

PERANCANGAN SISTEM PENGATURAN ARAH TRAJEKTORI BOLA UNTUK ROBOT PELONTAR BOLA TENIS MEJA

Irwan Saudi¹, Muhammad Zakiyullah Ramdlony², Agung Surya Wibowo³

^{1,2,3} Universitas Telkom, Bandung

¹irwansaudi@student.telkomuniversity.ac.id, ²zakiyullah@telkomuniversity.ac.id,
³agungsw@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Dalam penelitian ini, dilakukan perancangan sistem kendali robot pelontar bola tenis meja yang mampu menghasilkan jenis lemparan berdasarkan kecepatan, putaran, serta arah tembakan bola. Robot pelontar bola tenis meja ini memiliki kecepatan 2 sampai 20 m/s dan untuk pengarahan dapat bergerak sejauh 45 derajat untuk posisi kiri kanan dan atas bawah. Robot pelontar bola tenis meja ini bertujuan untuk mengembangkan kemampuan pemain melalui latihan mandiri.

Kata Kunci : Tenis Meja, Pengarahan, Aplikasi APS.

Abstract

In this study, a table tennis ball throwing robot control system was designed to produce a type of throw based on the speed, rotation and direction of the ball shot. This table tennis ball throwing robot has a speed of 2 to 20 m / s and for direction it can move as far as 45 degrees for left-right and up-down positions. This table tennis ball throwing robot aims to develop players' abilities through independent training.

Keywords: Table Tennis, Ball Direction, APS Application.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi pada bidang olahraga sangat pesat, teknologi ini dapat membantu meningkatkan kualitas dan kuantitas permainan pada bidang olahraga. Semakin canggihnya teknologi di bidang olahraga dapat membantu pelatih ataupun atletnya. Cabang olahraga tenis meja salah satunya, yang merupakan salah satu cabang olahraga yang cukup banyak memiliki penggemar di kalangan masyarakat luas. Di Indonesia, cabang olahraga tenis meja ini sudah sangat memasyarakat baik di sekolah-sekolah, kampung-kampung, instansi-instansi, perusahaan-perusahaan, dan lain sebagainya[1].

Permainan tenis meja merupakan salah satu kelompok permainan net (*net game*). Pengertian tenis meja adalah suatu permainan yang menggunakan meja sebagai lapangan yang dibatasi oleh jaring (net) yang menggunakan bola kecil yang terbuat dari *celluloid* dan permainannya menggunakan pemukul atau yang disebut dengan bet. [2]

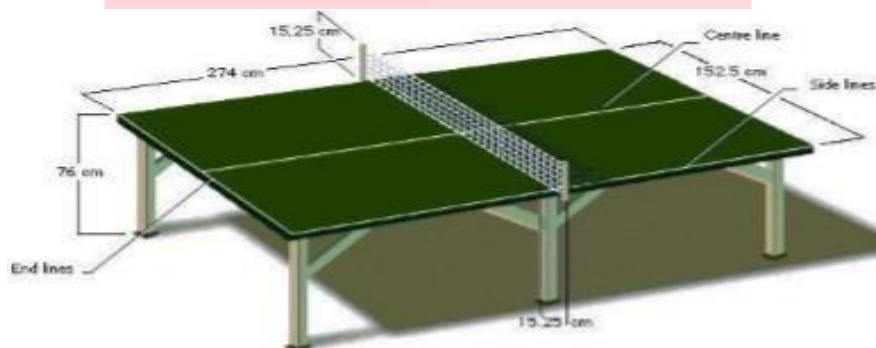
Penelitian ini berfokus pada pengembangan pengarahan robot dan *trajectory* bola pada saat robot di lontarkan. Dalam penelitian ini berfokus untuk meringankan kerja pelatih dan membantu meningkatkan kualitas pemain karena pada robot pelontar ini, dapat diatur secara otomatis baik dalam segi kecepatan, putaran, dan arah bola yang diinginkan.

2. Landasan Teori

2.1 Tenis Meja

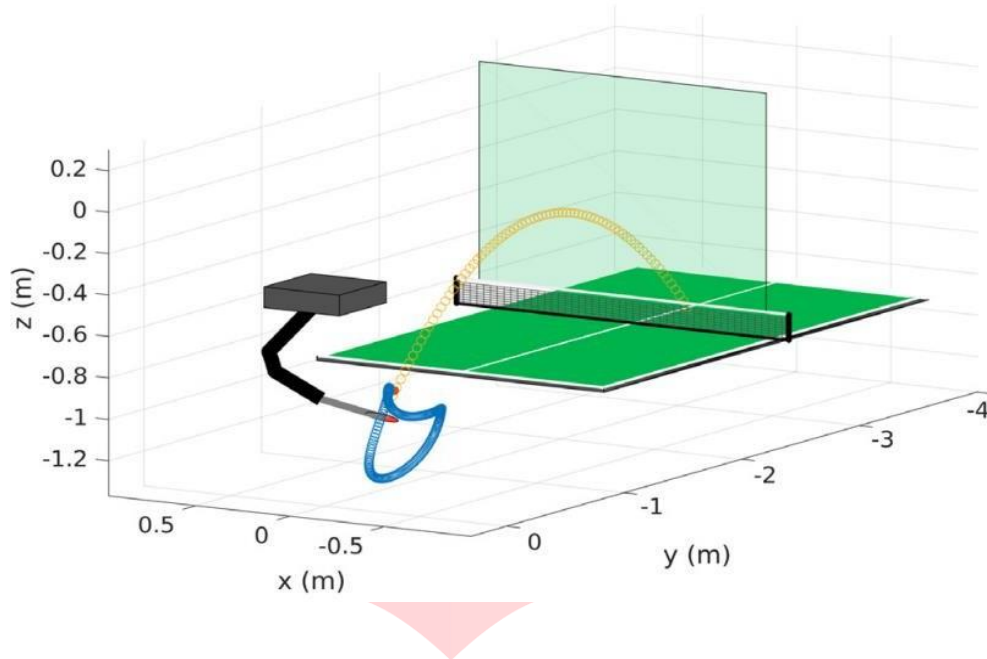
Tenis meja adalah salah satu olahraga permainan yang cukup populer dan banyak dimainkan oleh masyarakat karena permainan olahraga tenis meja ini tergolong mudah dan tidak perlu tempat yang luas. Pertama kali ditemukan pada abad ke-19, permainan tenis meja pertama kali dimainkan dengan menggunakan sebaris buku yang disusun di tengah meja sebagai net. Situs pongworld menyebutkan bahwa ping-pong dimulai sebagai hobi social di Inggris pada akhir 1800-an. [5]

Pada bagian meja memiliki bentuk segiempat, dengan panjang 2,74 meter dan lebar 1,525 meter dan diletakkan datar setinggi 76 cm dari lantai dan Menghasilkan pantulan merata yaitu sekitar 23cm bila sebuah bola standar dijatuhkan ke meja tersebut dari ketinggian 30 cm. Permukaan meja merata berwarna gelap dan garis pinggir (side line) berwarna putih, lebar 2cm, sepanjang 2,74m tiap sisi meja dan 2 cm selebar 1,525 meter tiap ujung meja. Lalu pada Permukaan dibagi menjadi 2 bagian (court) yang sama dan dipisahkan oleh net yang membentang dari sisi kiri ke kanan.[5]



2.1 Trajektori

Trajektori adalah lintasan melengkung karena adanya tekanan yang besar. Tekanan ini dihasilkan dari udara melalui efek aksi reaksi. Untuk bermain bola pingpong. Mengamati bola sangat penting untuk memprediksi lintasan bola secara akurat dalam waktu nyata [6]. Bola tenis meja memiliki beberapa parameter dalam gerakannya, yaitu kecepatan, putaran(*spin*), arah dan lintasan (*trajectory*) [7].



2.2 Driver Motor

Driver motor merupakan rangkaian yang tersusun dari transistor yang digunakan untuk menggerakkan motor dc. Dengan memiliki fungsi *Pulse-Width Modulation* (PWM), motor dc dapat mengatur kecepatan putaran dengan diberikan sumber tegangan yang stabil dengan frekuensi kerja yang sama. Konsep PWM pada driver motor yaitu dengan mengatur lebar sisi positif dan negatif pulsa kontrol pada frekuensi kerja yang tetap. Semakin besar sisi positif maka semakin tinggi kecepatan putaran motor dan semakin rendah pulsa negative maka kecepatan putaran pada motor semakin rendah. [10]

2.3 Motor Servo

Motor servo adalah menggunakan sistem dengan umpan balik tertutup, dimana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian *gear* potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor.

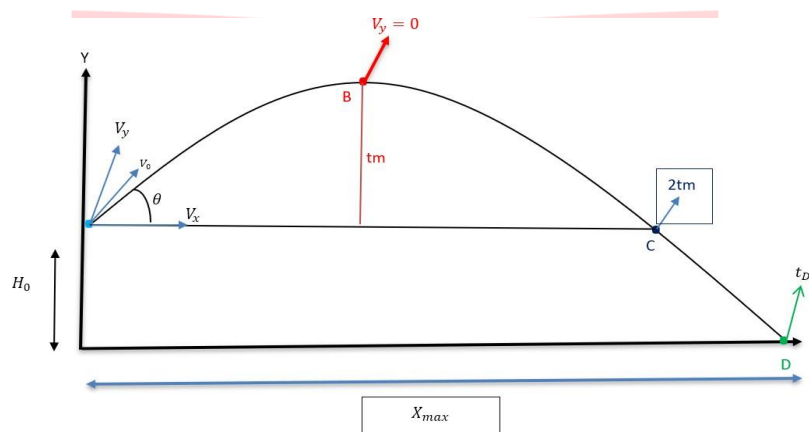
2.4 Bluetooth

Bluetooth adalah sebuah nama produk industri komunikasi yang diperuntukkan bagi Personal Area Network (PAN). Nama bluetooth diambil dari nama seorang raja, Harald Bluetooth pada abad ke-X. Teknologi bluetooth dapat menghubungkan berbagai macam perangkat komunikasi untuk dapat melakukan pertukaran informasi misalnya Smartphone, komputer, notebook, dan lain-lain. Gelombang radio yang digunakan adalah short range

radio frequency tanpa lisensi. Artinya untuk menggunakan teknologi bluetooth tidak dibutuhkan lisensi khusus untuk pemanfaatan jalur frekuensi. Jarak jangkauan dari gelombang radio hanya mencapai 1meter sampai 20meter karena itu disebut dengan short-range. Standar dari bluetooth dibuat oleh Bluetooth Special Interest Group. [12]

2.5 Gerak Parabola

Gerak parabola atau gerak peluru adalah gerak yang membentuk sudut tertentu (sudut elevasi) terhadap bidang horizontal. Sehingga bekerja dua macam gerak, yaitu gerak horizontal Gerak Lurus Beraturan (GLB) dan Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB).

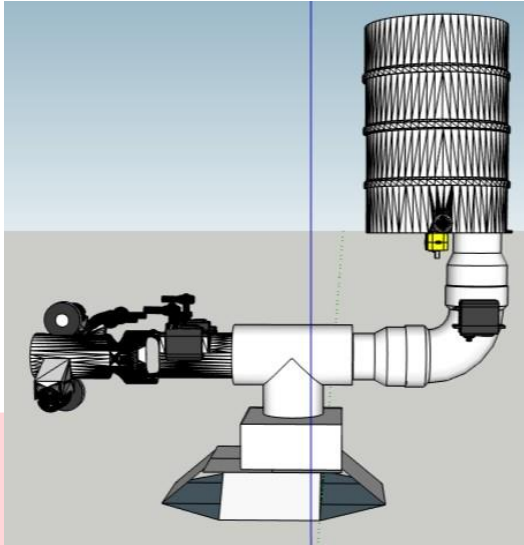


3. Pembahasan

3.1 Desain sistem

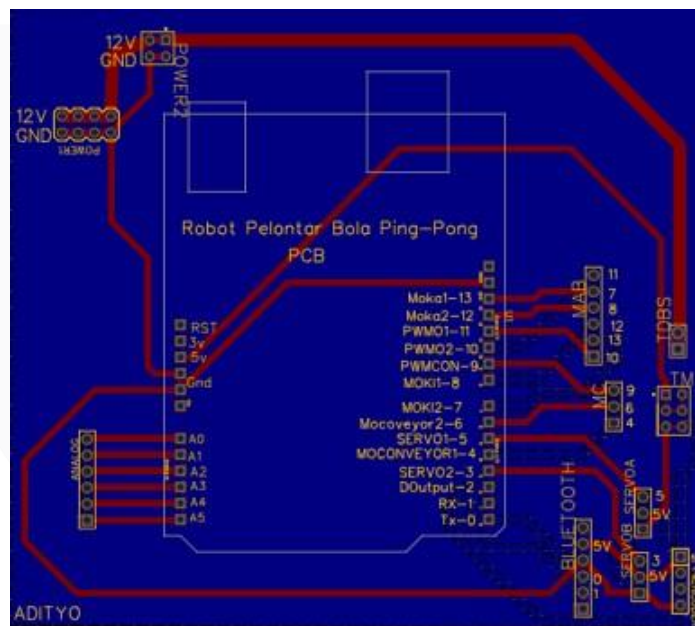
Pada penelitian ini sistem yang akan dirancang adalah sistem pengaturan arah trajectory yang elemen dasar simulasi ini adalah solusi dari persamaan gerak untuk bola tenis meja. Persamaan gerak membutuhkan deskripsi matematis dari gaya-gaya kerja. Gaya gravitasi bumi dan gaya aerodinamis untuk menentukan lintasan bola pada saat di lontarkan. Sistem ini dirancang dengan menggunakan motor servo agar dapat mengatur arah yang diinginkan. Pada penelitian ini, robot pelontar tenis meja dikendalikan melalui aplikasi android. Di mana proses ini aplikasi berperan untuk mengendalikan kecepatan dan periode tembakan dan mengatur arah tembakan. Arah dapat diatur dengan 45 derajat ke kanan dan ke kiri dengan resolusi 5 derajat begitupun untuk pengarahan ke atas dan ke bawah.

Pada penelitian ini, robot pelontar tenis meja dapat menganalisis estimasi dan prediksi bola. Model lontaran bola yang di gunakan yaitu putaran bola atas (topspin) dan putaran bawah (backspin). Pada setiap putaran bola memiliki jarak yang berbeda. Pada saat putaran atas (topspin) jarak titik tumpuan bola lebih jauh di dibandingkan dengan putaran bawah (backspin). Lintasan dapat dilihat sebagai reaksi terhadap lintasan bola yang di prediksi. Pada pemain bebas menentukan letak posisi di bagian mana ketika bola harus di lontarkan. Bola juga harus melewati diatas net dan mendarat di lapangan lawan.



3.2 Desain PCB Robot Pelontar Bola Ping-Pong

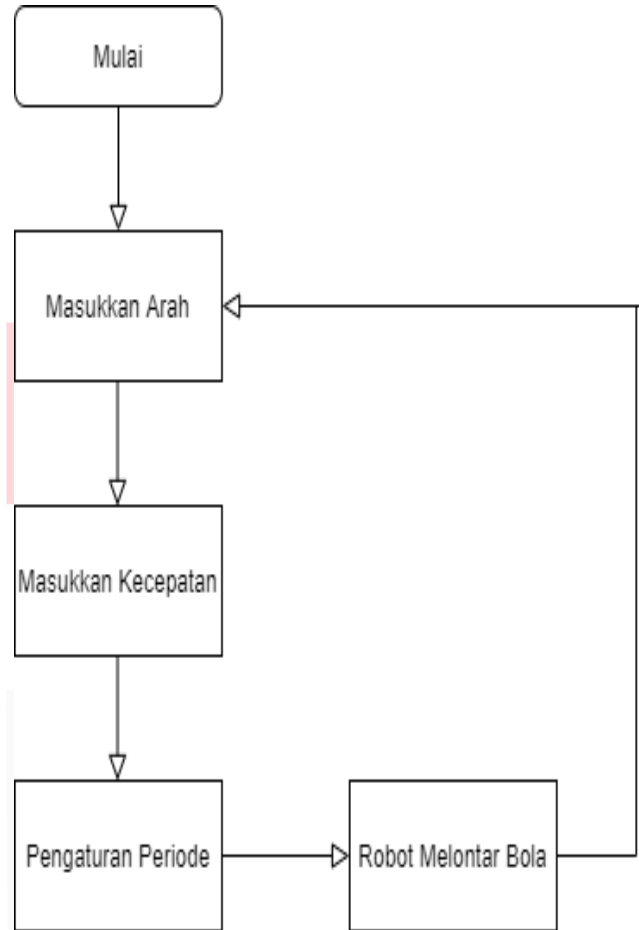
Pada penelitian tugas akhir ini PCB digunakan untuk mempermudah wiring elektronika robot. PCB di desain menggunakan web easyeda dan di desain dengan ukuran 11x10 cm. PCB yang didesain menggunakan double layer.



3.3 Diagram Alir Sistem Perangkat Lunak

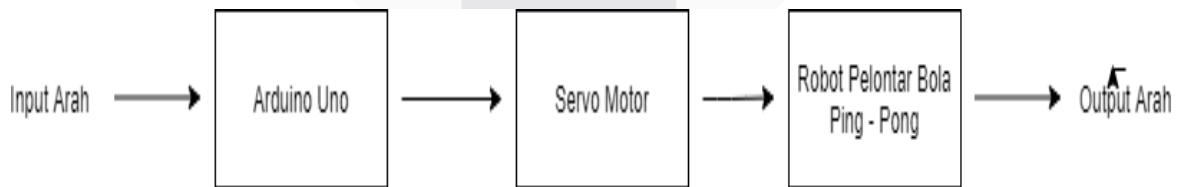
Pada penelitian tugas akhir ini, program untuk menjalankan robot pelontar bola pingpong ini yaitu pengendalian software aplikasi pengendali robot dan pengendali untuk menggerakkan robot. Untuk program software aplikasi pengendali robot akan menggunakan Application Inventor, dimana program software ini akan di kendali kan melalui tombol yang ada di aplikasi android. Sedangkan pada bagian pelontarnya akan di program bergerak sesuai yang dibutuhkan. Beberapa opsi pada tombol aplikasi di android yaitu pengaturan kecepatan bola, putaran bola, arah bola, dan

periode tembakan bola yang di inginkan. Dan berikut ini langkah-langkah yang disajikan pada diagram alir berikut ini.



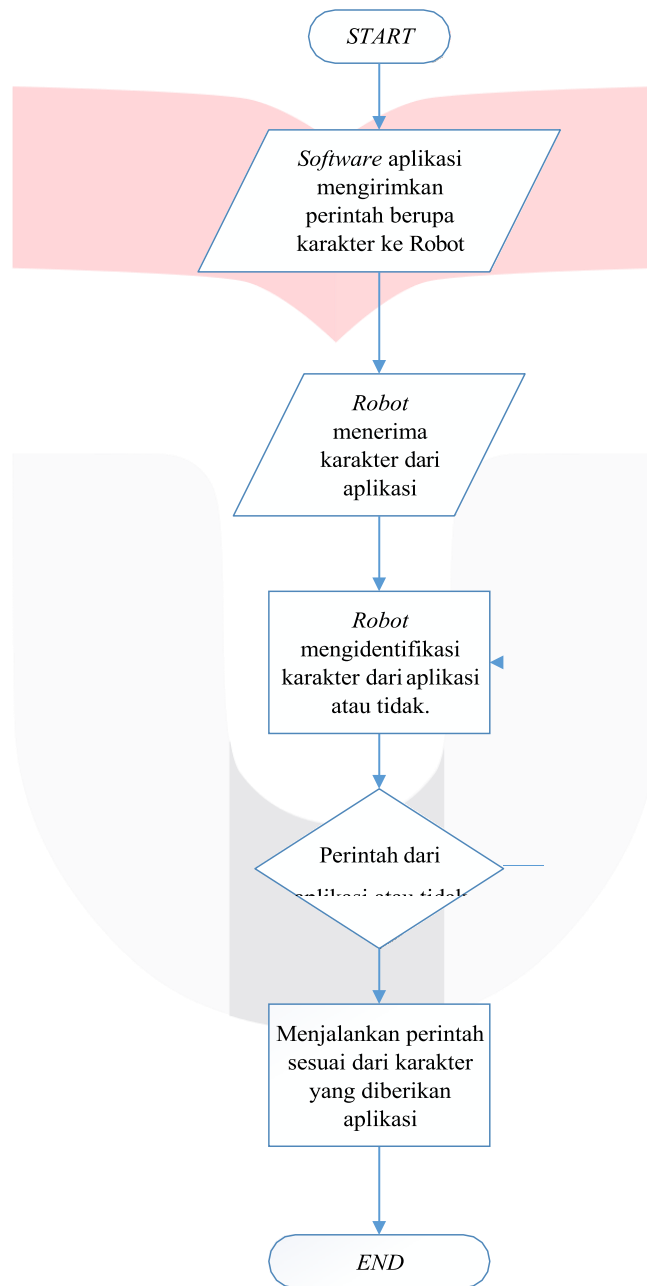
3.4 Perancangan Perangkat Keras

Pada penelitian tugas akhir ini penggunaan motor servo untuk menentukan arah tembakan. Dimana ketika meng input sudut maka akan di proses di microcontroller dan akan masuk ke dalam servo sehingga robot pelontar bola tenis meja akan bergerak hingga menghasilkan sudut yang di inginkan.



3.5. Program Operasi Pada Robot Pelontar Bola Ping-Pong

Program untuk menjalankan robot akan dibuat menggunakan aplikasi arduino IDE yang akan di upload programnya ke arduino Uno sebagai otak elektronika robot. Program yang menjalankan robot juga bergantung dari software aplikasi pengendali robotnya karena harus menunggu instruksi perintah dari software aplikasi pengendali robotnya. Dalam flowchart maka alurnya akan menjadi seperti ini.



4. Hasil dan Analisis

4.1 Pengujian Arah Tembakan Bola

Pada pengujian ini bertujuan untuk mengetahui konfigurasi sudut pada masing – masing servo untuk mengarahkan pelontar bola tenis ke atas, bawah, kanan dan kiri. Untuk mengarahkan pelontar 2 motor servo akan diatur dengan resolusi sudut perpindahan sebesar 5 derajat.

4.1.1. Pengaturan Arah Robot Pelontar Posisi ke Atas

Pada pengujian konfigurasi sudut pelontar bola tenis ke atas masing-masing servo memiliki resolusi perpindahan sebesar 5 derajat seperti yang ada pada tabel dibawah.

Servo 1	Servo 2	Sudut Real
-60°	50°	45°
-50°	40°	40°
-40°	30°	35°
-35°	25°	30°
-30°	20°	25°
-20°	10°	20°
-15°	5°	15°
-10°	0°	10°
-5°	-5°	5°

4.1.2. Pengaturan Arah Robot Pelontar Posisi ke Bawah

Pada pengujian konfigurasi sudut pelontar tenis meja ke bawah, masing-masing servo memiliki resolusi perpindahan sebesar 5 derajat seperti yang ada pada tabel di bawah ini.

Servo 1	Servo 2	Sudut Real (Pos. Bawah)
10°	-20°	5°
15°	-25°	10°
20°	-30°	15°
30°	-35°	20°
35°	-40°	25°
40°	-45°	30°
45°	-50°	35°
50°	-60°	40°
60°	-70°	45°

4.1.3 Pengaturan Arah Robot Pelontar Posisi ke kiri

Pada pengujian konfigurasi sudut pelontar tenis meja ke kiri masing-masing servo memiliki resolusi perpindahan sebesar 5 sampai 10 derajat seperti yang ada pada tabel di bawah ini.

Servo 1	Servo 2	Sudut Real (Pos. Kiri)
60°	80°	45°
55°	75°	40°
40°	60°	35°
30°	50°	30°
20°	40°	25°
10°	30°	20°
5°	15°	15°
0°	10°	10°
-5°	5°	5°

4.1.4 Pengaturan Arah Robot Pelontar Posisi ke kanan

Pada pengujian konfigurasi sudut pelontar tenis meja ke kanan masing-masing servo memiliki resolusi perpindahan sebesar 5 sampai 10 derajat seperti yang ada pada tabel di bawah ini

Servo 1	Servo 2	Sudut Real (Pos. Kanan)
60°	80°	45°
55°	75°	40°
40°	60°	35°
30°	50°	30°
20°	40°	25°
10°	30°	20°
5°	15°	15°
0°	10°	10°
-5°	5°	5°

4.2 Perubahan Jarak Terhadap Sudut

Pada pengujian ini bertujuan untuk mengetahui jangkauan jarak gerak parabola dengan sudut θ yang berbeda dan menggunakan kecepatan awal V_0 sebesar 4.598 m/s untuk gerak ke atas dan ke bawah dan begitupun gerak ke kiri dan ke kanan dengan ketinggian awal 0.37 m . Sudut θ yang digunakan mulai dari 5° sampai dengan 45° . Dan berikut ini adalah hasil yang di dapatkan.

4.3 Pengujian Data Jarak

Pada pengujian ini bertujuan untuk menguji spesifikasi fungsional alat pelontar bola tenis meja dengan menggunakan kondisi dan sudut yang berbeda. Pengujian dilakukan untuk mengetahui jarak dari perubahan arah pelontar bola tenis meja. Kondisi yang digunakan yaitu pada saat linear, topspin dan backspin untuk mengetahui perubahan jarak yang dihasilkan.

4.3.1 Pengujian Data Jarak Posisi Atas

Pada pengujian ini bola akan dilontarkan dengan kecepatan linear dengan sudut yang berbeda. Pada pengambilan data jarak kecepatan yang di gunakan sebesar 4.891 m/s untuk pengujian. Dan berikut ini adalah data yang di dapatkan.

Sudut	Kecepatan (m/s)	Jarak berdasarkan rumus (cm)	Jarak Realita (cm)
5 ⁰	4.598	148.3	153
10 ⁰	4.598	164.8	171
15 ⁰	4.598	175.8	175
20 ⁰	4.598	182	188
25 ⁰	4.598	192	192
30 ⁰	4.598	197	194
35 ⁰	4.598	202	212
40 ⁰	4.598	229	217
45 ⁰	4.598	244	221

4.3.2 Pengujian Data Jarak Posisi Bawah

Pada pengujian ini bola akan dilontarkan dengan kecepatan linear dengan sudut yang berbeda. Pada pengambilan data jarak kecepatan yang di gunakan sebesar 4.598 m/s untuk pengujian. Dan berikut ini adalah data yang di dapatkan.

Sudut	Kecepatan (m/s)	Jarak berdasarkan rumus (cm)	Jarak Realita (cm)
5 ⁰	4.598	148.3	Failed
10 ⁰	4.598	164.8	Failed
15 ⁰	4.598	175.8	176
20 ⁰	4.598	182	195
25 ⁰	4.598	192	189
30 ⁰	4.598	197	195
35 ⁰	4.598	202	209
40 ⁰	4.598	229	208
45 ⁰	4.598	244	215

4.3.3 Pengujian Data Jarak Posisi Kiri

Pada pengujian ini bola akan dilontarkan dengan kecepatan linear dengan sudut yang berbeda. Pada pengambilan data jarak kecepatan yang di gunakan sebesar 4.598 m/s untuk pengujian. Dan berikut ini adalah data yang di dapatkan.

Sudut	Kecepatan (m/s)	Jarak berdasarkan rumus (cm)	Jarak Realita (cm)
5°	4.598	148.3	156
10°	4.598	164.8	163
15°	4.598	175.8	165
20°	4.598	182	183
25°	4.598	192	184
30°	4.598	197	195
35°	4.598	202	203
40°	4.598	229	Failed
45°	4.598	244	Failed

4.3.4 Pengujian Data Jarak Posisi Kanan

Pada pengujian ini bola akan dilontarkan dengan kecepatan linear dengan sudut yang berbeda. Pada pengambilan data jarak kecepatan yang di gunakan sebesar 4.598 m/s untuk pengujian. Dan berikut ini adalah data yang di dapatkan.

Sudut	Kecepatan (m/s)	Jarak berdasarkan rumus (cm)	Jarak Realita (cm)
5°	4.598	148.3	140
10°	4.598	164.8	157
15°	4.598	175.8	175
20°	4.598	182	179
25°	4.598	192	184
30°	4.598	197	195
35°	4.598	202	203
40°	4.598	229	Failed
45°	4.598	244	Failed

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan pada robot pelontar bola tenis meja dapat disimpulkan beberapa point sebagai berikut.

1. Pada pengujian pengarahan tembakan bola, Robot pelontar bola dapat di kendalikan dengan pengarahan ke kiri dan kanan begitupun ke atas dan ke bawah dengan kenaikan tiap 5 derajat. Tetapi untuk kedua motor servo memiliki kenaikan yang tidak teratur. Yaitu naik antara 5 derajat sampai dengan 10 derajat.
2. Pada pengambilan jarak dengan kondisi linear, topspin, dan backspin mempunyai data jarak yang tidak terlalu berbeda. Yaitu jarak terjauh ketika gerak ke atas 221 cm dengan sudut 45° , gerak ke bawah dengan 215 cm dengan sudut 45° gerak ke kiri dengan jarak 203 cm dengan sudut 35° dan ke kanan dengan jarak 203 dengan sudut 35° Sedangkan menurut perhitungan

dan berdasarkan rumus. Jarak lontaran terjauh ketika robot bergerak dengan sudut elevasi 45° dan terkecil pada saat sudut 5°



Referensi

- [1] I. Elamvazuthi et al., "Development of an Autonomous Tennis Ball Retriever Robot As an Educational Tool," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 76, no. Iris, pp. 21–26, 2015.
- [2] F. Pendidikan, U. P. Indonesia, J. Setiabudhi, and N. Bandung, "Pengembangan Teknologi Alat Pelontar," vol. 02, no. 02, pp. 51–55, 2017.
- [3] I. Rachman, Sulaiman, and Rumini, "Pengembangan Alat Pelontar Bola Tennis Meja (Robodrill IR-2016) Untuk Latihan Drill Teknik Pukulan Drive Dan Spin," *J. Phys. Educ. Sport.*, vol. 6, no. 1, pp. 50–56, 2017.
- [4] M. F. Ali, C. K. Lam, K. V. Ch'Ng, K. Sundaraj, and W. H. Tan, "Design and development of path planning techniques for a tennis ball retriever robot," *J. Telecommun. Electron. Comput. Eng.*, vol. 10, no. 1–15, pp. 59–65, 2018.
- [5] N. Kusmaedi, *Tennis Meja*. 2003.
- [6] Y. Zhang, Y. Zhao, R. Xiong, Y. Wang, J. Wang, and J. Chu, "Spin observation and trajectory prediction of a ping-pong ball," *Proc. - IEEE Int. Conf. Robot. Autom.*, pp. 4108–4114, 2014.
- [7] A. P. B. Pingpong, "SISTEM KENDALI GERAKAN LENGAN ROBOT PELEMPAR BOLA PINGPONG BERBASIS ARDUINO," vol. 55281, no. 2, pp. 310–315, 2015.
- [8] O. Koç, G. Maeda, and J. Peters, "Online optimal trajectory generation for robot table tennis," *Rob. Auton. Syst.*, vol. 105, pp. 121–137, 2018.
- [9] R. Schneider, L. Lewerentz, K. Lüsrow, M. Marschall, and S. Kemnitz, "Statistical analysis of table-tennis ball trajectories," *Appl. Sci.*, vol. 8, no. 12, pp. 1–18, 2018.
- [10] A. Anarwati and I. Setiono, "RANCANG BANGUN ALAT PEMANTAUAN PENGATURAN KECEPATAN PUTAR MOTOR DC POWER WINDOWS BERBASIS PLC PANASONIC MENGGUNAKAN HUMAN MACHINE INTERFACE (HMI)," *Gema Teknol.*, 2017.
- [11] S. Sudarmanto and A. Cahyani, "Perancangan Sistem Pengendalian Motor Servo pada Robot Berkaki Menggunakan Microcontroller PIC 16F84," *Semin. Nas. Apl. Teknol.*, vol. 2007, no. Snati, pp. 2–5, 2007.
- [12] T. Suwanto, T. Imbang, and A. Samadhi, "Aplikasi Kontrol Sepeda Motor Menggunakan Bluetooth Pada Smartphone Android," *Ilm. widya Tek.*, vol. 14, no. 1, pp. 47 26–31, 2015.