

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tenis meja atau yang kita kenal dengan pingpong merupakan salah satu permainan olahraga yang menggunakan bola dan bet sebagai raketnya serta meja yang dirancang khusus sebagai lapangan permainannya. Tennis meja merupakan salah satu jenis olahraga raket yang dimainkan oleh dua pemain dalam kategori tunggal atau dua pasangan dalam kategori ganda. Permainan ini menggunakan bola ringan berukuran kecil yang dipantulkan di atas meja dengan bantuan raket khusus yang dikenal sebagai bet. Olahraga ini menuntut kemampuan refleksi cepat, koordinasi antara mata dan tangan, kelincahan, serta penerapan strategi yang baik. Dalam dunia pendidikan dan lingkungan klub olahraga, tennis meja dianggap efektif untuk melatih keterampilan motorik serta menanamkan nilai-nilai sportivitas kepada peserta didik. Olahraga tennis meja berbeda-beda pada setiap orang, dan pembinaan serta latihannya akan berbeda-beda tergantung program latihan yang diberikan pelatih kepada para pemainnya (Andi Kasanrawali, S.Pd., 2020).

Setiap orang bermain tennis meja dengan cara yang berbeda, dan cara mereka dilatih juga berbeda tergantung pada rencana latihan pelatih mereka. Dalam proses pelatihan, keberadaan rekan bermain atau pelatih yang aktif menjadi faktor penting untuk menciptakan pola latihan yang bervariasi dan efektif. Namun, dalam praktiknya, latihan sering kali menghadapi sejumlah kendala, salah satunya terkait keterbatasan tenaga dari pelatih atau lawan main. Kelelahan fisik dari pelatih atau lawan latihan juga kerap menjadi hambatan dalam menjaga intensitas dan kualitas latihan dalam waktu yang lama. Seiring berjalannya waktu, akurasi pukulan pelatih cenderung menurun akibat kelelahan, yang berdampak langsung pada kualitas umpan yang diberikan kepada pemain. Ketika pelatih mulai kelelahan, efektivitas latihan pun menurun karena bola yang dilontarkan tidak lagi konsisten dalam hal arah maupun kecepatan. Selain itu, metode latihan manual seperti ini tidak selalu mampu memberikan variasi latihan yang cukup, padahal variasi tersebut sangat penting untuk mengasah berbagai aspek permainan seperti

kecepatan, ketepatan, reaksi, serta strategi permainan yang lebih kompleks (Putra, 2024).

Dalam beberapa dekade terakhir, teknologi robotika telah mengalami kemajuan yang signifikan, dengan salah satu penerapan yang menarik ditemukan dalam bidang olahraga, khususnya permainan pingpong. Salah satunya adalah robot pelontar bola pingpong yang mampu memberikan repetisi latihan dengan kecepatan dan arah yang dapat diatur (Al Bukhoriansyah et al., 2021). Skripsi ini mengusulkan perancangan sebuah robot training pelontar bola pingpong berbasis mikrokontroler, yang dilengkapi dengan sistem pengendali berupa *joystick*. Tujuan dari pembuatan robot pelontar bola pingpong adalah untuk meningkatkan efisiensi latihan dan kompetisi dengan melempar bola secara akurat ke berbagai arah. Dengan *joystick* tersebut, pelatih atau lawan main dapat mengatur arah lemparan dan kecepatan bola sambil duduk atau dalam posisi santai, tanpa perlu ikut bermain secara aktif. Hal ini memungkinkan pelatih untuk fokus pada pengamatan teknik pemain dan memberi arahan secara langsung, sembari tetap mengatur dinamika latihan. Dengan demikian, latihan dalam olahraga tenis meja menjadi lebih fleksibel, efisien, dan bervariasi dengan adanya teknologi robot pelontar bola yang dapat dikendalikan secara manual menggunakan *joystick*.

Dalam rancangan ini, pengendali stik berkomunikasi secara nirkabel dengan unit robot menggunakan komunikasi serial berbasis protokol UART (*Universal Asynchronous Receiver Transmitter*) melalui *Bluetooth* internal ESP32. Penggunaan modul *Bluetooth* sebagai penghubung komunikasi antara stik dan robot pelontar memberikan kemudahan bagi pelatih untuk mengatur arah dan kecepatan secara *real-time* tanpa kabel, sehingga sistem lebih fleksibel dan ringkas. Komunikasi UART memungkinkan pertukaran data yang stabil dan cukup cepat untuk kebutuhan kendali arah dan kecepatan motor. Data seperti posisi *joystick* (untuk arah lemparan) dan nilai potensiometer (untuk kecepatan) dikirim dalam format string sederhana melalui *Bluetooth* ke mikrokontroler penerima pada robot. Data ini kemudian diproses untuk mengontrol motor pengarah dan pelontar bola secara presisi. Dengan metode ini, alat pelontar bola dapat dikendalikan secara dinamis tanpa keterbatasan gerak, memberikan kontrol penuh kepada pelatih dari jarak tertentu (Gustiana et al., 2023).

Alat pelontar bola pingpong telah banyak dikembangkan dengan bentuk dan fungsi dasar yang serupa, namun sebagian besar alat-alat tersebut masih mengandalkan sistem kontrol manual yang sederhana dan tidak dilengkapi dengan pengendali arah yang fleksibel. Dalam implementasinya, alat pelontar yang tersedia di pasaran umumnya hanya mampu menembakkan bola ke satu arah tetap atau maksimal dua arah yang berjalan secara berulang dan otomatis, tanpa kemampuan untuk merespons atau menyesuaikan arah secara *real-time* sesuai kebutuhan pemain. Tidak adanya sistem pengatur arah menyebabkan alat tersebut kurang dinamis dan terbatas dalam menciptakan variasi latihan, sehingga pengguna hanya dapat menerima pola tembakan yang monoton dan kurang menantang. Hal ini tentu menjadi kendala tersendiri bagi pemain yang ingin mengembangkan kemampuan refleks, adaptasi, dan strategi bermain yang lebih kompleks. Oleh karena itu, dibutuhkan inovasi teknologi berupa sistem pelontar yang dapat dikendalikan secara nirkabel dan responsif, salah satunya dengan menerapkan *joystick* sebagai alat input utama untuk mengatur arah dan kecepatan tembakan secara langsung dan fleksibel (Hasad et al., 2021). Robot pelontar bola ini dirancang agar dapat bekerja dengan sistem kendali berbasis mikrokontroler, yang memiliki keunggulan dari sisi fleksibilitas pemrograman, efisiensi energi, serta kemampuan untuk mengintegrasikan berbagai komponen elektronik seperti motor DC, motor stepper, dan motor servo (Tahir & Musakirawati, 2022). Mikrokontroler akan menjadi otak dari sistem, yang menerima input dari *joystick* dan menerjemahkannya menjadi gerakan mekanik yang mengatur arah dan kecepatan pelontaran bola. Dengan pendekatan ini, robot mampu bekerja secara *real-time* dan responsif terhadap kendali operator, menjadikannya alat latihan yang interaktif dan mudah digunakan. Dari segi teknis, robot ini menggunakan motor DC untuk memutar roda pelontar dengan kecepatan tertentu, yang akan menentukan cepat lambatnya bola keluar. Motor servo digunakan untuk mendorong bola masuk ke roda pelontar secara presisi, sementara motor stepper berfungsi untuk mengatur arah lemparan bola ke kiri atau ke kanan dengan akurasi tinggi. Kombinasi dari ketiga motor ini memungkinkan variasi pelontaran bola yang dinamis dan menyerupai skenario permainan sesungguhnya. Selain itu, penggunaan *joystick* sebagai pengendali memberikan pengalaman yang intuitif

bagi pelatih, karena arah gerakan *joystick* secara langsung mencerminkan arah pelontaran bola.

Secara keseluruhan, latar belakang dari skripsi ini menegaskan bahwa perancangan robot training pelontar bola pingpong berbasis mikrokontroler dengan kendali *joystick* melalui komunikasi serial *Bluetooth* merupakan solusi inovatif terhadap berbagai kendala dalam pelatihan tenis meja. Dari permasalahan kelelahan fisik pelatih, keterbatasan variasi latihan, hingga minimnya akses alat bantu modern di lingkungan pendidikan dan komunitas olahraga, alat ini hadir sebagai jawaban yang aplikatif dan terjangkau. Dengan menggabungkan teknologi kontrol sederhana dan komunikasi nirkabel yang fleksibel, diharapkan robot ini tidak hanya menjadi kontribusi teknis dalam dunia olahraga, tetapi juga menjadi inspirasi dalam pengembangan alat-alat bantu latihan lainnya yang berbasis teknologi lokal dan dapat diproduksi secara mandiri (Sukardi et al., 2021).

Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun robot training pelontar bola pingpong berbasis mikrokontroler yang dapat dikendalikan secara nirkabel menggunakan *joystick*. Melalui pendekatan ini, pelatih atau pengguna dapat secara langsung mengatur arah lemparan bola menggunakan *joystick* dan menyesuaikan kecepatan tembakan melalui potensiometer. Sistem komunikasi serial berbasis *Bluetooth* digunakan untuk mengirimkan data kontrol dari stik ke robot secara *real-time*. Dengan demikian, bola dapat dilontarkan sesuai keinginan pelatih, memungkinkan variasi arah dan kecepatan lemparan yang fleksibel dan menyesuaikan kebutuhan latihan. Penggunaan *joystick* memberikan kontrol penuh kepada pelatih dalam menciptakan pola latihan yang dinamis dan responsif, sehingga meningkatkan efektivitas dan efisiensi sesi latihan tanpa kelelahan fisik yang berlebihan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dijelaskan diatas maka perumusan masalah yang dapat diambil yaitu:

1. Bagaimana merancang dan membangun robot training pelontar bola pingpong berbasis mikrokontroler yang dapat dikendalikan menggunakan *joystick*?
2. Bagaimana cara mengukur kecepatan putaran motor pelontar dalam satuan RPM menggunakan *rotary encoder*?

3. Bagaimana sistem mendeteksi dan menghitung jumlah bola pingpong yang telah dilontarkan menggunakan sensor *infrared*?
4. Bagaimana sistem mekanik dan elektronik dapat bekerja secara sinkron agar menghasilkan lemparan bola dengan arah dan kecepatan yang sesuai dengan input dari pengguna?

1.3 Tujuan dan Manfaat

1.3.1 Tujuan

1. Merancang dan membangun robot training pelontar bola pingpong berbasis mikrokontroler ESP32 yang dapat dikendalikan secara manual menggunakan *joystick*, sehingga pengguna dapat mengatur arah dan kecepatan pelontaran bola sesuai kebutuhan latihan.
2. Mengimplementasikan sensor rotary *encoder* untuk membaca kecepatan putaran motor pelontar bola dalam satuan RPM serta mengatur sinyal PWM guna menjaga kecepatan pelontaran tetap stabil dan konstan.
3. Mengintegrasikan sensor *infrared* sebagai sistem deteksi otomatis untuk menghitung jumlah bola pingpong yang telah dilontarkan secara akurat.
4. Mengintegrasikan sistem mekanik dan elektronik secara sinkron melalui pemrograman ESP32 untuk mengendalikan motor DC, motor servo, dan motor stepper, sehingga sistem mampu menghasilkan gerakan pelontaran bola secara akurat sesuai input pengguna.

1.3.2 Manfaat

1. Dengan adanya robot pelontar bola pingpong yang dapat dikendalikan menggunakan *joystick*, pemain dapat berlatih dengan intensitas, arah, dan kecepatan bola yang disesuaikan dengan kebutuhannya. Hal ini memungkinkan sesi latihan yang lebih terstruktur dan fleksibel.
2. Fitur pemilihan mode latihan (Beginner, Intermediate, Advanced) memungkinkan variasi dalam arah, kecepatan, dan interval pelontaran bola. Dengan begitu, pemain dapat melatih keterampilan teknis, daya refleksi, dan strategi bermain dalam kondisi yang menantang dan realistis.
3. Penelitian ini menunjukkan bagaimana integrasi sensor rotary *encoder*, potensiometer, dan sensor *infrared* dengan mikrokontroler ESP32 dapat

diterapkan dalam pengembangan alat bantu latihan olahraga. Sistem ini juga mengilustrasikan pemanfaatan komunikasi nirkabel berbasis *Bluetooth* dalam kontrol perangkat.

4. Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap bidang robotika praktis, khususnya dalam pengendalian aktuator (motor DC, motor stepper, dan servo) secara sinkron melalui pemrograman mikrokontroler. Sistem ini dapat menjadi referensi pengembangan alat latihan lain yang bersifat portabel, hemat biaya, dan adaptif.

1.4 Batasan Masalah

Hal yang menjadi batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Robot hanya berfungsi untuk melontarkan bola pingpong dalam arah horizontal (kiri dan kanan), tidak mencakup arah vertikal atau sudut atas-bawah.
2. Pengendalian arah dan kecepatan bola hanya dilakukan menggunakan *joystick* analog dan potensiometer pada stik kontrol.
3. Sistem tidak dilengkapi dengan tampilan visual seperti LCD untuk menampilkan status atau umpan balik dari robot.
4. Komunikasi antara stik kendali dan robot dilakukan secara nirkabel menggunakan *Bluetooth* internal ESP32.
5. Sistem ini tidak dilengkapi dengan sensor pendeteksi bola atau pemain, serta tidak menggunakan kamera atau kecerdasan buatan.

1.5 Metodologi Penulisan Skripsi

Metodologi pengerjaan skripsi yang akan dikerjakan memiliki 5 tahapan penting. Kelima tahapan tersebut antara lain tahap persiapan, tahap perancangan, pengumpulan dan analisa data, tahap evaluasi dan pembuatan laporan akhir.

a. Studi literatur

Dalam metode ini, materi atau referensi yang terkait dengan pembahasan yang akan dibahas akan dikumpulkan dari buku, jurnal dan internet.

b. Tahap Persiapan

Tahap persiapan merupakan rangkaian kegiatan sebelum memulai pengumpulan dan pengolahan data. Dalam tahap awal ini disusun hal-hal penting yang harus segera dilakukan dengan tujuan untuk mengefektifkan waktu dan pekerjaan. Tahap persiapan ini meliputi kegiatan-kegiatan seperti menentukan judul skripsi, pembuatan proposal dan penyusunan skripsi, studi pustaka terhadap materi desain untuk menentukan garis besarnya, dan menentukan kebutuhan data. Perencanaan jadwal pembuatan desain persiapan di atas harus dilakukan secara cermat untuk menghindari pekerjaan yang berulang, sehingga tahap pengumpulan data menjadi lebih optimal.

c. Tahap Perancangan

Tahap ini merupakan tahapan utama setelah proposal skripsi disetujui, yaitu perancangan sistem skripsi, sistem tersebut dirancang berdasarkan gambaran awal ketika tahap persiapan. Pada tahap perancangan ini dilakukan riset data dan pembuatan sampel dengan melakukan beberapa kali uji perlakuan bahan untuk memperoleh hasil sampel terbaik.

d. Pengumpulan dan Analisis Data

Setelah perancangan sistem dilakukan pengumpulan data dari hasil uji coba. Selanjutnya data tersebut akan di analisa yang nantinya akan menghasilkan suatu kesimpulan dari hasil uji coba.

e. Tahap Evaluasi dan Pembuatan Laporan

Tahap akhir merupakan evaluasi dari hasil uji coba sistem secara keseluruhan. Ketika semua tujuan dari penelitian tercapai maka dilakukan proses pembuatan laporan akhir.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bab I Pendahuluan

Bab ini merupakan pengantar yang menjelaskan rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

2. Bab II Teori penunjang

Bab II memuat teori-teori yang mendukung penelitian, termasuk hasil penelitian terdahulu serta landasan atau dasar teori yang menjadi penunjang dalam penelitian ini.

3. Bab III Perencanaan Sistem

Bab III berfokus pada perancangan sistem yang berisi penjelasan rinci mengenai bagaimana sistem yang dirancang akan dikembangkan dan menguraikan kegiatan penelitian untuk mendapatkan data, mengolah dan menginterpretasikannya.

4. Bab IV Hasil dan Pembahasan

Bab IV berisi tentang pembahasan dan penyajian hasil penelitian.

5. Bab V Penutup

Bab V adalah bagian penutup penelitian yang memberikan ringkasan temuan utama dari penelitian.