

## Rancang Bangun Mesin Pelontar *Shuttlecock* Otomatis

Muhammad Ridwan<sup>1</sup>, Rianda<sup>2</sup>, Yohannes Chrysostomos Hendro Yuwono<sup>3</sup>

Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Pontianak  
Jl. Jenderal Ahmad Yani, Pontianak 78124, Telp. +62 561 736180, Fax. +62561740143  
<https://polnep.ac.id>

legendridwan88@gmail.com<sup>1</sup>, riandafarhan@gmail.com<sup>2</sup>, yohannes.chy@gmail.com<sup>3</sup>

### ABSTRACT

*This research aims to develop an automatic shuttlecock throwing machine with motion rotation system using ARDUINO UNO REV3 microcontroller, in order to increase the effectiveness of badminton training. In improving players' agility and reflexes, this system is designed to provide a long and accurate pass with a shuttlecock throwing distance of up to 10 meters, adjusting the size of the badminton court. This research includes the stages of searching for current data, detailed design planning, and manufacturing of the machine consisting of two main parts: shuttlecock throwing system and machine rotation system, with the hope that this system can function optimally in supporting badminton players' training.*

**Keywords:** *Badminton Practice, Automatic Shuttlecock Throwing Machine, ARDUINO UNO REV3 microcontroller*

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan mesin pelontar shuttlecock otomatis dengan sistem rotasi gerak menggunakan mikrokontroler ARDUINO UNO REV3, guna meningkatkan efektivitas latihan badminton. Dalam meningkatkan kelincahan dan refleks pemain, sistem ini dirancang untuk memberikan umpan yang jauh dan akurat dengan jarak lontaran shuttlecock mencapai 10 meter, menyesuaikan ukuran lapangan badminton. Penelitian ini mencakup tahap pencarian data terkini, perencanaan rinci desain, dan pembuatan mesin yang terdiri dari dua bagian utama: sistem pelontar shuttlecock dan sistem rotasi mesin, dengan harapan sistem ini dapat berfungsi secara optimal dalam mendukung latihan pemain badminton.

**Kata kunci:** *Latihan Badminton, Mesin Pelontar Shuttlecock Otomatis, mikrokontroler ARDUINO UNO REV3*

### 1. PENDAHULUAN

Badminton adalah olahraga yang sangat disukai. Pemain dari masing-masing tim harus memukul shuttlecock ke arah lawan untuk mendapatkan poin, yang merupakan tujuan utama olahraga ini. Tujuannya adalah untuk memukul shuttlecock hingga melewati jaring pembatas antar tim. Olahraga ini dapat dimainkan satu lawan satu atau dua lawan dua. Untuk mendapatkan hasil terbaik dari permainan badminton mereka, pemain harus melakukan latihan.

Dalam latihan manual, pelatih tidak dapat memukul shuttlecock secara beruntun. Ini karena

ada jeda yang cukup lama antara pukulan dan pola lontaran yang terbatas. Untuk memaksimalkan latihan, pemain harus memiliki keterampilan seperti responsif terhadap shuttlecock, melompat, tetap fokus pada permainan, dan berbagai variasi pukulan. Untuk memaksimalkan proses latihan. Pemain yang mahir membutuhkan pelatih yang terlatih yang dapat memberikan lontaran yang

lebih bervariasi dan jeda antar pukulan yang cepat [1]. Dalam latihan manual, pelatih tidak dapat melakukan pukulan beruntun dengan kecepatan tinggi dan berbagai pola lontaran. Ini mungkin karena kondisi atau performa manusia yang kurang stamina dan fokus saat memberikan umpan. Latihan ini dapat dilakukan dengan

menggunakan mesin pelontar shuttlecock atau menggunakan mesin yang dapat melontarkan shuttlecock dengan tembakan, yang pada nomor 6 memiliki tabung yang dapat menampung hingga 12 shuttlecock [2].

1.1 Tinjauan Pustaka  
Deepandurai et al. (2020) merancang mesin pelontar shuttlecock portable yang menggunakan dua motor DC berkecepatan tinggi untuk memberikan gerakan berosilasi yang presisi, dilengkapi dengan roda yang dapat menyesuaikan diameter bola dan aktuator DC untuk umpan otomatis [3]. Sementara itu, Rodika et al. (2019) mengembangkan robot pelontar shuttlecock yang memungkinkan pemain berlatih secara mandiri tanpa pelatih, dengan konstruksi aluminium dan sistem pneumatic yang dikendalikan oleh mikrokontroler ATmega128 [4]. Khairudin (2016) menganalisis sistem kendali putaran motor DC menggunakan Silicon Controlled Rectifier (SCR), menunjukkan bahwa putaran motor dapat diatur untuk meningkatkan kecepatan berdasarkan tegangan variabel [5]. Farisi (2018) membahas bagaimana perubahan format poin dalam bulutangkis, dari pindah servis ke rally point, telah mempercepat tempo permainan, menuntut pemain untuk melakukan gerakan yang lebih cepat dan kompleks untuk mempertahankan performa di lapangan [6].

### 1.2 Pelontar Bola Shuttlecock

Penelitian yang merancang mesin tembak portable bulutangkis dengan menggunakan dua motor DC yang dipasang roda karet berkecepatan tinggi. Motor kiri berputar unclockwise, sedangkan motor kanan berputar clockwise, yang bersama-sama menghasilkan lontaran shuttlecock ke depan ketika kepala shuttlecock berada di antara kedua motor tersebut. Untuk mencapai hasil yang optimal, desain peletakan motor pelontar kiri dan kanan harus sangat presisi, sehingga roda dapat melontarkan shuttlecock dengan konsisten dan menghasilkan jarak lontaran yang jauh [3].

1.3 Arah Putaran Motor DC (clockwise dan unclockwise)

Penelitian ini menunjukkan bahwa motor DC dapat berputar dalam dua arah, yaitu searah jarum jam dan berlawanan arah jarum jam, yang dapat dimanfaatkan dalam sistem pelontar shuttlecock otomatis untuk menghasilkan variasi

lontaran dari kiri ke kanan dan sebaliknya. Kecepatan putaran motor DC ( $n$ ) dapat diatur melalui tegangan jangkar ( $V_t$ ), tahanan jangkar ( $R_a$ ), dan fluks magnet ( $\phi$ ), serta arah putaran motor dapat diubah dengan mengubah polaritas tegangan. Tingkat RPM motor dapat dihitung dengan rumus  $V_{lin} = 2\pi r \times f$ , dan jarak lontaran dihitung menggunakan persamaan gerak parabola  $X = (V_0^2 \sin^2 \alpha) / g$ , di mana  $X$  adalah jarak lontaran,  $V_0$  adalah kecepatan linier,  $\alpha$  adalah sudut luncur, dan  $g$  adalah gaya gravitasi.

### 1.4 Power Supply

Power supply adalah perangkat keras yang berfungsi untuk menyuplai tegangan langsung ke komponen elektronik data proses (EDP) seperti receiver, transmitter, dan alarm yang membutuhkan tegangan dalam casing [7]. Power supply menerima input berupa arus AC 220 volt dan mengubahnya menjadi tegangan DC 9 volt, dengan proses pengubahan sinyal bolak-balik menjadi sinyal listrik searah (DC) untuk digunakan oleh perangkat tersebut.

### 1.5 Arduino Uno

Arduino Uno adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega328P yang populer dalam proyek elektronik karena memiliki berbagai pin dengan fungsi khusus [8]. Papan ini memiliki 14 pin digital, di mana 6 di antaranya dapat menghasilkan output PWM untuk mengendalikan perangkat seperti motor dan LED. Selain itu, terdapat 6 pin analog untuk membaca nilai dari sensor, pin GND sebagai referensi tanah, dan pin 5V untuk memberi daya pada komponen atau sensor yang membutuhkan tegangan 5V. Pin V<sub>CC</sub> digunakan untuk suplai tegangan antara 7-12V, dan pin Aref berfungsi sebagai referensi tegangan analog. Dalam pengembangan sistem kendali, Arduino Uno R3 sering digunakan bersama dengan komponen tambahan seperti relay untuk menyempurnakan fungsi kontrol.

### 1.6 Motor DC 12 V

Motor DC adalah motor listrik yang bekerja dengan suplai tegangan arus searah untuk mengubah energi listrik menjadi energi gerak mekanik, di mana kumparan medan (stator) dan kumparan jangkar (rotor) memainkan peran utama dalam proses tersebut. Motor ini memiliki tiga komponen utama: kutub medan, yang terdiri

dari kutub utara dan selatan yang berinteraksi untuk menghasilkan perputaran; current elektromagnet atau dinamo, yang menjadi elektromagnet saat arus mengalir dan menggerakkan beban melalui as penggerak; serta commutator, yang berfungsi mentransmisikan arus antara dinamo dan sumber daya. Prinsip kerja motor DC didasarkan pada sifat elektromagnetik, di mana tegangan searah yang cukup akan menyebabkan motor berputar, dan peningkatan tegangan akan meningkatkan kecepatan motor [9]. Arah putaran motor DC juga akan berubah jika polaritas tegangan diubah.

### 1.7 Step Down XL4005

Module Step Down DC to DC seri XL4005 ini bermanfaat untuk menurunkan tegangan DC. Kelebihan module XL4005 ini adalah di kemampuannya menghandel arus cukup besar, hingga 5A. [10].

### 1.8 Gripper Clamp (Gear Pencapit)

Servo motor adalah tipe motor listrik yang dapat di atur gerakannya dengan sangat tepat. Ini memiliki umpan balik yang memberikan informasi tentang posisi dan kecepatan rotor, yang memungkinkan sistem untuk mengatur sudutnya dengan akurasi tinggi. Pada servo gripper clamp, terdapat sistem mekanik yang menjadikannya dapat menghasilkan gerakan buka dan gerakan tutup pada gripper atau genggaman

### 1.9 Motor servo

Motor servo adalah perangkat penggerak yang bekerja dengan sistem kontrol kalang tertutup untuk mengontrol gerakan dan posisi akhir poros motor secara presisi (Ramdan et al., 2022). Sistem ini mendeteksi posisi poros output dan, jika belum mencapai posisi yang diinginkan, akan mengirimkan sinyal kendali untuk menyesuaikan posisinya. Motor servo dapat berputar pada sudut tertentu sesuai perintah yang diberikan melalui sinyal PWM, dengan lebar pulsa yang bervariasi antara 1 hingga 2 milidetik, di mana nilai tengah (1,5 ms) mewakili posisi tengah (0 derajat). Kontroler membandingkan lebar pulsa yang diterima dengan yang diharapkan, kemudian mengirimkan arus listrik ke motor DC hingga posisi yang diinginkan tercapai. Setelah posisi tercapai, arus listrik

dihentikan dan motor berhenti pada posisi tersebut, membuat motor servo ideal untuk aplikasi yang membutuhkan kontrol presisi seperti robotika, kendali posisi, dan perangkat bergerak lainnya [11].

### 1.10 Limit Switch

Limit switch saklar pembatas adalah saklar atau perangkat elektromekanis yang mempunyai tuas aktuator berfungsi sebagai kontak pengubah posisi terminal dari normally open atau NO ke normally close (NC), posisi kontak akan berubah saat tuas actuator terdorong atau tertekan oleh suatu objek pada batas penekanan tertentu yang telah ditentukan dan memutuskan saat kutub tidak ditekan [12].

### 1.11 Relay 2 Channel

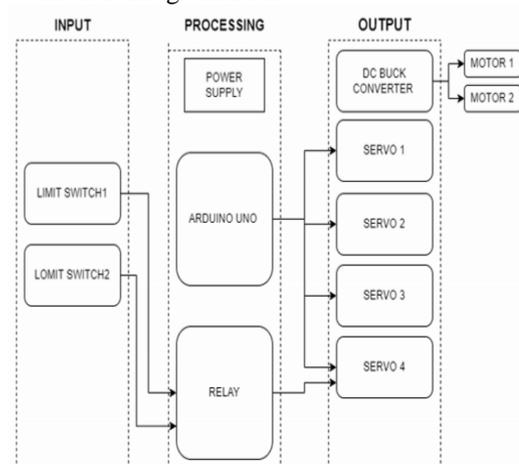
Relay merupakan penggerak kotak saklar atau pintu dengan arus listrik kecil (low power) dapat menghantarkan listrik dengan arus dan tegangan yang lebih tinggi [13].

## 2. METODE

### 2.1 Diagram Blok

Sistem pengumpan pada mesin pelontar shuttlecock otomatis melibatkan beberapa komponen yang disajikan didalam bentuk diagram block yang bisa dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1. Diagram Blok

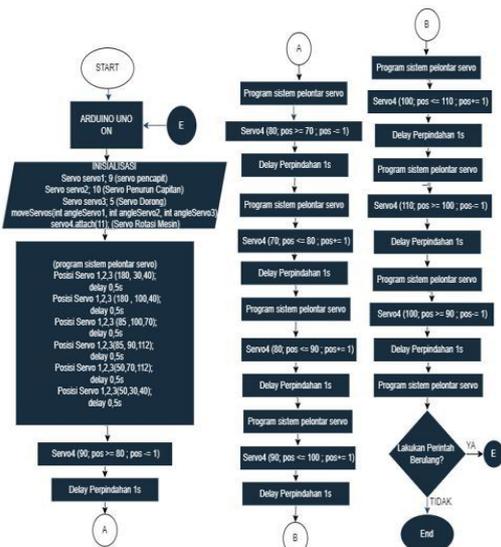


Sistem pengumpan pada mesin pelontar shuttlecock otomatis melibatkan beberapa komponen utama yang bekerja secara terintegrasi. Arduino Uno berfungsi sebagai pengendali utama yang mengatur keseluruhan sistem, didukung oleh power supply yang

menyediakan tegangan stabil. Limit switch digunakan sebagai sensor pengaman untuk gerakan rotasi, sementara relay berfungsi sebagai pengaman rangkaian yang mengontrol servo rotasi (servo 4). DC Buck Converter menurunkan tegangan untuk berbagai komponen seperti servo, relay, dan motor DC, serta mengatur kecepatan putaran motor yang berdampak pada jarak lontaran shuttlecock. Motor DC 1 dan 2, yang berputar berlawanan arah, menghasilkan pola lontaran ketika kepala shuttlecock berada di antara keduanya. Servo 1 berfungsi sebagai pencapit shuttlecock, servo 2 mengeluarkan shuttlecock dari tabung, servo 3 mendorong shuttlecock menuju roda pelontar, dan servo 4 mengatur rotasi arah tembakan shuttlecock.

### 2.2 Flowchart

Gambar 2. Flowchart Sistem

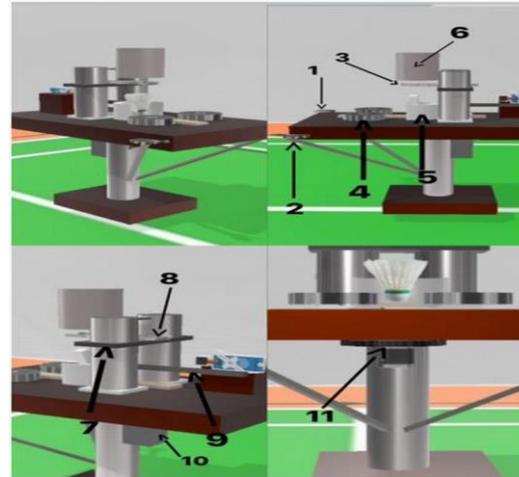


Berdasarkan flowchart pada Gambar 2, sistem dimulai dengan pengguna menekan saklar untuk menghidupkan seluruh sistem, yang mengaktifkan Arduino Uno. Arduino kemudian menginisialisasi pin-pin pada masing-masing servo dan menjalankan program sistem pelontar, di mana servo bekerja secara bersamaan sesuai perintah (angle servo 1, 2, 3). Setelah itu, servo 4 menggerakkan mesin pelontar dari sudut awal 90° ke 70°, kemudian sistem pelontar terus bekerja dengan servo 4 merotasi mesin ke berbagai sudut (60°, 70°, 90°, 100°, 110°) dengan siklus yang berulang, dan delay 3 detik di setiap perpindahan sudut. Siklus ini terus berulang hingga program selesai.

### 2.3 Perancangan Mekanik

Perancangan mesin pelontar shuttlecock otomatis ini terdiri dari dua sistem utama: mekanik dan elektronik. Sistem mekanik dijelaskan melalui penomoran komponen pada Gambar 3.

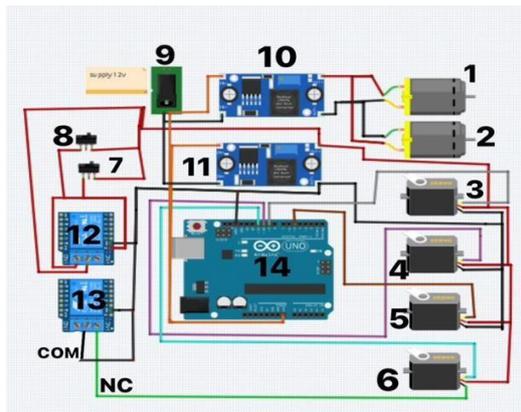
Gambar 3. Sistem Mekanik Mesin Pelontar Shuttlecock Otomatis



Sistem mekanik mencakup sensor limit switch kanan (1) dan kiri (2) yang berfungsi sebagai pengaman rotasi mesin, gear pencapit shuttlecock (3), roda pelontar (4) yang terdiri dari dua motor berkecepatan tinggi, serta tabung penampung shuttlecock (5 dan 6) yang menampung hingga 12 shuttlecock. Papan penyangga (7) menjadi tempat peletakan servo gripper clamp dan servo turun-naiknya (8) yang berfungsi mengeluarkan shuttlecock dari tabung penampung. Tuas pendorong (9) menghubungkan servo dengan tabung penampung untuk memposisikan shuttlecock di roda pelontar, sementara panel box (10) menyimpan semua perangkat elektronik. Servo rotasi mesin (11) mengontrol gerakan rotasi mesin dari 70° hingga 110°, menghasilkan pergerakan dari kiri ke kanan.

### 2.3 Sistem Elektronik

Gambar 4. Sistem Elektronik Mesin Pelontar Shuttlecock Otomatis



Berdasarkan Gambar 4 yang dipaparkan, mesin pelontar shuttlecock otomatis terdiri dari berbagai komponen penting, termasuk dua motor DC yang berfungsi sebagai roda pelontar dengan arah putaran *unclockwise* (1) dan *clockwise* (2). Motor servo digunakan untuk berbagai fungsi, seperti pencapit shuttlecock (3), menggerakkan naik-turunnya pencapit (4), pendorong shuttlecock (5), dan rotasi mesin (6). Sensor limit switch kanan (7) dan kiri (8) digunakan sebagai pengaman rotasi, sementara power supply 12 volt (9) dan DC buck converter (10 dan 11) mengatur tegangan untuk komponen lainnya. Relay (12 dan 13) berfungsi sebagai pengunci dan pemutus/penghubung supply ke servo rotasi, sedangkan mikrokontroler Arduino Uno (14) mengendalikan keseluruhan sistem.

#### 2.4 Cara Kerja Alat

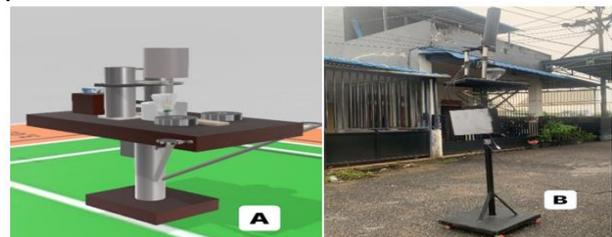
Rancang bangun mesin pelontar shuttlecock otomatis ini bekerja dengan memulai dari saklar ON, yang mengaktifkan dua motor pelontar melalui suplai tegangan 5 volt dari DC buck converter. Sistem pelontar terdiri dari beberapa servo yang berfungsi secara berurutan: servo 1 mencapit kepala shuttlecock, servo 2 mengeluarkan shuttlecock dari tabung, dan servo 3 mendorong shuttlecock ke roda pelontar. Setelah itu, servo 4 mengatur rotasi arah tembakan shuttlecock, dengan sudut tembakan yang diatur dari  $90^\circ$  hingga  $110^\circ$  secara bertahap, dengan jeda perpindahan sudut setiap 3 detik. Mesin ini dirancang untuk melontarkan shuttlecock sejauh 10 meter dengan jeda antara tembakan setiap 3 detik, dan keseluruhan sistem bekerja secara berulang hingga saklar dimatikan. Limit switch digunakan untuk mengamankan sistem rotasi, dengan satu switch ditempatkan di

kiri mesin (sudut servo  $0^\circ$ ) dan satu lagi di kanan mesin (sudut servo  $180^\circ$ ).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil Perancangan Alat

Setelah dilakukan proses perancangan sistem mekanik dan elektronik. Gambar 5 dibawah merupakan hasil dari proses pengerjaan alat yang telah dilakukan. Pada rancang bangun mesin pelontar shuttlecock otomatis.



Gambar 5. Hasil Perancangan Alat Yang Telah Di visualisasikan, a) desain rancangan Mesin pelontar Shuttlecock Otomatis, dan b) hasil dari perancangan yang telah di lakukan setelah melalui tahap proses pembuatan

#### 3.2 Pengujian Lontaran Dengan Sudut Rotasi Servo

Dalam pengujian yang akan dilakukan tegangan supply yang akan diberikan ke roda pelontar sebesar 5Volt dan menghasilkan jarak lontaran se-jauh 6 meter. Dan memasukan 7 buah *shuttlecock* ke dalam tabung pelontar. Dengan urutan sistem kerja servo rotasi yang telah di paparkan pada cara kerja alat.

Tabel 1. Hasil Pengujian Keberhasilan Sudut Lontaran Pada Servo Rotasi (Skenario 1)

Percobaan Shuttlecock Ke	Berhasil/Tidak				
	$70^\circ$	$80^\circ$	$90^\circ$	$100^\circ$	$110^\circ$
1			Berhasil		
2				Berhasil	
3					Berhasil
4				Berhasil	
5			Tidak		
6		Berhasil			
7	Berhasil				

Tabel 2. Hasil Pengujian Keberhasilan Sudut Lontaran Pada Servo Rotasi (Skenario 2)

Percobaan Shuttlecock Ke	Berhasil/Tidak				
	70°	80°	90°	100°	110°
1			Berhasil		
2				Berhasil	
3					Berhasil
4				Tidak	
5			Berhasil		
6	Berhasil	Berhasil			
7	Berhasil				

Berdasarkan dua skenario diatas, dapat disimpulkan bahwa pada setiap pemberhentian rotasi mesin berdasarkan sudut pada servo, sistem pelontar akan bekerja melontarkan shuttlecock. Pergerakan sudut servo rotasi dimulai dari 90°, kemudian bergerak ke 100°, dan berakhir di 110°. Setelah itu, servo kembali bergerak ke 100°, 90°, lalu ke 80° dan 70°, sebelum kembali ke 80° dan 90°. Selanjutnya, sistem rotasi akan berulang mengikuti pola yang sama.

### 3.3 Pengujian Jarak Lontaran Dengan Variasi Tegangan

Variasi tegangan pada pengujian yang akan dilakukan sebanyak 7 variasi tegangan (2-8Volt). Dengan melakukan 3 kali percobaan lontaran Shuttlecock pada setiap tegangan.

Tabel 3. Hasil Pengujian Jarak Lontaran Berdasarkan Tegangan Supply Ke Roda Pelontar

Tegangan (Volt)	Percobaan lontaran shuttlecock ke (Meter)			Hasil (Rata-rata)
	1	2	3	
8	8,3	8	7,7	8,1
7	6	6,5	6,2	6,2
6	5,7	6	6,1	5
5	5,3	6	5,25	4,7
4	4,6	4,7	5	3,1
3	3,2	2,6	3,7	2,6
2	2,7	2,8	2,4	1,6

### 3.4 Pengujian Kecepatan Roda Pelontar

Pengujian dilakukan pada setiap variasi tegangan. Tegangan yang akan di uji 2-8 volt,

dengan menggunakan Alat ukur berupa Tachometer.

Table 4. Hasil Pengujian Kecepatan Putar Motor Berdasarkan Tegangan Supply

Karakteristik Motor DC	
Volt	RPM
2	2050
3	3090
4	4120
5	5130
6	6190
7	7240
8	8220

Dari data di atas di dapatkan penjabaran grafik karakteristik putaran motor DC sebagai roda pelontar.



Gambar 6 Grafik Hasil Pengujian Kecepatan Putar Motor Dc

### 3.5 Hasil Perbandingan Jarak Lontar Shuttlecock

Hasil perbandingan jarak lontaran shuttlecock menunjukkan perbedaan antara hasil perhitungan teoritis dan hasil pengujian praktis yang telah dilakukan. Berdasarkan perhitungan teoritis, jika roda pelontar diberi tegangan 8 Volt, seharusnya menghasilkan jarak lontaran shuttlecock sejauh 11,5 meter. Perhitungan ini didasarkan pada spesifikasi motor DC yang memiliki tegangan maksimal 30V dan kecepatan maksimal 48.000 RPM. Menggunakan rumus: Kecepatan = (Tegangan 2/Tegangan 1) × Kecepatan 1, diperoleh kecepatan motor sebesar 12.800 RPM. Kecepatan linier shuttlecock yang dihitung menggunakan rumus  $V_{lin} = 2\pi rxf$  mencapai 64 m/s dan jarak lontaran shuttlecock yang dihitung dengan rumus  $X = (V_o^2 \sin \alpha) / g$  seharusnya mencapai 6,4 meter. Namun, hasil pengujian praktis menunjukkan bahwa pada tegangan 8 Volt, rata-rata jarak lontaran shuttlecock hanya mencapai 8,3 meter. Perbedaan ini disebabkan oleh desain mekanik kopling motor DC pada roda pelontar yang tidak simetris, sehingga

menghasilkan putaran roda yang tidak sempurna dan mengurangi jarak lontaran yang dihasilkan.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil perancangan yang telah dilakukan, berhasil dikembangkan mesin pelontar shuttlecock otomatis yang berfungsi dengan baik. Sistem pelontar pada mesin mampu melontarkan shuttlecock dengan efektif, dan sistem rotasi bekerja dengan baik, menghasilkan jeda antar lontaran setiap 3 detik. Selain itu, sistem pengaman yang menggunakan relay sebagai kontrol dan limit switch sebagai sensor pengaman gerakan rotasi juga berfungsi dengan baik, memastikan keselamatan dan keandalan operasional mesin.

Pada perancangan alat yang telah dilakukan, terdapat beberapa kekurangan yang perlu diperbaiki. Pertama, jarak lontaran yang tidak konsisten pada tegangan 2-8V disebabkan oleh bentuk kopling yang tidak simetris, sehingga diperlukan desain kopling yang lebih simetris untuk menghasilkan putaran roda yang lebih baik. Kedua, desain sistem penampung perlu diperbaiki agar shuttlecock yang dijatuhkan oleh servo gripperclamp dapat berdiri tegak. Ketiga, desain sistem rotasi harus ditingkatkan agar pergerakan servo rotasi dari satu sudut ke sudut lainnya dapat berlangsung lebih cepat, sehingga jeda antar tembakan menjadi lebih singkat.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. P. G. De Alwis, C. Dehikumbura, M. Konthawardana, T. D. Lalitharatne, and V. P. C. Dassanayake, "Design and Development of a Badminton Shuttlecock Feeding Machine to Reproduce Actual Badminton Shots," in 2020 5th International Conference on Control and Robotics Engineering, ICCRE 2020, 2020. doi: 10.1109/ICCRE49379.2020.9096444.
- [2] D. Agus and D. Pranata, "PROTOTYPE SISTEM PENDETEKSI KEBOCORAN LIQUIFIED PETROLEUM GAS BERBASIS ARDUINO DAN CALL GATEWAY," *Ubiquitous: Computers and its Applications Journal*, 2019, doi: 10.51804/ucaiaj.v2i1.11-20.
- [3] H. Prio, "Sistem Kendali Perangkat Elektronika Berbasis Arduino Mega," *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, no. November, 2017.
- [4] J. T. Nur Dewi Ratih, Bayu Aji Setiawan, "Pemanfaatan E-Ktp Untuk Keamanan Rumah Dan Lingkungan Rukun Tetangga (Rt)," *Seminar Nasional Sistem Informasi 2019*, no. September, 2019.
- [5] K. Deepandurai, S. Abishek, N. Devanandh, and S. Dineshkumar, "Design and fabrication of portable shuttlecock and tennis ball shooting (Training) machine," *International Journal of Scientific and Technology Research*, vol. 9, no. 2, 2020.
- [6] L. Wang, J. Pan, Y. Gao, B. Wang, K. Hong, and X. Chen, "Incipient fault diagnosis of limit switch based on a ARMA model," *Measurement (Lond)*, vol. 135, 2019, doi: 10.1016/j.measurement.2018.11.080.
- [7] M. A. H. Al Farisi, "Model Latihan Kelincahan Bulutangkis," *Jurnal SEGAR*, vol. 7, no. 1, pp. 31–45, 2018, Accessed: Aug. 16, 2024. [Online]. Available: <https://journal.unj.ac.id/unj/index.php/segar/article/view/9201>
- [8] M. Khairudin, Efendi, N. Purwantiningsih, and W. Irawan, "ANALISA SISTEM KENDALI PUTARAN MOTOR DC MENGGUNAKAN SILICON CONTROLLED RECTIFIERS," *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, vol. 13, no. 1, 2016, doi: 10.23887/jptk.v13i1.6847.
- [9] M. U. Aslam, A. Bashir, W. U. Draz, H. M. Mahmood Raja, and Kamran, "Optimized Shuttlecock Propulsion Machine to Facilitate Badminton Training," in 1st International Conference on Electrical, Communication and Computer Engineering, ICECCE 2019, 2019. doi: 10.1109/ICECCE47252.2019.8940685.
- [10] O. Ahmed, A. Elnady, and S. Abdrabbo, "System Identification and Optimal PI Controller of R/C Servo Motors," *Scientific Journal of October 6 University*, vol. 3, no. 2, 2016, doi: 10.21608/sjou.2016.31771.
- [11] R. D. Hall and W. J. Konstanty, "Commutation of dc motors operated at reduced field current," in *IEEE Conference Record of Annual Pulp and Paper Industry Technical Conference*, 2009. doi: 10.1109/PAPCON.2009.5185414.
- [12] R. Rodika, J. Jamalludin, H. Handriko, A. Priyambudi, and A. Pranata, "Rancang Bangun Robot Pelontar Shuttlecock," *Manutech : Jurnal Teknologi Manufaktur*, vol. 9, no. 01, 2019, doi: 10.33504/manutech.v9i01.35.
- [13] Suwitno, "Mendesain Rangkaian Power Supply pada Rancang Bangun Miniatur Pintu Garasi Otomatis.," *Journal of Electrical Technology*, vol. 1, no. 1, 2016.