

RANCANG BANGUN KAPAL BOAT PEMBERSIH KOLAM IKAN DENGAN REMOTE CONTROL BERBASIS APLIKASI ANDROID

Faozan Nur Amanulloh^{1*)}, Renaldi Pratama¹, Riantoko Tri Nurcahyo¹, dan Yeni Marlina Dei Siregar¹

¹Program Studi Teknik Elektronika, Politeknik Gajah Tunggal
Komp. Industri Gajah Tunggal – Jln. Gatot Subroto Km. 7, Tangerang 15135, Indonesia

*E-mail: callmeozan24@gmail.com

Abstrak

Kebersihan adalah tantangan dalam menjaga dan mengelola keindahan area permukaan kolam ikan, sehingga diperlukan pengawasan dan pembersihan yang efisien dalam merawat kolam menjadi sangat penting. Sebagai aksi terhadap tantangan ini, maka dibuatlah alat kapal *boat* pembersih kolam ikan di pada area kampus untuk meningkatkan efisiensi dalam melakukan pembersihan area permukaan kolam ikan yang cukup luas. Sistem ini mengintegrasikan sinyal *bluetooth* dan mikrokontroler untuk dapat dijadikan kendali bagi kapal, sementara kapal dapat dikendalikan melalui aplikasi *android* untuk kendali jarak jauh. Dalam sistem ini, Arduino Uno menjadi sentral sistem untuk menjalankan keseluruhan sistem. Rancang bangun kapal *boat* pembersih kolam ini menggunakan metode *Research and Development* dengan bantuan model *Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation (ADDIE)*. Dimulai dari analisis sampai tahap terakhir itu adalah evaluasi. Perancangan alat ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno untuk pusat kendalinya supaya dapat mengendalikan pergerakan kapal yang digerakan oleh motor DC dan motor servo. Kendali pada kapal dapat dilakukan dengan aplikasi kendali jarak jauh yang dibuat dengan platform kodular. Pengujian sistem Bluetooth menunjukkan waktu pairing rata-rata 7,53 detik tanpa halangan dan 6,51 detik dengan halangan seperti pohon. Dengan kapal pembersih kolam ikan ini, proses pembersihan sampah dan kotoran di permukaan kolam menjadi lebih efisien, nyaman, dan praktis digunakan.

Kata kunci: *Remote Control, Kapal Boat, Kolam Ikan, Bluetooth*

Abstract

Maintaining the cleanliness of fish pond surfaces is a significant challenge, as efficient supervision and cleaning are crucial for proper pond care. To address this challenge, a fish pond cleaning boat has been developed for the campus area to enhance the efficiency of cleaning large fish pond surfaces. This system integrates Bluetooth signals and a microcontroller to control the boat, which can be remotely operated through an Android application. The Arduino Uno serves as the central unit to manage the entire system. The design and development of this cleaning boat followed the Research and Development method, utilizing the ADDIE model (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). The process starts with analysis and ends with evaluation. The device uses the Arduino Uno microcontroller to control the movement of the boat, powered by a DC motor and a servo motor. The boat's movement is managed through a remote control application created using the Kodular platform. Bluetooth system testing revealed an average pairing time of 7.53 seconds without obstacles and 6.51 seconds with obstacles, such as trees. With this fish pond cleaning boat, the process of cleaning debris and waste from the pond's surface becomes more efficient, convenient, and practical.

Keywords: *Remote Control, Boats, Fish Ponds, Bluetooth*

1. Pendahuluan

Kebersihan, kerapian, dan kenyamanan lingkungan merupakan aspek penting untuk menciptakan suasana yang sehat dan menyenangkan, baik di area publik maupun di lingkungan pendidikan, seperti kampus. Lingkungan yang bersih dan teratur tidak hanya menambah nilai estetika,

tetapi juga mendukung terciptanya suasana yang kondusif untuk belajar, bekerja, dan berinteraksi. Sebaliknya, lingkungan yang tidak terjaga kebersihannya dapat memicu berbagai masalah, mulai dari penyebaran penyakit hingga menurunnya semangat dan produktivitas. Di banyak institusi pendidikan, termasuk kampus, area seperti taman, kolam ikan, atau ruang terbuka lainnya sering

menjadi tempat yang harus dijaga kebersihannya. Misalnya, pada kolam ikan di salah satu institusi pendidikan, sering kali ditemukan dedaunan yang berjatuh di permukaan air, meskipun sudah ada jadwal piket kebersihan. Hal ini sering disebabkan oleh kurangnya alat yang memadai untuk menjangkau daun-daun yang berada di tengah kolam. Situasi ini mencerminkan pentingnya pengelolaan kebersihan lingkungan yang lebih efektif, termasuk penggunaan teknologi atau alat yang sesuai, untuk menciptakan suasana yang lebih nyaman dan mendukung aktivitas di lingkungan kampus secara umum.

Pada penelitian sebelumnya, kapal yang dibuat masih menggunakan triplek dan papan kayu dan dikendalikan dengan *remote control*. Namun, kecepatan putaran motor masih tidak bisa kencang karena beban yang dimiliki oleh papan kayu dan beban kapal yang semakin berat karena akan digunakan untuk mengambil daun pada dasar kolam, dan kontrol kapal yang tidak bisa dimiliki banyak orang. Penelitian ini didasarkan menggunakan aplikasi *android* yang bisa diunduh oleh banyak orang yang dapat digunakan sebagai kendali jarak jauh untuk mengendalikan kapal pembersih kolam ikan yang memanfaatkan koneksi dengan sinyal *bluetooth* yang dipancarkan oleh modul HC-05 untuk menciptakan efisiensi dalam pembersihan area kolam yang tidak terjangkau oleh petugas [1].

Sejumlah penelitian sebelumnya telah berfokus pada pengembangan perangkat atau teknologi untuk membersihkan kolam secara otomatis. Misalnya, pada penelitian yang dilakukan oleh Almira Fanny dan Erwin Jez, kapal pembersih dibuat dengan bahan tripleks atau papan kayu yang dikendalikan menggunakan *remote control* telah dikembangkan untuk mengatasi masalah kebersihan di area kolam. Namun, desain kapal ini masih memiliki sejumlah keterbatasan, seperti bobot yang terlalu berat sehingga mengurangi efisiensi motor, serta kontrol yang terbatas pada operator tertentu. Selain itu, sebagian besar solusi yang ada belum memanfaatkan teknologi yang mudah diakses oleh banyak pengguna, seperti aplikasi berbasis *smartphone*. Kemajuan teknologi nirkabel, seperti sinyal *Bluetooth* pada modul HC-05, telah membuka peluang untuk menciptakan solusi yang lebih inovatif dan efisien. Aplikasi berbasis *Android* yang dapat diakses oleh banyak pengguna dan diintegrasikan dengan perangkat keras untuk mendukung fungsi kendali jarak jauh [2].

Penelitian terkait pengembangan kapal pembersih telah dilakukan dengan berbagai pendekatan dan inovasi. Sebagai contoh, penelitian sebelumnya seperti *Prototype Robot Kapal Pembersih Kolam Renang Dengan Pengendali Remote Kontrol* memanfaatkan material filament yang dicetak menggunakan teknologi 3D printing. Penggunaan material ini membuat bobot kapal lebih ringan, sehingga motor DC dapat bekerja lebih efisien tanpa membutuhkan RPM tinggi. Namun, kapal ini masih menggunakan *remote control* untuk pengendaliannya, sehingga aksesibilitas pengguna menjadi terbatas [3].

Penelitian lainnya, seperti *Rancang Bangun Mobil Remote Control Bluetooth Menggunakan Arduino Uno Berbasis Android*, berhasil menggunakan aplikasi *Android* dengan koneksi *Bluetooth* melalui modul HC-05. Sistem ini menawarkan kontrol berbasis *smartphone* yang lebih modern. Sayangnya, solusi ini memiliki keterbatasan pada koneksi yang hanya memungkinkan satu perangkat terhubung ke modul *Bluetooth*, serta jarak jangkauan sinyal yang terbatas [4].

Pengembangan aplikasi berbasis *Android* juga dilakukan dalam penelitian *Pembuatan Prototype Robot Kapal Pemungut Sampah Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno Dengan Android*. Penelitian ini menggunakan *Kodular* untuk membangun aplikasi pengendali. Meskipun aplikasi ini dinilai cukup berhasil dengan tingkat keberhasilan 90%, terdapat kendala pada tampilan aplikasi yang berbeda di beberapa jenis *smartphone*, yang mengurangi kepraktisan dan pengalaman pengguna. Penelitian lainnya, seperti *Rancang Bangun Aplikasi Mobil Remote Control Pemantau Berbasis Android Pada Mikrokontroler Arduino*, memanfaatkan metode diagram UML untuk merancang sistem. Namun, penelitian ini lebih berfokus pada desain sistem kontrol umum dan kurang spesifik pada aplikasi untuk pembersihan kolam [5].

Penelitian saat ini menawarkan pendekatan yang lebih inovatif dan efisien dengan menggabungkan keunggulan dari penelitian sebelumnya. Material filament 3D printing digunakan untuk mengurangi bobot kapal, meningkatkan efisiensi motor, dan memungkinkan desain yang lebih ringan. Selain itu, aplikasi *Android* berbasis *Bluetooth* menggunakan modul HC-05 memungkinkan pengendalian kapal secara jarak jauh dengan aksesibilitas yang lebih luas. Hal ini memberikan solusi yang lebih praktis dan modern dibandingkan penggunaan *remote control* atau aplikasi dengan keterbatasan kompatibilitas [6].

Pengembangan teknologi pada sistem pengendalian pintu pagar geser telah beralih dari metode konvensional ke sistem otomatisasi untuk meningkatkan kenyamanan dan efisiensi. Sebelumnya, pembukaan dan penutupan pintu pagar geser dilakukan secara manual atau dengan bantuan *remote control*. Namun, penggunaan *remote control* memiliki keterbatasan, seperti keharusan membawa perangkat tersebut setiap kali meninggalkan rumah dan kebutuhan setiap pemilik rumah untuk memiliki *remote control* khusus. Penelitian ini memperkenalkan solusi berbasis teknologi menggunakan aplikasi *smartphone Android* yang terhubung dengan mikrokontroler *Arduino* melalui komunikasi *Bluetooth*. Sistem ini menggantikan fungsi *remote control* tradisional dan memberikan kemudahan pengguna dalam mengontrol pintu pagar hanya melalui perangkat *smartphone*. Dengan modul *Bluetooth* yang terhubung ke *Arduino*, data dari aplikasi *Android* dikirimkan untuk diolah oleh mikrokontroler. Selanjutnya, sistem ini mengontrol motor yang menggerakkan pintu

pagar dan indikator LED untuk menunjukkan status operasional [7].

Penelitian terkait pengembangan filament 3D printer telah menunjukkan berbagai pendekatan untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi. Pada penelitian yang dilakukan oleh Haqira Tondi, mesin ekstruder filament 3D printer dirancang dengan menggunakan cacahan biji plastik dan dikendalikan oleh panel PID controller. Hasilnya menunjukkan kapasitas produksi yang lebih tinggi, mencapai 820 mm/menit atau 0,108 kg/jam, dibandingkan produk komersial yang rata-rata hanya menghasilkan 650 mm/menit atau 90 gram/jam. Namun, penelitian ini belum berhasil mencapai diameter filament standar 1.75 mm sehingga filamen yang dihasilkan belum dapat digunakan secara optimal pada mesin 3D printer [8].

Penelitian lainnya dilakukan oleh Prastyono Eko Pambudi, Edhy Utanta, dan Mujiman yang fokus pada material polylactic acid (PLA). Dalam penelitian ini, dilakukan berbagai pengaturan suhu untuk menemukan konfigurasi terbaik. Pada suhu 160°C, tekstur filament terlalu cair sehingga menyebabkan penggumpalan di nozzle. Sebaliknya, pada suhu 125°C, filament yang dihasilkan memiliki tekstur terlalu kental, sehingga bentuknya tidak beraturan dan diameternya tidak seragam. Suhu optimal ditemukan pada 142°C dengan kecepatan motor 60 rpm, menghasilkan filament dengan kapasitas produksi mencapai 860 mm/menit atau 155 g/jam. Berdasarkan penelitian-penelitian ini, pengembangan filament 3D printer menghadapi tantangan terkait pengendalian suhu dan kecepatan motor untuk menghasilkan filament dengan diameter yang seragam dan kualitas yang optimal. Meskipun beberapa penelitian telah menunjukkan peningkatan kapasitas produksi, pemenuhan standar diameter untuk penggunaan pada mesin 3D printer masih menjadi fokus pengembangan lebih lanjut [9].

Penelitian ini bertujuan untuk mengisi celah tersebut dengan mengembangkan kapal pembersih kolam ikan yang dikendalikan melalui aplikasi Android menggunakan koneksi Bluetooth serta dirancang menggunakan teknologi 3D Printer. Inovasi ini tidak hanya mengatasi keterbatasan desain konvensional, tetapi juga meningkatkan efisiensi dan aksesibilitas bagi pengguna. Dengan desain yang fleksibel dan mudah dioperasikan, alat ini tidak hanya relevan untuk digunakan di Politeknik Gajah Tunggal, tetapi juga dapat digunakan oleh berbagai kampus dan institusi pendidikan lainnya. Dengan demikian, alat ini diharapkan dapat menjadi solusi universal untuk menjaga kebersihan kolam ikan di berbagai lingkungan, mendukung estetika, kesehatan, dan kenyamanan lingkungan pendidikan secara lebih luas.

2. Metode Penelitian

2.1. Metode *Research and Development Model ADDIE*

Model *ADDIE* merupakan suatu rangka kerja yang memudahkan peneliti dalam memfokuskan penelitian pada perancangan dan pengembangan alat yang akan dibuat. Model *ADDIE* ini, merupakan panduan yang bersifat iteratif. Sehingga, model *ADDIE* ini memungkinkan peneliti untuk melakukan pengujian alat secara berulang – ulang hingga kesalahan dapat diperbaiki dan hasil akhir dari penelitian dapat tercapai [10].

Terdapat beberapa alur penelitian yang digunakan pada model *ADDIE* dapat dijelaskan sebagai berikut [10]:

1. Analysis

Pada tahap ini dilakukan untuk merancang bangun alat yang nantinya akan dilakukan pada penelitian. Proses ini terdiri dari perumusan masalah, pengamatan serta pengumpulan data untuk menunjang penelitian ini, serta menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan.

2. Design

Pada tahap kedua ini, dilakukan perancangan design dari alat yang ingin dibuat. Terdapat 3 tahapan yang dilakukan dalam perancangan mulai dari perancangan design kapal pada *software* AutoCad, perancangan sistem kontrol dengan *software* Arduino IDE dan perancangan aplikasi kendali jarak jauh menggunakan platform Kodular.

3. Development

Pada tahap *development* penulis melakukan perakitan seluruh sistem yang sudah dirancang pada tahap sebelumnya, seperti perakitan sistem kontrol dan pencetakan *design* kapal dengan mesin 3D Printer.

4. Implementation

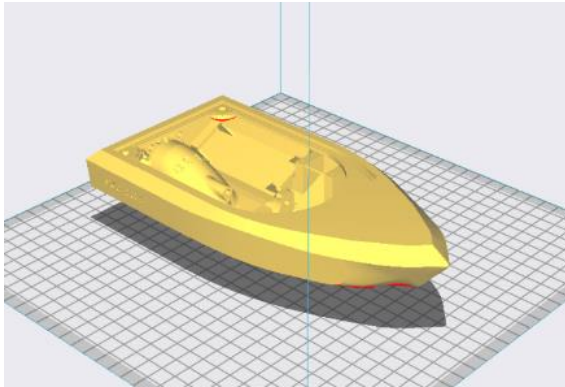
Tahap selanjutnya adalah implementasi, yaitu menerapkan seluruh sistem kontrol yang sudah sempurna dan berjalan dengan baik mulai dari kendali kapal dengan aplikasi android dan cara kerja alat untuk mencari kekurangan yang masih ada pada alat.

5. Evaluation

Adapun pada tahap terakhir yaitu evaluasi keseluruhan dari cara kerja alat. Jika masih terapat kekurangan maka akan dilakukan improvisasi dan perbaikan ulang pada alat.

2.2. Perancangan *Design* Kapal Boat Dengan *Software* AutoCad

Pada tahap perancangan desain mekanik ini, langkah yang dilakukan adalah menentukan ukuran, alat, dan material yang ingin diterapkan untuk pembuatan prototipe kapal [11]. Konsep yang akan dibuat diperlihatkan pada Gambar 1.

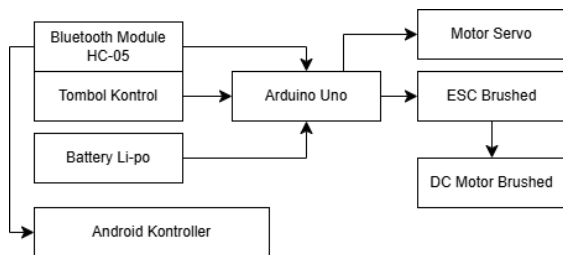


Gambar 1. Design 3D Kapal Boat Dengan Slicer 3D

Design kapal diatas dibuat dengan aplikasi AutoCad 2020, dimana yang nantinya dari design tersebut kapal akan dicetak dengan mesin 3D Printer. 3D *printing* adalah proses manufaktur aditif yang membuat objek fisik dari model digital dengan mencetak lapisan demi lapisan material (biasanya menggunakan *filament*). Pencetakan ini memungkinkan produksi kapal secara cepat dan presisi sesuai desain yang telah dibuat di AutoCAD. AutoCAD adalah perangkat lunak desain berbasis komputer (CAD) yang digunakan untuk membuat model 3D kapal [12].

2.3. Perancangan Sistem Kendali

Dalam membuat rancangan sistem kendali, penulis membuat terlebih dahulu diagram blok yang akan diterapkan pada penelitian kali ini, adapun digaram dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Blok Diagram

Blok diagram juga dibutuhkan untuk menentukan prinsip kerja pada kapal *boat* pembersih kolam ikan dengan kontrol kendali berbasis aplikasi android. Saat input *battery* memberikan masukan input dan dapat mengaktifkan *Electronic Speed Control* (ESC) yang nantinya akan menggerakkan motor DC serta menghubungkan ke *module bluetooth* HC-05 agar *remote control* pada aplikasi dapat menggerakkan DC motor dan servo sesuai perintah serta putaran yang di inginkan[4]. Pada Gambar 2, dapat dilihat bahwa pusat sistem kendali pada mikrokontroler Arduino Uno yang memiliki *input* modul *bluetooth* HC-05, *power supply* dengan baterai Li-po. Dan untuk *output* pada blok diagram diatas adalah

motor servo dan *Electronic Speed Control* dimana motor DC terhubung dengan kontrol kecepatan [13].

1. Arduino Uno

Mikrokontroler ini digunakan menjadi pusat kontrol *input* dan *output* pada proyek ini. Arduino Uno digunakan karena pin yang dimilikinya sudah sangat mencukupi untuk dihubungkan dengan komponen lain.

2. Bluetooth HC-05

Modul *Bluetooth* HC-05 ini berfungsi sebagai komunikasi dan transmisi data antara mikrokontroler dengan aplikasi kendali berbasis android yang digunakan untuk sistem kendali. Aplikasi android yang nantinya digunakan untuk pengendali kapal dari jarak jauh akan mengirimkan data ke Arduino dengan tipe data *character* sehingga nantinya akan diproses dan diolah oleh mikrokontroler sehingga dapat menjalankan kapal.

3. Electronic Speed Control

Digunakan untuk mengontrol dan mengendalikan kecepatan motor, sehingga *pwm* yang dikeluarkan tidak terlalu tinggi sehingga dapat mencegah terjadinya kerusakan pada komponen motor penggerak [14].

4. DC Motor

Motor DC digunakan untuk penggerak kapal *boat* untuk maju dan mundur, dimana rotasi putaran akan membuat kapal melaju kedepan dan kebelakang [15].

5. Motor Servo

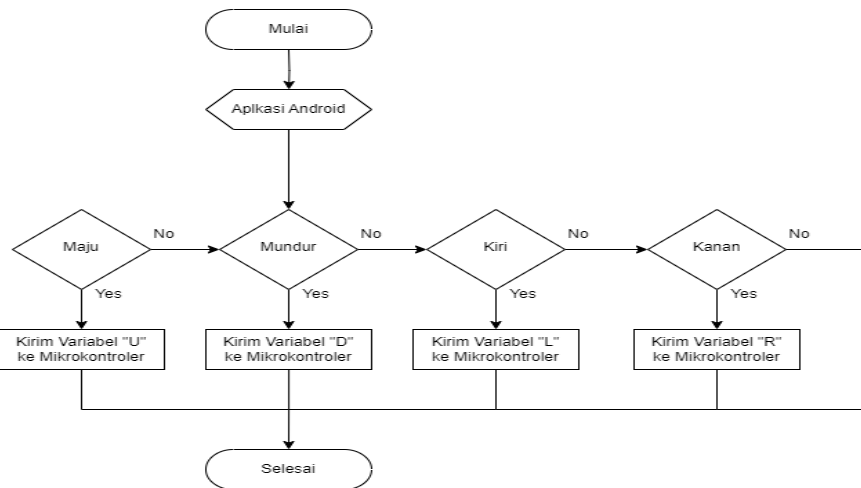
Ini digunakan sebagai pengendali arah pada kapal *boat* pembersih kolam ikan, dimana fungsinya adalah menggerakkan sirip bagian belakang untuk mengarahkan ke kanan atau ke kiri kapal ingin berjalan.

6. Boat Propeller

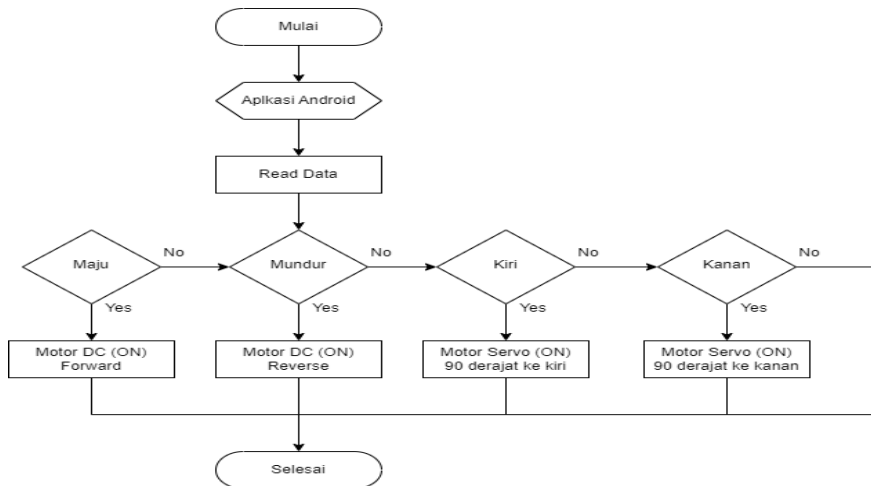
Adapun putaran arah pada motor DC dan motor servo dapat mempengaruhi kemana kapal akan berjalan, pergerakan tersebut dapat dilihat pada data berikut :

- Maju : Motor DC dan *Boat Propeller* berputar ke kanan.
- Mundur : Motor DC dan *Boat Propeller* berputar ke kiri.
- Kanan : Motor DC dan *Boat Propeller* berputar ke kanan dan servo bergerak 45 derajat.
- Kiri : Motor DC dan *Boat Propeller* berputar ke kanan dan servo bergerak -45 derajat.

Cara kerja pada sistem diatas, aplikasi android akan mengontrol rotasi motor dan motor servo pada kapal pembersih kolam melalui aplikasi ke mikrokontroler yang terkoneksi melalui jaringan *bluetooth*. Koneksi yang dapat dijangkau dengan maksimal 10m. Cara menghubungkannya adalah dengan cara *mem-pairing* antara aplikasi android dengan modul *bluetooth*. Ketika tombol kanan di aplikasi ditekan maka akan menggerakkan kapal kearah kanan, dan apabila tombol kiri ditekan maka akan menggerakkan kapal kearah kiri. Jika tombol maju ditekan kapal akan bergerak maju kedepan dan apabila tombol mundur ditekan maka kapal akan bergerak mundur [3]. *Flow Chart* Aplikasi Android ditunjukkan pada Gambar 3 dan *Flow Chart* Sistem Aplikasi Android ditunjukkan pada Gambar 4



Gambar 3. Flow Chart Aplikasi Android



Gambar 4. Flow Chart Sistem Aplikasi Android

2.4. Perancangan UML

Unified Modeling Language (UML) adalah diagram untuk merancang aplikasi dengan tampilan visual yang digunakan agar dapat mendokumentasikan, merancang, dan mengkomunikasikan gambaran sebuah sistem secara terstruktur dan sistematis. UML merupakan standar yang dipopulerkan oleh *Object Management Group* (OMG) dan dipakai secara umum pada industri perancangan *software* [16].

1. Use Case Diagram

Use Case Diagram merupakan salah satu jenis diagram dari diagram UML (*Unified Modelling Language*) yang digunakan untuk menjelaskan atau menggambarkan interaksi antara pengguna atau aktor dengan sistem. Use case diagram berfungsi untuk melihat aktivitas secara garis besar pada sistem, sehingga alur tersebut dapat dipahami

oleh pengguna dan pembuat. Dari use case diagram di bawah ini dapat ditarik bahwa dalam sistem pengontrol kapal boat ini memiliki 1 pengguna dan 2 use case utama yaitu mengakses koneksi bluetooth dan mengontrol arah kapal boat. Diagram use case ini menggambarkan interaksi antara aktor yang terlibat dalam aplikasi. Dalam aplikasi ini, pengguna dapat melakukan beberapa tindakan, termasuk mengatur koneksi Bluetooth dengan aplikasi pengontrol kapal dan memilih mode kontrol untuk kapal tersebut.

3. Activity Diagram

Activity diagram adalah suatu diagram yang menggambarkan konsep aliran data/control, serta aksi terstruktur yang dirancang dengan baik dalam suatu sistem, terdapat aktivitas dalam sistem yang sedang dirancang, bagaimana mengawali, kejadian atau keputusan yang mungkin terjadi, dan bagaimana mengakhiri. Diagram ini menunjukkan alur aktivitas pengguna saat menggunakan

aplikasi mulai dari masuk ke aplikasi. Pada activity diagram ini hal yang pertama kali dilakukan adalah menekan icon aplikasi lalu membuka aplikasi pengontrol kapal boat kemudian system akan menghubungkan ke bluetooth setelah bluetooth terkoneksi maka aplikasi akan menampilkan tombol kendali kemudian pengguna dapat mengontrol kapal boat menggunakan tombol kendali yang ada pada aplikasi tersebut.

4. Sequence Diagram

Sequence diagram menggambarkan interaksi antar objek di dalam dan sekitar sistem (termasuk pengguna, tampilan, dan lain-lain) dalam bentuk pesan yang menunjukkan urutan waktu. Diagram ini terdiri atas dimensi waktu vertikal (waktu) dan dimensi horizontal (objek-objek yang terkait). Pada proses sequence diagram ini hal pertama yang dilakukan yaitu user masuk ke aplikasi dengan mengirim request ke Bluetooth setelah Bluetooth menerima request kemudian dia akan mengirim response ke aplikasi setelah itu aplikasi akan menerima request dari bluetooth. Kemudian untuk sequence diagram berikutnya yaitu ketika user masuk ke aplikasi dia akan mengirim request ke Arduino setal itu Arduino akan menerimanya dan mengirim response ke aplikasi kemudian aplikasi dapat melakukan proses kendali pada kapal boat.

4.2. Perancangan Aplikasi Kendali

Pada perancangan perangkat lunak terdapat perancangan diprogram aplikasi android dan program di hardware. Pada Gambar 3, dapat dilihat bahwa jika tombol pada aplikasi android menekan maju maka program mengirim perintah ke hardware bertuliskan “U”. Ketika tombol pada aplikasi android menekan mundur maka program mengirim perintah ke hardware bertuliskan “D”. jika tombol pada aplikasi android menekan kiri maka program mengirim perintah ke hardware bertuliskan “L”. Ketika tombol pada aplikasi android menekan kanan maka program mengirim perintah ke hardware bertuliskan “R”. Flow Chart sistem kerja aplikasi android dapat dilihat pada Gambar 4, hardware membaca data yang dikirim dari aplikasi android terlebih dahulu. Jika pembacaan data adalah maju maka motor dc akan aktif (*forward*). Jika pembacaan data adalah mundur maka motor dc akan aktif (*reverse*). Jika pembacaan data adalah kanan maka motor servo akan aktif. Jika pembacaan data adalah kiri maka motor servo akan aktif.

4.3. Design Aplikasi Android

Pada tahap ini, Aplikasi Android berbasis Kodular yang dirancang bertujuan untuk memberikan kontrol jarak jauh terhadap kapal pembersih kolam sehingga pengguna dapat menggunakan smartphone mereka untuk mengoperasikan kapal dengan mudah. Aplikasi ini memiliki tombol navigasi untuk arah maju, mundur, kanan, dan kiri [17]. Design aplikasi kendali dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. User Interface Sistem Kendali

Pada Gambar 5, aplikasi Android ini dirancang dengan antarmuka yang sederhana agar mudah digunakan oleh pengguna. Desain antarmuka aplikasi terdiri dari tombol-tombol kendali sebagai berikut :

- a. Tombol Maju : Menggerakkan kapal kearah depan.
- b. Tombol Mundur : Menggerakkan kapal kearah belakang.
- c. Tombol Kanan : Menggerakkan kapal kearah kanan.
- d. Tombol Kiri : Menggerakkan kapal kearah kiri.

5. Pengujian dan Analisis

Berikut adalah beberapa pengujian yang akan dilakukan pada penelitian kali ini yaitu terdiri dari pengujian program pada Arduino, pengujian aplikasi kendali, pengujian pairing Bluetooth HC-05, pengujian system control dan pengujian keseluruhan alat ketika seluruh pengujian sudah memenuhi kriteria, berikut adalah pembahasan dari setiap bab pada pengujian kali ini.

3.1. Pengujian Program Pada Arduino

Pada pengujian ini, dilakukan dengan cara memasukan program yang sudah dibuat sebelumnya dengan menggunakan software Arduino IDE. Tujuan dilakukannya pengujian ini adalah untuk memastikan apakah pada mikrokontroler yang digunakan pada penelitian kali ini tidak mengalami kerusakan dan kegagalan pada saat mengeksekusi program yang sudah dibuat, sehingga sistem berjalan dengan baik dan lancar. Program tersebut terdiri dari inialisasi library, void setup, dan void loop. Adapun program dari setiap bagian tersebut diperlihatkan pada Gambar 6.

```

1 void setup() {
2   // (Serial.begin(9600)) {
3   // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
4   // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
5   // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
6   // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
7   // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
8   // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
9   // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
10  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
11  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
12  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
13  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
14  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
15  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
16  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
17  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
18  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
19  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
20  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
21  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
22  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
23  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
24  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
25  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
26  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
27  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
28  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
29  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
30  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
31  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
32  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
33  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
34  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
35  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
36  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
37  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
38  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
39  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
40  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
41  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
42  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
43  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
44  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
45  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
46  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
47  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
48  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
49  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
50  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
51  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
52  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
53  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
54  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
55  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
56  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
57  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
58  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
59  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
60  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
61  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
62  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
63  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
64  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
65  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
66  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
67  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
68  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
69  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
70  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
71  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
72  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
73  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
74  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
75  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
76  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
77  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
78  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
79  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
80  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
81  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
82  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
83  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
84  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
85  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
86  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
87  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
88  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
89  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
90  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
91  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
92  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
93  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
94  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
95  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
96  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
97  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
98  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
99  // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
100 // Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial

```

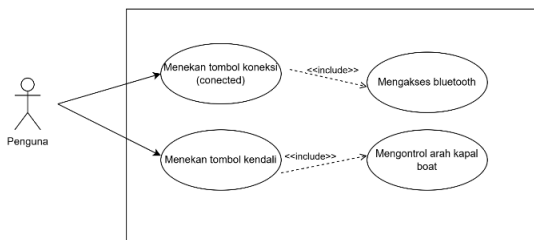
Gambar 6. Program Pada Baris Void Setup

Pada Gambar 6, dapat dilihat bahwa, kondisi awal yang akan diproses adalah mencari apakah serial menerima perintah berupa command atau tidak, dan jika menerima perintah berupa char “U” maka akan menjalankan motor speed forward atau kapal akan maju. Jika menerima perintah berupa char “D” maka akan menjalankan motor speed backward atau kapal akan mundur. Jika menerima char berupa “L” maka akan menggerakkan motor servo 50 derajat dan delay selama 0.5 detik lalu akan kembali lagi ke posisi awal yaitu 90 derajat. Jika menerima char “R” maka akan menggerakkan motor servo 145 derajat dan delay selama 0.5 detik lalu akan kembali lagi ke posisi awal yaitu 90 derajat. Jika serial tidak menerima char apapun dari serial maka akan memproses motor netral atau kapal akan berhenti.

3.2. Unified Modelling Language

1. Use Case Diagram

Pada penelitian ini digunakan *Use Case Diagram* yang dapat dilihat pada Gambar 7.

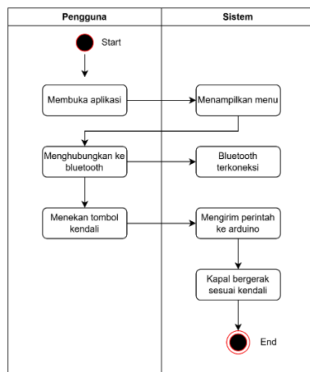


Gambar 7. Use Case Diagram

Pada Gambar 7 terdapat gambar *use case diagram* yang memuat 1 (satu) pengguna dan 2 (dua) *use case* utama, yaitu mengkoneksikan bluetooth, dan mengontrol arah kapal boat, serta melihat notifikasi. Pengguna dapat milih tombol kendali untuk mengontrol arah gerak kapal boat.

2. Activity Diagram

Yang kedua itu adalah *Activity Diagram* yang dapat dilihat pada Gambar 8.



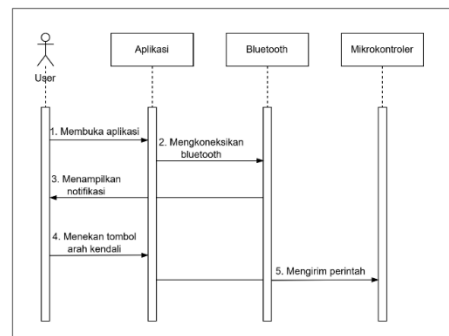
Gambar 8. Activity Diagram

Pada Gambar 8 menggambarkan alur interaksi kerja antara pengguna dan sistem dalam mengendalikan sebuah kapal menggunakan aplikasi yang terhubung melalui Bluetooth.

Proses dimulai ketika pengguna membuka aplikasi, yang kemudian menampilkan menu utama sebagai antarmuka awal. Setelah itu, pengguna menghubungkan aplikasi dengan perangkat melalui Bluetooth. Setelah koneksi berhasil, pengguna dapat mengontrol kapal boat dengan menekan tombol kendali, kemudian mengirimkan perintah dari aplikasi ke perangkat Arduino yang terhubung dengan kapal.

3. Sequence Diagram

Sequence Diagram juga digunakan pada rancangan UML kali ini, adapun rancangan *Sequence Diagram* dapat dilihat pada Gambar 9.

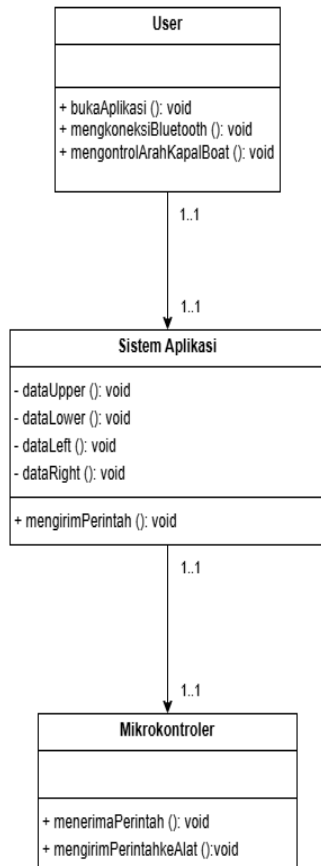


Gambar 9. Sequence Diagram

Gambar 9 menggambarkan alur komunikasi antara pengguna, aplikasi, modul Bluetooth, dan mikrokontroler dalam sebuah sistem pengendalian perangkat. Proses dimulai dari pengguna yang membuka aplikasi untuk mengakses fungsi-fungsi kontrol. Aplikasi ini menjadi antarmuka utama yang berinteraksi langsung dengan pengguna. Setelah aplikasi dibuka, pengguna menghubungkan perangkat ke modul Bluetooth komunikasi antara pengguna, aplikasi, modul Bluetooth, dan mikrokontroler dalam sebuah sistem pengendalian perangkat. Proses dimulai dari pengguna yang membuka aplikasi untuk mengakses fungsi-fungsi kontrol. Aplikasi ini menjadi antarmuka utama yang berinteraksi langsung dengan pengguna. Setelah aplikasi dibuka, pengguna menghubungkan perangkat ke modul Bluetooth, Setelah koneksi berhasil, pengguna dapat mengontrol dengan menekan tombol kendali.

4. Class Diagram

Class Diagram adalah diagram terakhir yang penulis gunakan pada penelitian kali ini, Adapun rancangan *Class Diagram* dapat diperlihatkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Class Diagram

Pada Gambar 10, adalah diagram kelas yang menjelaskan arsitektur dari Aplikasi Pengontrol Kapal Boat, yang terdiri dari Pengguna, Sistem Aplikasi, dan Mikrokontroler. Bagaimana pada diagram ini menjelaskan komponen perangkat lunak dan perangkat keras kapal bekerja secara harmonis untuk memungkinkan kontrol secara nirkabel. Setiap kelas memiliki tanggung jawab yang jelas, sehingga sistem ini modular, terstruktur, dan dapat dengan mudah dikembangkan lebih lanjut untuk berbagai adaptasi lebih lanjut.

3.3. Pengujian Aplikasi Kendali

Pengujian ini dilakukan dengan cara, memberikan aplikasi android yang telah dibuat kepada petugas piket di area kolam ikan, dari beberapa petugas yang diberikan aplikasi yang telah diberikan, ditemukan adanya beberapa tampilan yang berubah pada setiap device smartphone yang digunakan. Berikut adalah hasil pengujian aplikasi yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Coba Aplikasi Pada Smartphone Android

No	Device	Spesifikasi	Hail Uji Coba
1	Oppo Reno 8	- Android OS, v.14 (Upside Down Cake) -Resolusi Layar 1080 x 2400 px	- Posisi gambar sesuai, tetapi tombol kendali bergeser 2cm ke kanan dari rancangan - Screen 2 tampil
2	Itel RS 4	- Android OS, v.14 (Upside Down Cake) -Resolusi Layar 720 x 1612 px	- Posisi gambar dan button sesuai dengan rancangan. - Screen 2 tampil
3	Vivo Y22	- Android OS, v.14 (Upside Down Cake) -Resolusi Layar 720 x 1612 px	- Posisi gambar dan button sesuai dengan rancangan. - Screen 2 tampil
4	Xiaomi POCO F6	- Android OS, v.14 (Upside Down Cake) -Resolusi Layar 1220 x 2712 px	- Posisi gambar dan tombol kendali bergeser 2cm ke kiri dari rancangan - Screen 2 tampil
5	Redmi Note 13 Pro	- Android OS, v.14 (Upside Down Cake) -Resolusi Layar 2712 x 1220 px	- Posisi gambar dan tombol kendali bergeser 1cm ke kiri dari rancangan - Screen 2 tampil
6	Infinix Note 4	- Android OS, v.14 (Upside Down Cake) -Resolusi Layar 1080 x 1920 px	- Posisi gambar sesuai, tetapi tombol kendali bergeser 2cm ke kanan dari rancangan - Screen 2 tampil

3.4. Pengujian Pairing Bluetooth HC-05

Pengujian pairing Bluetooth ini dilakukan untuk melihat seberapa jauh jarak dan waktuyang dibutuhkan modul Bluetooth HC-05 dapat mengirim perintah dari smartphone pada Arduino untuk menjalankan motor DC maupun menggerakkan motor servo. Pengujian dilakukan menggunakan dua buah smartphone dalam kondisi yang berbeda, yaitu pengujian tanpa halangan dan menggunakan halangan dengan penghalang seperti pohon pada area kolam. Berikut adalah hasil uji coba modul Bluetooth HC-05 yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Coba Sinyal Bluetooth HC-05

Jarak (Meter)	Kondisi Tanpa Halangan		Kondisi Dengan Halangan	
	Status Bluetooth	Pairing Time (s)	Status Bluetooth	Pairing Time (s)
1	Terhubung	1,55	Terhubung	2,97
2	Terhubung	3,38	Terhubung	4,03
3	Terhubung	5,40	Terhubung	6,05
4	Terhubung	6,73	Terhubung	7,71
5	Terhubung	8	Terhubung	10,36
6	Terhubung	9,33	Terhubung	12,13
7	Terhubung	10,17	Terhubung	13,35
8	Terhubung	11,36	Terhubung	15,06
9	Terhubung	12,63	Terputus	-
10	Terhubung	14,31	Terputus	-
11		Tidak ada koneksi		
	Rata - Rata	7.53	Rata - Rata	6,51

Dari hasil pengujian yang terdapat pada Tabel 2 diatas dapat diambil kesimpulan bahwa.

- a. Kondisi tanpa halangan
Pada saat kondisi tanpa halangan dengan rentang jarak antara 9 meter, Bluetooth dapat terkoneksi dengan sempurna. Pada jarak 10 meter atau lebih koneksi terputus.
- b. Waktu koneksi Bluetooth
Setiap jarak selalu membutuhkan waktu yang berbeda-beda, semakin jauh jarak antara smartphone dengan kapal maka akan semakin membutuhkan waktu yang cukup lama juga untuk bisa menghubungkan ke modul HC-05 yang ada pada kapal.

3.5. Pengujian Sistem Kontrol

Pengujian ini bertujuan untuk menguji sistem kendali kapal yang sudah dibuat dan untuk memastikan apakah kapal berjalan sesuai dengan sistem yang sudah dibuat atau tidak. Pengujian dilakukan dengan cara memasang seluruh wiring pengkabelan dan menempatkan kapal di tepi kolam dengan melihat kecepatan pada motor DC dan derajat gerak motor servo. Pengujian dilakukan dengan cara memasukan program dengan cara upload pada mikrokontroler yang sudah dibuat untuk menggerakkan motor DC berputar forward dan backward serta menggerakkan motor servo ke kanan atau ke kiri dengan kendali dari aplikasi Android, hasil dari pengujian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Motor DC

Perintah kendali	Motor DC		Keterangan hasil
	Keadaan	Kecepatan	
Maju	Forward	2100 μ s	Sesuai
Mundur	Backward	1000 μ s	Sesuai
Kanan	Forward	2100 μ s	Sesuai
Kiri	Forward	2100 μ s	Sesuai
Berhenti	Stop	1500 μ s	Sesuai

Berikut dapat dilihat pada Tabel 4 adalah hasil pengujian dari motor servo :

Tabel 4. Hasil Pengujian Motor Servo

No	Motor Servo			Keterangan
	Stop	Kanan	Kiri	
1	90°	50°	145°	Sesuai
2	89°	50°	145°	Sesuai
3	89°	50°	145°	Sesuai
4	90°	50°	145°	Sesuai
5	90°	50°	145°	Sesuai

Jika dilihat dari hasil diatas, dapat dikatan bahwa putaran dan arah yang dilakukan oleh motor DC dan motor servo sudah sesuai dengan perintah dan program yang telah dibuat sebelumnya. Yaitu apabila servo bergerak 50° maka akan menggerakkan rudder bagian belakang kapal untuk bisa berbelok kearah kanan, dan apabila motor servo bergerak 145° maka bagian rudder berlakang akan

menggerakkan kearah kiri, dan semua sistem itu sudah sesuai dengan rancangan.

3.6. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan ini dilakukan untuk menguji apakah kapal pembersih dapat berjalan dengan baik sesuai dengan apa yang diinginkan atau tidak. Langkah pengujian ini dilakukan dengan cara mencoba menempatkan kapal pada kolam yang ada di kampus Politeknik Gajah Tunggal dengan memberikan contoh sampah seperti beberapa daun yang mengambang diatas permukaan air sehingga dapat digunakan untuk mencoba sistem pada alat secara keseluruhan.

Dapat dilihat pada Gambar 11 ketika kapal sudah dirakit dan dipasangkan jaring yang berguna untuk mengambil sampah pada permukaan kolam ikan, gambar tersebut diambil langsung di kolam ikan Politeknik Gajah Tunnggal.



Gambar 11. Kapal Boat Pada Kolam Ikan

Adapun Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Keseluruhan Alat

Percobaan	Uji Coba	Jumlah	Lama Waktu	Keterangan
1	Melepas Jaring Sampah	-	30 Detik	Berhasil
2	Menjalankan Kapal	-	32 Detik	Berhasil
3	Memasang Jaring dan Memundurkan Kapal	-	38 Detik	Berhasil
	Rata - Rata		33.3 Detik	

Hasil pada Tabel 5. dapat dilihat bahwa kapal masih belum bisa digunakan untuk mengambil sampah berupa daun yang ada pada permukaan air di aea kolam dikarenakan bobot jaring yang digunakan masih terlalu berat dan terlalu besar sehingga motor DC yang saat digunakan untuk menjalankan kapal masih kurang untuk bisa membawa sampah dan jaring secara bersamaan. Namun, jika jaring yang digunakan untuk mengambil sampah dilepas dari tempatnya, maka sistem kapal akan

berjalan sesuai dengan sistem yang telah dirancang sebelumnya, akan tetapi jika kita ingin menjalankan kapal kebelakang, bagian sisi belakang kapal masih cenderung terangkat dari permukaan air sehingga buangan pada bagian belakang kapal belum sepenuhnya bisa untuk menggerakkan kapal mundur kebelakang.

4. Kesimpulan

Hasil uji coba yang dilakukan terdiri dari pengujian aplikasi kendali, pengujian *pairing bluetooth* dari sensor HC-05, pengujian sistem kontrol dan pengujian keseluruhan sistem ketika pada pengujian sebelumnya sudah bisa diterapkan. Pada pengujian aplikasi kendali ditemukan adanya sedikit masalah yaitu layout aplikasi akan berubah mengikuti *smartphone* yang digunakan sehingga perlu adanya penyesuaian layout. Kedua pada pengujian *pairing Bluetooth* ditemukan jarak maksimal yang dapat dijangkau oleh modul HC-05 yaitu sejauh 9 meter tanpa adanya halangan. Hasil pengujian selanjutnya yaitu sistem kontrol yang sudah sesuai dengan napa yang dirancang penulis, sehingga dapat dilakukan pengujian keseluruhan alat ketika semua sistem sudah memenuhi kriteria. Saran yang dapat diberikan setelah melakukan perancangan ini adalah supaya lebih menggunakan motor brushless dengan kecepatan yang lebih stabil dan lebih tinggi, serta melakukan penyesuaian bobot kapal yang dicetak pada mesin 3D printing. Gunakan battery yang lebih compact dan mikrokontroler seperti Arduino Nano karena dapat meringankan beban pada kapal ketika mengambil sampah. Serta melakukan modifikasi pada bagian jaring kapal supaya kapal dapat berjalan dengan stabil pada posisinya.

Referensi

- [1] A. Fakhriana, "Pembuatan Prototype Robot Kapal Pemungut Sampah Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno Dengan Aplikasi Pengendali Berbasis Android," *J. Ilm. Teknol. Dan Rekayasa*, Vol. 21, No. 3, Pp. 185–195, 2023, [Online]. Available: <https://ejournal.gunadarma.ac.id/index.php/teknol/article/view/1597/1356>
- [2] E. J. Almira Fanny A, "Prototype Robot Kapal Pembersih Kolam Dengan Pengendali Remote Control," Pp. 1–40, 2023, Doi: 10.1017/Cbo9781107300149.008.
- [3] A. Carlos And D. P. Filho, "A Study For Cleaner Pool Robot Design," No. Cobem, Pp. 5388–5397, 2021.
- [4] Adewyah, Dara Nur Istiqomah, Fajar Nopiandani, Miftahul Huda, And Reynaldi Surya Sambas, "Rancang Bangun Mobil Remote Control Bluetooth Menggunakan Arduinouno Berbasis Android," Vol. 2, No. 01, Pp. 1–7, 2024.
- [5] A. B. Lantemona And A. Patombongi, "Sistem Kendali Remote Kontrol Smartphone," *J. Sist. Inf. Dan Tek. Komput.*, Vol. 4, No. 1, Pp. 19–24, 2023.
- [6] N. A. Sutisna, P. Suwarno, And A. R. Firmansyah, "Rancang Bangun Robot Arm Berbasis Raspberry Pi Menggunakan Printer 3d," *J. Mech. Eng. Mechatronics*, Vol. 7, No. 2, Pp. 131–146, 2022, [Online]. Available: [Http://E-Journal.President.Ac.Id/Presunivojs/Index.Php/Jmem/Article/View/3885%0ahttp://E-Journal.President.Ac.Id/Presunivojs/Index.Php/Jmem/Article/Viewfile/3885/1294](http://E-Journal.President.Ac.Id/Presunivojs/Index.Php/Jmem/Article/View/3885%0ahttp://E-Journal.President.Ac.Id/Presunivojs/Index.Php/Jmem/Article/Viewfile/3885/1294)
- [7] Kahfi Sukma Widi, "Pengendalian Pintu Pagar Geser Menggunakan Aplikasi Smartphone Android Dan Mikrokontroler Arduino Melalui Bluetooth," *Jeti (Jurnal Elektro Dan Teknol. Informasi)*, Vol. 1, No. 1, Pp. 1–4, 2022, Doi: 10.26877/Jeti.V1i1.71.
- [8] U. Suska, "Rancang Bangun Mesin Ekstruder Filament 3d Printer," *Uin Suska*, Vol. 5, No. 1, Pp. 1689–1699, 2016.
- [9] Didit Sumardiyanto And Setiawan Putra, "Alat Pengolahan Limbah Filament 3d Print Dengan Material Polylactic Acid (Pla)," *J. Kaji. Tek. Mesin*, Vol. 6, No. 2, Pp. 13–23, 2021.
- [10] M. Waruwu, "Metode Penelitian Dan Pengembangan (R&D): Konsep, Jenis, Tahapan Dan Kelebihan," *J. Ilm. Profesi Pendidik.*, Vol. 9, No. 2, Pp. 1220–1230, 2024, Doi: 10.29303/Jipp.V9i2.2141.
- [11] J. Zhang, G. Qiao, G. Song, And A. Wang, "Design And Implementation Of A Remote Control System For A Bio-Inspired Jumping Robot," *Int. J. Adv. Robot. Syst.*, Vol. 9, No. May, 2020, Doi: 10.5772/51931.
- [12] R. A. M. Napitupulu, L. Siagian, J. Panjaitan, And M. Tampubolon, "Pelatihan Pembuatan Prototype Spare Part Motor Dengan Aplikasi Printer 3d Pelatihan Pembuatan Prototype Spare Part Motor Dengan Aplikasi Printer 3d Pada Siswa Siswi Kls Xi Smk Swasta Parulian 3 Medan," No. July 2021, 2023.
- [13] R. Annisa And Z. Perwira, "Pembuatan Modul Kontrol Kecepatan Motor Brushless Dc Dengan Mikrokontroler (Tugas Akhir)," P. 51, 2022.
- [14] J. Prasetyo, S. Tohir, And H. Purwanto, "Pengaplikasian Variable Speed Drive Untuk Mengontrol Kecepatan Main Motor Drive Dc Pada Rotari Kiln Pada Pt Semen Baturaja (Persero) Tbk," *J. Multidisipliner Kapalamada*, Vol. 1, No. 04, Pp. 447–455, 2022, Doi: 10.62668/Kapalamada.V1i04.351.
- [15] A. Kurniawan, "Desain Kontroler Motor Dc Brush 1 Fasa Untuk Mobil Nogogeni," Pp. 5–8, 2018, [Online]. Available: https://Repository.Its.Ac.Id/51277/0ahttps://Repository.Its.Ac.Id/51277/1/2114030089-Non_Degree_Thesis.Pdf
- [16] S. Pranoto, S. Sutiono, Sarifudin, And D. Nasution, "Penerapan Uml Dalam Perancangan Sistem Informasi Pelaporan Dan Evaluasi Pembangunan Pada Bagian Administrasi Pembangunan Sekretariat Daerah Kota Tebing Tinggi," *Surpl. J. Ekon. Dan Bisnis*, Vol. 2, No. 2, Pp. 384–401, 2024, [Online]. Available: <https://Qjournal.My.Id/Index.Php/Sur/Article/View/866>
- [17] T. Aemanda And A. D. Putra, "Rancang Bangun Aplikasi," *Si Inf. Universitas Teknol. Indones.*, Vol. 7, No. 1, P. Frieyadi, Kristiana, T. (2016). Rancang Bangun, 2020, [Online]. Available: <http://Dx.Doi.Org/10.1016/Bs.Ampbs.2017.04.001%0ahttp://Dx.Doi.Org/10.1016/J.Arabjc.2013.08.010%0ahttp://Dx.Doi.Org/10.1016/J.Chemosphere.2013.01.075%0ahttp://Www.Pnas.Org/Cgi/Doi/10.1073/Pnas.0308555101%0ahttp://Www.Treemediation.Com/Technical/Phytoremed>