

## Alat Bantu Latihan Reaksi Ketepatan Tendangan Bagi Atlet *Kyorugi* Taekwondo

Andre Ferdiansyah<sup>1</sup>, Trisno Yuwono Putro<sup>2</sup>, Feni Isdaryani<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012  
E-mail : <sup>1</sup>andre.ferdiansyah.tele19@polban.ac.id ; <sup>2</sup>trisno.yuwono@polban.ac.id  
; <sup>3</sup>feni.isdaryani@polban.ac.id

### ABSTRAK

Pola latihan untuk atlet taekwondo masih dilakukan secara manual dengan menggunakan samsak yang harus dipegang. Oleh karena itu, kualitas ketepatan tendangan tidak dapat diukur. Hal ini berimplikasi pada kurangnya objektivitas dalam pemilihan atlet terbaik karena hanya mengandalkan asumsi pelatih. Penelitian ini bertujuan untuk membuat alat bantu latihan yang dapat meningkatkan ketepatan reaksi tendangan sehingga pola latihan menjadi efisien dan merekap *point* hasil latihan. Alat latihan dirancang menggunakan kendali *on-off* untuk mengatur lampu indikator. Terdapat dua *mode* latihan, yaitu *mode random* dengan indikator sasaran berpindah secara acak dan *mode terstruktur*. Dapat menentukan sasaran dari bagian kepala sampai dada dengan cara atlet menendang *push button* pada samsak, serta waktu pemilihan latihan dapat diatur dari 0-10 menit. Selain itu, dibuat juga alat yang berfungsi sebagai peraga lawan yang dikendalikan dengan *remote control* bertujuan melatih reaksi para atlet untuk menghindari. Peraga lawan berupa pipa yang diatur agar berputar 180° sesuai dengan perintah dari *remote control*. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa, pendeteksian ketepatan tendangan menggunakan *push button* memiliki *error* sebesar 0%. Sistem memiliki respon pendeteksian 0,5-1 detik sehingga tendangan yang mengenai objek harus menekan selama respon pendeteksian. Parameter hasil latihan ditampilkan pada *LCD* tersimpan pada memori dan dapat diakses sebagai analisis latihan bagi atlet maupun pelatih.

### Kata Kunci

*kyorugi*, taekwondo, samsak, kendali *on-off*

### 1. PENDAHULUAN

Seni beladiri merupakan olahraga yang diselenggarakan di tingkat regional maupun internasional, termasuk olimpiade. Secara umum kompetensi beladiri dipertandingkan dalam dua kategori yaitu seni keindahan gerakan dan pertarungan. Dalam seni keindahan, sistem penilaian didasarkan dari akurasi dan keindahan gerak. Pada kategori pertarungan yang dinilai secara umum adalah teknik pukulan, dan tendangan, serta ketepatan teknik terhadap sasaran/lawan. Pada penelitian ini akan difokuskan pada penyelesaian permasalahan Beladiri Taekwondo yang biasa terjadi di kategori pertarungan / *kyorugi*. *Kyorugi* merupakan jenis pertarungan sebagai bentuk mengaplikasikan dari gerakan dasar yang menerapkan teknik pertahanan dan serangan [1]. Kategori pertarungan terdapat kontak fisik dalam pertandingan dan reaksi otak yang baik diperlukan untuk melakukan teknik gerakan secara efektif dan efisien sehingga dapat

memperoleh hasil yang optimal dalam pertandingan tersebut.

Taekwondo merupakan seni beladiri yang menggunakan teknik kaki untuk menyerang lawan dalam sebuah pertandingan [2]. Teknik serangan yang menggunakan kaki bagian bawah tulang mata kaki diperbolehkan sedangkan penggunaan kaki bagian atas seperti tulang kering, lutut dan lain-lain tidak diperbolehkan [3]. Kekuatan dan jangkauan jarak pada teknik tendangan jauh lebih besar dibanding dari pada menggunakan tangan walaupun tidak setangkis gerakan tangan. Gerakan kaki yang terlatih bisa menjadikan sebuah senjata dalam bagi seorang atlet taekwondo [4].

Pola latihan yang dilakukan oleh atlet berupa latihan *kyorugi*, fisik dan yang terpenting latihan tendangan. Latihan untuk meningkatkan tendangan dilakukan secara berpasangan menggunakan sebuah target yang

bernama *pyongyo*. *Pyongyo* merupakan alat bantu latihan tendangan yang berbahan bantalan busa yang sudah dilapisi dengan kulit yang dapat digunakan sebagai target dalam melakukan tendangan saat latihan yang harus dipegang oleh salah satu pasangan atau masih dilakukan secara manual [5]. Kualitas ketepatan tendangan tidak dapat terukur dan atlet tidak mengetahui latihan yang dilakukan sudah benar atau masih perlu ditingkatkan karena dalam kompetisi taekwondo, jika seorang atlet melakukan "teknik yang diizinkan" ke "daerah yang diizinkan" secara ilegal, skor taekwondo dapat dibatalkan, dan poin yang diperoleh harus dibatalkan dengan teknik yang diizinkan, termasuk teknik tendangan. Menendang dengan bagian di bawah tulang pergelangan kaki. Area yang diperbolehkan adalah area target yang diperbolehkan dalam kompetisi taekwondo, termasuk bagian tubuh dan wajah (kepala). Serangan pada area tubuh yang dilindungi oleh pelindung tubuh diizinkan menggunakan teknik tangan dan kaki. Namun, area di sepanjang tulang belakang (yang membatasi punggung dan leher dari bawah/tulang ekor ke atas tulang belakang) tidak diperbolehkan. Adapun wajah, yaitu seluruh wajah (termasuk telinga), kecuali bagian belakang kepala. Hanya gunakan gerak kaki untuk menyerang wajah [6].

Strategi dan pola latihan yang teratur membutuhkan parameter untuk mengukur peningkatan kualitas teknik tendangan yang telah dilatih [7]. Parameter model uji untuk mengukur kualitas tendangan masih sedikit dan perlu dikembangkan. Hal ini berdampak kurangnya objektif dalam pemilihan atlet karena hanya mengandalkan anggapan para pelatih dalam menentukan atlet untuk bertanding. Kemampuan atlet dilihat bukan hanya dari kemampuan bertanding, selain itu mampu menunjukkan performa yang baik dalam latihan maupun bertanding dan jam terbang latihan / bertanding yang tinggi.

Hasil penelitian dari [8] melakukan pengembangan samsak elektronik dengan konsep pemberian indikator pada samsak, [9] melakukan penelitian pengembangan alat tes kecepatan dan power dengan konsep menghitung tekanan tendangan suatu target dan [10] melakukan penelitian dengan konsep melatih keakuratan tendangan. Dari ketiga penelitian tersebut perlu dikembangkan sebuah alat karena tidak ada deteksi tendangan pada samsak dan objek sasaran tidak

disesuaikan dengan titik yang sering dijadikan *point* saat kejuaraan. Parameter setiap latihan tidak dapat diukur secara otomatis sehingga dibutuhkan alat untuk mengukur kualitas tendangan. Oleh karena itu, atlet dapat meningkatkan kualitas ketepatan tendangan dengan pola latihan yang dilakukan secara rutin menggunakan alat bantu latihan, serta pelatih memiliki sebuah data dari parameter yang dihasilkan pada alat sehingga dapat mengetahui kualitas kemampuan atlet yang perlu ditingkatkan dan dapat melakukan pemilihan atlet untuk bertanding berdasarkan hasil parameter tersebut.

Berdasarkan uraian tersebut, dalam penelitian ini membuat alat bantu latihan berupa samsak elektronik menggunakan lampu *flip-flop* dengan metode *on-off* yang indikator berpindah setelah pendeteksian tendangan dan mensimulasikan tindakan lawan sehingga melatih ketepatan reaksi tendangan yang diharapkan dapat menjadi solusi latihan mandiri yang dapat menentukan parameter ketepatan tendangan.

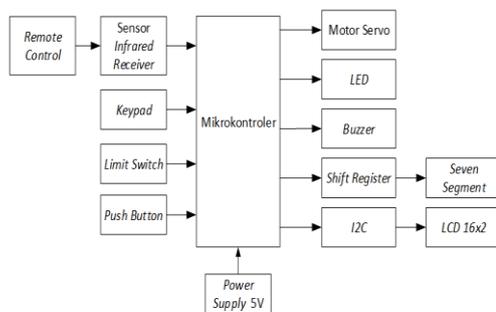
## 2. PERANCANGAN SISTEM

### 2.1 Cara Kerja Sistem

Alat bantu latihan ketepatan reaksi tendangan merupakan alat bantu latihan untuk meningkatkan ketepatan reaksi tendangan atlet taekwondo. Alat ini berupa samsak yang dilengkapi 8 *LED* dengan sensor yang mendeteksi tendangan berupa *push button*, dipasang di area target tendangan. Pada samsak terdapat 8 target yang sudah disesuaikan dengan kondisi ketika pertarungan, 8 target tersebut diantaranya: dada kanan atas, dada kanan bawah, dada kiri atas, dada kiri bawah, dada tengah, bagian kepala kanan, kepala kiri dan wajah.

Saat memulai harus memilih jenis latihan dan waktu latihan, jenis latihan *random* indikator pada samsak akan berpindah secara acak sedangkan jenis latihan tersusun indikator menyala pada satu titik sasaran yang diinginkan. Setelah selesai memilih menggunakan *keypad*. *Seven segment* akan menghitung mundur dari 5 sampai 1 agar atlet dapat mengambil posisi. Alat akan menghitung waktu sesuai yang diatur, indikator akan menyala berpindah pindah jika memilih mode *random* dan pada satu sasaran jika mode tersusun, pada mode *random* perpindahan indikator tidak akan sama pada setiap latihannya. sebelum perpindahan

indikator harus segera menendang tepat pada sasaran yang disediakan, tendangan yang mengenai sasaran diberikan point 1. Simulasi lawan dilakukan agar atlet dapat merespon ketika ada serangan balik maka harus menghindari, simulasi lawan ini menggunakan motor *servo* yang sudah terpasang pada pipa yang ujungnya terpasang *limit switch*, pengontrolan gerakan *servo* menggunakan *remote control* yang diarahkan pada sensor *infrared receiver*. Penggunaan *remote control* dilakukan oleh atlet lainnya yang tidak melaksanakan latihan. *Limit switch* yang mengenai tubuh atlet *buzzer* akan menyala dan dihitung jumlahnya. Jumlah tendangan yang tepat sasaran serta jumlah pendeteksian pada simulasi lawan nilainya diakumulasikan, hasilnya terlihat pada *LCD* dan *seven segment* setelah latihan berakhir. Penggunaan *seven segment* ini agar saat waktu mulai menghitung mundur dan menampilkan data hasil latihan pengguna dapat melihatnya dengan jelas karena jika melihat dari *LCD* pada posisi depan samsak tidak akan terlihat, ukuran angka pada *seven segment* lebih besar dari pada *LCD*. Waktu yang ditampilkan pada *seven segment* saat latihan dimulai untuk memicu pengguna agar lebih cepat melakukan gerakan tendangan. Jumlah pendeteksian akan disimpan pada memori internal mikrokontroler.

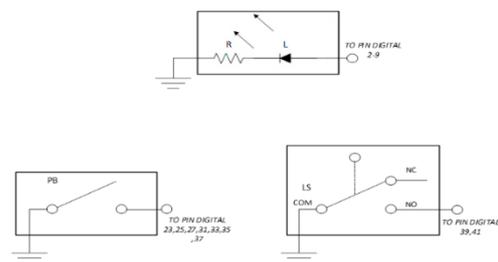


Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Selanjutnya adalah perancangan sistem elektronik yang merupakan proses integrasi semua komponen yang digunakan pada sistem yang dibuat. Bagian blok *buzzer*, motor *servo* dan *LED* disambungkan ke pin digital *PWM* agar nilai pulsa dan tegangan dapat diatur. Blok *keypad*, *limit switch*, *push button* dan *seven segment* disambungkan ke pin digital karena memerlukan *input* atau *output* bernilai 1/0. Blok sensor *infrared receiver* disambungkan ke pin analog untuk mendeteksi variabel yang diberikan oleh sensor. *Power supply* disambungkan ke *Vin*

agar nilai *output* tegangan pada mikrokontroler tetap stabil.

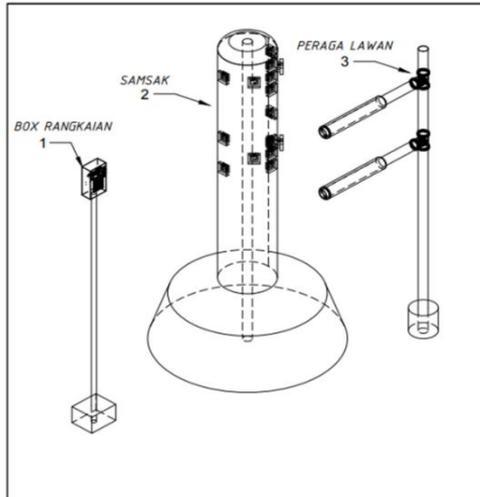
*Push button* dan *limit switch* dirangkai agar langsung terhubung ke mikrokontroler karena di dalam mikrokontroler terdapat fitur *input pull up*. Fitur ini berfungsi agar kondisi saat tidak ditekan sinyal membaca *high* atau 1 dan saat *limit switch/push button* tertekan maka sinyal akan membaca *low* atau 0. Hal ini bertujuan agar mengatasi kondisi *floating*. Kondisi *floating* merupakan kondisi saat sinyal tidak terdefiniskan sehingga saat *limit switch/push button* tertekan tidak menyebabkan *short circuit*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Skematik Pendeteksi Tendangan, Pendeteksi Peraga Lawan Dan Indikator Sasaran

## 2.2 Desain Perancangan Mekanik

Desain mekanik terdapat tiga alat yang akan direalisasikan. Mekanik box rangkaian elektronika pada nomor 1 digunakan sebagai tempat penyimpanan rangkaian elektronika. Mekanik samsak pada nomor 2 sebagai target sasaran saat latihan tendangan, dengan diameter 45 cm tinggi 180 cm. Terpasang 8 dudukan sensor yang terbuat dari karet berukuran 6 cm x 6 cm yang di dalamnya terdapat *push button* sebagai pendeteksi tendangan. Di dalam samsak terdapat besi berdiameter 5 cm dengan panjang 180 cm sebagai penahan agar samsak tetap kokoh saat ditendang. Mekanik peraga lawan menggunakan pipa PVC berdiameter 5 mm ketebalan 2 mm dengan tinggi 200 cm, mekanik ini digunakan sebagai peraga pergerakan lawan yang nantinya pipa horizontal akan bergerak ke arah atlet menggunakan motor *servo*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Desain Perancangan Mekanik

### 3. HASIL EKSPERIMEN

Pada penelitian ini, hasil desain perancangan sistem dapat diimplementasikan. Sistem elektronik dan mekanik yang sudah tergabung dengan membutuhkan tegangan sebesar 5 Volt dari *power supply*.

Pada Gambar 4 bagian samping kiri yang merupakan box pengontrol yang berukuran 11 cm (P) x 18 cm (L) x 6 cm (T) yang terbuat dari plastik. Di dalam box terdapat jalur untuk semua komponen yang diintegrasikan menggunakan *PCB*. Bagian tampak depan terdapat *seven segment* dan *LCD* untuk menampilkan data. *Keypad* untuk memilih dan mengatur mode latihan. *LED* merah sebagai tanda bahwa sistem sudah menyala. Bagian tengah terdapat mekanik samsak bagian bawah terdapat pondasi yang terbuat dari adukan pasir dengan semen berfungsi untuk menopang guncangan ketika samsak ditendang di dalamnya terdapat pipa besi dengan tinggi 180 cm dengan diameter 5 cm dilapisi kain dengan diameter ketebalan tumpukan kain yaitu 45 cm.

Pada objek sasaran terdapat 16 *push button* dan 8 *LED* yang sudah terpasang pada samsak. Bagian kanan pada Gambar 4 mekanik peraga lawan yang pada bagian tiang terbuat dari pipa PVC dengan tinggi 200 cm berdiameter 3,5 cm. Di bagian horizontal dipasang motor *servo* yang menghubungkan pipa vertikal dengan pipa horizontal. Pipa horizontal terbuat dari pipa PVC serta pada bagian ujung pipa terdapat *limit switch* sebagai pendeteksian ketika pipa mengenai tubuh pengguna. Bagian *limit switch* yang dilapisi

dengan busa berukuran 4,5 cm x 4,5 cm sehingga saat menekan bagian kepala atau tubuh tidak mencederai pengguna.



Gambar 4. Realisasi Alat

Sistem dapat menentukan pilihan latihan yang terdiri dari *random* yang artinya indikator pada samsak akan berubah-ubah dan tersusun yang artinya indikator akan menyala pada satu daerah sasaran yang dipilih. Waktu latihan dapat diatur dengan bantuan *keypad* dengan maksimal waktu latihan selama 10 menit. Hasil latihan disimpan pada memori sebanyak 1024 kali dan dapat diakses dengan menekan tombol "3".





Gambar 5. Tampilan Menu Awal

Pendeteksian tendangan pada samsak menggunakan *push button*, saat indikator menyala maka pendeteksian pada sasaran akan berfungsi, jika menendang tepat pada saat indikator menyala maka nilai akan bertambah. Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian pendeteksian pada setiap sasaran dengan dilakukan sebanyak 10 kali pada setiap sasaran untuk mengetahui pendeteksian *push button* saat melakukan tendangan. Keberhasilan setiap tendangan yang mengenai objek sasaran dari hasil pengujian tidak mengalami *error*, namun pendeteksian memiliki respon 0,5 detik sehingga saat objek sasaran ditendang harus menekan dan menempel selama 0,5 detik.

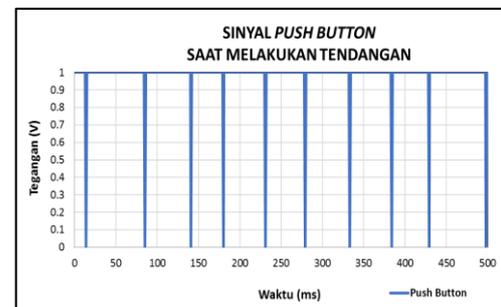
Penggunaan peraga lawan untuk melatih reaksi atlet untuk menghindari saat terjadi serangan balik ketika sedang menendang. Peraga lawan dapat dikontrol menggunakan *remote control*. Sensor *infrared receiver* dapat menerima sinyal dari *remote control* yang di tandai dengan motor *servo* bergerak  $90^\circ / 180^\circ$  dengan baik pada jarak pendeteksian efektif 7 meter dari sudut  $0^\circ$  sampai  $90^\circ$ .

Tabel 1 Pengujian Pendeteksian Sasaran

Percobaan Ke	Sasaran							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

8	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
9	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
10	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Error	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Error(%)	0%							

Gambar 6 saat posisi *push button* tidak ditekan maka nilai tegangan sebesar 1 V, hal tersebut dikarenakan *input* yang diatur menggunakan *input pull-up* sehingga keadaan pertama kondisinya *HIGH* atau memiliki tegangan, sedangkan jika *push button* tertekan atau ditendang maka akan terhubung sehingga tegangan akan mencapai 0 Volt. Pada saat 0 Volt ini mikrokontroler akan mengolah data tersebut sebagai sinyal masukan untuk mengolah jumlah *push button* saat ditekan.



Gambar 6. Grafik Sinyal *Push button* Saat Melakukan Tendangan

Pada sudut pendeteksian  $180^\circ$  jarak efektif pendeteksian 4 meter karena bagian belakang sensor *infrared receiver* dilapisi dengan stainless steel sehingga pendeteksian kurang maksimal. Lebih dari jarak efektif pendeteksian *remote control* harus diposisikan lurus dengan sensor *infrared receiver*. Pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Sensitivitas Pendeteksian Sensor *Infrared Receiver*

Jarak (Meter)	Tingkat keberhasilan			
	Sudut $0^\circ$	Sudut $45^\circ$	Sudut $90^\circ$	Sudut $180^\circ$
1	100 %	100 %	100 %	100 %
2	100 %	100 %	100 %	100 %
3	100 %	100 %	100 %	100 %
4	100 %	100 %	100 %	100 %
5	100 %	100 %	100 %	80%
6	100 %	100 %	100 %	70%
7	100 %	100 %	80 %	70%
8	90 %	80 %	70%	60%

Pengujian sistem keseluruhan sistem dimulai dengan waktu menghitung mundur selama 60 detik, pada nomor sasaran 8 LED menyala. Tendangan yang mengenai nomor sasaran 8 akan mengakibatkan LED pada nomor sasaran 8 mati dan menyala pada nomor sasaran 2, perpindahan LED tidak bisa diprediksi karena mode latihan yang dipilih *random*. Selama waktu menghitung mundur tendangan yang tepat sasaran sebanyak 20 kali. Tendangan yang mengenai sasaran saat LED menyala akan menyala dan mati setelah LED berpindah. Saat latihan sedang berlangsung dilakukan penekanan pada tombol *remote control* 1-4 sebanyak 5 kali ditekan maka salah satu motor *servo* menggerakkan pipa. Pipa yang mengenai tubuh atlet dan menekan *limit switch* menyebabkan *buzzer* akan on sampai atlet menghindari atau menunggu motor *servo* kembali ke posisi awal. Pada Tabel 3 *limit switch* yang menekan tubuh atlet sebanyak 2 kali. Seperti yang terlihat pada Gambar 10 sinyal *limit switch low* sebanyak 2 kali. Hasil akhir setelah waktu latihan mencapai 0, maka nilai jumlah tendangan 20 kali akan dikurang 2 karena *limit switch* menekan tubuh atlet, sehingga hasil akhir yang ditampilkan pada LCD dan *seven segment* sebanyak 18 kali tendangan seperti pada Gambar 7.

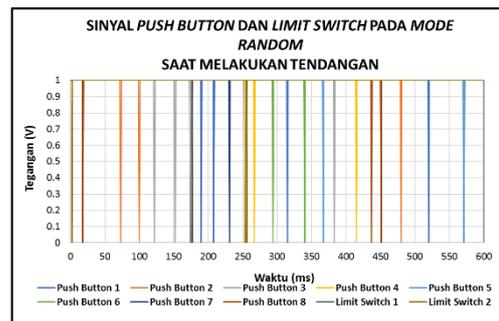


Gambar 7. Tampilan Selesai Latihan

Tabel 3. Hasil Pengujian Sistem Keseluruhan

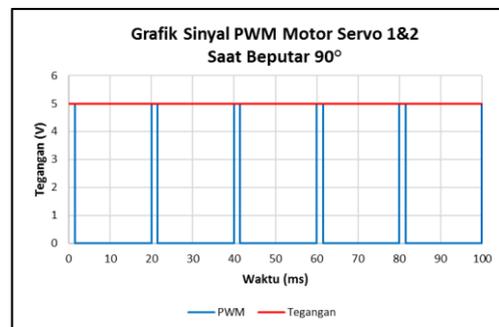
Pilihan Latihan	Samsak		Peraga Lawan	
	Nomor Sasaran Yang Ditendang	Tombol Remote control	Motor Servo	Limit switch Terkena Atlet
Mode Latihan & Waktu Latihan (s)	8			
	2	2	M2(ON) 180°	Tidak
	2			
	3			
	3			
Mode random 60	1	1	M1(ON) 90°	Ya
	1			
	7			
	4	3	M2(ON) 90°	Ya
	6			

1			
6			
5	4	M2(ON) 180°	Tidak
3			
4			
8	2	M1(ON) 180°	Tidak
8			
2			
1			
5			
Total	20		-2
Jumlah Skor		18	

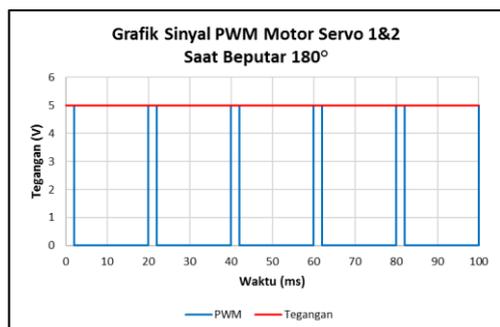


Gambar 8. Grafik Sinyal Push Button dan Limit Switch Pada Mode Random Saat Melakukan Tendangan

Motor *servo* akan bergerak sesuai putaran yang diinginkan, pada sistem ini tombol 1&3 *servo* akan berputar sebesar 90° sedangkan tombol 2&4 akan berputar 180°. motor *servo* diberikan sinyal *PWM* melalui pin kontrol dengan periode waktu 20 ms. Pada saat kondisi *Ton duty cycle* di 1,5 ms maka posisi rotor berada ditengah-tengah atau netral pada (90°) seperti pada Gambar 9. Ketika *Ton duty cycle* lebih dari 1,5 ms, rotor berputar searah arah jarum jam seperti pada Gambar 10 *Ton duty cycle* di nilai 2 ms.



Gambar 9. Grafik Sinyal PWM Motor Servo 1&2 90°



Gambar 10. Grafik Sinyal *PWM* Motor Servo 1&2 180°

Hasil latihan pada Gambar 11 secara otomatis akan tersimpan pada memori mikrokontroler. Mengakses menu hasil pada menu awal dengan menekan tombol pada *keypad* "3". angka nomor 1 merupakan jumlah latihan yang dilakukan, dan angka 18 merupakan data dari latihan yang ke 1. Penyimpanan data tersebut bisa digunakan sampai 1024 kali, sehingga hal ini memudahkan pelatih untuk menganalisa hasil latihan atlet tanpa harus memerhatikan proses latihan.



Gambar 11. Hasil Latihan

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan realisasi dan uji coba alat yang telah dibuat, maka dapat diambil kesimpulan bahwa alat dapat menentukan jenis latihan sesuai perpindahan indikator pada samsak dari sasaran kepala sampai dada dengan pemilihan waktu yang dapat diatur dari 0-10 menit serta dapat mendeteksi ketepatan tendangan. Hasil pengujian samsak 0% *error* namun memiliki respon pendeteksian 0,5 detik. Alat ini juga terdapat peraga lawan yang dapat dikendalikan oleh *remote control* dengan tujuan melatih reaksi pada atlet untuk menghindari serangan lawan. Peraga lawan ini berupa pipa yang diatur agar dapat berputar 180° sesuai dengan perintah dari *remote control*. Pendeteksian *remote control* efektif pada 7 meter dalam keadaan posisi lurus dengan sensor *infrared receiver*. Hasil latihan yang ditampilkan pada *LCD* dan *seven segment* merupakan penjumlahan pendeteksian ketepatan tendangan pada

samsak yang dikurang dengan pendeteksian saat peraga lawan menyentuh tubuh. Data hasil latihan dapat disimpan sebanyak 1024 kali. Parameter hasil latihan dapat disimpan pada memori dan dapat diakses sebagai analisis latihan bagi atlet maupun pelatih.

#### 5. SARAN

Pada penelitian ini pendeteksian tendangan menggunakan *push button* yang hanya bisa mengukur ketepatan tendangan, untuk pengembangan penelitian selanjutnya mengganti *push button* dengan sensor FSR agar kekuatan setiap tendangan dapat diukur.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Penghargaan yang paling tinggi disampaikan pada Politeknik Negeri Bandung yang telah memberikan dana penelitian melalui Program Bantuan Tugas Akhir 2022, serta penggunaan fasilitas peralatan di Laboratorium Program studi Teknik Elektronika.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Z. Mario, "Peningkatan kualitas atlet pada koni Semarang," *Jurnal Issn*, vol. VI, p. 74, 2017.
- [2] D. Tirtawirya, *Metode melatih teknik dan taktik taekwondo*, Yogyakarta: FIK UNY, 2005.
- [3] P. Wasit, *Taekwondo competition rules & interpretation*, German: The World Taekwondo Federation, 2004.
- [4] Suryadi, *Taekwondo poomse taegeuk*, Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama, 2003.
- [5] G. Z. N. Firdaus, *Pengaruh latihan dollyo chagi menggunakan gawang modifikasi dan pyongyo terhadap keterampilan tendangandollyo chagi pada peserta ekstrakurikuler taekwondo sma kolese de britto yogyakarta*, Yogyakarta: Unniversitas Negeri Yogyakarta, 2018.
- [6] T. W. T. Federatio, "Competition rules & Interpretation," *Komisi Perwasitan PBTI*, Jakarta, 2004.
- [7] R. B. Utomo, *Kontribusi kekuatan otot lengan, kecepatan reaksi dan kelincahan terhadap passing bawah pada permainan bolavoli*, Surabaya: *ejournal.unesa.ac.*, 2013.
- [8] R. M. Nur, *Pengembangan samsak elektrik berbasis flip-flop acak cabang*

olahraga beladiri, Yogyakarta:  
Universitas Negeri Yogyakarta, 2016.

- [9] M. I. Pradana, Pengembangan alat tes kecepatan dan power tendangan beladiri, Semarang: Universitas Negeri Semarang, 2018.
- [10] T. D. S. I. & T. Siswantoro, "Perancangan alat latihan keakuratan tendangan taekwondo," *Seminar dan Konferensi Nasional IDEC 2017*, pp. 118-120, 2017.