

Rancang Bangun Alat Pelontar *Shuttlecock* Otomatis Berbasis Mikrokontroler

Jaka Kurniawan^{*)1}, Sukardi²

^{1,2}Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

^{*)}Corresponding author, jakakurniawan31@gmail.com

Abstrak

Untuk menguasai permainan dalam olahraga *Badminton* atau bulutangkis, maka seorang atlet atau pemain harus melakukan latihan yang optimal untuk meningkatkan kemampuannya, baik latihan fisik maupun latihan kemahiran memukul. Umumnya dalam sistem latihan memukul kok pada *badminton* pelatih masih secara manual dalam memberikan umpan pukulan kepada atlet dengan variasi umpan lemparan untuk berbagai teknik pukulan. Cara manual ini jika dilakukan secara otomatis melalui sebuah alat tentu akan dapat membantu pelatih dan pemain dalam proses latihan. Dalam penelitian ini dirancang dan dibuat sebuah alat pelontar kok dengan kendali sistem otomatis yang bertujuan sebagai media latihan memukul kok dalam olahraga *badminton*. Pembuatan alat ini terdiri dari beberapa perangkat keras (*hardware*) seperti Arduino Uno, Motor *Brushless* DC, Motor Servo, Modul *Bluetooth* HC-05, dan LCD 16x2. Adapun untuk perangkat lunak (*software*) terdiri dari Arduino IDE dan Aplikasi Remot *Bluetooth*. Hasil dari gabungan beberapa perangkat tersebut adalah sebuah alat pelontar kok otomatis yang juga dapat dioperasikan secara nirkabel melalui koneksi *bluetooth* pada perangkat *Smartphone*.

INFO.

Info. Artikel:

No. 370

Received. March, 07, 2023

Revised. March, 14, 2023

Accepted. April, 24, 2023

Page. 125 – 136

Kata kunci:

- ✓ Alat Pelontar *Shuttlecock* Otomatis
- ✓ Latihan *Badminton*
- ✓ Arduino Uno
- ✓ Motor *Brushless*
- ✓ Modul HC-05

Abstract

To master the game of *badminton*, an athlete or player must do optimal training to improve skills in this sport, both physical training and hitting skills. In general, in the *badminton* hitting training system, the coach still manually provides bait to athletes with variations of bait throws for various hitting techniques. This manual method if done automatically through a tool will certainly be able to help coaches and players in the training process. In this final project, designing a shuttlecock thrower with automatic system control is intended as a training medium for hitting shuttlecocks in *badminton* independently. The manufacture of this tool consists of several hardware devices such as Arduino Uno, Brushless DC Motor, Servo Motor, HC-05 Bluetooth Module, and 16x2 LCD. As for the software, it consists of Arduino IDE and Bluetooth Remot Application. The result of a combination of these devices is an automatic shuttlecock thrower which can also be operated wirelessly via a Bluetooth connection on an Android Smartphone device.

PENDAHULUAN

Olahraga *Badminton* atau bulutangkis merupakan olahraga yang menggunakan raket dan *shuttlecock* yang dipukul melewati sebuah *net*. Olahraga ini dimainkan secara *single* (satu lawan satu) atau ganda (dua lawan dua) dalam sebuah lapangan berbentuk persegi panjang yang terdiri dari daerah pertahanan dan daerah serangan (daerah lawan) [1]. Olahraga *badminton* tergolong olahraga dengan permainan cepat, dalam permainan *badminton*, seorang pemain dituntut untuk cekatan seperti berlari cepat, berhenti secara mendadak, responsif terhadap kok, melompat, konsentrasi terhadap permainan, serta dapat melakukan berbagai macam variasi pukulan [2]. Menurut Fakhturreza & Hidayah, untuk mencapai prestasi atlet secara maksimal dan optimal diperlukan pembinaan yang terprogram, terarah, berkesinambungan serta didukung dengan beberapa faktor yang memadai [3].

Umumnya dalam sistem latihan *badminton*, pelatih masih secara manual dalam mengumpan kok kepada pemain yaitu dengan cara memukul atau melempar kok ke arah atlet atau pemain dengan variasi lemparan untuk berbagai teknik pukulan, diantaranya pukulan *lob*, *netting*, *drive*, *smash* dan *dropshot*

[4]. Cara manual ini jika dilakukan secara otomatis melalui sebuah alat tentu akan dapat membantu pelatih dan pemain dalam proses latihan. Kemampuan dari pelatih untuk memberikan umpan dengan kecepatan dan sudut yang tetap di yakini sulit dilakukan dalam waktu yang lama. Ini disebabkan karena kondisi atau performa manusia yang terbatas dalam penyediaan stamina dan juga konsentrasi dalam memberikan umpan [5]. Alat pelontar *shuttlecock* otomatis merupakan salah satu pembaharuan dan pemanfaatan teknologi pada sektor olahraga. Alat ini berfungsi sebagai media dalam latihan olahraga *badminton* yang bertujuan untuk membantu pelatih maupun pemain dalam proses latihan olahraga *badminton* [6]. Serta memberikan varian latihan baru yang juga dapat digunakan secara otodidak oleh pemain, sehingga diharapkan para pemain mampu menguasai macam-macam teknik pukulan dalam permainan olahraga *badminton* dan juga dapat meningkatkan kemampuan dalam bermain.

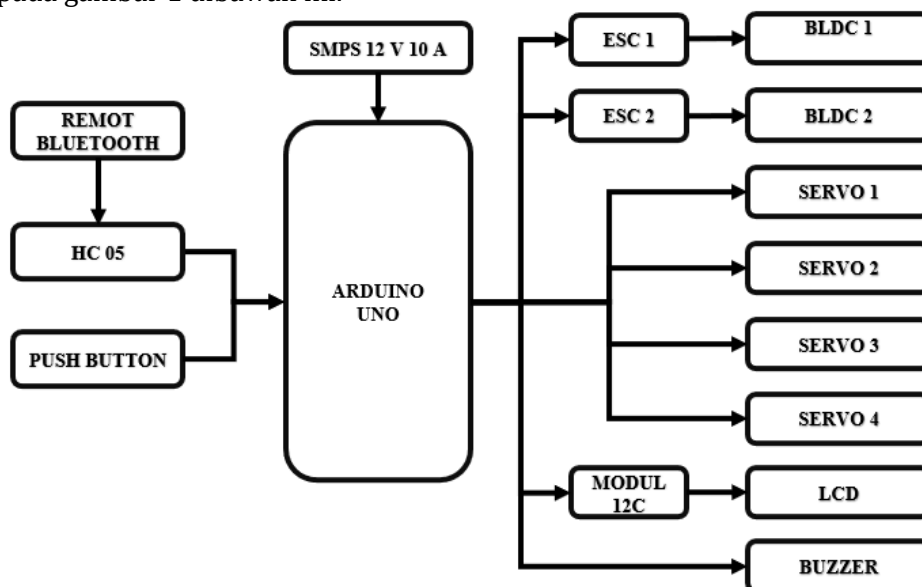
Alat pelontar *shuttlecock* otomatis sebelumnya sudah pernah dibuat oleh saudara Reza Kurniawan pada tahun lalu, dimana pada alat yang telah dibuat tersebut menggunakan baterai sebagai catu daya sehingga jangka waktu penggunaan alat ini sangat bergantung dengan kapasitas baterai yang digunakan. Selain itu pada alat sebelumnya hanya terdapat 2 mode lontaran, yaitu lontaran untuk umpan *netting* dan umpan *lob* [5]. Dan pada alat yang akan penulis buat terdapat 3 mode lontaran, yaitu mode 1 dengan kecepatan lontaran pelan dengan 1 arah lontaran, mode 2 dengan kecepatan sedang dengan 2 arah lontaran kiri dan kanan, dan mode 3 dengan kecepatan cepat dengan 3 arah lontaran. Selain itu penulis juga melakukan penyederhanaan pada model rangka alat dengan menambahkan box elektronik untuk menempatkan komponen elektronik yang digunakan sehingga lebih praktis.

METODE PENELITIAN

Berdasarkan beberapa permasalahan yang ada, maka perlu dilakukan pengembangan sistem dan pengembangan mekanikal dari alat pelontar kok otomatis menjadi sistem yang lebih efektif dan efisien [7]. Pengembangan dari alat pelontar kok otomatis ini diharapkan akan memberikan kemudahan untuk atlet atau pemain dan juga pelatih dalam melakukan proses latihan bulutangkis [8]. Pada perancangan alat pelontar kok otomatis berbasis mikrokontroler ini menggunakan metode penelitian eksperimen (*Experiment Research*). Metode ini mencakup perancangan dan pembuatan *hardware* maupun *software* serta uji coba kinerja alat [9]. Untuk lebih detailnya dapat dilihat pada penjelasan berikut.

Diagram Blok

Diagram blok merupakan sebuah diagram berbentuk kotak yang berfungsi untuk menjelaskan suatu proses kerja [10]. Untuk diagram blok alat pelontar *shuttlecock* otomatis berbasis mikrokontroler dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Diagram blok alat pelontar *shulecock* otomatis

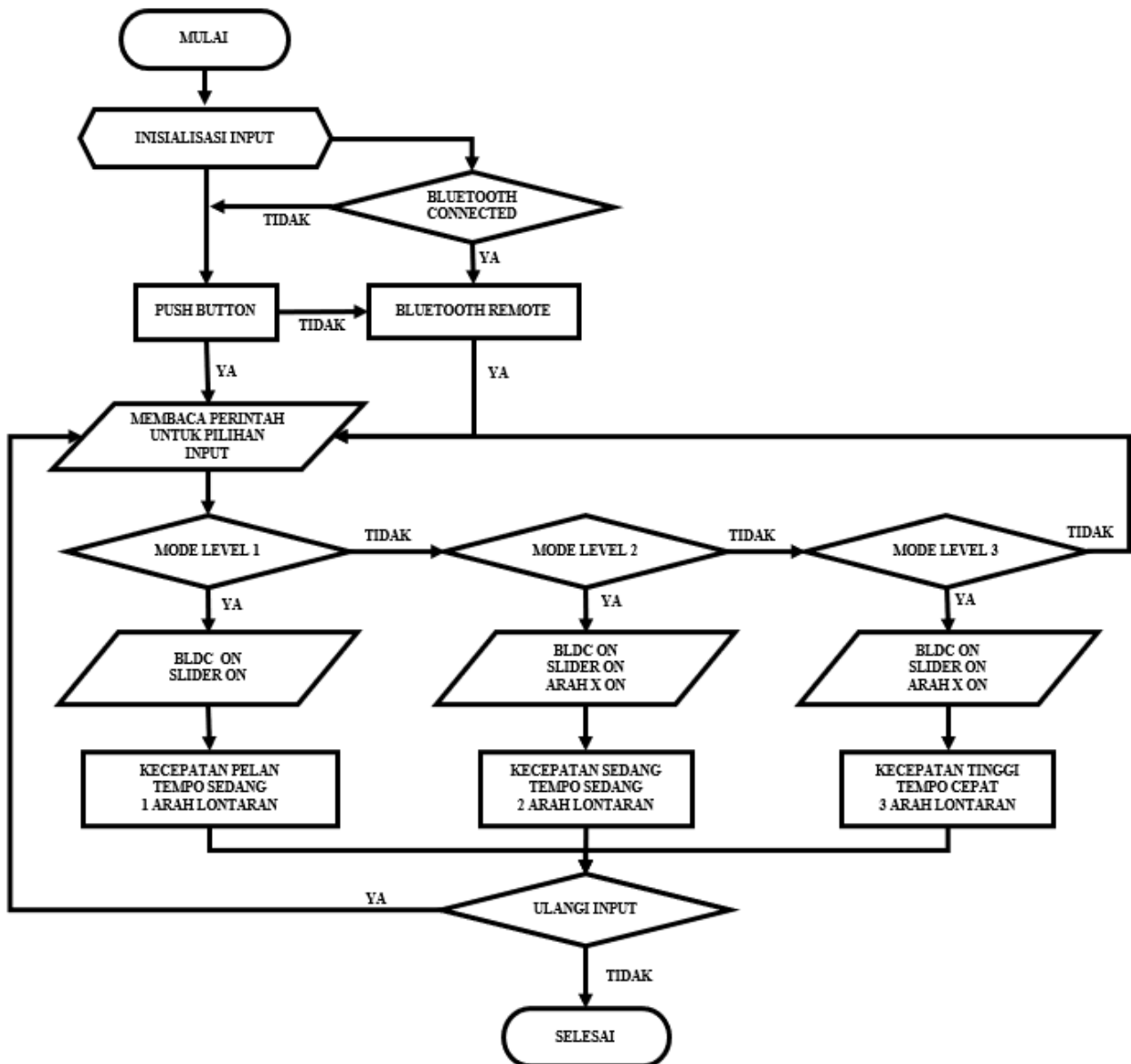
Berdasarkan diagram blok diatas, terdapat beberapa komponen yang memiliki fungsi sebagai berikut :

1. SMPS 12V 10A
Power Supply berfungsi mengubah tegangan 220 VAC menjadi 12 VDC agar dapat digunakan sebagai sumber listrik dari komponen-komponen alat pelontar kok otomatis secara keseluruhan.
2. *Push Button*
Push Button digunakan sebagai tombol untuk memilih mode level lontaran, dan mereset alat.
3. Modul *Bluetooth* HC-05
Modul *Bluetooth* HC-05 digunakan sebagai media komunikasi *input wireless* dari aplikasi remot *bluetooth* dengan alat pelontar.
4. Arduino Uno
Arduino Uno merupakan mikrokontroler yang digunakan sebagai pengontrol utama sistem secara keseluruhan pada alat pelontar kok otomatis.
5. *Electronic Control Speed (ESC)*
Electronic Control Speed (ESC) digunakan sebagai pengontrol kecepatan motor *brushless* berdasarkan PWM yang diinstruksikan oleh Arduino.
6. BLDC
Menggunakan dua buah *brushless* Motor DC yang berputaran berlawanan arah sebagai penggerak mekanik roda pelontar.
7. Motor Servo
Motor servo digunakan sebagai penggerak mekanik pada alat pelontar kok otomatis, yaitu sebagai penggerak slider (pencapit dan pendorong kok), penggerak arah lontaran dan pengatur sudut kemiringan alat.
8. Modul I2C
Modul I2C digunakan sebagai penghubung antara LCD dan Arduino agar lebih sederhana.
9. dan LCD 16x2
Menggunakan LCD 16x2 sebagai *display* data keluaran pada alat pelontar kok otomatis.

Prinsip Kerja

Prinsip kerja dari alat pelontar kok otomatis ini yaitu, ketika tombol *power* ditekan *power supply* akan menyuplai tegangan pada arduino dan komponen lainnya sehingga alat pelontar kok dalam kondisi siap digunakan. Pada alat ini menggunakan 2 buah motor *brushless* dc yang berlawanan arah sebagai pelontar, 2 buah motor servo sebagai *slider* untuk menggeser kok ke roda pelontar dan juga 2 buah motor servo sebagai pengatur arah lontaran secara vertikal dan horizontal. Dan menggunakan LCD sebagai *display*.

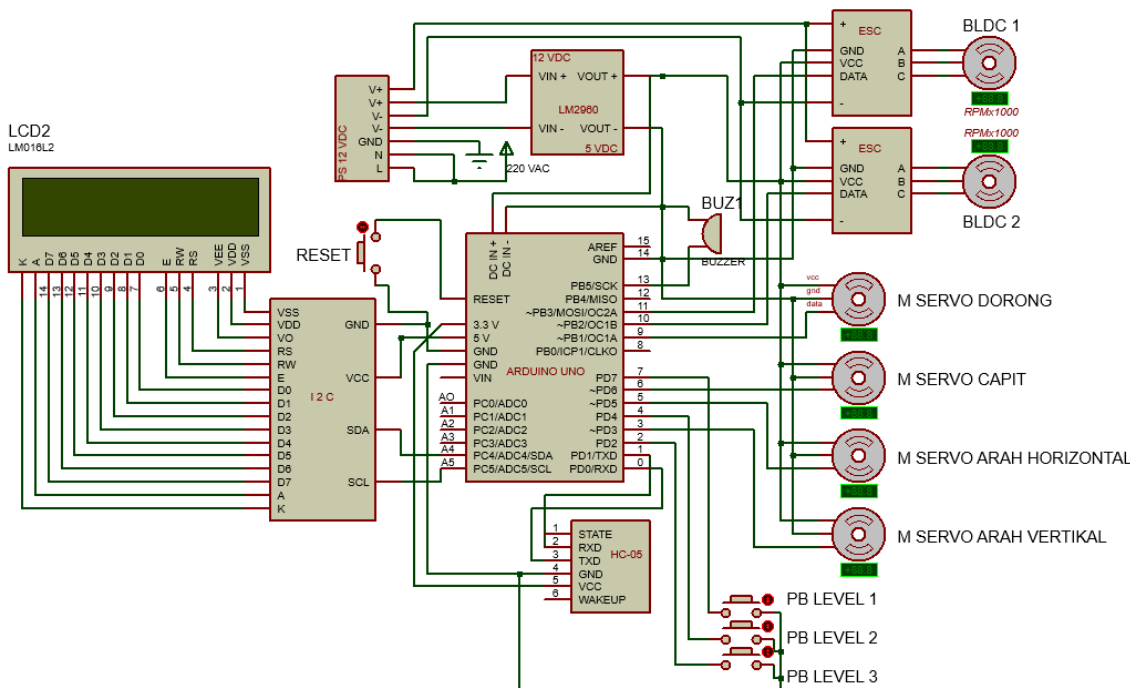
Pada alat ini terdapat 3 model level lontaran, yaitu mode 1 dengan satu arah lontaran dan kecepatan motor pelan. Mode 2 dengan dua arah lontaran kiri dan kanan, dengan kecepatan motor sedang. Dan mode 3 dengan 3 arah lontaran, arah kanan tengah dan kiri dengan tempo lontaran yang lebih cepat dari 2 mode sebelumnya. Pada saat salah satu level ditekan atau dipilih, motor *brushless* akan hidup, servo arah x akan mengarahkan arah lontaran dan servo arah y akan mengarahkan sudut kemiringan lontaran secara vertikal, ketika itu servo pencapit terbuka, dan servo pendorong akan naik, lalu servo pencapit menutup sambil mencapit kok setelah itu servo pendorong akan kembali turun, selanjutnya servo pencapit akan terbuka dan melepaskan kok pada penampung kok dibawah lalu servo pendorong akan kembali naik, disaat servo pendorong menaikkan slider kok akan dihantarkan menuju roda pelontar sehingga kok akan terlontar. Siklus ini akan terulang secara terus menerus sampai kok ke 12 terlontar. Ketika kok terakhir sudah terlontar maka alat akan kembali ke mode *standby*, untuk melanjutkannya pengguna harus memilih kembali mode yang diinginkan. Untuk menggunakannya pengguna juga bisa mengaktifkan remot *bluetooth* pada *smartphone*, lalu mengkoneksikannya dengan perangkat *Bluetooth* HC-05 yang sudah terpasang pada alat pelontar. Tampilan pilihan mode pada *smartphone* akan sama dengan tampilan pada alat, sehingga opsi yang dipilih oleh user akan ditampilkan pada LCD.



Gambar 2. Diagram alir perancangan alat pelontar kok otomatis

Perancangan Elektronik

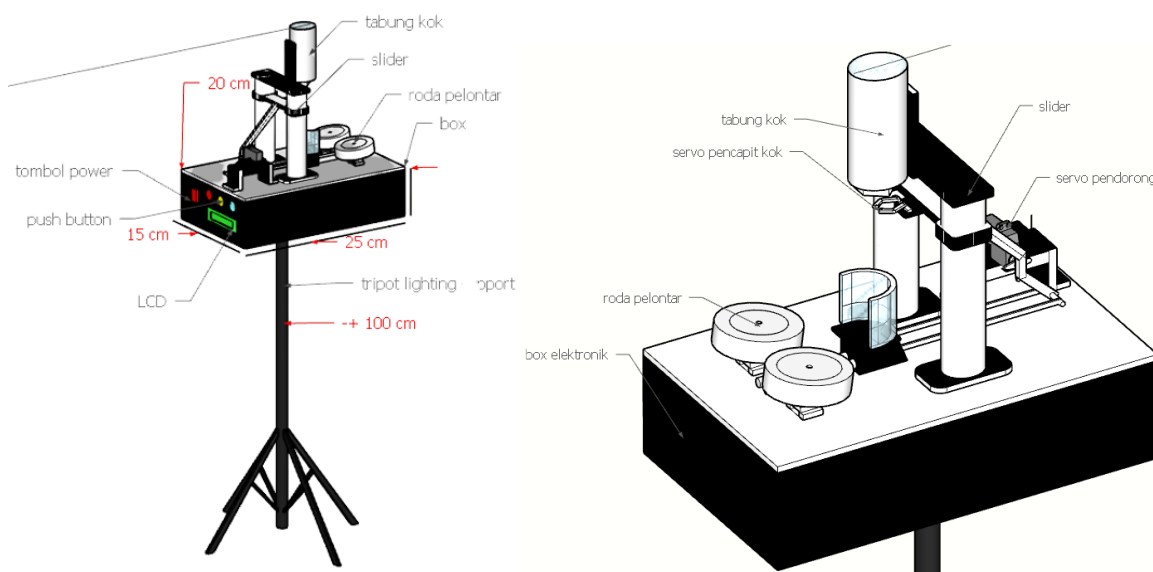
Perancangan elektronik merupakan perancangan yang berhubungan dengan komponen yang akan digunakan dalam proses perakitan alat dengan menghubungkan suatu komponen dengan komponen lainnya dengan menggunakan arus listrik [11][12]. Perancangan ini meliputi menentukan sifat dan spesifikasi alat, pemilihan komponen, pembuatan desain rangkaian dan pemasangan komponen [13]. Untuk perancangan alat pelontar kok otomatis ini memiliki rangkaian elektronik seperti gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3. Rancangan elektronik alat pelontar shuttlecock otomatis

Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik merupakan pembuatan bagian mekanik yang meliputi proses pengerjaan untuk gerakan-gerakan mekanik alat yang meliputi bagian slider yang terdiri dari servo capit dan servo dorong, bagian arah menggunakan gimbal untuk gerakan secara horizontal dan vertikal, serta penempatan *push button* pada box yang berguna untuk menempatkan dan melindungi bagian elektronik yang telah dirakit [13]. Gambar dibawah ini merupakan perancangan mekanikal dari alat pelontar shuttlecock otomatis berbasis mikrokontroller.



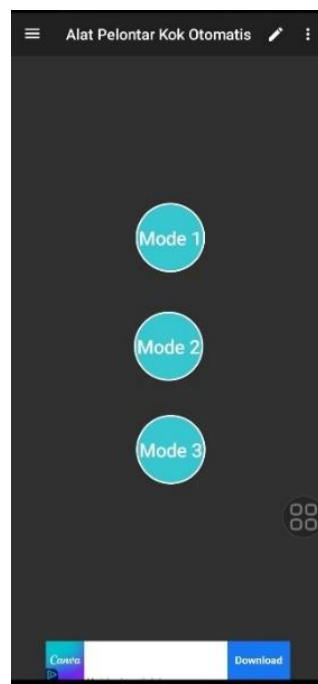
Gambar 4. Perancangan mekanik alat pelontar shuttlecock otomatis

Berikut penjelasan dari gambar 4 diatas Adapun perangkat keras (*hardware*) yang digunakan yaitu sebagai berikut.

- Tabung, sebagai tempat kok diletakkan dengan kapasitas 15 kok.
- Slider yang terdiri dari pendorong dan pencapit kok, servo pencapit berfungsi untuk mengambil kok dari tabung dan servo pendorong sebagai naik turun slider dan juga pendorong kok menuju roda pelontar
- Roda pelontar, menggunakan 2 buah roda dari bahan spon sebagai pelontar yang digerakkan oleh 2 buah motor *brushless* yang berputar berlawanan arah.
- Box elektronik sebagai tempat penyimpanan dan pelindung komponen elektronik.
- Box elektronik dan alas akrilik dihubungkan oleh gimbal pengatur arah secara vertikal dan horizontal yang digerakkan oleh 2 buah motor servo.
- Stand sebagai dudukan penyangga alat.

Perancangan Software

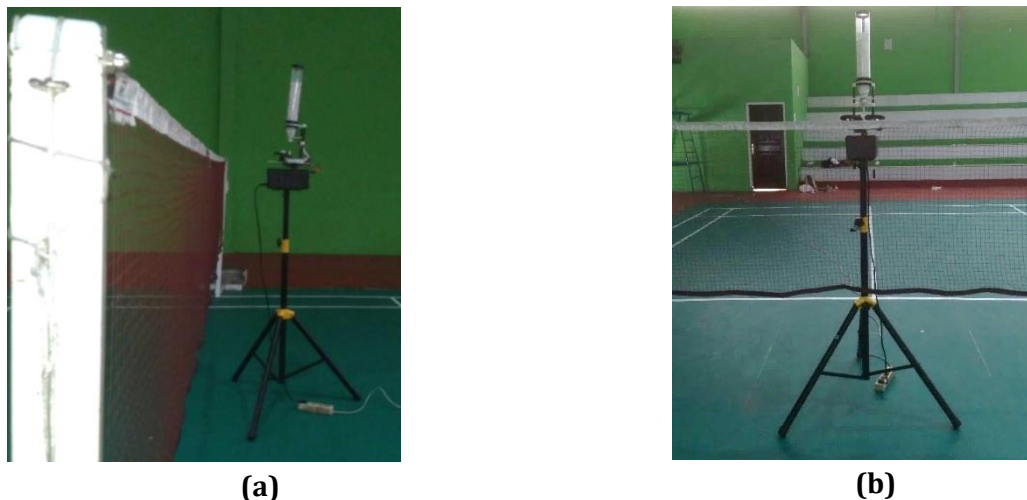
Perancangan *software* merupakan perancangan bahasa program yang dimasukkan ke sebuah mikrokontroler agar dapat menjalankan perintah program saat mikrokontroler menerima masukan Perancangan *software* meliputi pembuatan program alat pelontar *shuttlecock* otomatis sesuai dengan fungsinya [14]. Pembuatan program alat pelontar *shuttlecock* otomatis menggunakan aplikasi Arduino IDE yang kemudian program tersebut akan diupload pada Arduino UNO sebagai 'otak' dari alat ini. Selain menggunakan *push button* sebagai kendali *input*, alat ini juga bisa menggunakan kendali secara nirkabel menggunakan aplikasi remot *bluetooth* menggunakan *smartphone* [15]. Berikut merupakan rancangan tampilan antarmuka remot *bluetooth* yang digunakan sebagai kendali *input* dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 5. Tampilan remot *bluetooth*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan berbagai tahap perancangan yang meliputi tahap perancangan elektronik, mekanik, dan perancangan *software*. Maka terbentuklah alat pelontar *shuttlecock* otomatis yang difungsikan untuk latihan memukul pada olahraga *badminton*. Berikut bentuk hasil perancangan alat yang dapat dilihat pada gambar 6 dibawah ini.



Gambar 6. Alat pelontar kok otomatis (a) tampak samping (b) tampak depan

Untuk mengetahui suatu alat bekerja dengan baik, maka perlu dilakukan pengujian terlebih dahulu. Pengujian dilakukan pada alat secara keseluruhan dengan menguji mode level yang terdapat pada alat.

Pengujian Mode Level 1

Pengujian mode level 1 dapat menggunakan *push button* maupun aplikasi pada *smarthphone*, pada mode level ini kecepatan motor diatur dengan kecepatan sedang dengan nilai PWM yang dikirim pada ESC yaitu 1130 dengan kecepatan putar motor sebesar 7126 rpm. Arah lontaran dari mode level 1 ini hanya satu arah lurus kedepan dengan sudut kemiringan 15 derajat. Mode level ini sangat cocok digunakan oleh pemula dalam latihan memukul kok.

Tabel 1. Hasil pengujian lontaran mode 1

Kok	Jangkauan (meter)	Arah	Keterangan
1	4,1	Tengah	Terlontar
2	4,2	Tengah	Terlontar
3	4	Tengah	Terlontar
4	4,6	Tengah	Terlontar
5	-	Tengah	Tidak terlontar
6	4	Tengah	Terlontar
7	4,6	Tengah	Terlontar
8	4,8	Tengah	Terlontar
9	4,5	Tengah	Terlontar
10	5,1	Tengah	Terlontar
11	4	Tengah	Terlontar
12	5,3	Tengah	Terlontar
13	-	Tengah	Tidak terlontar
14	3,8	Tengah	Terlontar
15	4,1	Tengah	Terlontar
16	4,2	Tengah	Terlontar
17	4	Tengah	Terlontar
18	4,6	Tengah	Terlontar
19	-	Tengah	Tidak terlontar
20	5	Tengah	Terlontar
21	4,3	Tengah	Terlontar
22	4,4	Tengah	Terlontar

23	4,5	Tengah	Terlontar
24	5,1	Tengah	Terlontar
25	4	Tengah	Terlontar
26	4,3	Tengah	Terlontar
27	4,2	Tengah	Terlontar
28	3,8	Tengah	Terlontar
29	4,1	Tengah	Terlontar
30	4,2	Tengah	Terlontar
31	4	Tengah	Terlontar
32	4,6	Tengah	Terlontar
33	-	Tengah	Tidak terlontar
34	4	Tengah	Terlontar
35	4,4	Tengah	Terlontar
36	4,7	Tengah	Terlontar

Setelah melakukan pengujian mode 1, didapatkan data sebagai berikut :

$$\text{Rata-rata jarak kok yang dilontarkan mode 1} = \frac{\text{jumlah kok yang terlontar}}{\text{banyak kok}} = \frac{139,5}{36} = 4,3 \text{ meter}$$

Jarak lontaran kok terjauh = 5,3 meter.

Jarak lontaran kok terpendek = 3,5 meter.

$$\text{Persentase keberhasilan mode 1} = \frac{\text{jumlah kok terlontar}}{\text{jumlah total kok}} \times 100 \% = \frac{32}{36} \times 100 \% = 88,88 \%$$

Berdasarkan hasil dari pengujian mode 1 ini dapat diketahui bahwa jarak rata-rata kok yang dapat dilontaran yaitu sejauh 4,3 meter, dengan tingkat keberhasilan lontaran sebesar 88,88%.

Pengujian Mode Level 2

Pengujian mode level 2 dapat menggunakan *push button* maupun aplikasi pada *smarthphone*, pada mode level ini kecepatan motor diatur dengan kecepatan cepat dengan nilai PWM yang dikirim pada ESC yaitu 1160 dengan kecepatan putar motor sebesar 9731 rpm, Dengan tingginya kecepatan motor itu maka jarak lontaran kok juga akan lebih jauh dan lebih tinggi dari mode level 1. Arah lontaran dari mode level 2 ini dapat melontarkan kok dua arah secara bergantian dengan sudut kemiringan lontaran 20 derajat. Mode level ini sangat cocok digunakan oleh pemain untuk latihan pukulan *smash*, *lob* dan lainnya.

Tabel 2. Hasil pengujian lontaran mode 2

Kok	Jangkauan (meter)	Arah	Keterangan
1	4,3	Kanan	Terlontar
2	3,8	Kiri	Terlontar
3	4,2	Kanan	Terlontar
4	5	Kiri	Terlontar
5	5,3	Kanan	Terlontar
6	5,1	Kiri	Terlontar
7	4,9	Kanan	Terlontar
8	5,5	Kiri	Terlontar
9	-	Kanan	Tidak terlontar
10	5,1	Kiri	Terlontar
11	5,7	Kanan	Terlontar
12	-	Kiri	Tidak terlontar
13	6,2	Kanan	Terlontar
14	5,8	Kiri	Terlontar
15	4,9	Kanan	Terlontar
16	5,2	Kiri	Terlontar
17	5	Kanan	Terlontar

18	5,6	Kiri	Terlontar
19	-	Kanan	Tidak terlontar
20	5,1	Kiri	Terlontar
21	4,9	Kanan	Terlontar
22	4,8	Kiri	Terlontar
23	5,5	Kanan	Terlontar
24	6,1	Kiri	Terlontar
25	5,4	Kanan	Terlontar
26	5,3	Kiri	Terlontar
27	-	Kanan	Tidak terlontar
28	5,1	Kiri	Terlontar
29	6,1	Kanan	Terlontar
30	5,2	Kiri	Terlontar
31	5,4	Kanan	Terlontar
32	5,6	Kiri	Terlontar
33	-	Kanan	Tidak terlontar
34	4,5	Kiri	Terlontar
35	4,9	Kanan	Terlontar
36	4,3	Kiri	Terlontar

Setelah melakukan pengujian mode 2, didapatkan data sebagai berikut :

$$\text{Rata-rata jarak kok yang dilontarkan mode 2} = \frac{\text{jumlah kok yang terlontar}}{\text{banyak kok}} = \frac{159,8}{36} = 5,1 \text{ meter}$$

Jarak lontaran kok terjauh = 6,1 meter.

Jarak lontaran kok terpendek = 4,3 meter.

$$\text{Persentase keberhasilan mode 2} = \frac{\text{jumlah kok terlontar}}{\text{jumlah total kok}} \times 100 \% = \frac{31}{36} \times 100 \% = 86,11 \%$$

Berdasarkan hasil dari pengujian mode 2 ini dapat diketahui bahwa jarak rata-rata kok yang dapat dilontaran yaitu sejauh 5,1 meter, dengan tingkat keberhasilan lontaran sebesar 86,11%.

Pengujian Mode Level 3

Pengujian mode level 3 dapat menggunakan *push button* maupun aplikasi pada *smarthphone*, pada mode level ini kecepatan motor diatur dengan kecepatan cepat dengan nilai PWM yang dikirim pada ESC yaitu 1190 dengan kecepatan putar motor sebesar 12229 rpm dengan tempo lontaran yang lebih cepat dari mode level 1 dan mode level 2. Arah lontaran dari mode level 3 ini dapat melontarkan kok tiga arah secara bergantian dengan sudut kemiringan lontaran 20 derajat. Mode level ini sangat cocok digunakan oleh pemain atau atlet profesional untuk meningkatkan kecepatan dalam memukul kok dan kelincihan dalam bergerak.

Tabel 3. Hasil pengujian lontaran mode 3

Kok	Jangkauan (meter)	Arah	Keterangan
1	4,9	Kanan	Terlontar
2	5	Tengah	Terlontar
3	5,2	Kiri	Terlontar
4	-	Kanan	Tidak terlontar
5	5,5	Tengah	Terlontar
6	6,1	Kiri	Terlontar
7	5,9	Kanan	Terlontar
8	6,5	Tengah	Terlontar
9	7	Kiri	Terlontar
10	6,1	Kanan	Terlontar
11	5,9	Tengah	Terlontar

12	6,5	Kiri	Terlonar
13	6,4	Kanan	Terlontar
14	5,8	Tengah	Terlontar
15	5,9	Kiri	Terlontar
16	7,2	Kanan	Terlontar
17	-	Tengah	Tidak terlontar
18	6,6	Kiri	Terlontar
19	6,3	Kanan	Terlontar
20	6,1	Tengah	Terlontar
21	5,9	Kiri	Terlontar
22	6,8	Kanan	Terlontar
23	6,5	Tengah	Terlontar
24	6,1	Kiri	Terlontar
25	-	Kanan	Tidak terlontar
26	6,2	Tengah	Terlontar
27	6,5	Kiri	Terlontar
28	5,6	Kanan	Terlontar
29	7,1	Tengah	Terlontar
30	-	Kiri	Tidak terlontar
31	6,4	Kanan	Terlontar
32	6,6	Tengah	Terlontar
33	5,7	Kiri	Terlontar
34	6,5	Kanan	Terlontar
35	5,9	Tengah	Terlontar
36	6,3	Kiri	Terlontar

Setelah melakukan pengujian mode 3, didapatkan data sebagai berikut :

Jarak rata-rata kok yang dilontarkan = $\frac{\text{jumlah kok yang terlontar}}{\text{banyak kok}} = \frac{191,3}{36} = 6,1$ meter

Jarak lontaran kok terjauh = 7,2 meter.

Jarak lontaran kok terpendek = 5,1 meter.

Persentase keberhasilan = $\frac{\text{jumlah kok terlontar}}{\text{jumlah total kok}} \times 100 \% = \frac{32}{36} \times 100 \% = 88,88 \%$

Berdasarkan hasil dari pengujian mode 3 ini dapat diketahui bahwa jarak rata-rata kok yang dapat dilontarkan yaitu sejauh 6,1 meter, dengan tingkat keberhasilan lontaran sebesar 88,88%.

Pengujian Remot Bluetooth

Selain menggunakan *push button*, alat ini juga dapat menggunakan kendali secara nirkabel melalui sebuah aplikasi remot *bluetooth* yang dijalankan melalui *smartphone*. Pengujian remot *bluetooth* bertujuan untuk mengetahui apakah remot *bluetooth* dapat memberikan perintah *input* secara nirkabel. Fungsi dari remot ini sama dengan fungsi *push button* yang terdapat pada alat. Jarak optimal yang dapat dijangkau remot sejauh 15 meter, jika melewatinya remot tidak dapat berfungsi dengan baik. Berikut merupakan hasil pengujian jarak menggunakan remot *bluetooth*.

Tabel 4. Hasil pengujian jarak dengan remot bluetooth

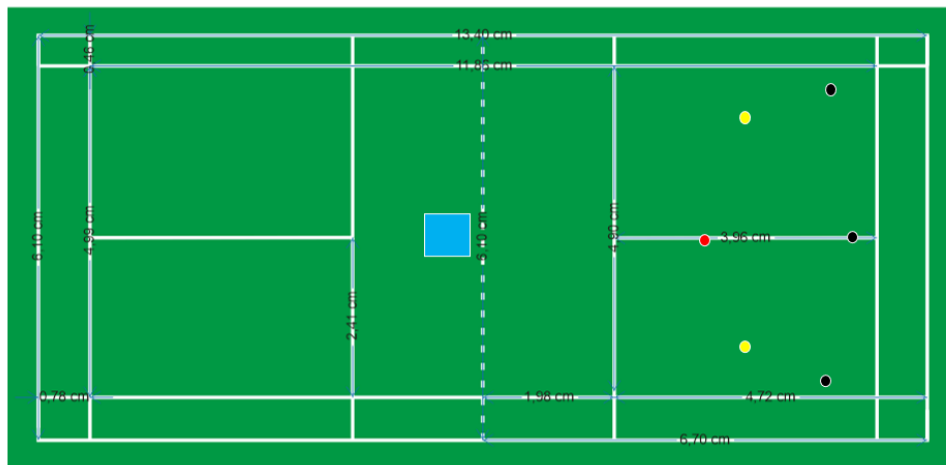
No	Tombol	Jarak	Keterangan
1	Mode 1	1 sampai 5 meter	Terhubung
2	Mode 2	1 sampai 5 meter	Terhubung
3	Mode 3	1 sampai 5 meter	Terhubung
4	Mode 1	6 sampai 10 meter	Terhubung
5	Mode 2	6 sampai 10 meter	Terhubung
6	Mode 3	6 sampai 10 meter	Terhubung
7	Mode 1	10 sampai 15 meter	Terhubung

8	Mode 2	10 sampai 15 meter	Terhubung
9	Mode 3	10 sampai 15 meter	Terhubung
10	Mode 1	15 sampai 20 meter	Tidak terhubung
11	Mode 2	15 sampai 20 meter	Tidak terhubung
12	Mode 3	15 sampai 20 meter	Tidak terhubung

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan maka dapat dikatakan setiap mode lontaran dapat dikendalikan dengan *push button* maupun dengan remot. Setiap mode lontaran hanya akan melontarkan 12 kok saja, setelah kok terakhir terlontar maka alat akan kembali ke mode *standby*. Untuk melanjutkannya pengguna harus memilih kembali mode yang diinginkan. Posisi peletakkan alat diletakkan 20 cm sebelum net di tengah-tengah pada daerah lawan. Ketinggian alat diposisikan setinggi 150 cm dari permukaan dengan menggunakan dudukan *stand besi*.

Pengujian Mode 1 dilakukan dengan 3 kali pengujian dengan jumlah total kok yang dilontarkan yaitu sebanyak 36 kok. Pada mode ini hanya tersedia 1 arah lontaran, yaitu hanya arah tengah saja. Jarak rata-rata yang dilontarkan yaitu sejauh 4,3 meter dari posisi peletakkan alat. Dengan persentase keberhasilan sebesar 88,88 %. Pengujian Mode 2 juga dilakukan sebanyak 3 kali pengujian dengan jumlah total kok yang dilontarkan yaitu sebanyak 36 kok. Pada mode ini hanya tersedia 2 arah lontaran, yaitu arah kanan dan arah kiri. Jarak rata-rata yang dilontarkan yaitu sejauh 5,1 meter dari posisi peletakkan alat. Dengan persentase keberhasilan sebesar 86,11 %. Pengujian Mode 3 juga dilakukan sebanyak 3 kali pengujian dengan jumlah total kok yang dilontarkan yaitu sebanyak 36 kok. Pada mode 3 ini tempo lontaran lebih cepat dibandingkan dengan mode 1 dan 2. Pada mode ini terdapat 3 arah lontaran, yaitu arah kanan, arah tengah dan arah kiri. Jarak rata-rata yang dilontarkan yaitu sejauh 6,1 meter dari posisi peletakkan alat. Dengan persentase keberhasilan sebesar 88,88 %.

Pada pengujian mode level yang terdapat pada alat pelontar kok otomatis yang telah dilakukan sebelumnya, setiap mode memiliki arah lontaran dan jarak yang berbeda-beda. Posisi jarak kok rata-rata yang terlontar dapat dilihat pada gambar 7 dibawah ini. warna merah untuk mode 1, warna kuning untuk mode 2 dan warna hitam untuk mode 3. Warna kotak biru menunjukkan posisi peletakkan alat.



Gambar 7. Pemetaan arah lontaran alat pelontar kok otomatis

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa alat pelontar kok otomatis berbasis mikrokontroler dapat bekerja dengan baik karena dapat melontarkan kok sesuai dengan mode lontaran yang dipilih baik melalui *push button* maupun dari aplikasi remot *bluetooth*. Terdapat 3 macam pilihan mode lontaran, diantaranya mode 1 dengan satu arah, mode 2 dengan 2 arah dan mode 3 dengan 3 arah lontaran. Dari ketiga mode lontaran yang dihasilkan, alat hanya mampu melontarkan 12 kok per mode, karena menyesuaikan kapasitas tabung yang terdapat pada alat yang berisi 15 kok saja. Setelah kok ke 12 terlontar alat akan kembali ke mode *standby*, lalu

pengguna dapat melanjutkan dengan memilih mode kembali. Persentase keberhasilan dari setiap lontaran menunjukkan angka yang cukup tinggi dengan tingkat keberhasilan yang memuaskan. Dengan 3 macam lontaran yang dihasilkan dari alat, alat ini dapat membantu proses latihan dalam melatih pukulan dan kelincihan dalam bermain bulutangkis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Aksan, *Mahir Bulutangkis*. Bandung: Nuansa Cendekia, 2012.
- [2] A. Saefudin and D. Hartono, *Bahan Belajar Pjok; Permainan Bola Kecil*. Bandung: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Pusat Pengembangan Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat (PP PAUD dan Dikmas) Jawa Barat, 2017.
- [3] T. Fakhturreza, A., & Hidayah, "Survei Pembinaan Prestasi Klub Bulutangkis PB Sinar Mutiara Pematang," *JSSF (Journal Sport Sci. Fitness)*, vol. 4, no. 4, pp. 11–17, 2015.
- [4] *Shuttlecock/Kock Menari Indah di Udara*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2017.
- [5] R. Kurniawan, "Alat Pelontar Shuttlecock Otomatis Sebagai Sistem Latihan Olahraga Bulu Tangkis dengan Berbasis Mikrokontroler," Politeknik Negeri Bandung, 2021.
- [6] Kusnaedi, T. Apriantoni dan D. Sunadi, "Perancangan dan Pembuatan Shuttlecock Launcher untuk Memenuhi Kebutuhan Pelatihan Olahraga Bulutangkis," *J. Pendidik. Jasm. dan Olahraga*, pp. 178–187, 2018.
- [7] H. Amni, Y. Ruhayati dan K. Sultoni, "Pengembangan Teknologi Pelontar Bola Tennis Lapangan Berbasis Mikrokontroler," *J. Terap. Ilmu Keolahragaan*, pp. 18–24, 2017.
- [8] N. K. dan N. I. R. Syarifatunnisa, "Pengembangan Teknologi Alat Pelontar Bola Tennis Meja Berbasis Mikrokontroler," *J. Terap. Ilmu Keolahragaan*, vol. 02, no. 02, pp. 51–55, 2017.
- [9] I. P. A. A. Payadnya and I. G. A. N. T. Jayantika, "Panduan Penelitian Eksperimen Beserta Analisis Statistik dengan SPSS," *Deepublish*, 2018.
- [10] M. Arif, "Bahan Ajar Rancangan Teknik Industri," *Deepublish*, 2016.
- [11] D. Intan Surya Saputra, "Rancang Bangun Alat Penghitung Jumlah Pengunjung di Toko Adhelina Berbasis Mikrokontroler Atmega 16," *J. Sisfokom (Sistem Inf. dan Komputer)*, vol. 4, no. 1, 2015, doi: 10.32736/sisfokom.v4i1.131.
- [12] A. A. B. Persada, Y. Ningsih, and H. Gunawan, "Perancangan Sistem Elektrikal Pada Alat Pengisian Minyak Rem Otomatis Mobil," *Elem. J. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 1, p. 35–40, 2019.
- [13] Z. Zainuddin, A. L. Arda, and A. Z. Nusri, "Sistem Peringatan Dini Banjir," *Inspir. J. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 9, no. 2, pp. 167–173, 2019.
- [14] H. Setiawan, "Rancang Bangun Digital Contractless Infrared Thermometer Berbasis Arduino Nano," *Univ. AIRLANGGA*, 2020.
- [15] Y. Anggun Wiratama Putra, "Kontroler Lengan Robot Berbasis Smartphone Android," Universitas Sanata Dharma, 2015.