

RANCANG BANGUN ALAT LATIHAN TEKNIK TENDANGAN PADA BELA DIRI TAEKWONDO BERBASIS ARDUINO

Kevin Sutanto^{1*}, Alvin Reyvan², Budi Harsono³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro, Universitas Kristen Krida Wacana; Jl. Tanjung Duren Raya No.4, Tj. Duren Utara, Kecamatan Grogol Petamburan, Kota Jakarta Barat, DKI Jakarta 11470, Indonesia; (021) 5666952.

Received: 8 Februari 2025

Accepted: 29 Maret 2025

Published: 14 April 2025

Keywords:

Taekwondo;
Latihan teknik tendangan;
Arduino Mega;
Sensor tekanan FSR402.

Correspondent Email:

kevin.sutanto@ukrida.ac.id

Abstrak. Taekwondo merupakan salah satu cabang olahraga bela diri yang mengandalkan kecepatan dan ketepatan tendangan. Dalam latihan, diperlukan alat bantu yang dapat mengukur kekuatan serta kecepatan tendangan secara objektif. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat latihan teknik tendangan taekwondo berbasis Arduino Mega yang mampu memberikan target tendangan secara otomatis dan menilai respons atlet. Sistem ini menggunakan motor DC sebagai aktuator, sensor tekanan FSR402 untuk mendeteksi kekuatan tendangan, serta LED sebagai indikator kecepatan. Metode penelitian mencakup perancangan perangkat keras dan lunak, pengujian sensor tekanan, serta evaluasi sistem secara keseluruhan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat dapat beroperasi dengan baik dalam memberikan target tendangan secara acak maupun terstruktur, serta mampu menampilkan umpan balik kecepatan tendangan melalui sistem LED. Keberhasilan alat ini diharapkan dapat meningkatkan efektivitas latihan atlet taekwondo dalam meningkatkan ketepatan dan kecepatan tendangan, sekaligus memberikan metode evaluasi yang lebih objektif bagi pelatih.

Abstract. Taekwondo is a martial arts sport that relies on the speed and accuracy of kicks. In training, an assistive device is needed to objectively measure the strength and speed of kicks. This study aims to design and develop a Taekwondo kicking training device based on Arduino Mega, capable of automatically providing kicking targets and assessing athletes' responses. The system utilizes a DC motor as an actuator, a FSR402 pressure sensor to detect kick strength, and LEDs as speed indicators. The research methodology includes hardware and software design, pressure sensor testing, and overall system evaluation. The test results show that the device operates effectively in providing both random and structured kicking targets and can display feedback on kick speed through the LED system. The success of this device is expected to enhance Taekwondo athletes' training effectiveness by improving kick accuracy and speed while providing a more objective evaluation method for coaches.

1. PENDAHULUAN

Berbagai seni bela diri telah berkembang menjadi cabang olahraga prestasi yang dipertandingkan, termasuk taekwondo. Saat ini, taekwondo telah menjadi bagian dari olahraga Olimpiade dan sering diperlombakan dalam

berbagai turnamen. Sebuah penelitian terhadap mahasiswa sarjana di Universitas Metropolitan menunjukkan bahwa berlatih taekwondo dapat membantu mengatasi stres, sehingga berkontribusi pada kesehatan serta kesejahteraan fisik, mental, dan emosional [1].

Saat ini, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) berlangsung sangat cepat. Berbagai aktivitas sehari-hari manusia menjadi lebih mudah berkat kemajuan IPTEK, termasuk dalam bidang olahraga, yang terbantu dalam proses latihan dan pertandingan. Dukungan IPTEK memainkan peran penting dalam membantu para atlet mencapai prestasi, mulai dari pencarian bakat, proses latihan, pengujian, hingga saat bertanding [2]–[4].

Manusia memiliki keterbatasan dalam penglihatan, sehingga diperlukan alat untuk mengamati dan mengukur kecepatan tendangan [5]. Teknologi telah diterapkan dalam pertandingan taekwondo, terutama pada kategori *kyorugi*. Salah satu contohnya adalah penggunaan *Protector Scoring System* (PSS), yang memanfaatkan sensor pada pelindung tubuh atlet untuk mendeteksi tendangan yang mengenai tubuh serta mengukur kekuatannya [6]. Dengan parameter tersebut, potensi kecurangan atau subjektivitas wasit dapat dikurangi.

Agar siap dan mampu meningkatkan performa dalam pertandingan taekwondo, atlet perlu berlatih secara rutin dengan metode yang tepat. Selama latihan, pelatih perlu menilai kualitas tendangan atlet. Namun, dalam prosesnya, pelatih juga memerlukan parameter dan alat ukur yang dapat mengevaluasi kualitas tendangan serta perkembangan atlet.

Penelitian ini berfokus pada perancangan alat latihan taekwondo yang dapat mengukur kekuatan tendangan secara otomatis dengan bantuan rangkaian elektronika. Dalam penelitian ini, sistem dapat memberikan target tendangan berdasarkan kombinasi gerakan yang telah diatur oleh pengguna. Alat ini menggunakan motor DC (direct current) sebagai aktuator untuk menggerakkan lengan saat menyodorkan target tendangan.

Target tendangan dilengkapi sensor tekanan untuk mengukur standar kekuatan tendangan yang dibutuhkan guna memperoleh poin dalam pertandingan, seperti pada *Protector Scoring System*. Sensor tekanan juga berfungsi sebagai sinyal bagi mikrokontroler bahwa atlet telah menendang, sehingga target pada gerakan berikutnya dapat diberikan. Selama pemberian target, mikrokontroler mencatat waktu yang dibutuhkan atlet dalam melakukan beberapa kombinasi tendangan. Rata-rata waktu tersebut digunakan sebagai parameter untuk menilai

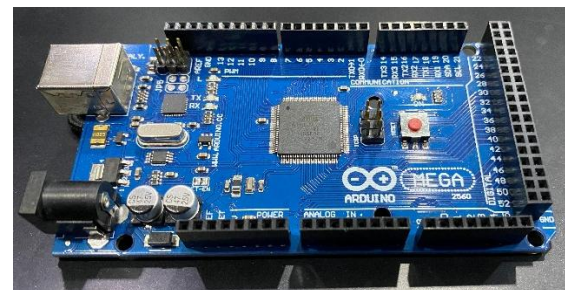
kecepatan tendangan dan respons atlet. Hasil penilaian ini akan disampaikan kepada atlet sebagai umpan balik melalui panel indikator *Light Emitting Diode* (LED) yang terdapat pada alat.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Rancang bangun alat latihan teknik tendangan ini memerlukan beberapa komponen elektronika dalam sistemnya yang akan dibahas pada tinjauan pustaka berikut ini.

2.1 Arduino Mega 2560

Arduino adalah *board* berbasis mikrokontroler atau papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah *chip* mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel [7]. Mikrokontroler itu sendiri adalah *chip* atau IC (*integrated circuit*) yang bisa diprogram menggunakan komputer. Tujuan menanamkan program pada mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronika dapat membaca *input*, memproses *input* tersebut dan kemudian menghasilkan *output* sesuai yang diinginkan.



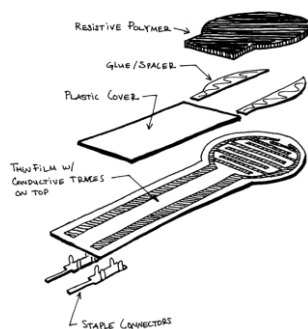
Gambar 2.1 Arduino Mega 2560

Pada gambar 2.1 merupakan jenis Arduino Mega tipe 2560 yang menggunakan *chip* ATmega2560. *Board* ini memiliki 54 buah *pin* I/O digital (15 *pin* diantaranya adalah PWM), 16 *pin* analog *input*, 4 *pin* UART (*serial port hardware*). Arduino Mega 2560 dilengkapi dengan sebuah *oscillator* 16 Mhz, sebuah *port* USB, *power jack* DC, ICSP *header*, dan tombol reset.

2.2 Sensor FSR402 (Force Sensitive Resistor)

Sensor FSR402 merupakan sebuah sensor gaya (*force*) atau beban (*load*) [8]. Sensor ini berbentuk *printed circuit* yang sangat tipis dan

fleksibel. Sensor ini sangat mudah diimpletasikan untuk mengukur gaya tekan antara dua permukaan dalam berbagai aplikasi. Sensor FSR ini bersifat resistif dan nilai konduktansinya berbanding lurus dengan gaya/beban yang diterimanya [9]. FSR terdiri dari dua lapisan elektroda yang dipisahkan oleh *spacer*. Pada lapisan *spacer* terdapat polimer resistif yang terpasang dengan pita sisi ganda tepi. Jika tidak ada gaya yang bekerja pada sensor, maka elektroda tidak akan terhubung sehingga berada pada kondisi off-state.

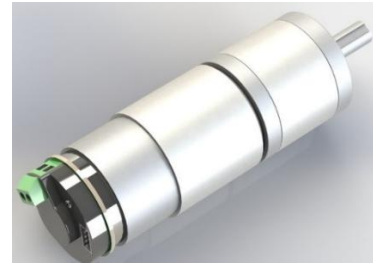


Gambar 2.2 Konstruksi FSR402

Sensor FSR memiliki prinsip seperti resistor (tahanan) pada rangkaian listrik yang sederhana yang mana tekanan pada permukaan sensor akan menghasilkan perubahan tahanan. Semakin berat beban yang dihasilkan maka semakin kecil nilai keluaran tahanan. Sebaliknya, bila beban semakin kecil maka nilai tahanan keluaran semakin besar.

2.3 Motor DC 24V (PG-45)

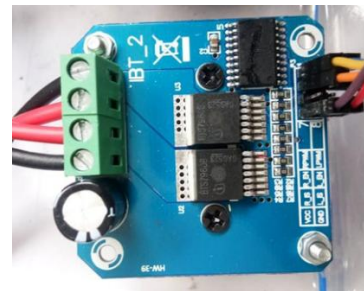
Motor DC (arus searah) adalah perangkat elektromekanik yang berfungsi mengonversi energi listrik menjadi energi mekanik. Motor ini terdiri dari dua komponen utama, yaitu stator dan rotor. Stator merupakan bagian yang tetap dan berfungsi sebagai badan motor atau kutub magnet, sementara rotor adalah bagian yang bergerak dengan lilitan jangkar di dalamnya. Gambar 2.3 menunjukkan motor DC PG-45 yang digunakan pada sistem ini sebanyak 4 buah, dikarenakan terdapat 4 buah target tendangan [10]. Tegangan motor yang diberikan pada penelitian ini senilai 24 volt yang dikendalikan oleh *motor driver*.



Gambar 2.3 Motor DC PG-45

2.4 Driver Motor BTS-7960

Driver motor adalah rangkaian yang tersusun dari transistor yang digunakan untuk menggerakkan motor DC. Motor DC dapat berputar dengan hanya daya DC, namun tidak bisa dikendalikan arahnya tanpa menggunakan *driver*. *Driver motor* yang digunakan pada penelitian ini adalah BTS7960 43A H-Bridge seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.4 [11].



Gambar 2.4 Driver Motor BTS7960

Pada *driver motor* DC BTS7960 ini dapat mengeluarkan arus hingga 43 *ampere* dan memiliki fungsi PWM (*pulse width modulation*). Tegangan sumber DC yang dapat diberikan antara 5.5 V – 27 V DC, sedangkan tegangan *input* antara 3.3 V – 5 V DC.

2.5 Komponen Pendukung Lainnya

Komponen elektronika pendukung lainnya yang digunakan pada penelitian ini dijabarkan pada tabel 2.1 di bawah ini:

Tabel 2.1. Komponen Pendukung Lainnya

Nama Komponen	Fungsi Komponen
Liquid Crystal Display (LCD) Karakter 4×20 dengan I2C-Module	LCD berfungsi sebagai tampilan nilai masukan / keluaran pada pengaturan program latihan tendangan. LCD ini dilengkapi dengan modul I2C yang memudahkan komunikasi dengan Arduino [12].

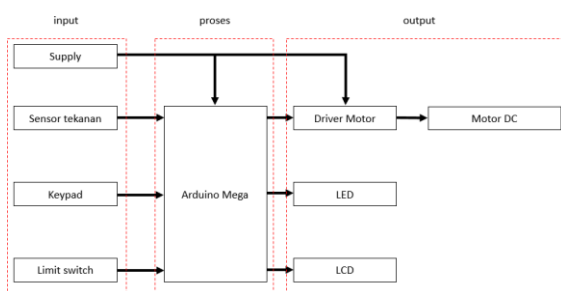
Panel <i>Light Emitting Diode</i> (LED)	Berfungsi sebagai <i>feedback</i> kepada atlet untuk menampilkan <i>rating</i> kecepatan tendangan dan respon atlet. <i>Rating</i> LED ini terdiri dari 10 buah LED dimana semakin banyak LED yang menyala menandakan tendangan dan respon atlet semakin cepat.
Keypad 4×4	Keypad 4×4 berfungsi memberikan input kepada Arduino mega untuk memilih menu perintah yang telah tersedia di dalam Arduino.
Limit Switch	Limit switch berfungsi sebagai pembatas gerakan motor DC agar sudut target yang akan diberikan dapat tercapai dengan tepat.

3. METODE PENELITIAN

Pada bagian ini akan dijelaskan tentang metode-metode yang digunakan dalam perancangan alat latihan teknik tendangan taekwondo.

3.1 Diagram Blok Sistem

Secara garis besar, konsep dasar dari sistem yang dirancang dapat dilihat pada diagram blok gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem

Alur dari konsep dasar sistem yang dirancang pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

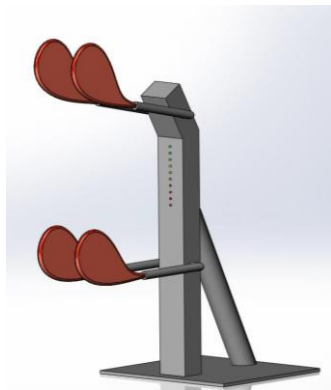
- *Input* pertama untuk menjalankan alat adalah dengan memberikan perintah melalui *keypad*. Pada menu *keypad* tersedia opsi jenis latihan yang akan dilakukan. Pada *keypad* juga dilakukan pengaturan jenis tendangan yang diinginkan yang kemudian

disimpan di dalam Arduino. Perintah tersebut diolah di dalam Arduino, *keypad* hanya berfungsi untuk memberi perintah melalui menu yang telah tersedia di dalam Arduino.

- Arduino akan memproses perintah dari *keypad* untuk menjalankan perintah menu yang dipilih. Perintah tersebut akan diteruskan ke *driver* motor.
- *Output* di *driver* motor akan mengontrol motor DC untuk memutar lengan dengan sudut kurang lebih 90°. *Limit switch* digunakan untuk memberikan interupsi menghentikan putaran motor.
- *Input* kedua berasal dari *limit switch* untuk memastikan bahwa lengan sudah dalam posisinya untuk memberikan target.
- *Input* ketiga berasal dari sensor tekanan yang menandakan bahwa lengan harus kembali ke posisi awal atau menurunkan target ke posisi awal. Tendangan yang dilakukan oleh pengguna dan dibaca oleh sensor tekanan harus melebihi nilai tekanan yang sudah ditentukan pada program.
- Arduino kembali memproses untuk memerintahkan *driver* motor memutar motor DC ke arah yang berlawanan dari sebelumnya dengan sudut yang sama. Untuk mengetahui bahwa lengan telah kembali ke posisi awal maka digunakan *limit switch*.
- Pada step selanjutnya, sesuai program latihan yang dipilih, Arduino akan kembali memberikan perintah kepada *driver* motor yang lain untuk memutar motor DC sesuai program yang telah ditanamkan. Proses ini akan terus berlangsung sampai program tendangan yang diperintahkan terpenuhi.
- *Output* terakhir dari alat adalah *rating* LED yang akan menunjukkan kecepatan rata-rata dari tendangan atlet berdasarkan hitungan waktu.

3.2 Rancang Bangun Sistem

Bahan mekanik utama alat yang dirancang menggunakan besi agar mekanik tetap kokoh saat mendapat hentakan dari tendangan. Rancangan mekanik alat yang dibuat dapat dilihat pada gambar 3.2. Tinggi dari badan utama setinggi manusia dewasa yaitu kurang lebih 170 cm, panjang 20 cm dan lebar 6 cm. Agar motor mampu mengangkat target maka lengan dibuat dari pipa aluminium yang ringan.

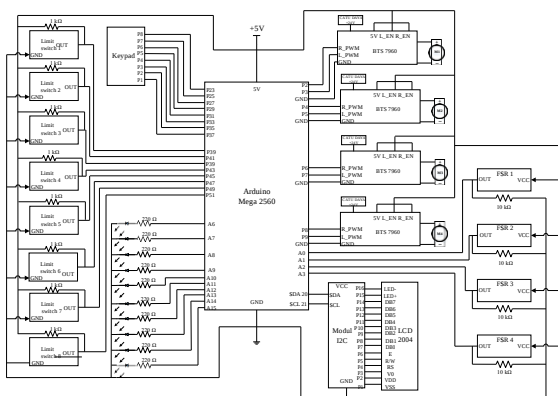


Gambar 3.2 Desain Mekanik Sistem

Posisi lengan alat disesuaikan dengan posisi sasaran ke perut dan kepala. Dengan panjang 40 cm, lengan mampu memberikan target kepada atlet dan menjaga jarak aman dari badan utama alat agar tidak terkena tendangan. Sensor tekanan diletakkan di dalam target agar tidak terkena langsung oleh tendangan yang dapat merusak sensor. Rangkaian elektronika ditempatkan di belakang, sedangkan LED ditempatkan di depan yang berjajar ke atas badan alat. Untuk mengurangi sentakan langsung yang berasal dari lengan alat akibat tendangan atlet, maka digunakan *pulley* dan *belt* untuk menghubungkan lengan alat dengan motor DC.

3.3 Rangkaian Keseluruhan Sistem

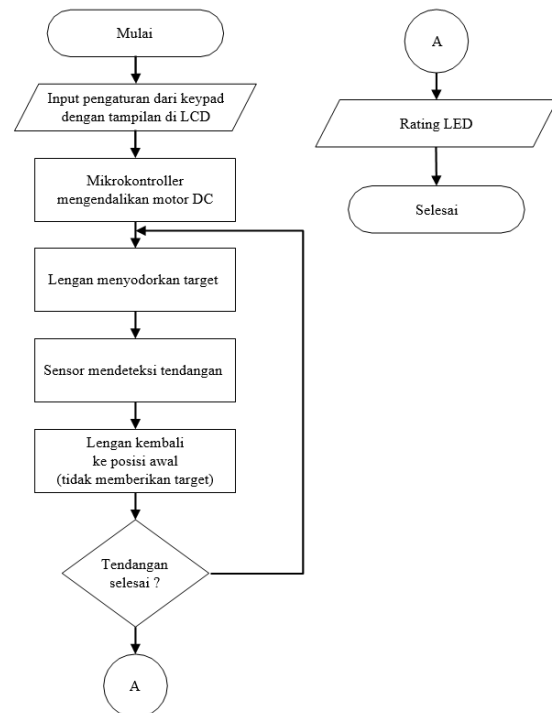
Rangkaian skematik keseluruhan dari alat latihan teknik tendangan pada bela diri taekwondo ditunjukkan pada gambar 3.3. Setiap *pin* pada komponen saling terhubung sehingga sistem ini dapat bekerja memberikan target kepada atlet dan memberikan *feedback* sesuai dengan program latihan yang telah dipilih pengguna.



Gambar 3.3 Rangkaian Skematik Keseluruhan

3.4 Diagram Alir Sistem

Diagram alir sistem alat training teknik tendangan pada taekwondo yang telah dibuat akan dijabarkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Diagram Alir Sistem

Diagram alir dari sistem dapat diuraikan sebagai berikut:

1. LCD akan menampilkan menu yang ada di dalam mikrokontroler. Menu yang ditampilkan oleh LCD dapat diatur menggunakan *keypad*. Menu yang telah diatur kemudian disimpan oleh Arduino.
2. Dari data yang telah disimpan, Arduino kemudian mengontrol motor melalui *driver* motor.
3. Motor akan berputar untuk menggerakkan lengan sehingga lengan menyodorkan target.
4. Ketika sensor telah mendeteksi tendangan atlet maka motor kembali berputar ke arah yang berlawanan dari sebelumnya untuk mengembalikan lengan ke posisi semula.
5. Jika jumlah sodoran target tendangan belum terpenuhi, maka proses akan dimulai lagi saat mikrokontroler memberikan perintah untuk menggerakkan lengan.
6. Jika sodoran target telah terpenuhi maka akan dilanjutkan ke proses berikutnya, yaitu menampilkan *rating* LED kepada atlet sebagai *feedback* latihan.

7. Setelah menampilkan *rating* LED maka semua proses sistem telah selesai.

3.5 Perancangan User Interface

User interface dirancang agar pengguna dapat mengoperasikan alat dengan cara memberi perintah ke Arduino. Beberapa menu yang ditampilkan oleh LCD adalah sebagai berikut:

1. Menu Awal, yaitu menu untuk memilih jenis latihan yang diinginkan. Menu yang dapat dipilih terdiri dari dua menu, yaitu menu koordinasi acak dan koordinasi diatur.
2. Koordinasi Acak, yaitu menu untuk menjalankan koordinasi tendangan acak.
3. Koordinasi Diatur, berfungsi menampilkan pengaturan tendangan yang akan diatur. Terdapat beberapa sub menu di dalam menu koordinasi diatur, antara lain:
 - Atur *plan*, berfungsi untuk memilih *plan* yang diinginkan. *Plan* ini terdiri dari 5 *plan* yaitu *plan* A, *plan* B, *plan* C, *plan* D, dan *plan* E.
 - *Plan*, berfungsi untuk mengatur *plan* yang telah dipilih sebelumnya di menu atur *plan*.
 - Tendangan, berfungsi untuk memilih tendangan yang akan disimpan ke pengaturan. Banyaknya koordinasi tendangan yang harus diatur adalah 10 tendangan. Terdapat 4 jenis gerakan tendangan yang bisa dipilih untuk menghasilkan 10 gerakan koordinasi.
4. Jalankan *Plan*, berfungsi untuk menjalankan *plan* yang telah diatur di menu koordinasi diatur.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

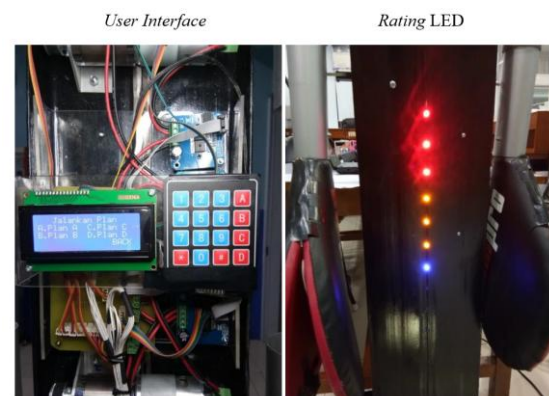
Sistem alat latihan teknik tendangan pada bela diri taekwondo ini telah didesain sesuai yang telah dijelaskan pada bagian metode penelitian. Hasil rancangan, pengujian, serta analisa hasil pada sistem akan dijelaskan pada beberapa sub-bab dibawah ini.

4.1 Hasil Rancang Bangun Sistem

Rancang bangun sistem yang telah dirancang baik dari tampak depan maupun tampak belakang dapat dilihat pada gambar 4.1. Selain itu, tampilan *User Interface* sistem dan Keypad 4x4 sebagai masukan pada sistem dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.1 Rancang Bangun Sistem



Gambar 4.2 User Interface dan Rating LED

User Interface pada sistem terletak pada bagian belakang alat agar melindungi rangkaian dari tendangan/benturan. Rating LED memiliki 10 level LED yang akan menampilkan rata-rata kecepatan pada satu siklus program tendangan. Gerakan motor DC ketika memberikan target kepada pengguna dapat dilihat seperti pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Alat Memberikan Target Tendangan Kepada Pengguna

Rancang bangun sistem secara mekanik dan tingkat kekuatan sistem telah diuji oleh atlet taekwondo dan memberikan hasil yang sesuai dengan desain rancangan. Sistem alat dapat menahan benturan/hentakan dari tendangan atlet sehingga sistem dapat memiliki durabilitas yang cukup baik.

4.2 Pengujian Sensor FSR402

Tujuan pengujian dilakukan untuk mengetahui respon sensor ketika mendapat tekanan akibat tendangan dari atlet yang kemudian dijadikan instruksi bahwa atlet telah menendang sehingga alat dapat menurunkan target tendangan. Pengujian sensor FSR402 untuk beberapa beban yang menghasilkan tekanan berbeda-beda dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Hasil Pengujian Sensor FSR402

Beban yang diuji (gram)	Tegangan output (Volt)	Nilai output analog	Keterangan level
0	0,01	0	LOW
205	2,82	579	LOW
404	3,58	736	LOW
603	3,95	811	LOW
802	4,16	855	LOW
1003	4,30	884	HIGH
1209	4,41	905	HIGH

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 4.1, dapat disimpulkan bahwa nilai *output* tegangan dan *output* analog akan semakin besar ketika beban ditambah. *Level* akan terus bernilai LOW ketika beban di bawah 1003 gram dan output analog di bawah 884. Pada saat beban telah mencapai 1003 gram dan nilai *output* analog 884 maka sensor diberi level HIGH.

4.3 Pengujian Keseluruhan Sistem Penggerak

Tujuan dari pengujian dari sistem penggerak secara keseluruhan adalah untuk menguji sistem penggerak dapat bekerja secara berurutan sesuai instruksi yang diberikan untuk memberikan target tendangan. Pengujian sistem penggerak lengan secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2. Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem Penggerak

Input			Output		Keterangan
FSR402	Limit switch		Driver Motor		
	1	2	L_PWM	R_PWM	
LOW	HIGH	LOW	HIGH	LOW	Motor berputar searah jarum jam untuk menggerakkan lengan
HIGH	LOW	HIGH	LOW	HIGH	Motor berputar berlawanan arah jarum jam untuk menurunkan lengan
LOW	LOW	LOW	HIGH	HIGH	Motor berhenti berputar, yaitu pada kondisi menyodorkan target dan targer berada di posisi tidak disodorkan.

Dari pengujian yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa pada awalnya motor berputar menggerakkan lengan untuk menyodorkan target. Ketika *limit switch* 2 telah mendeteksi lengan bahwa berada pada posisi menyodorkan target, maka motor akan berhenti berputar. Saat sensor FSR402 mendeteksi adanya tekanan pada batas tertentu, motor akan kembali berputar untuk menurunkan lengan. Saat lengan sudah dalam kondisi tidak menyodorkan target, *limit switch* 1 akan menghentikan putaran motor dengan cara memberi interupsi ke Arduino.

4.4 Pengujian Rangkaian Rating LED

Berdasarkan rangkaian LED yang telah dirancang untuk menampilkan *feedback*, maka dilakukan pengujian rangkaian LED. Pengujian rating LED dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3. Hasil Pengujian Rating LED

Timer (detik)	Banyaknya LED menyala	Rating LED	Penilaian
>55	1	Rating 1	Kurang sekali
51-55	2	Rating 2	Kurang sekali
46-50	3	Rating 3	Kurang sekali
41-45	4	Rating 4	Kurang cepat
36-40	5	Rating 5	Kurang cepat
31-35	6	Rating 6	Cukup cepat
26-30	7	Rating 7	Cukup cepat
21-25	8	Rating 8	Cepat
15-20	9	Rating 9	Cepat sekali
<15	10	Rating 10	Cepat sekali

Berdasarkan tabel 4.3 dapat disimpulkan bahwa LED dapat menyala secara berurutan dari bawah ke atas dengan jumlah LED tertentu yang menyala. Banyaknya LED yang menyala ditentukan oleh kecepatan tendangan. Kecepatan tendangan dihitung dari waktu yang digunakan untuk menyodorkan target pertama hingga target terakhir (target ke-10).

4.5 Pengujian Sistem Keseluruhan

Berdasarkan rangkaian keseluruhan alat yang telah dirancang, maka dilakukan pengujian untuk memastikan semua bagian telah bekerja dengan baik. Tujuan dari pengujian rangkaian keseluruhan sistem adalah untuk memastikan semua tahapan kerja alat berjalan dengan baik. Tahapan tersebut dimulai dari memasukkan perintah melalui sistem *user interface*, lengan menyodorkan target dengan baik, hingga LED menampilkan *rating* sebagai *feedback* ke atlet.

Berikut ini adalah langkah langkah untuk melakukan pengujian keseluruhan sistem rancangan alat latihan teknik tendangan pada taekwondo:

1. Menghubungkan semua rangkaian elektronik sistem sesuai rancangan.
2. Menempatkan komponen elektronik ke badan alat.
3. Membuat dan menjalankan program (coding) ke Arduino Mega 2560.
4. Memasukkan perintah melalui *keypad* berdasarkan tampilan menu pada LCD.
5. Menjalankan perintah yang diinginkan untuk menggerakkan lengan.
6. Atlet menendang setiap target yang disodorkan oleh alat hingga selesai.
7. Membaca *feedback* dari rating LED untuk mengetahui penilaian kecepatan tendangan.
8. Pengujian dilakukan dengan seorang atlet taekwondo UKRIDA.

Tabel 4.4. Hasil Pengujian Sistem Keseluruhan

Atlet Taekwondo	Jenis Koordinasi Tendangan	Target yang disodorkan				Rating LED
		Kanan bawah	Kiri bawah	Kanan atas	Kiri atas	
UKM UKRIDA	Koordinasi acak	2	3	3	2	5
	Koordinasi diatur	3	3	2	2	7

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 4.4, dapat disimpulkan bahwa *input* dari *keypad* dapat diproses oleh mikrokontroler sehingga alat mampu menyodorkan target. Pada saat alat menyodorkan target, *limit switch* dan sensor FSR402 dapat memberikan interupsi ke Arduino sehingga lengan mampu berputar ke posisi awal. Output *feedback* dari alat dapat ditampilkan oleh *rating* LED.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah diperoleh dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Perancangan alat latihan teknik tendangan pada bela diri taekwondo dapat berfungsi dengan baik, sehingga bisa digunakan atlet sebagai sarana latihan.
- Metode pengaturan acak sistem yang dijalankan mampu menyodorkan target taekwondo sebanyak 10 kali dengan sistem random. Dengan sistem random yang tidak diketahui oleh atlet, maka dapat melatih kecepatan respon tendangan terhadap target. Metode latihan dengan pengaturan pola tertentu juga dapat berfungsi dengan baik.
- Sensor tekanan yang digunakan dapat mendeteksi tendangan atlet pada tingkat tekanan tertentu sehingga dapat terhitung sebagai poin dalam pertandingan resmi.
- *Rating* LED yang berfungsi sebagai *feedback* kepada atlet mampu menunjukkan kecepatan respon tendangan atlet. Dengan fungsi *rating* LED ini, atlet dapat mengetahui perkembangan kecepatan tendangan dalam berlatih secara mandiri.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Petrovic, "The Benefits of Taekwondo Training for Undergraduate Students: A Phenomenological Study," *Societies*, vol. 7, no. 3, 2017, doi: 10.3390/soc7030027.
- [2] S. Mori, K. Tanaka, S. Nishikawa, R. Niiyama, and Y. Kuniyoshi, "High-Speed Humanoid Robot Arm for Badminton Using Pneumatic-Electric Hybrid Actuators," *IEEE Robot. Autom. Lett.*, vol. 4, no. 4, pp. 3601–3608, 2019, doi: 10.1109/LRA.2019.2928778.
- [3] L. Pozzi, S. Guerini, S. Arrigoni, A. Pedrocchi, and M. Gandolla, "A Robotic Assistant for Disabled Chess Players in Competitive Games," *Int. J. Soc. Robot.*, vol. 16, no. 1, pp. 173–183, 2024, doi: 10.1007/s12369-023-01069-y.
- [4] C. Hong, I. Jeong, L. F. Vecchietti, D. Har, and

- J. H. Kim, "AI World Cup: Robot-Soccer-Based Competitions," *IEEE Trans. Games*, vol. 13, no. 4, pp. 330–341, 2021, doi: 10.1109/TG.2021.3065410.
- [5] Dharmayanti, M. Iqbal, A. Suhendra, and A. B. Mutiara, "Similarity Analysis of Taekwondo Movement Using Data Motion," *Proc. 3rd Int. Conf. Informatics Comput. ICIC 2018*, no. October, 2018, doi: 10.1109/IAC.2018.8780440.
- [6] J. J. Márquez, J. M. López-Gullón, C. Menescardi, and C. Falcó, "Comparison between the KPNP and Daedo Protection Scoring Systems through a Technical-Tactical Analysis of Elite Taekwondo Athletes," *Sustain.*, vol. 14, no. 4, 2022, doi: 10.3390/su14042111.
- [7] H. K. Kondaveeti, N. K. Kumaravelu, S. D. Vanambathina, S. E. Mathe, and S. Vappangi, "A Systematic Literature Review on Prototyping with Arduino: Applications, Challenges, Advantages, and Limitations," *Comput. Sci. Rev.*, vol. 40, p. 100364, 2021, doi: 10.1016/j.cosrev.2021.100364.
- [8] M. Tasakorn *et al.*, "A Low-Cost Force and Vibration Measurement Using FSR-402 and SW-420 Sensors for Sports Shoe Inspection," in *2022 International Electrical Engineering Congress (iEECON)*, Mar. 2022, pp. 1–6, doi: 10.1109/iEECON53204.2022.9741699.
- [9] L. Anifah, M. S. Zuhrie, Muhammad, and Haryanto, "Integrated Smart Real Time Scoring Pencak Silat Based on Internet of Things (IoT)," *Int. J. Tech. Phys. Probl. Eng.*, vol. 15, no. 1, pp. 155–163, 2023.
- [10] K. A. Wibowo, M. D. A. Pradhana, O. D. Kristy, Richard, A. A. Nugroho, and H. U. Koagouw, "Ball Balancing Robot Berbasis Mikrokontroler," in *Industrial and Mechanical Design Conference (IMDeC)*, 2023, vol. 5, pp. 45–53.
- [11] V. Bugade, P. Chougale, P. Katkar, S. Lavhate, and A. Bhosale, "BTS7960 Motor Drive: Precision Speed Modulation for PMDC Motors," in *2024 3rd International Conference for Advancement in Technology (ICONAT)*, Sep. 2024, pp. 1–5, doi: 10.1109/ICONAT61936.2024.10774735.
- [12] F. Rizakir and S. A. Sukarno, "Sistem Kunci Otomatis pada Casing Rokok Berbasis Arduino Nano dengan LCD I2C," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 13, no. 1, Jan. 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i1.5661.