

Rancang Bangun Sistem Navigasi Kapal Autonomous Berbasis ESP32 Dan Raspberry Zero W Guna Mendukung Penelitian *Autonomous Fish Feeder Swarm Boat* Di Laboratorium Inacos Universitas Telkom

Autonomous Navigation System Using Esp32 And Rashberry Zero W For Support Autonomous Fish Feeder Swarm Boat Research At Inacos Loboratory Telkom University

1st Kelvin Rifa Ganesha Bermans
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
kbermana@gmail.com

2nd Denny Darlis
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
dennydarlis@telkomuniversity.ac.id

3rd Angga Rusdinar
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
anggarusdinar@telkomuniversity.ac.id

Abstrak—Indonesia memiliki hampir 62% laut dan perairan, oleh karena itu potensi Indonesia sangatlah besar dalam bidang perikanan. Dalam keanekaragaman sumberdaya ikan laut maupun tawar, usaha yang digunakan untuk melindungi kelestariannya melalui budidaya, Pusat Riset Perikanan. Budidaya ikan terdapat elemen penting untuk pertumbuhan dan produksi yaitu pakan dan proses pemberian pakan. Salah satu tantangan utama yang dihadapi oleh pengembangan akuakultur adalah manajemen dalam pemeliharaan dan survivabilitas. *Autonomous Fish feeder* merupakan solusi untuk pemberian pakan otomatis di kolam besar, karena pada saat pemberian pakan secara manual membuat distribusi pakan ikan tidak merata. Navigasi pada *Autonomous fish feeder* berguna untuk mempermudah segala pekerjaan pembudidaya sehingga tidak perlu mengawasi langsung kolam. Cukup dengan mengawasi pergerakan *Autonomous fish feeder* melalui *dashboard*. Sistem navigasi pada *Autonomous fish feeder* menggunakan GPS Neo-6M-V2. Hasil pengujian pada navigasi *Autonomous fish feeder* memiliki tingkat akurasi keberhasilan 95% dengan nilai rata-rata error pada GPS sebesar 4,21%.

Kata kunci— *autonomous fish feeder, dashboard, GPS neo-6M-V2, swarm boat.*

I PENDAHULUAN

Perikanan Indonesia memiliki potensi yang sangat besar dalam budidaya ikan, hal tersebut disebabkan karena Indonesia memiliki keanekaragaman sumberdaya ikan laut maupun tawar, usaha yang digunakan untuk melindungi

kelestariannya melalui budidaya. Pusat Riset Perikanan [1]. Dalam budidaya ikan terdapat elemen penting untuk pertumbuhan dan produksi yaitu pakan dan proses pemberian pakan. Salah satu tantangan utama yang dihadapi oleh pengembangan akuakultur adalah manajemen dalam pemeliharaan dan survivabilitas.

Kehidupan ikan merupakan hal penting bagi pembudidaya ikan, itu tergantung pada pakan dan proses pengiriman pakan ikan yang menentukan kelangsungan hidup dari ikan. Pada aspek ekonomi terutama di proyek akuakultur, yang selamat dari kegagalan dalam budidaya ditentukan oleh kontrol pakan ikan [2]. Hal tersebut menjadi permasalahan bagi daerah karena memiliki keterbatasan dalam kemampuan teknologi budidaya sehingga pengembangan budidaya ikan- ikan lokal belum masih mengalami pertumbuhan yang lambat. Maka diperlukan pengembangan budidaya ikan air tawar lokal dipunyai oleh tiap wilayah di Indonesia dengan pendampingan teknologi [1].

Pemberian pakan yang sering dengan jumlah yang sedikit lebih menguntungkan untuk ikan dari pada pemberian pakan dalam jumlah banyak namun tidak sering [3]. Namun jika kolamnya luas pembudidaya ikan membutuhkan waktu lebih untuk memberikan pakan ikan agar pemberiannya merata.

Pada budidaya ikan air tawar skala besar pembudidayaan ikan masih melakukan proses pemberian pakan ikan secara manual atau menggunakan tenaga manusia. Pembudidaya ikan masih melakukan pemberian pakan ikan pada pinggir kolam yang menyebabkan tidak meratanya pemberian pakan pada ikan sehingga menyebabkan pertumbuhan ikan juga tidak merata dan penumpukan pakan di pinggir yang tidak

dimakan ikan akan menyebabkan air yang ada pada kolam tidak baik untuk ikan.

Pada proyek akhir ini dilakukan pembuatan sistem navigasi untuk Autonomoous boat menggunakan ESP32 dan Raspberry Pi Zero W dengan penempatan pada titik tertentu dan memberi pakan secara otomatis sesuai dengan waktu yang ditentukan. Pada kolam skala besar dibutuhkan beberapa alat untuk ditempatkan di beberapa titik agar pemberian pakan merata dengan alat yang bisa bergerak secara otomatis sesuai dengan titik yang ditentukan menggunakan GPS (Global Positioning System) sehingga akan menjangkau semua titik untuk di taburi pakan ikan. Kapal dikendalikan secara otomatis menggunakan waypoint dari sistem navigasi yang telah dibuat.

II KAJIAN TEORI

A. Kapal Autonomus

Kapal Autonomus atau Autonomous Surface Vehicle (ASV) merupakan sebuah kapal tanpa awak yang mampu bergerak secara otomatis dari suatu titik ke titik lain tanpa adanya campur tangan manusia. Perilaku menghindari rintangan merupakan salah satu perilaku yang membawa kapal bergerak bebas tanpa bertabrakan. [4]. fungsi kapal autonomus ini sebagai alat utama yang berguna untuk menjalankan penelitian ini, sebagai penampung alat alat yang akan bekerja di tambak perikanan.

B. Sistem Navigasi

Navigasi menjadi bagian terpenting pada autonomous agar mampu bergerak secara mandiri. Sistem navigasi pada autonomous dapat diartikan sebagai suatu kemampuan untuk memandu pergerakan dari suatu posisi ke posisi lain yang dituju melalui penentuan posisi dan arah gerakanya. Berdasarkan latar belakang tersebut, dirancanglah sistem navigasi berbasis posisi dengan metode waypoint. Navigasi waypoint adalah suatu metode untuk mengatur gerak dari suatu posisi ke posisi lain yang dituju, dengan mengasumsikan setiap posisi dalam proses pergerakannya menjadi suatu titik dalam sistem koordinat tertentu (latitude dan longitude bila berdasarkan sistem koordinat Bumi) [5].

C. Navigasi Autonomus

Navigasi adalah suatu ilmu untuk menentukan posisi kapal di laut dengan melakukan steering kapal secara aman dari satu tempat ke tempat lain. Sistem navigasi terdiri dari dua bagian, yaitu kompas pada bagian analog dan GPS pada bagian digital. GPS merupakan perangkat navigasi yang dapat melacak keberadaan suatu objek berbasis satelit [6]. Sistem navigasi pada autonomous mobile robot dapat diartikan sebagai suatu kemampuan untuk memandu pergerakan dari suatu posisi ke posisi lain yang dituju melalui penentuan posisi dan arah gerakanya.

D. Global Positioning System (GPS)

GPS merupakan singkatan dari Global Positioning System, yang ialah sistem navigasi dengan memakai teknologi satelit yang bisa menerima sinyal dari satelit. Sistem ini memakai 24 satelit yang mengirimkan sinyal gelombang mikro ke bumi. Sinyal ini diterima oleh perlengkapan penerima (receiver) di permukaan, dimana GPS receiver ini hendak mengumpulkan data dari satelit

GPS. Suatu GPS receiver wajib mengunci sinyal minimum 3 satelit buat menghitung posisi 2D (latitude serta longitude) serta track pergerakan. Bila GPS receiver bisa menerima 4 ataupun lebih satelit, hingga bisa menghitung posisi 3D (latitude, longitude serta altitude) [7]. Fungsi dari modul GPS ini berguna sebagai tracker location pada autonomous fish feeder yang akan memberikan titik kordinat posisi kapal.

E. ESP32

ESP32 adalah salah satu keluarga mikrokontroler yang dikenalkan dan dikembangkan oleh Espressif System. ESP32 ini merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Mikrokontroler satu ini compatible dengan Arduino IDE. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul Wi-Fi dan ditambah dengan BLE (Bluetooth Low Energy) dalam chip sehingga sangat mendukung dan dapat menjadi pilihan bagus untuk membuat sistem aplikasi Internet of Things [8]. Mikrokontroler dengan dukungan Wifi dan Bluetooth Low Energi dapat terhubung dari mikrokontroler ke computer selain menghubungkan kabel mikro USB. Pada penelitian ini ESP32 berfungsi sebagai mikrokontroler kapal yang berguna sebagai otak atau pengatur segala macam otak maupun sensor yang akan dipasang pada kapal dan sebagai koneksi Wi-Fi untuk mengirimkan data ke Dashboard, Berikut tabel spesifikasi ESP32.

F. Raspberry Pi Zero W

Raspberry Pi merupakan komputer dengan ukuran kecil, hampir seukuran sebuah kartu kredit. Raspberry Pi dilengkapi dengan prosesor, RAM dan port hardware yang khas yang bisa di temukan pada banyak computer [9]. Mikrokontroler dengan dukungan Wi-Fi memerlukan aplikasi tambahan untuk dapat masuk kedalamnya, pada penelitian ini Raspberry Pi Zero W ini digunakan sebagai Mikrokontroler sebagai otak atau pengatur segala macam otak maupun sensor yang akan dipasang pada kapal, sebagai koneksi Wi-Fi untuk mengirimkan data ke Dashboard dan sebagai camera pendeteksi tabrakan pada kapal. Berikut spesifikasi Raspberry Pi Zero W.

G. GPS Neo-6M-V2

GPS Neo-6M-V2 berfungsi sebagai penerima GPS (Global Positioning System Receiver) yang dapat mendeteksi lokasi dengan menangkap dan memproses sinyal dari satelit navigasi. Aplikasi dari modul ini melingkupi sistem navigasi, Berikut spesifikasi dari Neo-6M-V2 [10]. Modul GPS ini dipergunakan sebagai pemberi titik koordinat pada kapal, sehingga kapal dapat menuju tempat lokasi yang telah ditentukan. Kekurangan pada modul GPS ini adalah lambatnya menerima signal sehingga pergerakan kapal terganggu. Berikut spesifikasi Modul GPS NEO6MV2.

H. Sensor Kompas GY-271

Merupakan perangkat untuk mengukur ataupun mempertahankan orientasi, dengan prinsip ketetapan momentum sudut. Mekanismenya merupakan suatu roda berbalik dengan piringan didalamnya yang senantiasa normal. Perlengkapan ini kerap digunakan pada robot. Pada gyroscope ada gyro sensor buat memastikan orientasi gerak dengan bertumpu pada roda ataupun cakram yang berotasi dengan kilat pada sumbu. Gyro sensor sendiri mempunyai

guna buat mengetahui gerakan sesuai gravitasi. Pada gyroscope ada gyro sensor buat memastikan orientasi gerak dengan bertumpu pada roda ataupun cakram yang berotasi dengan kilat pada sumbu. Gyro sensor sendiri mempunyai guna buat mengetahui gerakan sesuai gravitasi. Kegunaan dari sensor Kompas pada penelitian kali ini adalah sebagai pengatur ketetapan sudut, sehingga kapal dapat bergerak menuju titik yang telah ditentukan pada kolam.

I. Software Arduino IDE

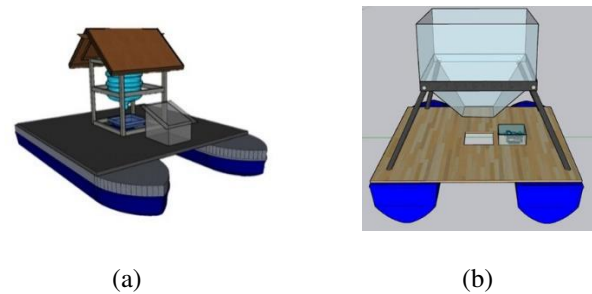
Menurut (Fadlilah, N. I., Arifudin, A) “Bahasa pemrograman adalah notasi yang digunakan untuk menulis program (komputer)”. Menurut (Kadir, 2013), Arduino diciptakan untuk para pemula bahkan tidak memiliki basic bahasa pemrograman sama sekali karena menggunakan bahasa C++ yang telah dipermudah melalui library. Arduino menggunakan software processing yang digunakan untuk menulis program ke dalam Arduino. Processing merupakan penggabungan antara C++ dan Java. Software Arduino dapat di-instal di berbagai operating sistem (OS). Arduino tidak hanya sebagai pengembangan, tetapi kombinasi dari hardware, bahasa pemrograman dan Integrated Development Enviroment (IDE) yang canggih [11]. IDE adalah software yang berperan untuk menulis program, meng-compile menjadi kode biner dan mengupload ke dalam memori mikrokontroler.

J. Software Google Maps

Google Maps diluncurkan pada Februari 2005. Layanan ini menggunakan Javascript, XML dan AJAX. Google Maps menawarkan API yang memungkinkan peta untuk dimasukkan pada situs web pihak ketiga dan menawarkan penunjuk lokasi untuk bisnis perkotaan dan organisasi lainnya di berbagai negara di seluruh dunia. Google Maps maker memungkinkan pengguna untuk bersama-sama mengembangkan dan memperbarui pemetaan layanan di seluruh dunia. Google Maps adalah layanan pemetaan web yang dikembangkan oleh Google. Layanan ini memberikan citra satelit, peta jalan, panorama 360°, kondisi lalu lintas dan perencanaan rute untuk bepergian dengan berjalan kaki, mobil, sepeda (versi beta), atau angkutan umum. Google Maps adalah layanan pemetaan yang dikembangkan oleh Google. Dengan berbagai fitur yang menyertainya membuat Google Maps sangat diminati oleh banyak pengguna, khususnya saat Google Maps merilis aplikasi mobile. Fungsi dari google maps ialah sebagai tampilan lokasi keberadaan kapal dan perpindahan lokasi kapal.

III METODE

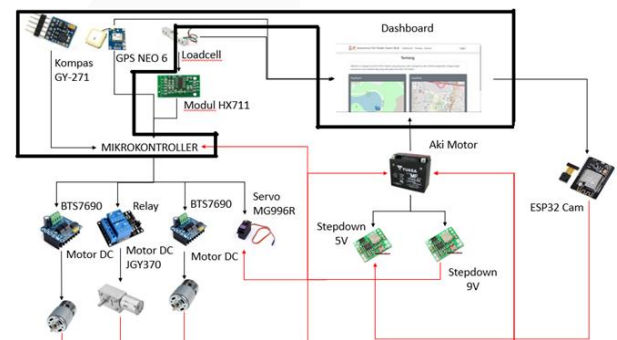
A. Blok Diagram Sistem



GAMBAR 3.1
DESAIN SISTEM AUTONOMOUS FISH FEEDER SWARM BOAT

Gambar 3.1 diatas merupakan desain sistem dari Autonomous Fish Feeder Swarm Boat, Pada gambar 3.1 a adalah autonomous fish feeder berbasis ESP32 dan pada gambar 3.1 b adalah autonomous fish feeder berbasis Raspberry Pi Zero W. Sistem ini dirancang membuat sistem pakan ikan Autonomous untuk di kolam ikan. Sistem pakan Autonomous ini bergerak dengan bantuan Unmanned Surface Vehicle (USV) yang bergerak menuju titik tertentu sesuai dengan perintah. Ketika USV mulai bergerak maka sistem Autonomous Fish Feeder akan bekerja untuk menaburkan pakan, selama kapal bergerak GPS akan selalu mengirimkan titik lokasi ke dashboard.

Adapun diagram blok dari *Hardware Autonomous Fish Feeder Swarm Boat*, sebagai berikut:



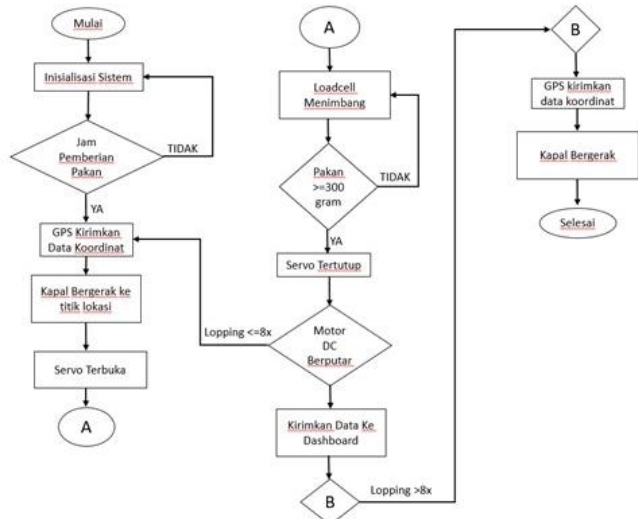
GAMBAR 3.2
BLOK DIAGRAM

Gambar 3.1.1 adalah blok diagram Autonomous Fish Feeder Swarm Boat. Perancangan terbagi menjadi 2 bagian, yaitu bagian web dan alat. Platform web dirancang untuk digunakan oleh admin, dimana hanya admin yang bisa mengakses website tersebut juga admin mengelola dan melihat informasi didalam dashboard. Informasi yang dapat kita lihat berupa titik lokasi map, jumlah dalam pemberian pakan ikan, status terbuka atau tertutup pada servo, sisa penggunaan power supply dan yang terakhir menampilkan kamera alamat IP ESP32-CAM. Untuk bagian alat disini menggunakan mikrokontroler, mikrokontroler yang digunakan ada 2 macam yaitu ESP32 dan raspberry pi zero w, alat ini berfungsi sebagai pemeran utama dalam mendukung pembuatan Autonomous Fish Feeder Swarm Boat agar bisa bergerak dan bisa memberikan pakan ikan. Gambar diatas terdapat beberapa komponen yang digunakan dan memiliki 2

kondisi yaitu adanya input dan output-an, untuk sisi input terdiri dari modul GPS dan sensor loadcell sedangkan untuk sisi output terdiri dari motor DC, motor servo, relay, BTS7960 Dan ESP32-CAM. Pada sistem ini memerlukan power supply sebesar 12V agar alat dapat berjalan.

B. Flowchart Autonomous Fish Feeder

Berikut merupakan diagram alir sistem kerja Autonomous Fish Feeder Swarm Board:



GAMBAR 3.3

FLOWCHART IMPLEMENTASI SISTEM

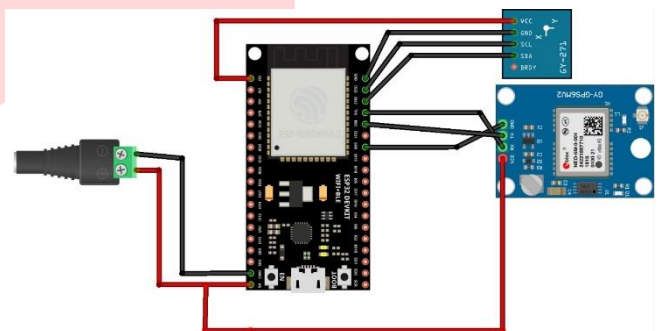
Gambar 3.3 diatas merupakan flowchart yang dibuat untuk tahapan proses implementasi Autonomous Fish Feeder Swarm Boat. Sistem ini terdapat 2 kapal dengan menggunakan mikrokontroler yang berbeda dalam memberikan pakan ikan. Kapal mulai bergerak secara otomatis untuk memberikan pakan ikan yang dimana inilah yang dikatakan swarm.

Alur sistem kerja pertama yaitu dengan dilakukan inisialisasi sistem yang ditangani. Setelah itu masuk ke jaringan WiFi yang sebagai sistem komunikasi antara sistem pengirim dan sistem penerima, ketika jaringan WiFi terputus maka kembali ke inisialisasi sistem. Ketika WiFi berhasil terhubung maka kapal mulai bergerak mengelilingi kolam sesuai perintah yang diberikan, selama kapal bergerak modul GPS selalu mengirimkan titik lokasi longitude dan latitude kapal secara realtime pada dashboard. Kamera yang ada di kapal memantau keadaan sekitar, jika kamera mendeteksi marker yang ditempelkan di salah satu kapal maka kamera mendeteksi adanya halangan dan memerintahkan kapal untuk menghindari adanya tabrakan dan jika kamera tidak mendeteksi adanya marker, maka kapal terus bergerak mengelilingi kolam. Kapal berjalan selama 60 detik kemudian berhenti untuk menebarkan pakan ikan, ketika kapal berhenti maka motor servo secara otomatis terbuka untuk membuang pakan ikan kedalam wadah kecil, terdapat sensor loadcell untuk mengukur berat dari pakan ikan yang dituangkan ke kolam yaitu sekitar 300 gram, ketika wadah kecil sudah terdeteksi menampung pakan seberat 400-gram maka servo mulai tertutup kembali dan mengirimkan data servo ke dashboard. Setelah itu motor DC memutar wadah kecil 180 derajat searah jarum jam untuk

menumpahkan pakan ikan kedalam kolam dan wadah kecil berputar lagi untuk kembali ke posisi semula berlawanan jarum jam. Data pakan yang sudah terbuang dikirimkan kedalam dashboard. Sistem pemberian pakan ini bekerja 2 waktu dalam sehari yaitu pagi dan sore hari, dimana kedua kapal membuang pakan ikan 8 kali dalam sehari, Jika pemberian diberikan pada pagi hari, kapal akan kembali ke titik awal dan kembali bergerak lagi di sore hari untuk memberikan pakan dan apabila telah selesai dilakukan pemberian pakan, kapal akan bergerak dan kembali ke titik awal sesuai titik koordinat yang telah ditentukan.

C. Wiring Diagram Navigasi Autonomous Fish Feeder

Berikut wiring diagram dari beberapa komponen yang digunakan dalam sistem navigasi Autonomous Fish Feeder. Dapat dilihat setiap pin yang terdapat dalam komponen terhubung ke ESP32:



fritzing

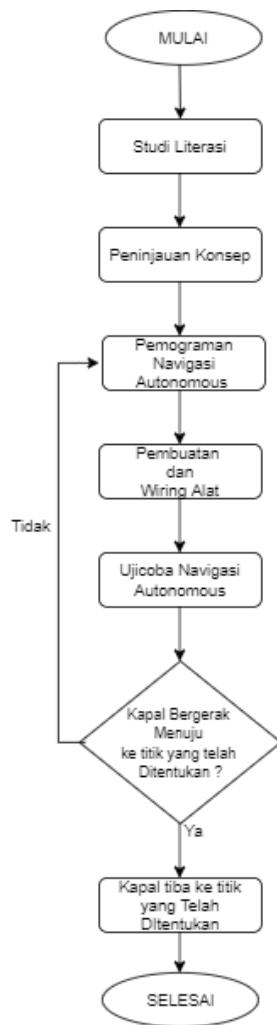
GAMBAR 3.4

WIRING DIAGRAM NAVIGASI AUTONOMOUS FISH FEEDER

1. Sensor GPS NEO6MV2 yang terhubung pada ESP32 memiliki 4 pin yaitu VCC, GND, RX dan TX. Pin RX dan TX pada GPS terhubung pada pin TXD dan RXD sedangkan VCC dan GND terhubung ke sumber tegangan ESP32.
2. Sensor Kompas GY-271 yang terhubung pada ESP32 memiliki 5 pin VCC, GND, SCL, SDA, DRDY. Pin SCL dan SDA terhubung pada ESP32 dengan pin I023 dan I022 sedangkan VCC dan GND terhubung pada sumber tegangan ESP32.

D. Flowchart Sistem Navigasi

Flowchart dari perancangan perancangan sistem navigasi Autonomous Fish Feeder yang akan diintegrasikan dengan Autonomous Fish Feeder.



GAMBAR 3.5

FLOWCHART SISTEM NAVIGASI AUTONOMOUS FISH FEEDER

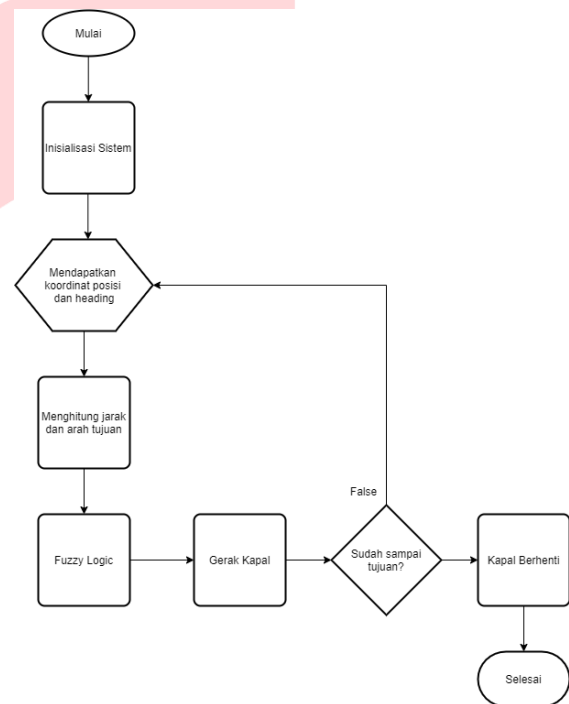
Berdasarkan Gambar 3.5 *flowchart* perancangan sistem navigasi *Autonomous Fish Feeder*, proses kerjanya dimulai dari:

1. Perancangan navigasi *Autonomous Fish Feeder* sebagai penelitian Proyek Akhir ini. Tahap ini, dilakukannya diskusi antara dosen pembimbing dan tim peneliti yang tergabung dalam penelitian *Autonomous Fish Feeder* melakukan studi literatur yang berkaitan dengan perancangan Navigasi *Autonomous Fish Feeder*. Mencari informasi mengenai apa saja yang dibutuhkan dalam perancangan sistem kerja alat dari awal pengerjaan hingga akhir pengerjaan tersebut, dan hasil yang diperoleh dari pekerjaan alat tersebut.
2. Setelah mempelajari literatur, ditentukannya sistem perancangan navigasi *Autonomous Fish Feeder* dan komponen – komponen yang mendukung dari sistem perancangan. Dilakukan pengecekan dan ujicoba setiap komponen sesuai dengan sistem yang diinginkan
3. Pembuatan final program keseluruhan dimana menggabungkan program dari setiap komponen menjadi satu, mulai dari input hingga ke output yang diinginkan serta merakit komponen keseluruhan pada navigas *Autonomous Fish Feeder*.

4. Melakukan ujicoba dalam sistem navigasi *Autonomous Fish Feeder*.
5. Pemasangan alat sistem navigasi *Autonomous Fish Feeder*. Melakukan ujicoba secara keseluruhan untuk melihat hasil yang diinginkan

E. Navigasi *Autonomous Fish Feeder*

Pada penelitian ini dilakukan perancangan Sistem Navigasi kapal autonomus berbasis ESP32 dan Raspberry Pi Zero W yang dapat membantu para pembudidaya ikan dalam melakukan pemberian kapan ataupun dapat memonitoring pergerakan kapal saat melakukan pemberian pakan. Adapun flowchart sistem navigasi *Autonomous Fish Feeder* ditampilkan pada gambar dibawah ini :



GAMBAR 3.6

DIAGRAM ALIR NAVIGASI AUTONOMOUS FISH FEEDER

Pada Gambar 3.6 menjelaskan. sebagai berikut:

1. Dilakukannya instalasi sistem tahapan installasiya yaitu menghubungkan Mikrokontroller dengan Wi-Fi dan GPS. tujuan gps ini berguna untuk mengetahui keberadaan posisi dan pergerakan kapal selama pemberian pakan berlangsung pH : Nilai pH yang terbaca oleh sensor
2. Dilakukan penghubungan Wi-Fi ke Mikrokontroller yang bertujuan agar dapat mengetahui posisi titik yang telah diberikan GPS Tanggal : Informasi tanggal dari data yang masuk.
3. Disaat GPS mendapatkan tujuan titik koordinat yang telah ditentukan GPS dan Kompas akan menghitung jarak serta arah tujuan titik yang telah ditentukan diawal.
4. Melakukan perhitungan untuk mendapatkan pemecahan masalah lokasi tujuan yang telah ditentukan diawal, agar mendapatkan titik pergerakan yang tepat.

- Setelah mengukur Fuzzy Logic kapal akan bergerak ketitik yang telah ditentukan diawal.
- Disaat pergerakan kapal gps akan selalu memberikan posisi perpindahan kapal. Apabila kapal berhenti secara tiba-tiba ataupun tidak sampai pada titik yang telah ditentukan, terjadi karena kapal kehilangan signal GPS sehingga akan kembali pada pembacaan posisi
- Apabila kapal telah tiba di titik lokasi yang telah ditentukan diawal, kapal akan berhenti dan menumpahkan pakan.

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan Navigasi Pada Autonomous Swarm Boat

Hasil perancangan navigasi pada Autonomous swarm boat berbasis ESP32 dan Raspberry Pi Zero W sebagai berikut.

1. Hasil Pemasangan Alat

Berikut adalah Hasil pemasangan alat Pada Autonomous Fish Feeder.

a. Pemasangan Alat Antenna Ceramic GPS



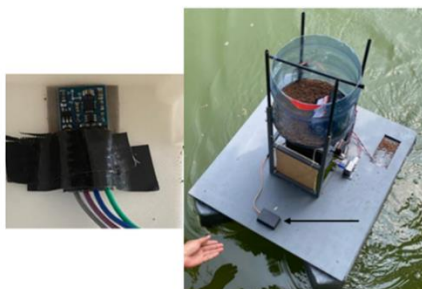
GAMBAR 4.1
CERAMIC GPS

b. Pemasangan Modul GPS



GAMBAR 4.2
MODUL GPS

c. Pemasangan Sensor Kompas



GAMBAR 4.3
SENSOR KOMPAS

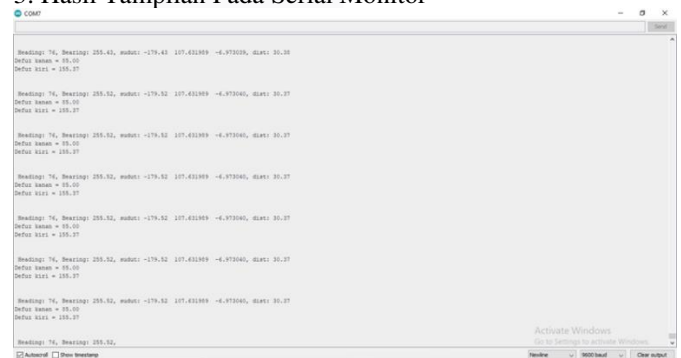
2. Hasil Penggunaan Navigasi



GAMBAR 4.4
HASIL PEMASANGAN TITIK LOKASI

Pada Gambar 4.4 merupakan tempat penulisan titik yang akan dituju, dibaris 18 dan 19 pada Arduino IDE adalah tempat memasukan angka koordinat yang akan menjadi tujuan kapal bergerak.

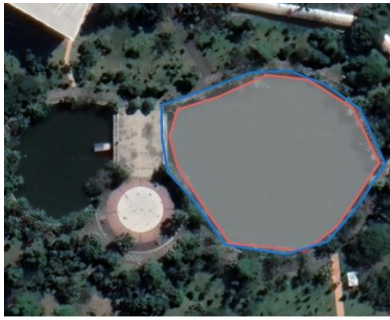
3. Hasil Tampilan Pada Serial Monitor



GAMBAR 4.5
HASIL KELUARAN PADA SERIAL MONITOR

Gambar 4.5 menunjukkan keluaran pada serial monitor, yang menjelaskan koordinat pergerakan kapal, sudut antara 2 titik koordinat, jarak antara titik kapal dan tujuan kapal, hasil kecepatan perputaran PWM kapal

B. Hasil Pengujian Error



GAMBAR 4.6
KOORDINAT TRACKING GPS KAPAL DAN GPS HANDPHONE

Pada Gambar 4.9 menunjukkan garis berwarna biru adalah koordinat lintasan yang diinginkan yang di hasilkan dari koordinat GPS HP, sedangkan koordinat berwarna merah adalah hasil dari koordinat pergerakan kapal. Dengan mengambil beberapa pergerakan kapal antar keduanya ditemukan pergeseran titik koordinat yang ditujukan. Berikut perbandingan latitude dan longitude dari hasil koordinat kapal dan hasil koordinat HP1.

TABEL 4.1
TABEL PENGUJIAN

1	GPS HP1		GPS Kapal	
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude
2	-6.972980	107.631937	-6.973004	107.631904
3	-6.973185	107.631885	-6.972976	107.631374
4	-6.973278	107.631731	-6.973268	107.631643
5	-6.973294	107.631930	-6.973285	107.631640
6	-6.973224	107.631700	-6.973241	107.631547
7	-6.973365	107.631574	-6.973318	107.631721
8	-6.973265	107.631572	-6.973275	107.631831
9	-6.973220	107.631603	-6.973223	107.631885
10	-6.973128	107.631499	-6.973115	107.631921
11	-6.972942	107.631324	-6.973032	107.631947
12	-6.972829	107.631340	-6.973041	107.631933
13	-6.972847	107.631379	-6.973037	107.631946
14	-6.972706	107.631492	-6.973055	107.631933
15	-6.972182	107.631403	-6.973117	107.63192
16	-6.972882	107.631920	-6.973101	107.631895
17	-6.973037	107.632011	-6.973124	107.631904

TABEL 4.2
DATA PENGUJIAN ERROR GPS

No	GPS HP1		GPS Kapal		error		Distance GPS (m)
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	
1	-6.972980	107.631937	-6.973004	107.631904	3.4	3	4.64
2	-6.973185	107.631885	-6.972976	107.631374	29.9	4.7	10.3
3	-6.973278	107.631731	-6.973268	107.631643	1.4	8.1	4.5
4	-6.973294	107.631930	-6.973285	107.631640	1.2	2.6	2.01
5	-6.973224	107.631700	-6.973241	107.631547	2.4	1.4	1.98
6	-6.973365	107.631574	-6.973318	107.631721	6.7	1.3	4.03
7	-6.973265	107.631572	-6.973275	107.631831	1.4	2.4	1.9
8	-6.973220	107.631603	-6.973223	107.631885	4.3	2.6	3.5
9	-6.973128	107.631499	-6.973115	107.631921	1.8	3.9	2.8
10	-6.972942	107.631324	-6.973032	107.631947	12.9	5.7	9.3
11	-6.972829	107.631340	-6.973041	107.631933	30.4	5.5	12.5
12	-6.972847	107.631379	-6.973037	107.631946	27.2	5.2	10.1
13	-6.972706	107.631492	-6.973055	107.631933	50	4	17.6
14	-6.972182	107.631403	-6.973117	107.631920	41.1	4.8	14.2
15	-6.972882	107.631920	-6.973101	107.631895	31.4	2.3	10.4
16	-6.973037	107.632011	-6.973124	107.631904	12.4	9.9	9.8
Nilai Rata-rata Error					18%	4%	6.6

Pada tabel diatas menunjukkan hasil perbedaan dari hasil koordinat kapal dan hasil koordinat HP1. HP tersebut diletakan diatas kapal agar memberikan titik koordinat yang akurat. Perbandingan antara GPS kapal dan GPS HP memberikan titik lokasi yang berbeda, sehingga dapat rata-rata error pada GPS kapal. Berikut rumus perhitungan yang menghasilkan error pada setiap titik perpindahan:

$$\frac{\text{long HP} - \text{long Kapal}}{\text{long HP}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\frac{\text{lat HP} - \text{lat Kapal}}{\text{lat HP}} \times 100\% \quad (2)$$

Pada rumus diatas merupakan perhitungan untuk mengetahui tingkat error pada setiap perpindahan titik koordinat pada kapal., dan hasil nilai rata-rata pada error keakuratan GPS kapal 4,21%. Adapun rumus untuk mengetahui perbandingan jarak dari GPS, yaitu:

$$a = \sin \frac{(\text{radlatd2} - \text{radlatd})^2}{2} + \cos(\text{radlatd}) \times \cos(\text{radlatd2}) \times \sin \frac{(\text{radlon2} - \text{radlon})^2}{2} \quad (3)$$

Berikut istilah pada rumus diatas.

- Radlatd2 = latitude 2 dalam radian
- Radlatd = latitude 1 dalam radian
- Radlon2 = longitude 2 dalam radian
- Radlon = longitude 1 dalam radian

V KESIMPULAN

Mengacu pada hasil pengujian alat yang telah dilakukan pada Sistem navigasi Autonomous Boat berbasis ESP32 dan Raspberry Pi Zero W untuk mendukung penelitian Autonomous Fish Feeder Swarm Boat yang berjalan secara otomatis, dapat disimpulkan bahwa:

1. Perancangan peletakan modul dan sensor sangat berpengaruh pada keseimbangan dan pergerakan kapal..
2. Kondisi sensor dan modul harus sudah dalam keadaan di kalibrasi agar tidak ternyata error atau salah pergerakan ataupun perhitungan.
3. GPS yang digunakan pada Autonomous Fish Feeder adalah Neo-6M-V2, setelah melakukan pengujian terhadap ketetapan posisi antara data dari GPS dengan posisi yang sebenarnya pada danau Telkom University, jarak radius kesalahan dari GPS tersebut ialah 4,21%, tidak begitu mendekati titik sebenarnya..
4. Berdasarkan data waktu, koordinat dan kecepatan disaat Autonomous Fish Feeder beroperasi penerimaan signal GPS untuk connect keserver pada dashboard ialah 3-5 menit.

REFERENSI

- [1] I. A, "PENGEMBANGAN TEKNOLOGI BUDIDAYA IKAN AIR TAWAR," 25 02 2014. [Online]. Available: <http://puslitbangkan.balitbangkp.kkp.go.id/2014/02/pengembangan-teknologi-budidaya-ikan-air-tawar/>. [Diakses 25 07 2020].
- [2] S. A. K, S. V, V. N dan D. J, "Smart Fish Feeder," *International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology*, vol. 2, no. 2, 2017.
- [3] S. Jumalli, U. M. Tang dan M. , "The Modified of Automatic Feeder for Increasing Effectiveness of Fish," 2014.

- [4] HIMATEMAKA, "Divisi Remotely Operated Underwater Vehicle," HIMATEMAKA, [Online]. Available:
[https://himatemaka.com/halaman/poliwangi-hydromodelling-club/divisi-autonomous-surface-vehicle#:~:text=Autonomous%20Surface%20Vehicle%20\(ASV\)%20merupakan,kapal%20bergerak%20bebas%20tanpa%20bertabrakan](https://himatemaka.com/halaman/poliwangi-hydromodelling-club/divisi-autonomous-surface-vehicle#:~:text=Autonomous%20Surface%20Vehicle%20(ASV)%20merupakan,kapal%20bergerak%20bebas%20tanpa%20bertabrakan). [Diakses 25 07 2022].
- [5] A. S. Taufik, "Robot, Sistem Navigasi Waypoint pada Autonomous Mobile," 2022.
- [6] R. E. Saputra, S. Aulia dan S. Rangkuti, "Desain Prototype Sistem Kendali dan Pelacakan pada Mesin Boat," *Jurnal Rekayasa Elektrika*, vol. 17(2), pp. 79-85, 2021.
- [7] Alex, "Beginners guide to drone autopilots (flight controllers) and how they work," DroneTrest, 14 10 15. [Online]. Available:
<https://www.dronetrest.com/t/beginners-guide-to-drone-autopilots-flight-controllers-and-how-they-work/1380>. [Diakses 25 07 2022].
- [8] Sulistio, "MIKROKONTROLER ESP32," 16 10 2021. [Online]. Available:
<https://raharja.ac.id/2021/11/16/mikrokontroler-esp32-3/>. [Diakses 25 07 2022].
- [9] HOWPEDIA, "Spesifikasi Raspberry Pi Zero W, Fitur, dan Lainnya," [Online]. Available:
<https://howpedia.net/id/spesifikasi-raspberry-pi-zero-w-fitur-dan-lainnya>. [Diakses 25 07 2022].
- [10] TOKOTEKNOLOGI, "Modul GPS NEO6MV2," [Online]. Available:
<https://tokoteknologi.co.id/modul-gps-neo6mv2>. [Diakses 25 07 2022].
- [11] "Automatic Fish Feeding System Based On RTC And Arduino Uno For Aquarium Application," *JOURNAL RENEWABLE ENERGY ELECTRONICS AND CONTROL*, vol. 1, no. 1, pp. 1-9, 2021.