	180	0
4	240	240	0
5	300	300	0
6	360	360	0
7	420	420	0
8	480	480	0
9	540	540	0
10	600	600	0

3.2.4 Pengujian Sistem Software

Pengujian *software* dilakukan dengan pengambilan data pengukuran pada sistem perangkat lunak yang digunakan alat pengukur kekuatan, untuk mengetahui sistem bekerja sebagaimana mestinya. Dalam rangka memperoleh tujuan tersebut, maka dilakukan pengujian dan pengambilan data perbandingan beberapa parameter, antara lain, pengujian *timer*, Pengujian koneksi alat terhadap *smarthphone* dan pengujian web.

1. Pengujian Koneksi Alat Terhadap *wifi*

Tabel 4 . Pengujian Koneksi Alat terhadap *wifi*

Percobaan Ke	Jarak (m)	Status Koneksi	Delay Waktu (Detik)	Beban LCD I2C (Kg)
1	1	Koneksi	0.4	42.89
2	2	Koneksi	0.4	0.00
3	3	Koneksi	0.4	402.62
4	4	Koneksi	0.5	35.76
5	5	Koneksi	0.4	0.00
6	6	Koneksi	0.4	0.00
7	7	Koneksi	0.4	0.00
8	8	Koneksi	0.5	0.00
9	9	Koneksi	0.5	75.89
10	10	Koneksi	0.5	0.00
Rata – rata			0.44	-

Dilakukan pengujian koneksi *wifi* dan alat untuk melihat seberapa cepat koneksi alat dan *wifi* terhubung. Dengan menentukan jarak serta waktu tenggat pada saat koneksi terhubung.

Berdasarkan Tabel 3 dapat didapatkan perbandingan waktu pada alat dan *stopwatch* memiliki tingkat *error* yang kecil, dengan rata-rata error 2% dimana dipengaruhi respon yang kurang bersamaan menekan mulai dan *stop* pada *stopwatch* dengan alat.

2. Pengujian website

Pengujian pada database website bertujuan untuk mengetahui alat dapat terhubung dengan baik sehingga alat dapat diakses dan dilihat data history pada website.



No	Pelaksanaan	Rata-Rata	Waktu	Aksi
1	20.00	22.00	2023-11-16 22:00:57	Lupakan
2	12.00	2.40	2023-11-16 22:02:07	Lupakan
3	11.00	11.00	2023-11-20 07:19:21	Lupakan
4	10.00	21.00	2023-11-20 18:43:17	Lupakan
5	11.00	11.00	2023-11-21 10:16:08	Lupakan
6	11.00	11.00	2023-11-21 18:20:00	Lupakan
7	11.00	11.00	2023-11-21 18:20:00	Lupakan
8	11.00	11.00	2023-11-21 18:20:00	Lupakan

Gambar 10 . Pengujian website

Menampilkan data riwayat tendangan *output* dari alat berupa kekuatan dan rata-rata, sedangkan No, Waktu, Aksi dan *download* merupakan fitur tambahan dari visual studio code untuk melengkapi data pada WEB, fitur *download* sendiri terhubung ke Microsoft excel agar dapat disimpan, jika ingin mengakses database riwayat tendangan pada *website* dapat mengunjungi alamat Hardiansyah7.my.id.

3.3 Pengujian Keseluruhan

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

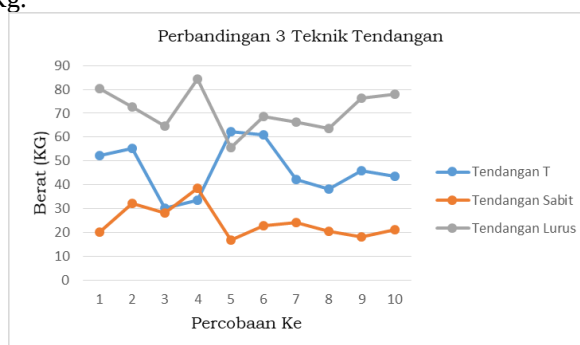


Gambar 11 . Pengujian Tiga Teknik Tendangan

Tabel 5 . Pengujian Tendangan T, Sabit dan Lurus

Percobaan	Tendangan T (Kg)	Tendangan Sabit (Kg)	Tendangan Lurus (Kg)
1	52.11	20.31	80.31
2	55.24	32.21	72.72
3	30.28	28.35	64.68
4	33.46	38.66	84.38
5	62.38	16.78	55.52
6	60.94	22.87	68.71
7	42.12	24.28	66.33
8	38.13	20.42	63.79
9	45.76	18.26	76.28
10	43.46	21.33	77.97
Rata –rata	46.38	24.34	71.06

Berdasarkan Tabel 5. Dilakukan pengujian terhadap 3 macam teknik tendangan dan didapatkan hasil dari setiap pengujian tendangan, bahwa tendangan Lurus memiliki rata-rata hasil pengujian tertinggi dengan nilai 71.06 Kg, sedangkan tendangan Sabit mendapat nilai terendah dengan hasil nilai rata-rata 24.34 Kg.



Gambar 12 . Perbandingan 3 teknik tendangan

Berdasarkan grafik diatas tendangan Lurus mendapatkan hasil tertinggi dalam satu kali percobaan tendangan dengan kekuatan 84.38 kilogram dan tendangan sabit menjadi yang terkecil dalam satu kali percobaan tendangan dengan kekuatan 16.78 kilogram.

Pengujian rata-rata dilakukan dengan mengakumulasi data yang didapat sensor load cell dari setiap tendangan baik T, sabit dan lurus. Melalui website dan dikonfersi menjadi rata-rata masukan yang didapat sehingga dihasilkan sebagai berikut.



Gambar 13. Pengujian tendangan lurus

Tabel 6 . Pengujian Tendangan Lurus

Percobaan	Waktu (s)	Jumlah Tendangan	Jumlah Nilai Tendangan (Kg)	Rata-rata (Kg)
1	60	15	914.10	60.94
2	60	13	816.79	62.83
3	60	10	715.50	71.55
4	60	12	818.52	68.21
5	60	9	595.89	66.21
6	60	14	901.32	64.38
7	60	17	990.59	58.27
8	60	11	746.68	67.88
9	60	10	662.40	66.24
10	60	13	723.71	55.67
Rata-rata		12.4	728.50	64.31

Didapatkan hasil pengujian tendangan Lurus pada alat ukur kekuatan tendangan dengan 10 kali percobaan dan 10 kali tendangan setiap percobaan diperoleh hasil tertinggi 71.55 kilogram dan hasil terendah 55.67 kilogram. Jumlah keseluruhan total 643.18 kilogram, jika dirata – ratakan akan mendapat kan hasil 64.31 kilogram untuk 10 tendangan Lurus.



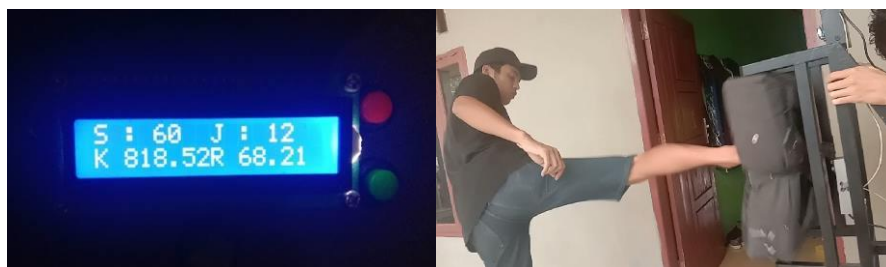
Gambar 14. Pengujian Tendangan Sabit

Tabel 7 . Pengujian Tendangan Sabit

Percobaan	Waktu (s)	Jumlah Tendangan	Jumlah Nilai Tendangan (Kg)	Rata-rata (Kg)
1	60	19	477.09	25.11
2	60	22	323.63	14.71
3	60	17	321.47	18.91
4	60	18	477.72	26.54
5	60	22	334.14	15.19
6	60	24	356.14	14.84
7	60	25	678.79	27.15

8	60	16	322.08	20.13
9	60	18	371.88	20.66
10	60	21	419.86	19.99
Rata-rata		20.2	408.28	20.21

Didapatkan hasil pengujian tendangan sabit pada alat ukur kekuatan tendangan dengan 10 kali percobaan dan 10 kali tendangan setiap percobaan diperoleh hasil tertinggi 27.15 kilogram dan hasil terendah 14.71 kilogram. Jumlah nilai rata-rata tendangan 408.28 kilogram dan rata – rata keseluruhan mendapatkan hasil 20.21 kilogram untuk 10 tendangan sabit.



Gambar 15 . Pengujian Tendangan T

Tabel 8. Pengujian Tendangan T

Percobaan	Waktu (s)	Jumlah Tendangan	Jumlah Nilai Tendangan (Kg)	Rata-rata (Kg)
1	60	9	319.05	35.45
2	60	12	490.56	40.88
3	60	8	329.84	41.23
4	60	14	536.34	38.31
5	60	10	465.50	46.55
6	60	12	351.36	29.28
7	60	9	407.16	45.24
8	60	13	470.73	36.21
9	60	13	568.62	43.74
10	60	8	321.76	40.22
Rata-rata		10.8	426.09	39.71

Didapatkan hasil pengujian tendangan T pada alat ukur kekuatan tendangan dengan 10 kali percobaan dan 10 kali tendangan setiap percobaan diperoleh hasil tertinggi 46.55 kilogram dan hasil terendah 29.28 kilogram. Jumlah rata-rata nilai tendangan 426.09 kilogram dan rata-rata keseluruhan mendapatkan hasil 39.71 kilogram untuk 10 tendangan T.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari perancangan dan pembahasan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Alat pengukur kekuatan tendangan beladiri pencak silat dapat mengukur 3 macam teknik tendangan yaitu: tendangan T, tendangan sabit, dan tendangan lurus. Alat pengukur kekuatan tendangan beladiri pencak silat menggunakan *website* sebagai database riwayat tendangan dengan alamat Hardiansyah7.my.id. Sensor loadcell dapat mengukur kekuatan tendangan hingga 300 kg.
2. Pengujian dilakukan pada alat antara lain: sensor *load cell* dan *timer* dengan rata-rata persentase error 0.46 % dan 0 %. Pengujian terhadap 3 macam tendangan dalam pencak silat yaitu: tendangan T, tendangan lurus, dan Tendangan sabit, didapatkan hasil rata-rata dari setiap tendangan adalah 39.71 Kg, 22.47 Kg, dan 64.31 Kg.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya. Serta penulis mengucapkan terimakasih kepada kedua orangtua dan keluarga atas doa, dukungan dan semangat, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi Tugas Akhir dengan judul **“PENGEMBANGAN ALAT PENGUKUR KEKUATAN TENDANGAN BELADIRI PENCAK SILAT DENGAN SENSOR LOAD CELL”**.

Penulis menyadari banyak kendala dan kesulitan dalam penulisan skripsi ini. Namun kesulitan dan kendala tersebut dapat penulis lewati berkat arahan dan masukan dari berbagai pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nurcholis, M., Yasi, R. M., & Hadi, C. M. (2019). Analisis Kekuatan Pukulan Atlet Beladiri Menggunakan Metode Pengukuran Matematis dan Alat Ukur Berbasis Mikrokontroller.
- [2] Lunnisa, Ulfa, Pathoni, H., & Hais, Y. R. (2022). Perancangan Alat Pengukur Kecepatan Dan Kekuatan Tendangan Serta Pukulan Pada Beladiri Dengan Sensor Force Sensing Resistor (Fsr) dan Nodemcu Esp32. *Journal of Electrical Power Control and Automation (Jepca)*, 5(1), 11. doi: <https://dx.doi.org/10.33087/Jepca.V5i1.69>
- [3] Fitriani, R. S. (2021). Ensiklopedi olahraga beladiri: Taekwondo hingga Judo. Hikam Pustaka.
- [4] Hadi, C. F. (2020). Rancang Bangun Alat Ukur Kekuatan Pukulan Atlet Beladiri Menggunakan Sensor Fsr (Force Sensitive Resistor) Berbasis Mikrokontroller Atmega328. *Zetroem*, 2(2).
- [5] Maulana, R. I., Abdurrohman, M. S., Nurzaman, A. I., & Sujadi, H. (2019). Prototipe alat pengukur kecepatan dan ketepatan bola pada tendangan penalti menggunakan arduino. In *prosiding industrial research workshop and national seminar*, 10(1), 226-232.
- [6] Yasi, R. M., dan M. Nurcholis. (2019). Analisis kekuatan pukulan atlet beladiri menggunakan metode pengukuran matematis dan alat ukur berbasis mikrokontroller. *Journal zetroem*, 1(2), 20-23.
- [7] Syamrasid. (2020). Sensor beban loadcell pengertian, fungsi, kegunaan, dan penerapannya pada mikrokontroler Arduino.
- [8] Mardotilla, M., & Zein, D. M. (2017). Silat: Identitas Budaya, Pendidikan, Seni Beladiri, Pemeliharaan Kesehatan, 18(2).
- [9] Johansyah Lubis (2004). Pencak silat: panduan praktis.
- [10] Suwirman, M., Nurulhsan, M., Deswandi, M., & Sepriadi, M. (2019). Development instrument of kick speed endurance of pencak silat athlete. *International journal of mechanical engineering and technology*, 10(12), 48-56.
- [11] Syahrial, M. (2020). Buku Jago Beladiri. Tangerang Selatan, Cemerlang.
- [12] Khairully, E. T. (2022). Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) Dampak beserta manfaatnya.