

# Rancang Bangun Robot Pelontar Bola Tenis Lapangan Berbasis *Internet of Thing* (IoT)

Sukardi<sup>1</sup>, Trivaldo Putra<sup>\*2</sup>, Hambali<sup>3</sup>, Muldi Yuhendri<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang, Indonesia

<sup>\*</sup>Corresponding author, [trivaldoputra16@gmail.com](mailto:trivaldoputra16@gmail.com)

Abstrak	INFO.
<p>Pada era revolusi industri 4.0 saat ini, industri akan memasuki dunia virtual serta penggunaan mesin-mesin automasi yang terintegrasi dengan internet sehingga efek yang ditimbulkan dari penerapan teknologi ini adalah meningkatnya efisiensi produksi dan terjadi peningkatan produktivitas serta daya saing. Pada bidang olahraga tenis lapangan, teknologi automasi yang terintegrasi dengan internet ini belum banyak diterapkan. Salah satu penggunaan teknologi yang terintegrasi dengan internet ini dapat diaplikasikan kedalam sebuah alat pelontar bola tenis lapangan sehingga memudahkan atlet dan pelatih tenis lapangan dalam berlatih. Dalam penelitian ini, merancang sebuah robot pelontar bola tenis lapangan berbasis Internet of Thing (IoT) yang bertujuan untuk memberikan kemudahan dan efisiensi untuk para atlet dan pelatih dalam berlatih. Pembuatan alat ini terdiri dari perangkat keras seperti Arduino Mega2560, ESP32, motor DC, driver BTS7960, display LCD 16x2, I2C, sensor IR, solenoid, sensor ultrasonik, push button, dan joystick modul. Adapun perangkat lunak (<i>software</i>) yang digunakan yaitu Arduino IDE dan Blynk. Hasil dari penelitian ini adalah alat ini dapat digunakan dengan beberapa jenis permainan dan dapat dikendalikan secara <i>wireless</i> melalui jaringan internet yang dapat dioperasikan pada <i>smarthphone</i>.</p>	<p><b>Info. Artikel:</b> No. 339 Received. January, 05, 2023 Revised. January, 16, 2023 Accepted. January 26, 2023 Page. 19 – 30</p> <p><b>Kata kunci:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Tenis Lapangan</li><li>✓ Internet of Thing</li><li>✓ Arduino Mega 2560</li><li>✓ ESP32</li><li>✓ Blynk</li></ul>
<p><b>Abstract</b></p> <p><i>In the current era of the industrial revolution 4.0, the industry will enter a virtual world and the use of automation machines that are integrated with the internet so that the effects of applying this technology are increasing production efficiency and increasing productivity and competitiveness. In the field of tennis, automation technology that is integrated with the internet has not been widely applied. One of the uses of technology that is integrated with the internet can be applied to a tennis ball throwing device making it easier for athletes and tennis coaches to practice. In this study, designed a robot throwing tennis balls based on the Internet of Thing (IoT) which aims to provide convenience and efficiency for athletes and coaches in training. The manufacture of this tool consists of hardware such as Arduino Mega2560, ESP32, DC motor, BTS7960 driver, 16x2 LCD display, I2C, IR sensor, solenoid, ultrasonic sensor, push button, and joystick module. The software used is Arduino IDE and Blynk. The results of this study are that this tool can be used with several types of games and can be controlled wirelessly via an internet network that can be operated on a smartphone.</i></p>	

## PENDAHULUAN

Perubahan dunia kini tengah memasuki era revolusi industri 4.0 dimana teknologi informasi telah menjadi basis dalam kehidupan manusia [1], [2]. Segala hal menjadi tanpa batas (*borderless*) dengan penggunaan daya komputasi dan data yang tidak terbatas (*unlimited*), karena dipengaruhi oleh perkembangan internet dan teknologi digital yang masif sebagai tulang punggung pergerakan dan konektivitas manusia dan mesin [3], [4]. Pada saat ini, industri akan memasuki dunia virtual dan penggunaan mesin automasi yang terintegrasi dengan internet sehingga efek yang ditimbulkan dari penerapan teknologi ini adalah meningkatnya efisiensi produksi dan terjadi peningkatan produktivitas serta daya saing [5], [6]. Dengan adanya automasi yang terintegrasi dengan internet ini akan memudahkan manusia untuk memantau ataupun mengendalikan suatu mesin kapanpun dan dimanapun dengan catatan di lokasi yang akan diterapkan teknologi kendali jarak jauh mempunyai

jaringan internet yang memadai. Namun dalam dunia olahraga, belum banyak teknologi automasi yang terintegrasi dengan internet ini diterapkan dalam proses pelaksanaan aktivitas olahraga. Salah satu olahraga yang perlu penggunaan teknologi automasi ini yaitu olahraga tenis lapangan.

Tenis lapangan adalah olahraga permainan yang menggunakan raket, yang dimainkan oleh dua orang pemain (*single=tunggal*) yang berhadapan satu lawan satu, atau empat orang pemain (*double=ganda*) yang bermain dua lawan dua, dan lapangan pada dasarnya dibagi menjadi dua bagian utama yaitu lapangan sendiri dan lapangan lawan yang mana lapangan sendiri merupakan tempat mengadakan serangan dan sebagai tempat pertahanan, sedangkan lapangan lawan sebagai target pukulan, yang batasi oleh net dan garis-garis bidang, dimana kita bisa dan tidak bisa menempatkan bola [7]. Keterampilan primer yang diperlukan untuk belajar olahraga tenis lapangan adalah rasa terhadap bola yang sering disebut "*ball sense*" atau "*ball feeling*" [8]. Tujuan latihan *ball feeling* ini sendiri adalah untuk melatih "rasa" terhadap bola sehingga memudahkan atlet dalam menguasai bola. Untuk mendapatkan "ball feeling" ini dapat melakukan latihan secara terus menerus agar meningkatkan rasa terhadap bola, seperti memukul, memantulkan, menimbang atau dengan menghentikan bola.

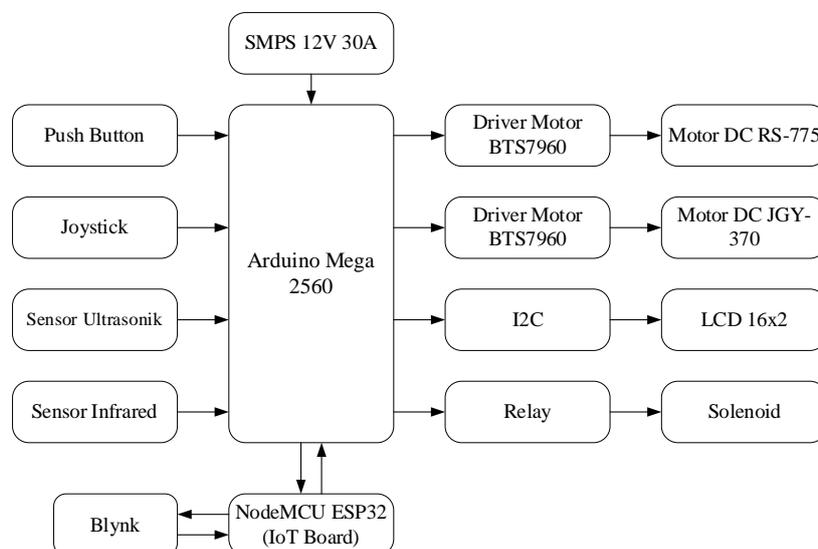
Alat pelontar bola tenis lapangan adalah suatu alat yang digunakan untuk membantu proses latihan bola tenis lapangan yang terbuat dari rangkaian alat-alat elektronik dan besi-besi yang dirakit menjadi sebuah alat yang sudah dirancang [9]. Dari alat pelontar bola tenis lapangan sebelumnya memiliki beberapa hal yang harus dikembangkan lagi yaitu pengendalian bola sebelumnya menggunakan bluetooth remote dikembangkan menjadi berbasis internet yang dapat dikontrol pada smarhphone, penambahan informasi mengenai pembacaan jumlah bola yang dilontarkan, pengoperasian mode permainan sebelumnya yang dibatasi dengan *delay* menyulitkan pemain untuk penggunaan alat sehingga perlu dikembangkan menjadi otomatis, ketinggian minimal lontaran bola masih jauh melambung diatas net sehingga perlu dikembangkan lagi agar ketinggian minimal lontaran bola bisa melambung tepat berada diatas net yang seperti yang dilakukan para pemain tenis lapangan.

## METODE PENELITIAN

Berdasarkan beberapa permasalahan yang ada maka perlu dilakukan pengembangan sistem dan pengembangan mekanikal dari robot pelontar bola tenis lapangan menjadi sistem yang lebih efektif dan efisien. Pengembangan dari robot pelontar bola tenis lapangan ini diharapkan akan memberi kemudahan untuk para atlet dan pelatih dalam melakukan proses latihan tenis lapangan.

## Diagram Blok

Diagram blok merupakan penjabaran sistem kerja alat secara keseluruhan dalam bentuk blok yang dimulai dari *input*, proses, hingga *output* [10]. Berikut adalah diagram blok sistem secara keseluruhan dari alat yang akan dibuat.



Gambar 1. Diagram blok sistem robot pelontar bola tenis lapangan

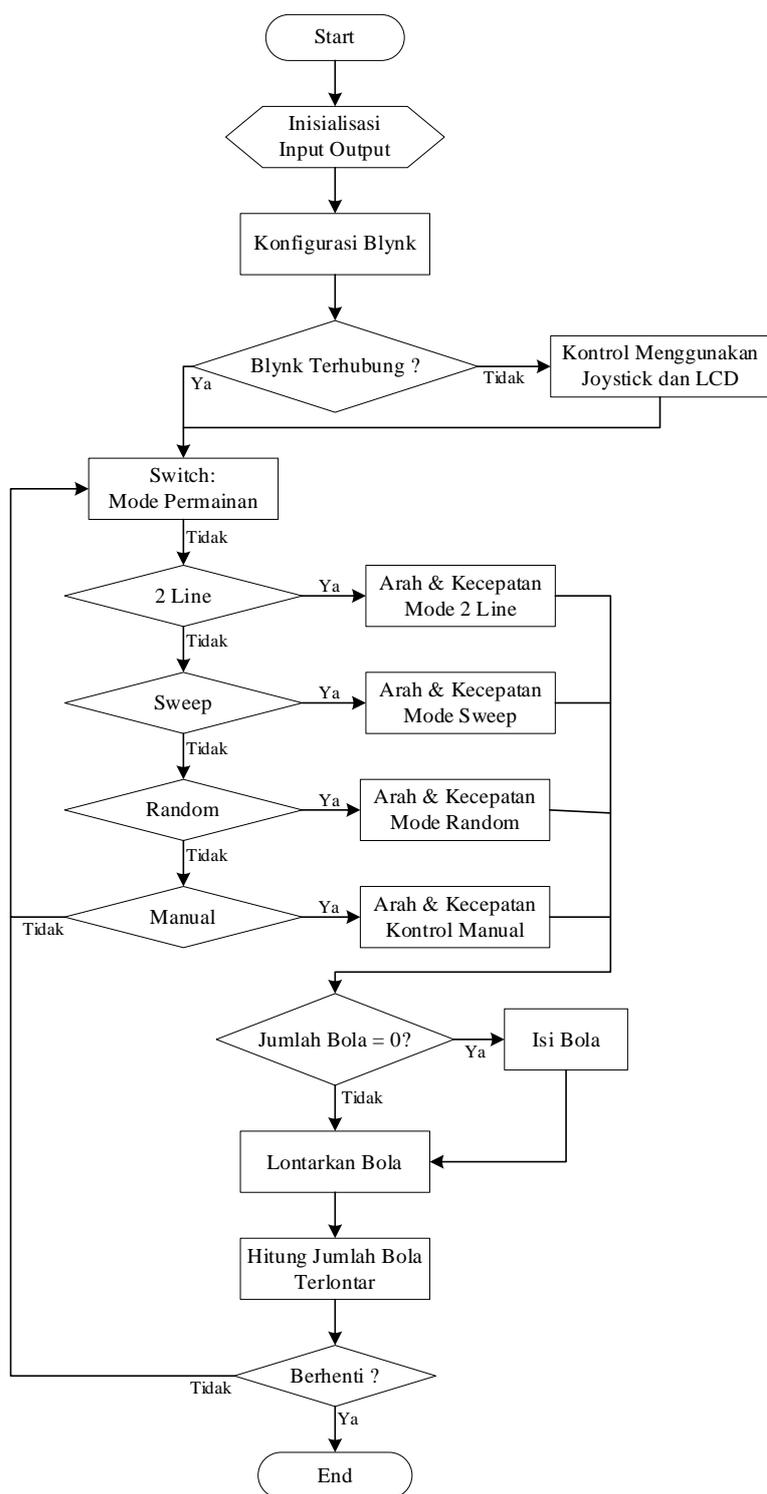
---

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

1. SMPS 12V 30A  
SMPS 12V 30A digunakan sebagai sumber kelistikan masing-masing komponen yang digunakan pada robot pelontar bola tenis lapangan.
2. *Push button*  
*Push button* digunakan sebagai tombol untuk mengatur kecepatan lontaran bola, tombol untuk menghentikan permainan, dan tombol untuk mode permainan random.
3. *Joystick*  
*Joystick* digunakan untuk mengendalikan menu jenis permainan pada LCD display dan untuk mengendalikan robot pelontar bola tenis secara manual.
4. Sensor ultrasonik  
Sensor ultrasonik digunakan untuk kalibrasi posisi mekanikal robot pelontar ke arah atas dan bawah.
5. Sensor *infrared*  
Sensor *infrared* digunakan untuk kalibrasi posisi mekanikal pelontar ke arah kiri dan kanan, sensor untuk mode permainan otomatis, dan sensor untuk menghitung jumlah bola yang dilontarkan.
6. Arduino Mega 2560  
Arduino Mega 2560 merupakan mikrokontroler yang digunakan sebagai pusat pengontrolan sistem secara keseluruhan.
7. NodeMCU ESP 32  
ESP32 merupakan mikrokontroler tambahan yang digunakan sebagai media konektivitas dari robot pelontar bola tenis lapangan untuk terhubung dengan aplikasi Blynk.
8. *Driver* BTS7960  
*Driver* BTS7960 digunakan untuk mengatur arah putaran dan kecepatan dari motor DC yang digunakan pada robot pelontar bola tenis lapangan.
9. I2C (*Inter Integrated Circuit*)  
I2C digunakan sebagai tempat komunikasi serial antara Arduino Mega 2560 dengan LCD 16X2.
10. LCD 16X2  
LCD 16X2 digunakan untuk menampilkan menu jenis permainan.
11. Motor DC RS-775  
Motor DC RS-775 digunakan sebagai penggerak *roller* untuk melontarkan bola.
12. Motor DC JGY-370  
Motor DC JGY-370 digunakan sebagai penggerak mekanikal pelontar ke arah kiri dan kanan, atas dan bawah, dan penggerak *rotary* tempat penampungan bola.
13. *Relay*  
*Relay* digunakan untuk mengontrol pergerakan solenoid sesuai dengan menu jenis permainan yang dipilih.
14. Solenoid  
Solenoid digunakan untuk menaikkan atau menurunkan sensor *infrared* dan *push button* yang digunakan.

### **Flowchart**

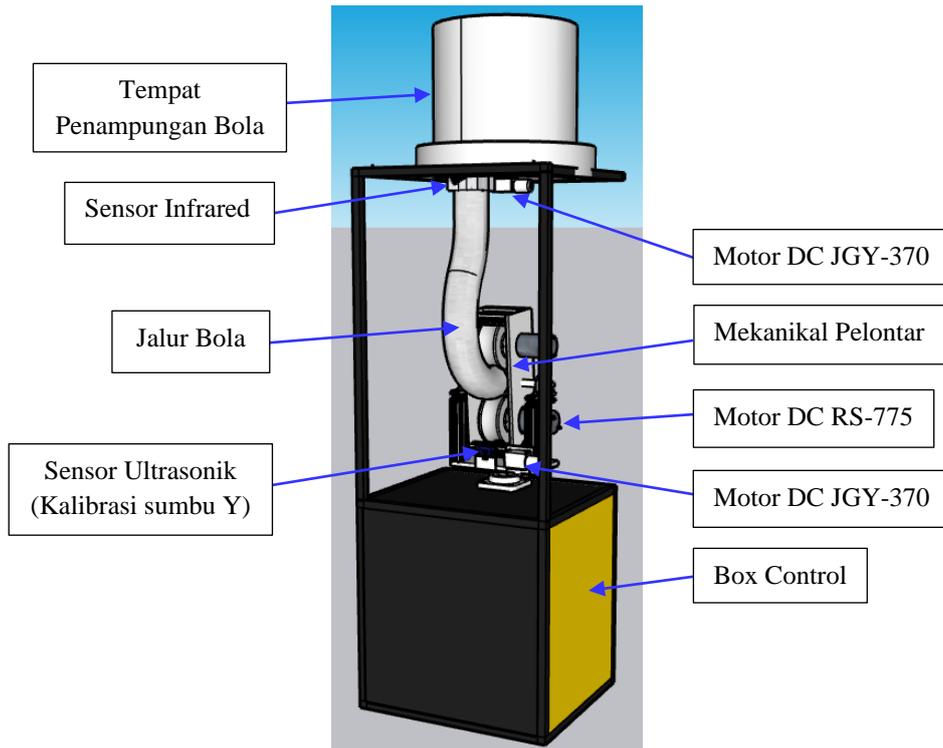
*Flowchart* merupakan diagram yang mewakili algoritma kerja dan proses kerja dimana langkah-langkahnya ditampilkan dalam bentuk grafis dan urutannya dihubungkan dengan panah [11]. *Flowchart* memiliki peran penting yaitu untuk mengetahui susunan algoritma kerja dari alat yang akan dibuat. Gambar 2 merupakan *flowchart* sistem dari robot pelontar tenis lapangan.



Gambar 2. Flowchart sistem robot pelontar bola tenis lapangan

### Perancangan Mekanikal

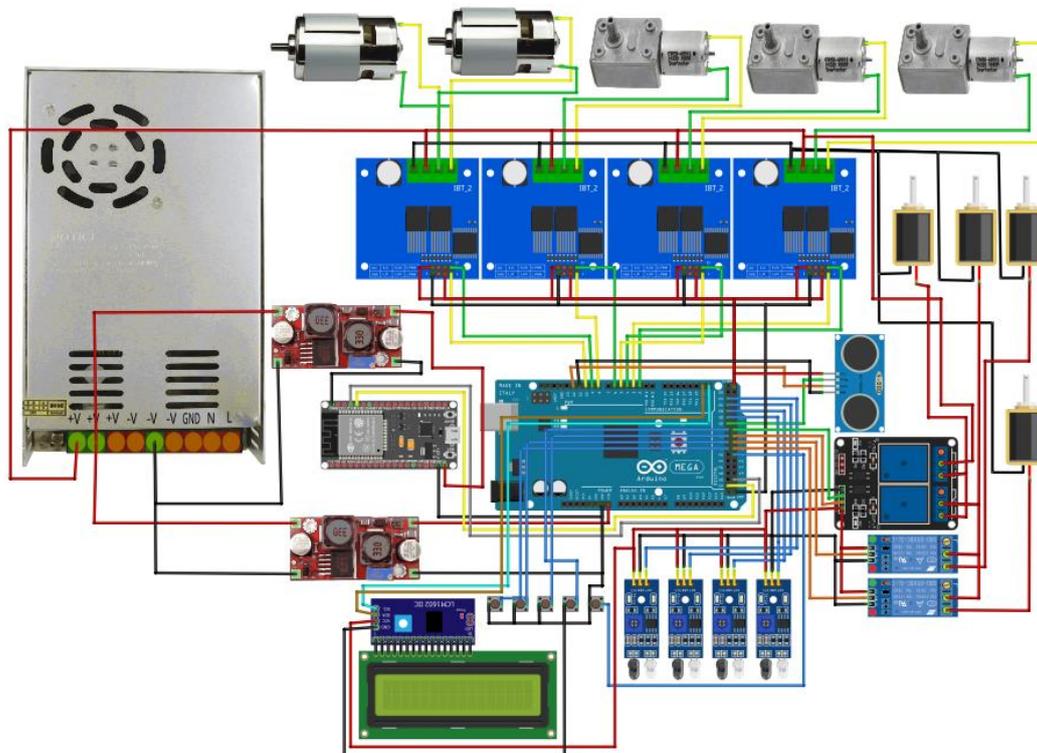
Perancangan mekanikal merupakan proses untuk menentukan terlebih dahulu sistem mekanik yang akan digunakan pada alat [12]. Gambar 3 merupakan bentuk perancangan mekanikal alat dari pelontar bola tenis lapangan berbasis IoT.



Gambar 3. Mekanikal robot pelontar bola tenis lapangan

### Perancangan Elektrikal

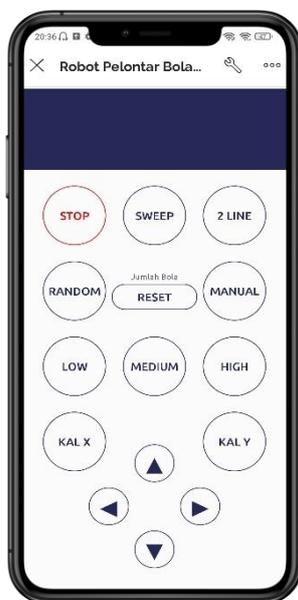
Perancangan elektrikal merupakan perancangan rangkaian kelistrikan yang berfungsi untuk menghubungkan suatu komponen dengan komponen lainnya dengan menggunakan arus listrik [13].



Gambar 4. Skematik rangkaian robot pelontar bola tenis lapangan.

### Perancangan Software

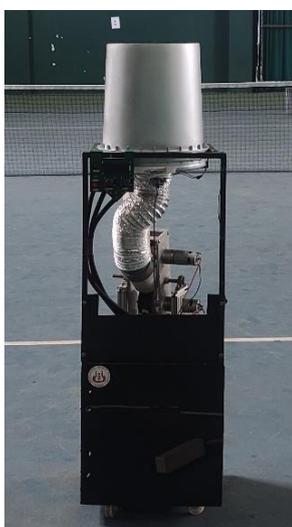
Perancangan *software* merupakan perancangan bahasa program yang dimasukkan ke sebuah mikrokontroler agar dapat menjalankan perintah program saat mikrokontroler menerima masukan [14]. Pembuatan program robot pelontar bola tenis ini menggunakan *software* Arduino IDE yang kemudian di upload ke mikrokontroler Arduino Mega 2560 dan NodeMCU ESP32. Untuk pengontrolan robot pelontar menggunakan jaringan internet memanfaatkan aplikasi Blynk. Blynk merupakan suatu layanan aplikasi yang digunakan untuk mengontrol sebuah mikrokontroler melalui jaringan internet dengan tampilan aplikasi yang dapat disusun sendiri sesuai dengan kebutuhan [15]. Berikut adalah rancangan dari aplikasi Blynk untuk pengontrolan robot pelontar bola tenis lapangan berbasis IoT.



Gambar 5. Tampilan *remote control* robot pelontar menggunakan Blynk IoT

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui suatu alat bekerja dengan baik, maka perlu dilakukan pengujian terlebih dahulu. Pengujian yang akan dilakukan yaitu meliputi pengujian perangkat keras dan pengujian perangkat lunak. Adapun bentuk perancangan robot pelontar bola tenis lapangan dapat dilihat pada Gambar 6.



(a) Tampak belakang

(b) Tampak depan

Gambar 6. Robot pelontar bola tenis lapangan

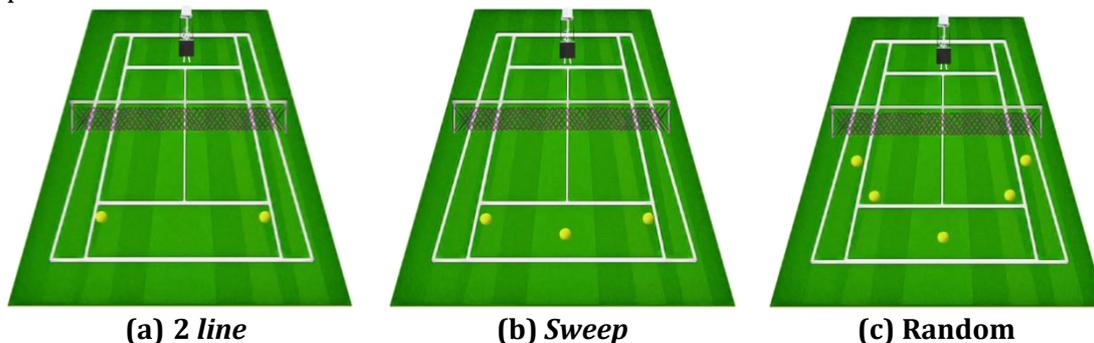
**Pengujian Mode Permainan Otomatis**

Pengujian mode permainan otomatis memanfaatkan sensor *infrared* dan *push button* untuk menggerakkan mekanikal secara otomatis seperti yang terlihat pada Gambar 8. Tabel 1 merupakan hasil pengujian mode permainan otomatis.

**Tabel 1. Pengujian mode permainan otomatis**

No	Mode Permainan	Jumlah Bola	Banyak Arah	Durasi
1	2 line	20	2 arah	1 menit 5 detik
2	Sweep	20	3 arah	1 menit
3	Random	20	5 arah	1 menit

Pada pengujian mode permainan otomatis, terdapat 3 mode permainan yang dicobakan yaitu 2 *line*, *sweep*, dan *random*. Seperti yang terlihat pada tabel 1, dengan menggunakan banyak bola yang sama di setiap mode permainan yang diujikan, memiliki durasi permainan yang cenderung sama tetapi arah lontaran bola yang dilontarkan berbeda-beda di setiap mode permainannya. Dari tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa robot pelontar bola tenis lapangan bekerja dengan baik sesuai arah mode permainan. Berikut adalah pemetaan arah lontaran bola masing-masing mode permainan seperti yang terlihat pada Gambar 7.



**Gambar 7. Pemetaan arah lontaran mode permainan otomatis**

**Pengujian Mode Permainan Manual**

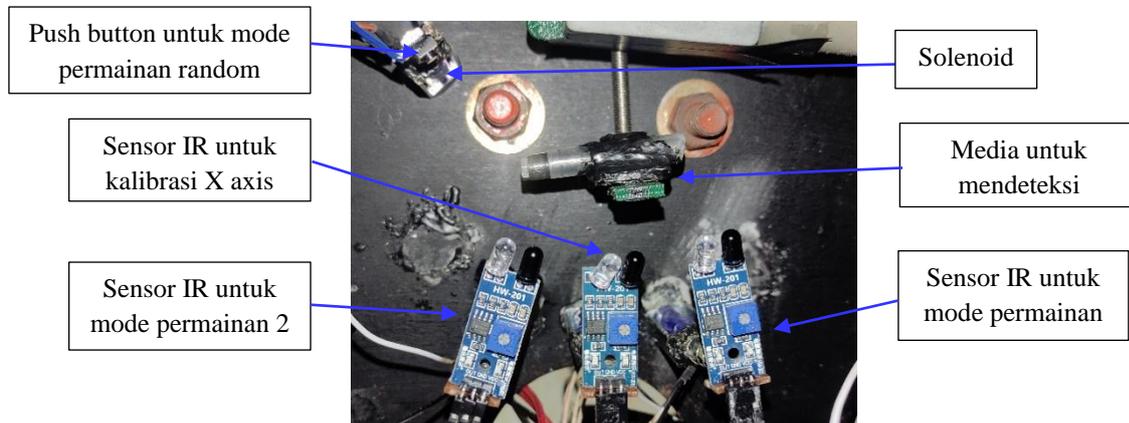
**Tabel 2. Pengujian mode permainan manual**

No	Kecepatan Lontaran	Sudut Kemiringan (derajat)	Kecepatan Roller (RPM)	Jauh Lontaran (meter)
1	Pelan	16	1344	3
2	Sedang	16	2374	11,2
3	Cepat	16	3584	15.5

Pada pengujian mode permainan manual, ada 3 mode kecepatan lontaran yang tersedia yaitu pelan, sedang, dan cepat. Seperti yang terlihat pada Tabel 2, ketika jenis kecepatan lontaran yang dipilih semakin cepat maka hasil lontaran bola akan semakin jauh. Kecepatan lontaran diatur melalui *driver* BTS 7960 dengan mengatur nilai PWM nya. Pada kecepatan lontaran pelan memiliki nilai PWM 100, pada kecepatan lontaran sedang memiliki nilai PWM 170, dan pada kecepatan cepat memiliki nilai PWM maksimal yaitu 255. Hasil pengaturan nilai PWM tersebut menghasilkan putaran kecepatan *roller* yang berbeda. Pada mode kecepatan lontaran pelan menghasilkan kecepatan *roller* sebesar 1300 RPM, pada mode sedang menghasilkan kecepatan *roller* sebesar 2487 RPM, dan pada kecepatan cepat memiliki nilai kecepatan *roller* 3131 RPM. Semakin besar nilai RPM dari *roller* maka bola yang dilontarkan akan semakin jauh dan semakin kencang. Jauh lontaran juga dipengaruhi oleh sudut kemiringan *Y axis*. Pada percobaan ini menggunakan sudut awal yaitu posisi *Y axis* sebesar 16 derajat yang dimana bola akan melontar dengan posisi kurang lebih 1 meter berada diatas net.

### Pengujian Kalibrasi X Axis

Pengujian kalibrasi X axis dilakukan untuk mengetahui apakah posisi mekanikal kiri dan kanan alat dapat kembali ke posisi tengah sudut 0 derajat. Kedudukan sensor infrared untuk kalibrasi X axis seperti yang terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Kedudukan sensor kalibrasi X axis dan sensor mode permainan otomatis

Dari pengujian kalibrasi sumbu X mekanikal robot pelontar bola tenis lapangan, maka didapatkan hasil seperti yang terlihat pada Tabel 3.

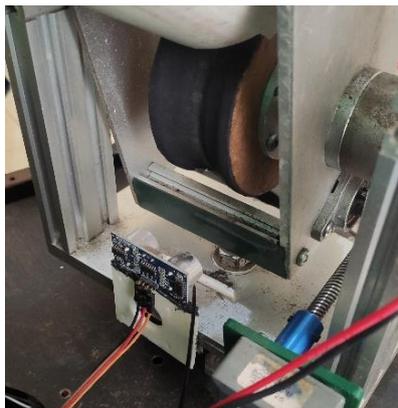
Tabel 3. Hasil kalibrasi X axis

No	Sudut Kemiringan Awal (derajat)	Hasil Kalibrasi (derajat)
1	25,5 (kanan)	1,8 (ke arah kanan)
2	18,7 (kanan)	1,2 (ke arah kanan)
3	24,4 (kiri)	1,6 (ke arah kiri)
4	19,6 (kiri)	1 (ke arah kiri)

Dari hasil pengujian pada tabel 1, dapat dilihat bahwa ketika sudut kemiringan x axis besar maka selisih hasil kalibrasi juga semakin besar. Pada percobaan 25,5 derajat dari arah kanan, hasil kalibrasi mampu mencapai 1,8 derajat yang dimana posisi mekanikal pelontar agak miring sedikit ke kanan. Pada percobaan 18,7 derajat dari arah kanan maka hasil kalibrasi memiliki selisih nilai yang lebih kecil dibandingkan sebelumnya yaitu posisi mekanikal menghadap ke arah kanan sebesar 1,2 derajat. Pada percobaan 24,4 dari arah kiri, hasil kalibrasi mampu mencatat 1,6 derajat ke arah kiri. Pada posisi 19,6 derajat dari arah kiri, hasil kalibrasi mampu mencapai selisih nilai yang kecil yang dimana posisi mekanikal menghadap ke arah kiri hanya 1 derajat. Perbedaan nilai diakibatkan kecenderungan sensor infrared untuk mendeteksi media penghalang ketika melakukan kalibrasi. Dari hasil kalibrasi tersebut dapat disimpulkan bahwa hasil kalibrasi sumbu x robot pelontar bola tenis lapangan memiliki selisih nilai yang kecil terhadap posisi 0 derajat.

### Pengujian Kalibrasi Y Axis

Pengujian kalibrasi Y axis dilakukan untuk mengetahui apakah posisi mekanikal gerak atas dan bawah dapat kembali ke posisi awal sudut 16 derajat. Agar mekanikal gerak atas dan bawah dapat kembali ke poisisi awal yaitu sudut 16 derajat, maka diperlukan sebuah sensor untuk memposisikan mekanikal tersebut. Sensor yang digunakan untuk kalibrasi Y axis tersebut yaitu sensor ultrasonik. Gambar 9 merupakan kedudukan sensor ultrasonik untuk kalibrasi Y axis.



Gambar 9. Sensor ultrasonik untuk kalibrasi Y axis.

Dari pengujian kalibrasi sumbu Y mekanikal robot pelontar bola tenis lapangan, maka didapatkan hasil seperti yang terlihat pada Tabel 4.

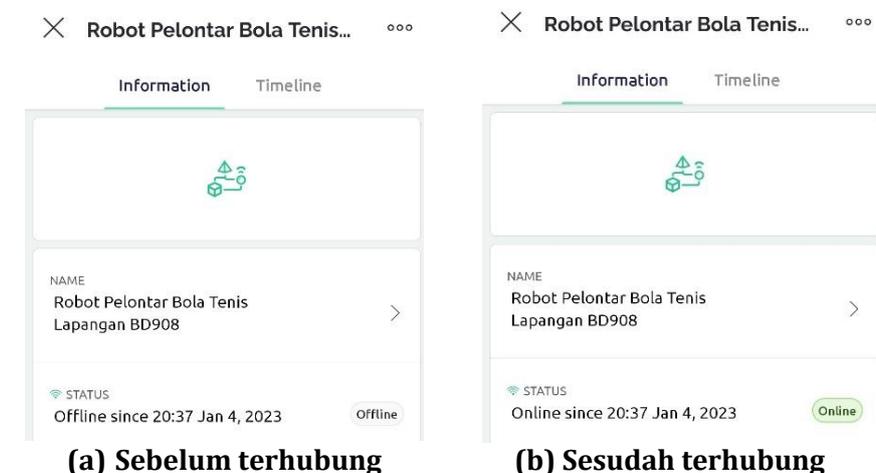
Tabel 4. Hasil kalibrasi Y axis

No	Sudut Kemiringan Awal (derajat)	Hasil Kalibrasi (derajat)
1	43,19	17,62
2	30,95	16,94
3	23,44	16,63

Dari hasil pengujian pada Tabel 4, maka dapat dilihat bahwa semakin besar sudut kemiringan yang dikalibrasi maka selisih nilai hasil kalibrasi untuk mencapai posisi 16 derajat juga semakin besar. Pada percobaan dengan sudut kemiringan 43,19 derajat maka hasil kalibrasi yang didapat yaitu 17,62 derajat. Pada posisi percobaan 30,95 derajat maka hasil kalibrasi mampu mencapai 16,94 derajat. Pada percobaan dengan sudut kemiringan 23,44 derajat maka hasil kalibrasi mampu mencapai 16,63 derajat. Perbedaan nilai yang dihasilkan diakibatkan kemampuan sensor ultrasonik dalam mendeteksi jarak benda.

**Pengujian Remote Control Blynk IoT**

Pengujian *remote control* bertujuan untuk mengetahui apakah *remote control* mampu bekerja dengan baik menggunakan jaringan internet sehingga alat dapat dikontrol dari jarak jauh. Gambar 10 merupakan tampilan status koneksi *remote control* Blynk IoT sebelum dan sesudah terhubung dengan NodeMCU ESP32.



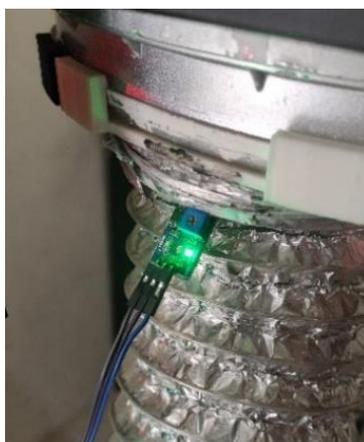
Gambar 10. Status koneksi ESP32 dengan remote control Blynk IoT

Untuk melihat status koneksi *remote control* dengan ESP32 maka dapat dilihat dengan menekan titik tiga bagian pojok kanan atas dari aplikasi, maka akan muncul tampilan seperti Gambar 10. Ketika ESP32 belum terhubung dengan *remote control* maka akan terdapat tulisan status *offline* seperti yang terlihat pada Gambar 10(a) yang menandakan bahwa perangkat belum terhubung. Untuk menghubungkannya dengan ESP32 maka perlu menghidupkan NodeMCU ESP32 terlebih dahulu dan memilih jaringan wifi yang akan digunakan oleh NodeMCUESP32. Setelah proses tersebut berhasil dilakukan maka *remote control* akan otomatis terhubung dengan ESP 32 dan akan muncul status *online* seperti yang terlihat pada gambar 10(b). Jaringan wifi yang digunakan oleh NodeMCU ESP32 akan otomatis tersimpan sehingga untuk pemakaian selanjutnya tidak perlu melakukan konfigurasi ulang terlebih dahulu. Cukup dengan mengaktifkan wifi yang digunakan sebelumnya, maka *remote control* akan langsung terhubung dengan ESP32. Gambar 11 merupakan tampilan *remote control* ketika terhubung dengan NodeMCU ESP32.



**Gambar 11. Tampilan *remote control* ketika terhubung dengan ESP32**

Seperti yang terlihat pada Gambar 11, terdapat beberapa tombol untuk mode permainan dari robot pelontar bola tenis lapangan. Selain itu, terdapat sebuah LCD untuk memonitor jumlah bola yang dilontarkan. Untuk mengetahui jumlah bola yang dilontarkan yaitu dengan memasang sensor *infrared* dibagian jalur bola seperti yang terlihat pada Gambar 12.



**Gambar 12. Sensor *infrared* untuk mendeteksi bola yang dilontarkan**

Ketika bola masuk kedalam jalur bola, sensor *infrared* akan mendeteksi bola dan kemudian mengirimkan informasi tersebut ke NodeMCU ESP32 untuk ditampilkan pada aplikasi *remote control* Blynk IoT. Untuk mereset jumlah bola untuk mulai dari 0 lagi, cukup dengan menekan tombol RESET sehingga jumlah bola akan menghitung dari 1 kembali. Hasil pengujian *remote control* dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5. Hasil pengujian *remote control* Blynk IoT**

No	Tombol	Jarak (meter)	Hasil
1	STOP	10	Bekerja
2	SWEEP	20	Bekerja
3	2 LINE	20	Bekerja
4	RANDOM	20	Bekerja
5	MANUAL	15	Bekerja
6	KALIBRASI X	10	Bekerja
7	KALIBRASI Y	10	Bekerja
8	KIRI	20	Bekerja
9	KANAN	20	Bekerja
10	ATAS	20	Bekerja
11	BAWAH	20	Bekerja
12	LCD DISPLAY	20	Bekerja
13	RESET	20	Bekerja
14	LOW	5	Bekerja
15	MEDIUM	5	Bekerja
16	HIGH	5	Bekerja

Hasil dari pengujian pada Tabel 5 ini, dapat disimpulkan bahwa setiap tombol yang ada pada *remote control* mampu bekerja dengan baik walaupun jarak pengguna dari *remote control* jauh dari robot pelontar bola tenis lapangan, karena *remote control* yang digunakan memanfaatkan jaringan internet untuk mengirimkan data ke robot pelontar bola tenis lapangan. Cepat atau lambatnya respon tombol pada *remote control* dipengaruhi oleh jaringan internet yang digunakan oleh pengguna dan perangkat. Semakin cepat jaringan internet yang digunakan maka respon tombol juga semakin cepat.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa pada bagian perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) dari robot pelontar bola tenis lapangan dapat disimpulkan bahwa robot pelontar bola tenis lapangan mampu bekerja dengan baik. Robot pelontar bola tenis lapangan mampu melakukan mode jenis permainan otomatis yaitu 2 line, sweep, dan random dengan baik sesuai dengan arah pemetaan bola yang dilontarkan. Pada mode kontrol manual, robot pelontar menyediakan kecepatan lontaran yang berbeda yang dapat melontarkan bola sejauh 3 meter hingga 14,8 meter, serta alat dapat dikontrol ke arah yang berbeda-beda sehingga pengguna dapat menggunakan alat dengan variasi permainan yang diinginkan. Selain itu, robot pelontar memiliki selisih nilai kalibrasi yang sedikit, baik itu kalibrasi pada Y axis atau X axis, sehingga hal tersebut dapat ditoleransi. Pengujian *remote control* Blynk IoT juga dapat bekerja dengan baik dengan memanfaatkan jaringan internet dalam pengontrolannya sehingga alat dapat dikontrol dari jarak jauh. Selain itu, jumlah bola yang dilontarkan dapat ditampilkan pada *remote control* secara tepat.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Tazkiyyaturrohmah and E. Sriani, "Peluang dan Tantangan Bank Syariah di Era Industri 4.0," *Transformasi: Jurnal Studi Agama Islam*, vol. 13, no. 1, pp. 74–94, 2020.

- 
- [2] Syamsuar and Reflianto, "Pendidikan dan tantangan pembelajaran berbasis teknologi informasi di era revolusi industri 4.0," *E-Tech: Jurnal Ilmiah Teknologi Pendidikan*, vol. 6, no. 2, 2019, doi: <https://doi.org/10.24036/et.v2i2.101343>.
- [3] L. Rohida, "Pengaruh Era Revolusi Industri 4.0 terhadap Kompetensi Sumber Daya Manusia," *Jurnal Manajemen Bisnis Indonesia*, vol. 6, no. 1, pp. 114–136, 2018, doi: <https://doi.org/10.31843/jmbi.v6i1.187>.
- [4] M. Subani, I. Ramadhan, Sumarno, and A. S. Putra, "Perkembangan Internet of Think (IOT) dan Instalasi Komputer Terhadap Perkembangan Kota Pintar di Ibukota Dki Jakarta," *Jurnal IKRA-ITH Informatika*, vol. 5, no. 1, pp. 88–93, 2021.
- [5] N. Fonna, *Pengembangan Revolusi Industri 4.0 dalam Berbagai Bidang*. Medan: Guepedia, 2019. Accessed: Jan. 04, 2023. [Online]. Available: <https://books.google.co.id>
- [6] Arafat, D. I. P, and N. A. mina Rahmah, "Pelatihan Alat Monitoring Untuk Pengendali Suhu dan Kelembapan Greenhouse pada SMK PP Negeri Banjarbaru," in *Prosiding Pengabdian Kepada Masyarakat Dosen UNISKA MAB*, 2020, pp. 178–185. doi: <http://dx.doi.org/10.31602/ppkmdu.v0i0.3815>.
- [7] Yasriuddin and Wahyudin, *TENIS LAPANGAN Metode Mengajar & Teknik Dasar Bermain*. Makassar: Fahmis Pustaka, 2017.
- [8] L. Teguh, *Dasar-dasar Keterampilan Tenis Lapangan*. Malang: Universitas Negeri Malang, 2005.
- [9] I. Muzhar, "Rancang Bangun Otomatisasi Mesin Pelontar Bola Tenis Lapangan Berbasis Mikrokontroler," Final Project, Universitas Negeri Padang, Padang, 2021.
- [10] S. Samsugi, Z. Mardiyansyah, and A. Nurkholis, "Sistem Pengontrol Irigasi Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO," *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, vol. 1, no. 1, pp. 17–22, 2020, doi: <https://doi.org/10.33365/jtst.v1i1.719>.
- [11] Syamsiah, "Perancangan Flowchart dan Pseudocode Pembelajaran Mengenal Angka dengan Animasi untuk Anak PAUD Rambutan," *STRING (Satuan Tulisan Riset Dan Inovasi Teknologi)*, vol. 4, no. 1, pp. 86–93, 2019, doi: <http://dx.doi.org/10.30998/string.v4i1.3623>.
- [12] R. S. Z. Aini, A. Arifin, and F. Babgei, "Perancangan Mekanik Pulmonary Rehabilitation Robot sebagai Pendukung Mekanisme Rehabilitasi Asma Breathing Retraining," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 9, no. 1, pp. F47–F52, 2020.
- [13] A. A. B. Persada, Y. Ningsih, and H. Gunawan, "Perancangan Sistem Elektrikal Pada Alat Pengisian Minyak Rem Otomatis Mobil," *Elemen: Jurnal Teknik Mesin*, vol. 6, no. 1, pp. 35–40, 2019, doi: <https://doi.org/10.34128/je.v6i1.91>.
- [14] John. A. Stankovic, "Research Directions for the Internet of Things," *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 1, no. 1, pp. 3–9, 2014, doi: <https://doi.org/10.1109/JIOT.2014.2312291>.
- [15] W. A. Prayitno, A. Muttaqin, and D. Syauqy, "Sistem Monitoring Suhu, Kelembaban, dan Pengendali Penyiraman Tanaman Hidroponik menggunakan Blynk Android," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer E-ISSN*, 2017, Accessed: Jan. 11, 2023. [Online]. Available: <http://download.garuda.kemdikbud.go.id>