

Perancangan Mesin Pelontar Bola Tennis Berbasis Remote Control

Abdul Tahir¹, Musakirawati Musakirawati²

^{1,2}Perbaikan Dan Perawatan Mesin, Akademi Teknik Sorowako, Sorowako, Indonesia

Email: ¹abdultahir@ats-sorowako.ac.id, ²musakirawati@ats-sorowako.ac.id

Abstract

All of tennis athletes can play tennis properly because they practice for hours, months and even years. There are many ways that can be done to practice playing tennis, namely by using a wall or with the help of a ball throwing machine. Several tennis ball throwing machines developed by researchers have been found, although they are not optimal. Basically, the principle of throwing a tennis ball is almost the same as throwing a table tennis ball, namely using an electric motor as a trigger for the throwing motion. For reference and source of knowledge, the researchers conducted a perc ejection machine by combining a machine with a joystick-based remote control using an Arduino type microcontroller, an electric motor type driving motor. With this combination the machine can be adjusted for vertical and horizontal movement and can adjust the speed of the ejector by programming on the side of the microcontroller. The results of the design are drawings of arrangement, drawings of parts, sizes and materials used and drawings of a three-dimensional machine with a size of 100 cm x 70 cm x 140 cm.

Keywords: Tennis, Microcontroller, Machine, Ball, Design.

Abstrak

Para allit tennis lapangan dapat bermain tennis dengan benar karena melakukan latihan berjam-jam, berbulan- bulan bahkan bertahun-tahun. Banyak cara yang dapat dilakukan untuk dapat berlatih bermain tennis yakni dengan menggunakan dinding tembok atau dengan bantuan mesin pelontar bola. Beberapa mesin pelontar bola tennis yang dikembangkan para peneliti banyak ditemukan meskipun belum maksimal. Pada dasarnya prinsip pelontar bola tennis hampir sama dengan pelontar bola tenis yakni menggunakan penggerak motor listrik sebagai pemicu gerakan melontar. Untuk memperkaya referensi dan sumber pengetahuan peneliti melakukan percangan mesin pelontar dengan melakukan kombinasi mesin pelontar dengan pengendalian jarak jauh berbasis joystick menggunakan perangkat mikrokontroller jenis arduino dan motor penggerak tipe motor listrik dc. Dengan kombinasi ini mesin dapat diatur untuk gerakan arah vertikal dan horisontal serta dapat mengatur kecapatan pelontar dengan melakukan pemrograman pada sisi mikrokontroller. Hasil dari rancangan berupa gambar susunan, gambar bagian, ukuran dan bahan material yang digunakan dan gambar mesin tiga dimensi dengan ukuran 100 cm x 70cm x 140 cm.

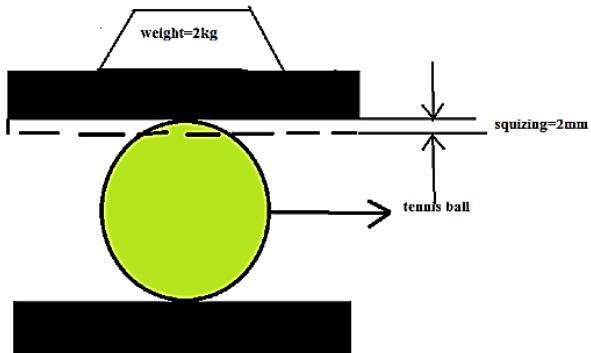
Kata Kunci: Tennis, Mikrokontroller, Mesin, Bola, Pelontar

1. PENDAHULUAN

Permainan bola tennis lapangan dimainkan oleh semua kalangan masyarakat. Permainan bola tennis dimainkan pada lapangan dengan ukuran berbeda untuk permainan tunggal dan ganda. Untuk permainan tunggal ukuran lapangan adalah panjang 23,77 meter dan lebar 8,23 meter. Untuk permainan ganda ukuran panjang 23,77 meter dan lebar 10,97 meter. Untuk jenis lapangan tenis dibedakan dalam tiga jenis yaitu lapangan dari semen, rumput, dan tanah liat. Peralatan utama yang digunakan dalam bermain tennis adalah raket. Raket pertama kali diperkenalkan di abad ke-15 tepatnya di negara Italia,

dan selanjutnya digunakan secara bersama-sama oleh masyarakat dunia. Selain raket, peralatan utama tennis lapangan adalah bola. Bola yang digunakan di dalam tennis lapangan didesain khusus dibuat memiliki garis lengkung yang terhubung dari ujung satu ke ujung lainnya. Ketentuan lain terkait bola tennis adalah memiliki garis tengah penampang berdiameter 63,50 - 66,77 mm dan memiliki berat antara 56,70 - 58,48 gram. Perlengkapan terakhir yang sangat penting dalam permainan tenis lapangan adalah Net. Net memiliki material yang kaku dan dianyam membentuk pola kotak-kotak. Umumnya net pada tenis lapangan dibuat rendah dan menyentuh permukaan lapangan. Net lapangan tennis memiliki sejumlah syarat atau ketentuan yaitu terbuat dari benang berwarna hijau tua atau hitam. Tiang penyangga net memiliki tinggi sekitar 106,7 cm dengan tinggi net sekitar 91,4 cm. Tiang net dipasang di pinggir lapangan dengan jarak 91,4 cm dari garis samping lapangan (Abdhul, 2021). Teknik dasar dalam permainan tenis sangat ditentukan oleh sikap badan dan cara memegang raket. Memegang raket tennis menggunakan teknik khusus, para ahli membaginya dalam empat cara yaitu *Eastern Grip*, *Continental Grip*, *Western Grip*, dan *Western Grip*. Untuk teknik pukulan bola dibagi menjadi 3 cara yaitu pukulan *Service*, pukulan *Forehand/Backhand*, dan pukulan *Volley*. Dalam praktiknya pukulan *Service* merupakan pukulan awal yang harus dipelajari oleh pemain pemula, terdapat tiga jenis pukulan *Service* yang distandarkan yaitu jenis *slice*, *flat*, dan *twist*. Menurut (Malo & Nurhidayat , 2021), pukulan jenis *flat* paling banyak digunakan oleh pemain.

Untuk dapat bermain tennis dengan benar dibutuhkan waktu latihan berjam-jam, berbulan- bulan bahkan bertahun-tahun, selain itu dalam bermain tennis dibutuhkan lawan pasangan untuk dapat berlatih. Namun saat ini banyak cara yang bisa dilakukan untuk dapat berlatih meskipun tidak memiliki lawan berlatih yaitu dengan menggunakan dinding tembok atau dengan bantuan mesin pelontar bola. Dengan menggunakan mesin pelontar bola maka akan dapat membantu proses latihan atlet tennis lapangan menjadi lebih baik dan efisien (Sukardi, Muzhar, & Pulungan, 2021). Mesin pelontar bola tennis yang dikembangkan para peneliti banyak ditemukan meskipun belum maksimal. Pada dasarnya prinsip pelontar bola tennis hampir sama dengan pelontar bola tenis meja yakni menggunakan penggerak motor listrik sebagai pemicu gerakan melontar (Anugrah, Yudha, Riyanta, & Susetyorini, 2022). Mesin Pelontar bola tennis membutuhkan motor listrik yang memiliki torsi lebih besar, hal ini disebabkan karena bola tennis lebih berat dari bola tennis meja. Mesin pelontar bola tennis dengan kendali aplikasi berbasis android dikembangkan peneliti untuk meningkatkan efisiensi latihan para atlet. Komponen utama yang dipakai mesin pelontar jenis ini adalah perangkat mikrokontroler jenis arduino uno dan perangkat koneksi ke handphone berupa bluetooth (Amni, Ruhayati, & Sultoni, 2017). Pemilihan motor pelontar perlu dipertimbangkan untuk mendapatkan kualitas pelontar dengan kecepatan sesuai yang diharapkan, karena kecepatan bola dapat mencapai 120 km/jam, selain itu desain roda pelontar juga menjadi hal yang harus diperhatikan dengan mengatur kombinasi putaran roda atas dan roda bawah, serta pemberian jarak yang cukup untuk gerakan bola, Penelitian oleh (Kattimani, Raza, & Ameer, 2020) memberikan jarak maksimal 2 cm untuk kebebasan seperti gambar 1 berikut ini



Gambar 1. Bola dan Jarak Kebebasan gerakan

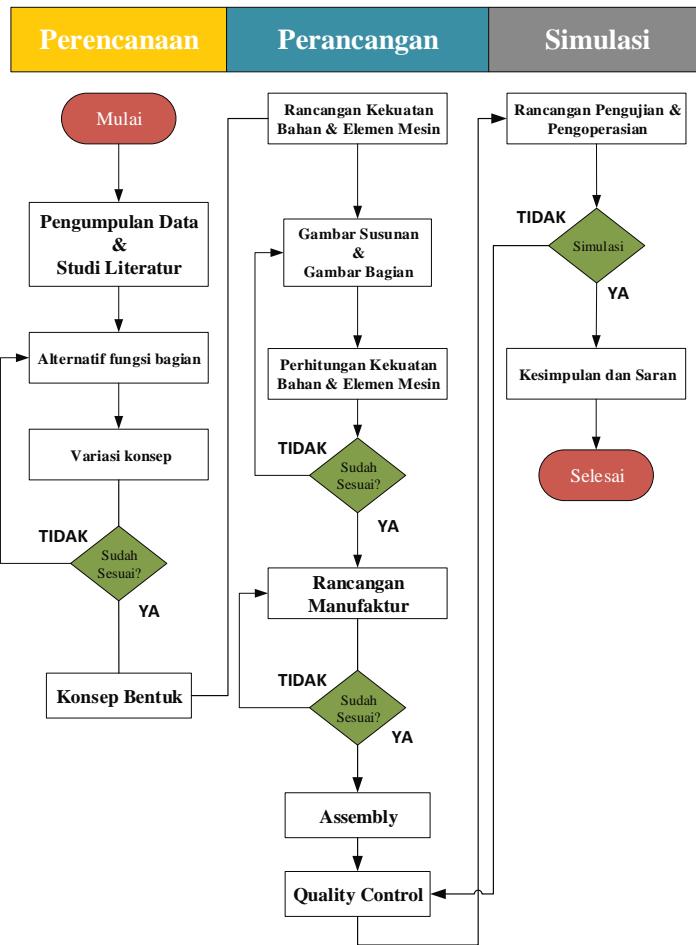
Minimnya alat pelontar bola tennis membuat beberapa peneliti mencoba merancang dan membuat alat kombinasi antara pelontar bola tennis dan *shuttlecock* bulu tangkis (Deepandurai, Abishek, & Devanandh, 2020), alat ini dilengkapi dengan *actuator* untuk mengendalikan gerakan *shuttlecock* dan bola tennis tiap tiga detik. Alat ini mampu menghasilkan kecepatan masing-masing yaitu *shuttlecock* sebesar 5,1 m/s bola tenis adalah 3,1 m/s dengan sudut elevasi 30°.

Untuk memperkaya referensi dan sumber pengetahuan peneliti melakukan percangan mesin pelontar berbasis arduino mega dengan kombinasi mesin pelontar dengan pengendali jarak jauh, mesin dapat diatur dengan gerakan arah vertikal dan horisontal serta mengatur kecapatan pelontar dengan menggunakan pemrograman pada sisi microkontroller.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dilakukan dengan mengidentifikasi masalah yang terjadi dilapangan serta melalui observasi dan juga study literatur. Perancangan dilanjutkan dengan membuat daftar tuntutan, pembagian fungsi bagian, alternatif fungsi bagian, dan penilaian alternatif. Hasil penilaian alternatif adalah konsep rancangan sebagai pemecahan masalah yang terjadi. Setelah konsep rancangan didapatkan maka dilanjutkan dengan pembuatan rancangan. Adapun diagram proses tahap-tahap perancangan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 2 Tahap-tahap perancangan

2.2 Daftar Tuntutan

Perancangan dilakukan dengan penetapan daftar tuntutan yang harus dipenuhi. Ini dilakukan agar mesin yang dirancang dapat berfungsi dengan maksimal (Erlangga & Setiawan, 2013), daftar tuntutan menjadi dasar dalam pemberian bobot untuk setiap alternatif fungsi bagian. Berikut diberikan daftar tuntutan yang diperlukan untuk mendapatkan rancangan terbaik.

- 1) Bahan ringan dan kuat yaitu mesin dapat dipindahkan tanpa menggunakan alat transportasi seperti mobil dan sejenisnya.
- 2) Kebutuhan bahan dan material mudah didapatkan dan tersedia secara local.
- 3) Hasil rancangan harus mudah di implementasi dalam pembuatan mesin
- 4) Mesin yang dibuat dari rancangan ini nantinya mudah dirakit atau bongkar pasang
- 5) Mesin yang dibuat dari rancangan ini nantinya mudah dirawat, artinya mesin yang dirancang memiliki kemudahan dalam perawatan
- 6) Mesin yang dibuat dari rancangan ini nantinya mudah dijalankan , aman, dan dapat dikendalikan dari jarak jauh tanpa harus menyentuh mesin tersebut.

2.3 Pembagian Fungsi

Pembagian fungsi pada setiap bagian dilakukan untuk menghasilkan solusi terbaik. Bagian-bagian mesin yang dirancang diidentifikasi dan diuraikan masing-masing seperti tabel berikut ini.

Tabel 1. Pembagian Fungsi

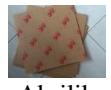
No.	Komponen Utama	Fungsi Komponen
1.	Pelontar Bola	Berfungsi sebagai pelontar bola tennis dengan sistem kendali jarak jauh
2.	Penggerak Arah Horizontal	Berfungsi sebagai penerus putaran dari motor untuk pergerakan <i>horizontal</i> melingkar dengan sudut 0 sampai 30° dan 0 sampai -30°
3.	Penggerak Arah Vertikal	Berfungsi sebagai penerus putaran dari motor untuk pergerakan <i>vertical</i> melingkar dengan sudut 0 sampai 15° atau 0 sampai -15°
4.	Pengontrol Mesin (perangkat arduino)	Berfungsi sebagai pengendali mesin pelontar
5.	Pengontrol Penggerak	Berfungsi sebagai pengubah energi listrik menjadi energi putar/gerak untuk mengendalikan transmisi penggerak horizontal melingkar maupun vertikal melingkar.
6.	Penampung Bola	Berfungsi sebagai tempat penampungan bola tennis yang akan dilontarkan secara teratur, bagian ini berada pada posisi paling atas dari semua komponen.
7.	Body Mesin	Memiliki fungsi sebagai penahan, penopang serta dudukan dari semua komponen mesin. Oleh karena itu konstruksi rangka harus dibuat kokoh dan kuat baik dari segi bentuk serta dimensinya, sehingga dapat meredam hentakan pada saat bola dilontarkan.

2.4 Alternatif Fungsi Bagian

Alternatif fungsi bagian ini sebagai bentuk lain terhadap fungsi yang sudah ada dengan tujuan menghasilkan sejumlah alternatif dari fungsi bagian termasuk kelebihan dan kekurangannya. Pada alternatif fungsi bagian, diuraikan setiap fungsi dengan diberikan alternatif konsep bertujuan untuk mencari fungsi yang paling optimal berdasarkan parameter penilaian yang diberikan, terdapat tiga alternatif kombinasi yang diberikan sebagai mana yang diperlihatkan pada tabel 2. Selanjutnya dipilih alternatif yang paling sesuai dengan memperhatikan faktor : harga, berat, ketersediaan, perawatan, dan pengoperasian.

Tabel 2. Alternatif Fungsi Bagian

No	Fungsi Bagian	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
1	Pelontar Bola	 Roda Pneumatik	 Motor BLDC	 Roda Pemutar
2	Penggerak /Transmisi	 Roda Gigi	 Chain Sprocket	 Chain Sprocket
3	Pengontrol Mesin	 Push Button	 Joystick	 Handphone

4	Pengontrol Penggerak	 Motor Listrik AC	 Motor Listrik DC	 Motor Bakar
5	Penampung Bola	 Circle Hopper	 Sphere Hopper	 Deep Hopper
6	Bahan Body Mesin	 Kayu	 Plat Besi	 Akrilik

2.5 Kombinasi Fungsi Bagian

Berdasarkan alternatif fungsi bagian pada tabel 2 maka tabel 3 berikut ini adalah kombinasi dari alternatif fungsi yang akan menghasilkan variasi konsep rancangan, Penyusunan konsep rancangan diperlukan dalam suatu perancangan produk agar didapatkan model rancangan yang ideal (Romiyadi, 2018) .

Tabel 3. Kombinasi Fungsi Bagian

No	Fungsi Bagian	Alternatif 1	Alternatif 1	Alternatif 1
A	Pelontar Bola	A1	A2	A3
B	Penggerak /Transmisi	B1	B1	B3
C	Pengontrol Mesin	C1	C2	C3
D	Pengontrol Penggerak	D1	D2	D3
E	Penampung Bola	E1	E2	E3
F	Bahan Body Mesin	F1	F2	F3

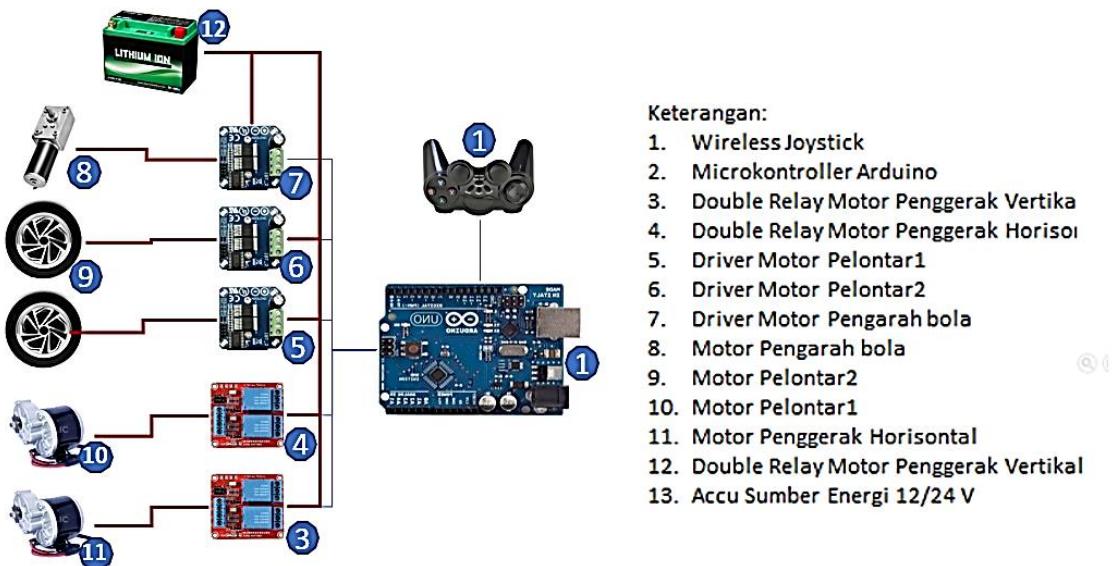
Dari hasil kombinasi fungsi bagian diatas proses untuk mendapatkan variasi konsep dilakukan dengan metode morfologi (Rahmayanti, Meilani, Zadry, & Saputra, 2018). Didapatkan 3 variasi konsep rancangan yang dapat dipilih untuk mendapatkan rancangan yang sesuai. Variasi kosep tersebut adalah :

1. **Variasi Konsep 1 : A3-B3-C3-D2-E2-F1**
2. **Variasi Konsep 2 : A3-B2-C1-D2-E2-F3**
3. **Variasi Konsep 3 : A2-B2-C2-D2-E3-F2.**

Dari ketiga variasi konsep yang didapatkan selanjutnya dipilih variasi yang paling sesuai dengan tetap memperhatikan faktor harga, berat, ketersediaan, perawatan, dan pengoperasian. Dalam hal ini peneliti memilih Variasi Konsep 3 untuk dilanjutkan dalam perancangan mesin.

Perencanaan sistem kendali

Gambar 3 berikut ini adalah rancangan diagram pengendali mesin pelontar dengan input dari *wireless joystick* yang dapat mengendalikan 4 jenis motor yang berbeda secara terpisah



Gambar 3. Diagram Pengendali Mesin Pelontar

Fungsi masing masing perangkat dari pengendali seperti tabel 4 berikut.

Tabel 4. Fungsi Perangkat Pengendali

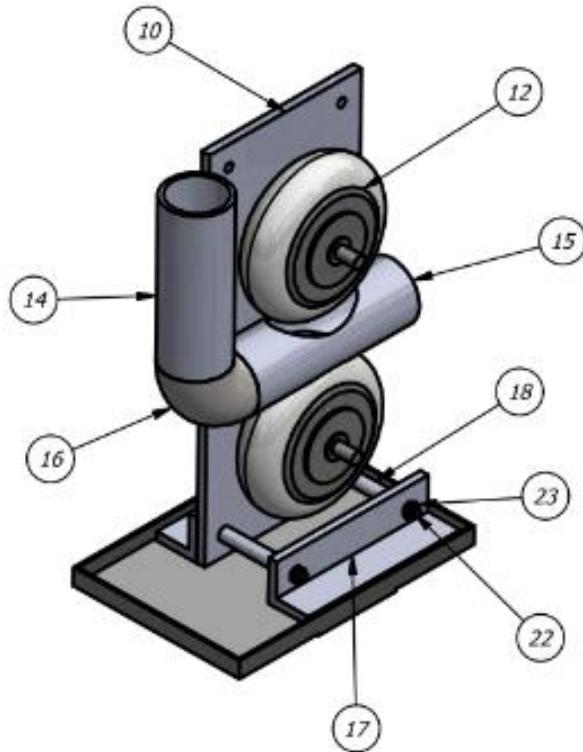
No	Nama	Fungsi
1	Wireless Joystick	Sebagai perangkat input untuk perintah gerakan mesin
2	Microkontroller Arduino	Sebagai pusat pengendali
3	Double Modul relay 1	Mengaktifkan motor penggerak horisontal
4	Double Modul relay 2	Mengaktifkan motor penggerak horisontal
5	Driver Motor 1	Mengaktifkan dan Menagtur putaran Motor pelontar1
6	Driver Motor 2	Mengaktifkan dan Menagtur putaran Motor pelontar1
7	Driver Motor 3	Mengaktifkan dan Menagtur putaran Motor Pengarah bola
8	Motor Pengarah	Mengarahkan bola agar jatuh ke unit pelontar
9	Motor BLDC	Melontarkan bola keluar pelontar
10	Motor BLDC	Melontarkan bola keluar pelontar
11	Motor DC	Menggerakan motor bolak balik arah horisontal
12	Aki 12 V	Sumber energi Mesin pelontar

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam proses desain, penulis juga melakukan analisis kebutuhan material yang terdiri dari ukuran dan jenis material.

3.1 Bagian Pelontar Bola

Komponen utama dari bagian ini adalah motor dan pipa pengarah, selengkapnya seperti gambar 4.



Gambar 4. Bagian Pelontar Bola

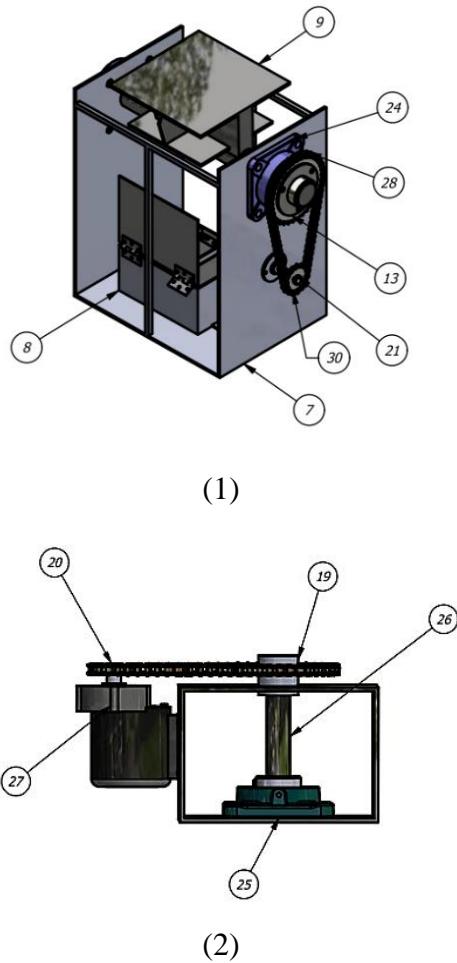
Tabel 5 dibawah ini berisi nama-nama bagian dari pelontar bola yang terdiri dari nama bagian, ukuran dan jenis bahan yang digunakan

Tabel 5. Keterangan Bagian Pelontar Bola

No. Bagian	Keterangan	Ukuran	Bahan
10	Penyangga Roller/motor	195 x 10 x 451	Mild Steel
12	Roller/Motor pelontar	Ø166 x 120	Rubber
14	Pipa PVC pengarah bola	Ø62 x 10	Plastic
15	Pipa PVC pengarah bola	Ø62 x 10	Plastic
16	Elbow 90 derajat	Ø62 x 10	Plastic
17	Besi Siku (Angel)	L50 x 50 x 5 x195	Mild Steel
18	Bush Penahan	Ø15 x 70	Mild Steel
22	Baut	M10 x 100	Mild Steel
23	Mur	M10 x 5	Mild Steel

3.2 Bangian Penggerak Pelontar vertikal dan horisontal

Komponen utama dari bagian ini adalah hubungan rantai, sproket, dan poros penahan. Selengkapnya seperti gambar 5 berikut ini.



Gambar 6. Bagian Penggerak Pelontar Vertikal (1) dan Horisontal (2)

Tabel 6 dibawah ini berisi nama-nama bagian dari penggerak pelontar bola yang terdiri dari nama bagian, ukuran dan jenis bahan yang digunakan.

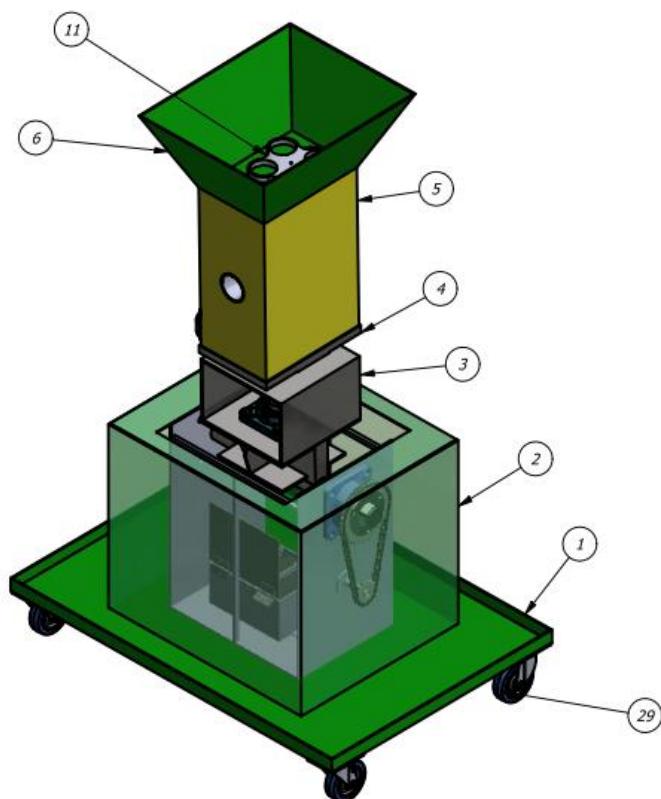
Tabel 6. Keterangan Bagian Penggerak Pelontar

No. Bagian	Keterangan	Ukuran	Bahan
7	Penyangga Mesin	300 x 200 x 400	Mild Steel
8	Box Aki	276 x 160 x 110	SS Flate
9	Dudukan Poros	553 x 250 x 150	Mild Steel
13	Flange	$\varnothing 2 \frac{3}{4}''$ x 181	Mild Steel
21	Bush poros 1	$\varnothing 18$ x 70	Mild Steel
24	Housing	143 x 143 x 50	Mild Steel
28	Sprocket 1	$\varnothing 140$ x 7	Mild Steel
30	Sprocket 2	$\varnothing 51$ x 7	Mild Steel
19	Bush poros atas	$\varnothing 50$ x 50	Mild Steel

20	Bush poros 2	$\varnothing 18 \times 25$	Mild Steel
25	Housing	138 x 138 x 38	Mild Steel
26	Poros Vertikal	$\varnothing 30 \times 203$	Mild Steel
27	Motor Penggerak	-	-

3.3 Hasil Rancangan

Hasil rancangan 3D dengan ukuran 100 cm x 70cm x 140 cm secara utuh diperlihatkan seperti gambar 7 dibawah ini.



Gambar 7. Hasil rancangan 3D

Adapun bagian-bagian dari rancangan mesin pelontar yang dihasilkan diuraikan pada tabel 7 sebagai berikut :

Tabel 7. Bagian-Bagian Utama Mesin Pelontar

No. Bagian	Nama Bagian
1	Landasan Mesin
2	Cover Mesin
3	Coper Poros
4	Dudukan Penyangga Roller
5	Cover Roller
6	Penampung Bola
11	Pengarah Bola

4. KESIMPULAN

Telah dirancang sebuah mesin pelontar bola tennis dengan pelontar menggunakan dua buah motor dc jenis bldc. Gerakan mesin pada sisi pengarah bola menggunakan motor listrik dc type gearbox. Untuk mengatur kecepatan bola dan arah lontaran bola dapat dilakukan melalui perangkat pengendali menggunakan rangkaian mikrokontroller dan *wireless joystic*. Mesin yang dirancang memiliki dimensi 100 cm x 70cm x 140 cm.

REFERENCES

- Abdhul, Y. (2021, 9 8). *Deepublish*. (Deepublish) Dipetik 7 1, 2022, dari <https://penerbitbukudeepublish.com/>
- Amni, H., Ruhayati, Y., & Sultoni, K. (2017). Pengembangan Teknologi Pelontar Bola. *Jurnal Terapan Ilmu Keolahragaan*, 2(2), 18-24.
- Anugrah, F., Yudha, K., Riyanta, B., & Susetyorini, J. T. (2022). Pembuatan robot pelontar bola tenis meja low budget untuk meningkatkan kompetensi atlet tenis meja di kabupaten blora. *Humantech, Jurnal Ilmiah Multi Disiplin Indonesia*, 1(6), 817-823.
- Deepandurai, K., Abishek, S., & Devanandh, N. (2020). Design And Fabrication Of Portable Shuttlecock And Tennis Ball Shooting (Training) Machine. *International Journal Of Scientific & Technology Research*, 9(2), 1093-1095.
- Erlanggaa, Y. Y., & Setiawan, H. (2013). Perancangan Mesin Pengolah Air Bersih Bergerak Dengan Menggunakan Sistem Modular Untuk Penaggulangan Keadaan Darurat Air. *IRWNS*, 278-285.
- Kattimani, M. A., Raza, A., & Ameer, S. (2020). Design and Fabrication of Cricket Ball Launching Machine. *Journal of Industrial Engineering and Its Applications*, 4(3), 19-31.
- Malo , F. A., & Nurhidayat . (2021). Survei Kemampuan Pukulan Servis Pada Mahasiswa Ukm Tenis. *Journal of Innovation Research and Knowledge*, 1(5), 845-854.
- Rahmayanti, D., Meilani, D., Zadry, H. R., & Saputra, D. A. (2018). *Perancangan Produk dan Aplikasinya*. Padang: Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LPTIK),Universitas Andalas.
- Romiyadi. (2018). Perancangan dan Pembuatan Mesin Peniris Minyak Menggunakan Kontrol Kecepatan. *Jurnal Teknik Mesin Institut Teknologi Padang*, 8(1), 5-10.
- Sukardi, Muzhar, I., & Pulungan, A. B. (2021). Pelontar Bola Tenis Lapangan Otomatis Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional*, 7(1), 100-113.