

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

Design And Development Of Autonomous Ship Control System Based On Raspberry Pi Zero W To Support Autonomous Fish Feeder Boat Research At Incos Laboratory, Unversitas Of Telkom

1st A. Anugrah Nurul Aprianty
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

nurulaprianty@telkomuniversity.ac.id

2nd Denny Darlys
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

denny.darlis@tass.telkomuniversity.ac.i

3rd Angga Rusdinar
Fakultas Ilmu Terapan
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

anggarusdinar@telkomuniversity.ac.id

d

Abstrak—Kebutuhan pokok pada sektor perikanan mengalami peningkatan oleh karena itu banyak tantangan yang dihadapi pembudidaya ikan dalam memproduksi ikan secara optimal. Salah satunya adalah pemberian pakan ikan. Pengembangan sistem pemberian pakan yang masih diterapkan oleh masyarakat menggunakan teknik handfeeding yaitu pakan langsung ditebarkan menggunakan tangan ke dalam kolam, dimana teknik tersebut kurang efektif dikarenakan pemberian pakan yang ditebar tidak terukur dan pemberian pakan yang tidak terjadwal dengan baik. Maka dari itu diperlukannya teknologi yang dapat membantu pembudidaya untuk mengefektifkan waktu secara tenaga yang dibutuhkan. Pada proyek akhir ini dilakukan perancangan autonomous boat yaitu perancangan kapal tanpa awak yang bertujuan untuk mendukung sistem *automatic fish feeder* yang dapat digunakan untuk mempermudah pemberian pakan ikan secara otomatis yang diaplikasikan ke dalam kolam ikan. Perancangan autonomous boat ini menggunakan mikrokontroler Raspberry Zero W sebagai sistem pengendali pada kapal. Hasil dari perancangan autonomous boat ini dapat mendukung sistem *automatic fish feeder* dalam pemberian pakan secara

otomatis dan terjadwal. Autonomous boat dapat bergerak secara otomatis dengan menggunakan mikrokontroler Raspberry Zero W dan motor driver BTS7960 sebagai pengatur kecepatan pada kapal dan pembantu sistem kemudi kapal. Penggunaan PWM 50-70 merupakan PWM paling efektif dan efisien. Autonomous boat ini dapat menampung beban hingga 15 kg.

Kata Kunci—*autonomous boat, automatic fish feeder, raspberry zero w, motor Driver.*

Abstract—*The basic needs of the fishery sector have increased, therefore there are many challenges faced by fish farmers in producing fish optimally. One of them is feeding fish. The development of a feeding system that is still applied by the community uses the handfeeding technique, namely the feed is directly spread by hand into the pond, where this technique is less effective because the feeding that is stocked is not measured and the feeding is not scheduled properly. Therefore, technology is needed that can help cultivators to streamline the time and energy needed. In this final project, the design of an autonomous boat is carried out, namely the design of an unmanned vessel that aims to*

support an automatic fish feeder system that can be used to facilitate automatic feeding of fish that is applied to fish ponds. The design of this autonomous boat uses a Raspberry Zero W microcontroller as a control system on the ship. The results of this autonomous boat design can support the automatic fish feeder system in automatic and scheduled feeding. Autonomous boats can move automatically by using a Raspberry Zero W microcontroller and a BTS7960 motor driver as a speed controller on the ship and a ship's steering system assistant. The use of PWM 50-70 is the most effective and efficient PWM. This autonomous boat can accommodate loads of up to 15 kg.

Keywords: *autonomous boat, automatic fish feeder, raspberry zero w, motor driver.*

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara maritim terbesar di dunia, dengan luas daratan serta luas lautan yang dimiliki Indonesia menyediakan banyak potensi kekayaan sumber daya alam yang tersebar hampir di seluruh wilayah. Kebutuhan pokok pada sektor perikanan mengalami peningkatan dimana para pelaku budidaya melakukan peningkatan produksi dengan tetap memperhatikan pertumbuhan dan kualitas dari ikan. Potensi sumberdaya perikanan baik perikanan tangkap, budidaya laut, perairan umum dan lainnya diperkirakan mencapai US\$ 82 miliar per tahun [1]. Menurut State of World Fisheries and Aquaculture 2016 melaporkan bahwa pertumbuhan yang signifikan dalam perikanan dan produksi akultular dalam lima puluh tahun terakhir, telah meningkatkan kapasitas dunia untuk mengkonsumsi diversifikasi dan makanan bergizi. Beberapa kasus upaya dalam meningkatkan hasil produksi budidaya ikan telah dilakukan oleh beberapa pihak diantaranya adalah Dabit melakukan perancangan kapal tanpa awak penebar ikan di wilayah pesisir pantai berbasis microcontroller Arduino [2].

Banyak tantangan yang dihadapi pembudidaya untuk memproduksi ikan secara optimal dan berkelanjutan. Salah satunya adalah pemberian pakan ikan. Proses pembudidaya ikan membutuhkan adanya kebutuhan pakan pada usaha pembenihan ikan. Makanan yang dimakan oleh ikan digunakan untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup [1]. Pakan yang memenuhi kebutuhan gizi ikan dapat meningkatkan pertumbuhan benih ikan hingga menjadi ukuran siap jual [1]. Pengembangan sistem pemberian pakan yang masih diterapkan oleh masyarakat menggunakan teknik handfeeding yaitu pakan langsung ditebarkan menggunakan tangan ke dalam kolam/tambak, dimana teknik tersebut kurang efektif dikarenakan pemberian pakan yang ditebar tidak teratur, pemberian pakan yang tidak terjadwal dengan baik dan membutuhkan tenaga kerja yang lebih banyak. Maka dari itu diperlukannya teknologi yang dapat membantu pembudidaya untuk

mengefektifkan waktu secara tenaga yang dibutuhkan.

Pada Proyek Akhir ini akan dibuat prototype swarm boat yang dilengkapi dengan sistem kendali kapal menggunakan Raspberry Zero W sebagai pengendali utama kapal secara otomatis, Motor DC sebagai aktuator penggerak rudder, Motor Driver L298N sebagai pengatur kecepatan motor dan juga dapat memberikan tegangan maksimum hingga 46 Volt. Prototype ini berfungsi untuk mengimplementasikan sistem fish feeder pada swarm boat autonomous tujuannya agar para pembudidaya ikan dapat lebih efektif dalam melakukan kegiatan pemberian pakan.

II. DASAR TEORI

A. Hukum Archimedes

Hukum mengenai prinsip pengapungan yang dilakukan di atas zat cair disebut sebagai Hukum Archimedes. Hukum ini berlaku dimana sebuah benda tercelup seluruhnya atau sebagian di dalam zat cair, zat cair akan memberikan gaya ke atas (gaya apung) pada benda, dimana besarnya gaya keatas (gaya apung) sama dengan berat zat cair yang dipindahkan [3].

Menurut prinsip Archimedes, besarnya gaya tekan keatas adalah :

$$F_a = w_f = \rho \cdot V \cdot g$$

F_a adalah gaya tekan keatas atau gaya apung (buoyancy force). Jika benda mempunyai kerapatan massa ρ_b dan fluida mempunyai kerapatan ρ_f maka perbandingan berat benda dengan gaya tekan ke atasnya.

Jika $\rho_b > \rho_f$, maka $w > F_a \rightarrow$ benda tenggelam

Jika $\rho_b = \rho_f$, maka $w = F_a \rightarrow$ benda melayang didalam fluida

Jika $\rho_b < \rho_f$, maka $w < F_a \rightarrow$ benda mengapung

Pada prinsip Archimedes, jika massa jenis suatu benda lebih kecil daripada massa jenis zat cair maka benda akan mengapung di dalam fluida [3].

Lambung kapal pada riset ini menggunakan material dari serat fiber dengan dimensi $0,75 \times 0,15 \times 0,10$ meter, terdapat dua buah lambung kapal yang diletakan pada bagian kanan dan kiri USV. Untuk mendapat gaya apung kapal maka beban total kapal harus sama dengan gaya angkat kapal pada air. Berikut adalah perhitungan beban maksimal USV agar tetap terapung pada air.

Berat lambung kapal:

$$W_l = m_b \times g = \rho_b \times V_b \times g$$

$$W_l = 120 \times 0,0225 \times 10$$

$$W_l = 27 \text{ Newton}$$

Gaya Angkat Air:

$$F_a = \rho_f \times V_b \times g$$

$$F_a = 1000 \times 0,0225 \times 10$$

$$F_a = 225 \text{ Newton}$$

Berat USV di air:

$$W_{bf} = W_l - F_a$$

$$W_{bf} = 27 - 225$$

$$W_{bf} = -198 \text{ Newton}$$

Keterangan:

W_l = Berat Lambung kapal

ρ_b = Massa Jenis Lambung Kapal

F_a = Gaya Angkat Air

ρ_f = Massa Jenis Air

V_b = Volume Lambung Kapal

W_{bf} = Berat Kapal Saat di Air

Maka, untuk membuat USV tetap terapung pada permukaan air nilai $W_{bf} = 0$. Dapat disimpulkan berat maksimal USV adalah 198 Newton atau 20.190380958 Kg.

B. Lambung Kapal

Lambung kapal merupakan bagian dari kapal yang berguna untuk memberikan daya apung kapal. Daya apung tersebut berfungsi sebagai kekuatan dalam menopang serta isi muatan kapal. Lambung kapal terdiri dari beberapa jenis diantaranya adalah [1]:

1. Lambung Datar

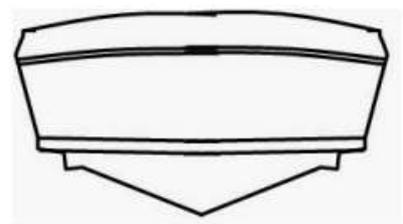
Kapal dengan lambung yang datar ini digunakan pada perairan yang tenang dengan kecepatan yang rendah, biasanya jenis lambung kapal ini digunakan pada kapal ponton/ tongkang kapal tengker.



Gambar 2. 1 Lambung Kapal

2. Lambung V

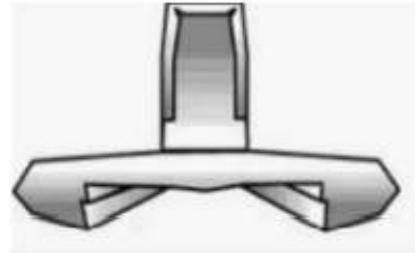
Pada lambung kapal V digunakan untuk mencapai kecepatan tinggi dan bagian bawah kapal memiliki hambatan yang kecil sehingga lebih hemat.



Gambar 2. 2 Lambung Kapal V

3. Lambung Terowongan

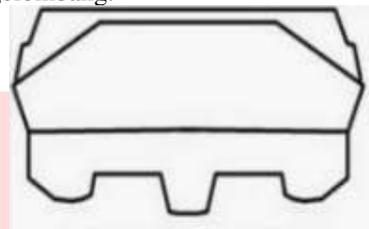
Pada lambung terowongan memiliki bagian sudut yang lancip sehingga dapat meminimalisir gesekan dan lebih mudah untuk maneuver kapal.



Gambar 2. 3 Lambung Terowongan

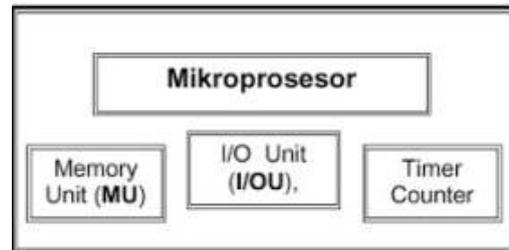
4. Lambung Katamaran

Kapal ini dioperasikan di sungai dengan arus tenang. Jika kapal dioperasikan pada perairan bergelombang maka kapal akan mudah goyang akibat gelombang.



Gambar 2. 4 Lambung Katamaran

C. Mikrokontroler



Gambar 2. 5 Digaram Blok Mikrokontroler

Mikrokontroler sering disebut sebagai single chip microcomputer karena hanya menggunakan satu chip IC. Pada dasarnya Mikrokontroler adalah suatu perangkat yang terintegrasi dari sistem Mikroprosesor ke dalam Microchip tunggal itu sendiri. Di dalam mikrokontroler terdapat mikroprosesor, memory, I/O dan timer counter seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.5. Pada blok tersebut, Bus berfungsi untuk menghubungkan ketiga komponen diatas.

D. Autonomous Swarm Boat



Gambar 2. 6 Autonomous Swarm Boat

Autonomous boat atau yang biasa disebut sebagai Unmanned Surface Vehicle (USV) merupakan sebuah kapal yang dapat bekerja secara otomatis tanpa adanya campur tangan manusia yang dimana kapal ini sendiri memiliki misi dan tujuannya sendiri. Swarm Boat merupakan sebuah kumpulan dari Unmanned Surfaces Vehicle (USV) yang terdapat pada swarm boat dimana keduanya akan menjalin komunikasi dan akan membantu untuk menentukan salah satu dari Unmanned Surfaces Vehicle (USV) tersebut dan terpilih akan menjadi pemimpin sehingga dapat menentukan jalur serta formasi yang akan digunakan. Unmanned Surfaces Vehicle (USV) ini merupakan alat yang dapat dikendalikan secara otomatis dan termasuk jenis roboboat [3].

Swarm boat memiliki beberapa kriteria [4], yaitu sebagai berikut :

1. Robot swarm merupakan robot yang sistemnya autonomus dan robot ini dapat beradaptasi dengan lingkungan sekitarnya.
2. Jumlah anggota swarm boat biasanya lebih dari satu ataupun minimal sesuai dengan aturan yang sudah dikendalikan sebelumnya.
3. Anggota robot yang terlibat didalamnya merupakan robot yang bersifat homogen ataupun robot yang memiliki sifat yang sama.
4. Robot ini tidak dapat berdiri sendiri sehingga dalam mencapai tujuannya, robot harus berkolaborasi demi mencapai tujuan dan menyelesaikan permasalahan yang ada.
5. Robot ini memiliki komunikasi lokal dan mampu mendeteksi keadaan sekitarnya dimana hal ini akan menjamin bahwa koordinasi distribusinya berjalan dengan baik serta mencapai formasinya.

E. Automatic Fish Feeder



Gambar 2. 7 Automatic Fish Feeder

Automatic Fish Feeder memiliki tujuan yaitu sebagai pengganti peran pemberian pakan ikan yang masih dilakukan secara konvensional dengan menerapkan teknik handfeeding dalam menebarkan pakan. Dengan adanya Automatic Fish Feeder ini dapat membantu para pembudidaya ikan dalam menebarkan pakan ikan secara otomatis dan secara efektif dan efisien. Automatic Fish Feeder akan

beroperasi dengan menggunakan sumber tenaga power supply. Pada penelitian ini sumber tenaga baterai pada autonomous fish feeder bertenaga sebesar 12V.

F. Baling-baling kapal (*propeller*)



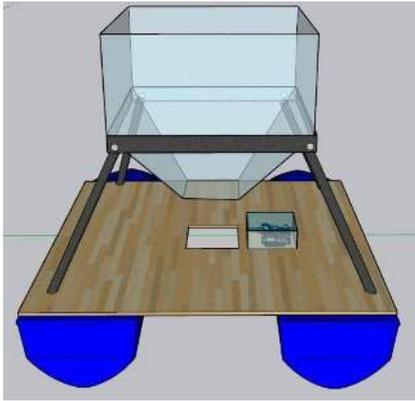
Gambar 2. 8 Propeller kapal

Baling-baling kapal adalah benda yang menyerupai bentuk kipas angin yang dapat berputar ke kiri/kanan sebagai alat pendorong kapal untuk bergerak maju dengan gaya putaran baling-baling mendorong air ke arah yang berlawanan dengan kapal sesuai dengan kecepatan daya dorong baling-baling tersebut [5].

III. PERANCANGAN SISTEM

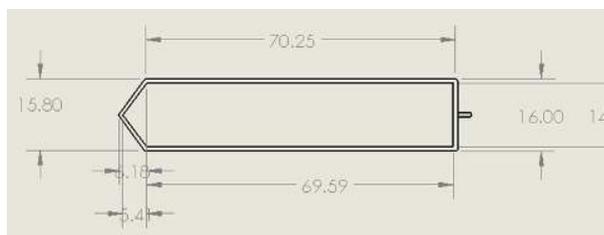
A. Design Sistem Autonomous Fish Feeder Swarm Boat

Design sistem ini dibuat untuk pemberian pakan secara otomatis dengan ikan sebagai objeknya yang ada dalam kolam ikan. Pada sistem pakan otomatis ini berada pada *Autonomous Boat* yang dapat bergerak menuju titik tertentu sesuai perintah yang telah ditentukan oleh leader. Sistem pada pakan ikan otomatis ini akan bergerak menuju titik yang telah ditentukan kemudian memberikan pakan dititik tersebut. Pada sistem pemberian pakan terdapat satu buah wadah besar sebagai tempat penampungan utama pakan yang beratnya 5 kg dan kotak kecil yang terdapat sensor *Load Cell* untuk mengukur berat pakan sebelum ditaburkan pada kolam agar pakan yang ditaburkan sesuai dengan kebutuhan ikan. Kemudian motor servo akan membuka tutup yang terdapat pada ujung bawah wadah besar lalu dituangkan kepada kotak kecil untuk diukur berat pakannya sesuai kebutuhan, setelah diukur pada kotak kecil maka pakan akan ditumpahkan langsung pada kolam ikan dengan cara membalikkan wadah menggunakan motor DC yang sudah terpasang pada kotak kecil tersebut. Design *autonomous fish feeder swarm boat* ini dibuat dengan menggunakan *software AutoCad* yaitu sebuah *software* yang digunakan untuk mendesain atau penyusunan model dalam bentuk 2D atau 3D.



Gambar 3. 1 Design Sistem Autonomous Fish Feeder Swarm Boat

B. Ukuran Lambung Kapal



Gambar 3. 2 Ukuran Lambung Kapal

Gambar 4.2 menunjukkan ukuran lambung kapal *autonomous boat*. *Autonomous boat* memiliki bentuk bersegi lima. Tebal dari lambung kapal ini sebesar 1 cm. Perhitungan volume dibagi menjadi dua bagian yaitu persegi panjang dan segitiga. Pada bagian persegi panjang memiliki panjang luar 70.25 cm, panjang dalam 69.59 cm, lebar luar 16 cm dan lebar dalam 14 cm. Bagian depan kapal berbentuk segitiga dengan alas luar 15.80 cm dan alas dalam 14 cm, tinggi luar 6.18 cm dan tinggi dalam sebesar 5.41 cm.

Mencari volume lambung kapal

Diketahui,

$$t_{luar} = 16 \text{ cm dan } t_{dalam} = 15 \text{ cm}$$

$$V_b = V_{b.luar} - V_{b.dalam}$$

$$V_{b.luar} = V_{kubus.luar} + V_{prisma.segitiga.luar}$$

$$V_{b.luar} = (p_{luar} \times l_{luar} \times t_{luar}) + (L_{alas.luar} \times t_{luar})$$

$$V_{b.luar} = (70.28 \times 16 \times 16) + (0.5 \times 15.80 \times 6.8 \times 16)$$

$$V_{b.luar} = 18851.2 \text{ cm}^3$$

$$V_{b.dalam} = V_{kubus.dalam} + V_{prisma.segitiga.dalam}$$

$$V_{b.dalam} = (p_{dalam} \times l_{dalam} \times t_{dalam}) + (L_{alas.dalam} \times t_{dalam})$$

$$V_{b.dalam} = (69.59 \times 14 \times 15) + (0.5 \times 14 \times 5.41 \times 15)$$

$$V_{b.luar} = 15181.95 \text{ cm}^3$$

$$V_b = 18851.2 - 15181.95$$

$$V_b = 18851.2 - 15181.95$$

$$V_b = 3669.25 \text{ cm}^3 \sim 0.00366925 \text{ kg}^3$$

Karena memakai dua buah lambung kapal, jadi

$$V_b = 0.00366925 \times 2 = 0.0073385$$

Berat lambung kapal:

$$m_b = 1150 + 2000 = 3150$$

$$W_l = m_b \times g = \rho_b \times V_b \times g$$

$$W_l = 3150 \times 0.00366925 \times 10$$

$$W_l = 115.581 \text{ Newton}$$

Gaya Angkat Air:

$$F_a = \rho_f \times V_b \times g$$

$$F_a = 1000 \times 0.00366925 \times 10$$

$$F_a = 36.6925 \text{ Newton}$$

Berat Lambung di Air:

$$W_{bf} = W_l - F_a$$

$$W_{bf} = 36.6925 - 115.581$$

$$W_{bf} = -78,8885 \text{ Newton}$$

Karena terdapat 2 lambung kapal, jadi

$$Wbf = 2 \times -78,8885 = -157.777 \text{ Newton}$$

Keterangan:

V = Volume

L = Luas

p = panjang

l = lebar

t = tinggi

Wl = Berat Lambung kapal

ρb = Massa Jenis Lambung Kapal

Fa = Gaya Angkat Air

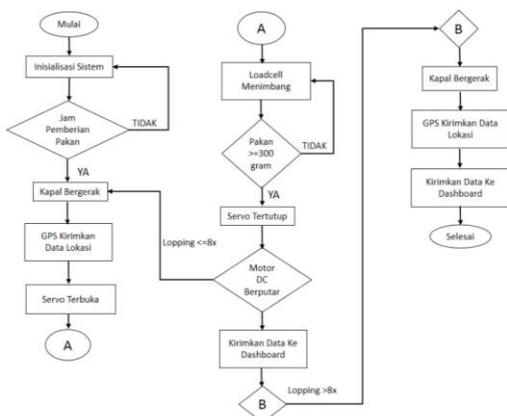
ρf = Massa Jenis Air

Vb = Volume Lambung Kapal

Wbf = Berat Kapal Saat di Air

Maka, untuk membuat USV tetap terapung pada permukaan air nilai $Wbf = 0$. Dapat disimpulkan beban maksimal yang dapat USV Fish Feeding tampung adalah 157.777 Newton atau 16.088776494 Kg.

C. Perancangan Sistem Autonomous Fish Feeder Swarm Boat

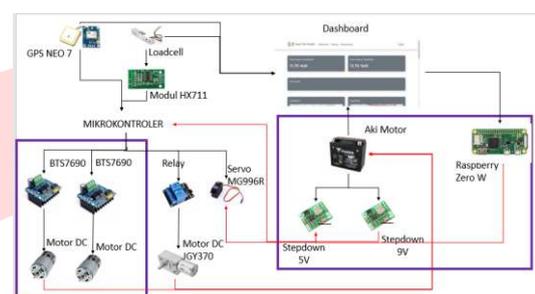


Gambar 3. 3 Perancangan Sistem Autonomous Fish Feeder Swarm Boat

Pada sistem ini yang akan dilakukan pertama yaitu inisialisasi pada sistem yang akan di jalankan. Kemudian akan terkoneksi pada Wifi yang dimana Wifi tersebut diperlukan sebagai alat komunikasi antar sistem transceiver (Tx) dan receiver (Rx), apabila Wifi tidak terkoneksi maka akan dilakukan kembali inisialisasi sistem. Jika telah terkoneksi, maka kapal akan bergerak menuju titik lokasi yang telah ditentukan. Selama kapal bergerak GPS akan terus menerus mengirimkan titik lokasi (longtitude dan latitude) secara real-time pada dashboard. Jika kapal telah sampai pada titik lokasi yang telah ditentukan oleh leader, maka katup servo yang terdapat pada wadah besar akan terbuka lalu menuangkannya pada wadah kecil untuk mengukur berat pakan hingga 300 gram, yang dimana pada wadah kecil tersebut terdapat load cell untuk mengukur berat pakan yang ingin ditaburkan pada titik tersebut. Setelah kotak kecil terisi 300 gram, maka katup servo pada wadah

besar akan tertutup dan pakan pun dituangkan menggunakan motor DC yang akan berputar 180 derajat searah jarum jam dan pakan di tuangkan, setelah itu motor DC berputar kembali ketitik awal berlawanan arah jarum jam. Pada saat pakan telah dituangkan maka akan terkirim data ke dashboard bahwa pemberian pakan telah berhasil dilakukan. Pada sistem pemberian pakan ini akan bekerja sebanyak 8x dalam sehari diwaktu pagi dan sore untuk pemberian pakan. Jika telah selesai dilakukan pemberian pakan, kapal akan bergerak dan kembali ke titik awal. Data GPS akan terus terkirim ke dashboard selama kapal bergerak.

D. Perancangan Hardware Autonomous Fish Feeder Swarm Boat



Gambar 3. 1 Blok Diagram Fish Feeder

Pada blok diagram diatas perancangan sistem yang dikerjakan oleh penulis yang berada dalam kotak biru yaitu sistem penggerak autonomous boat yang alatnya terdiri dari Raspberry Zero W, Aki 12V, Stepdown 9V, Motor driver BTS7960, dan Motor DC.

Perancangan Proyek Akhir ini memiliki fungsi sebagai berikut :

1. Raspberry Zero W sebagai mikrokontroler utama pada sistem autonomous boat yang akan melakukan proses dari data
2. Aki 12V sebagai power supply
3. Stepdown 9V berfungsi untuk menurunkan tegangan dari power supply ke raspberry zero.
4. Motor driver BTS7960 berfungsi sebagai pengendali arah dan kecepatan motor DC.
5. Motor DC berfungsi sebagai penggerak pada autonomous boat.

Perancangan Tugas Akhir ini memiliki fitur sebagai berikut :

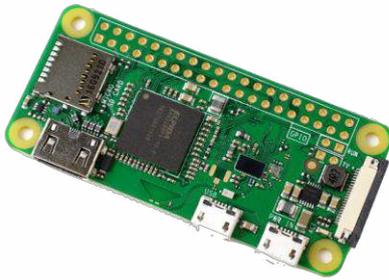
1. Sistem ini dapat memberi pakan ikan secara otomatis dan sesuai jadwal yang sudah ditentukan melalui program yang sudah diatur pada mikrokontroler.
2. Sistem pemberi pakan otomatis ini dapat mengeluarkan pakan sesuai dengan takaran yang sudah ditentukan.

E. Desain Perangkat Keras

1. Spesifikasi Komponen

Perangkat keras yang digunakan pada proyek akhir ini diantaranya :

a. Raspberry Zero w



Gambar 3. 5 Raspberry Zero W

Pada perancangan dan pembuatan tugas akhir ini menggunakan Raspberry Zero W sebagai mikrokontroler. Raspberry Pi merupakan mini komputer dalam suatu singleboard. Operating System (OS) pada Raspberry Pi yaitu Linux.

Spesifikasi pada Raspberry Zero W dapat dilihat pada tabel 3.1 .

No.	Spesifikasi	Raspberry Pi Zero W
1	Dimensi	65 mm x 30 mm x 5 mm
2	SoC (System On a Chip)	Broadcom BCM2835
3	CPU (Central Processing Unit)	ARM11 running at 1GHz
4	RAM (Random Access Memory)	512 MB
5	Wireless	2.4GHz 802.11n wireless LAN
6	Bluetooth	Bluetooth Classic 4.1 and Bluetooth LE
7	Power	5V, supplied via micro-USB connector

Tabel 3. 1 Spesifikasi Raspberry Zero W

b. Motor Driver BTS7960



Gambar 3. 7 Motor Driver BTS7960

Motor Driver BTS7960 merupakan modul jembatan H arus tinggi yang terintegrasi penuh untuk aplikasi penggerak motor.

Spesifikasi pada Motor Driver BTS7950 adalah sebagai berikut :

Kriteria	Keterangan
Masukan Tegangan	6V – 27V DC
Driver	Dual BTS7960 H Bridge Configuration.
Masukan Kontrol	3.3 – 5 V DC
Arus Tertinggi	43 A
Mode Kontrol	PWM atau tingkat
Radius Bekerja	0 – 100%
Dibawah Tegangan	Mati
Diatas Tegangan	Ter kunci
Ukuran Papan	50mm x 50mm x 43mm
Berat	~ 66 gram

Tabel 3. 2 Spesifikasi Motor Driver BTS7960

c. Motor DC



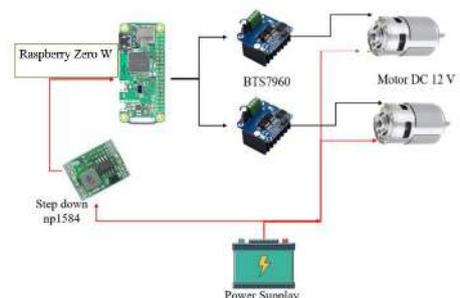
Gambar 3. 8 Motor DC 12V

Motor DC adalah motor listrik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Sesuai dengan namanya motor DC menggunakan arus DC atau arus searah. Kumpuran medan magnet pada motor DC disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumpuran jangkar tembaga disebut rotor (bagian yang berputar). [1]

Kriteria	Keterangan
Operasi Tegangan	4,5-18V
Torsi Awal	3,6 Kgf cm
Gear Ratio	30:1
Arus Tanpa Beban	0,053A
Arus Kios	1,5A
Kecepatan Tanpa Beban	200 RPM

Tabel 3. 3 Spesifikasi Motor DC 12v

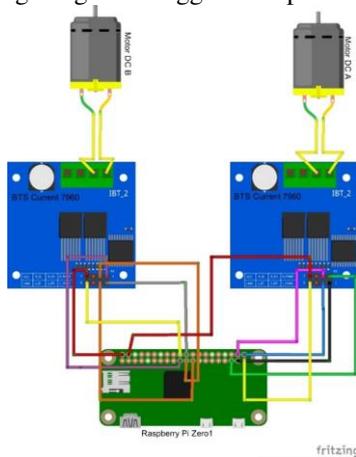
2. Blok Diagram Penggerak Kapal



Gambar 3. 9 Blok Diagram Penggerak Kapal

Penggerak kapal menggunakan Raspberry Zero W sebagai mikrokontroler pada kapal yang mengirimkan perintah kepada kapal untuk bergerak. Raspberry Zero W akan mengirimkan perintah kepada motor driver BTS7960 untuk menggerakkan motor dc sebagai pengendali gerakan kapal ketika kapal bergerak maju, belok kiri, belok kanan , dan berhenti. Pada sistem ini membutuhkan power supply 12 V untuk memberikan daya ke motor dc agar bisa berputar. Untuk pemberian daya pada raspberry zero w dibutuhkan step down sebagai penurun tegangan dari 12V ke 5V agar tidak terjadi korsleting pada mikrokontroler akibat dari tegangan yang berlebihan.

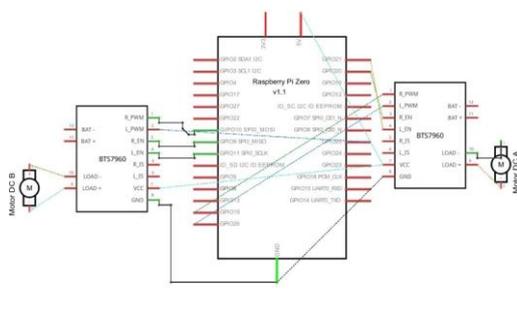
F. Wiring Diagram Penggerak Kapal



Gambar 3. 10 Wiring Diagram Penggerak Kapal

Pada gambar 3.10 merupakan gambaran wiring rangkaian penggerak kapal dengan menggunakan raspberry zero w sebagai otak rangkaian yang dapat di program sesuai dengan keinginan. Motor driver BTS7960 digunakan sebagai pengontrol arah putar motor DC dan sebagai pengatur kecepatan dengan menggunakan port PWM yang tersedia pada motor driver.

G. Skematik Alat Autonomous Boat



Gambar 3. 5 Skematik alat autonomous boat

H. Perancangan Perangkat Lunak



Gambar 3. 11 Flowchart Sistem Pergerakan kapal

Pada gambar diatas merupakan flowchart sistem pergerakan kapal. sistem autonomous baot ini dibuat dengan menggunakan bahasa python versi 3. Bahasa python adalah bahasa yang digunakan oleh raspberry zero w untuk memprogram raspberry. Pada jadwal pemberian pakan yang sudah ditentukan kapal akan bergerak secara otomatis menuju lokasi pemberian pakan, sebelum kapal bergerak menuju lokasi pemberian pakan kapal akan memeriksa terlebih dahulu apakah data titik koordinat dari GPS sudah diterima oleh raspberry, jika sudah kapal akan bergerak menuju titik koordinat dari GPS dan jika data titik koordinat belum diterima maka kapal akan menunggu dan tidak bergerak sampai data titik koordinat dari GPS diterima oleh raspberry. Ketika kapal telah sampai pada titik koordinat maka kapal akan berhenti bergerak dan melakukan proses pemberian pakan. Selama proses pemberian pakan masih berlangsung kapal akan berhenti untuk bergerak sampai pemberian pakan selesai. Setelah pemberian pakan selesai kapal akan bergerak kembali ke lokasi pemberian pakan selanjutnya. Sistem ini akan diulang terus menerus sebanyak 8x dalam sehari. Setelah kapal telah selesai memberikan pakan ke 8 titik lokasi pemberian pakan yang telah ditentukan, maka kapal akan bergerak kembali ke titik awal.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan



Gambar 4. 1 Hasil Perancangan alat *autonomous boat*

Pada gambar diatas menunjukkan hasil dari perancangan alat *autonomous boat*, alat tersebut merupakan implementasi dari rancangan desain lambung kapal yang telah dilakukan. *Autonomous boat* dirancang untuk membantu dan mempermudah pembudidaya ikan dalam memberikan atau menyebarkan pakan secara otomatis dengan efektif dan efisien. Dari hasil rancangan didapatkan *autonomous boat* dapat menampung beban pakan hingga 15 kg.

B. Pengujian Daya Apung Lambung Kapal

Pengujian daya apung bertujuan menguji ketahanan lambung kapal pada *autonomous boat* Fish Feeder ketika diberi beban tertentu pada tangki pakan ikan. Pengujian daya apung menggunakan Hukum Archimedes untuk mengetahui buoyancy secara teoritis dan pengujian dilakukan dengan memberi beban berupa pakan ikan pada tangki pakan ikan pada *autonomous boat* yang telah penulis rancang.



Gambar 4. 3 Pengujian Beban Maksimal Lambung Kapal



Gambar 4. 1 Pengujian Daya Apung Kapal

Hasil pengujian daya apung pada lambung kapal dapat dilihat pada tabel 4.1

No	Beban Pada tangki pakan (kg)	Beban Total (kg)	Garis Tenggelam			Rata-Rata Perbedaan Nilai Lambung Kanan dan Kiri (cm)	Kondisi Keseimbangan Kapal
			Lambung Kanan(cm)	Lambung Kiri (cm)	Perbedaan Nilai Garis (%)		
1	0	6	8,5	7,5	12%	8	Stabil
2	2	8	6	6	0%	6	Stabil
3	4	10	4,5	4	11%	4,25	Stabil
4	5	11	4	3,8	5%	3,9	Stabil
5	6	12	3,5	3	14%	3,25	Stabil

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Lambung Kapal Ketika Diberi Beban

Pada pengujian ini kedua lambung kapal sudah menahan beban komponen dan mekanik yang menempel pada kapal sebesar ±5 kg ditambah berat lambung kapal ±1 kg. Artinya lambung kapal sudah menahan beban sebesar ±6 kg. Dilihat dari data pengujian dengan beban pakan 0 kg garis tenggelam lambung rata-rata 8 cm. Nilai awal tersebut didapat dikarenakan desain lambung kapal yang semakin bawah semakin bervolume kecil membuat daya apung lambung sangat kecil di ujung lambung kapal.

Dilihat dari data yang diambil dari beban pakan 0–6 kg, dapat disimpulkan daya apung pada lambung senilai 1,6 cm per kilogram. Hasil ini didapatkan dari selisih rata-rata tiap perbedaan nilai lambung kanan dan kiri dari beban pakan 0 Kg sampai dengan 6 Kg lalu dibagi dengan 5 karena data pakan yang diukur sebanyak 5 kali pengambilan data dengan berat pakan yang berbeda beda. Pada pengujian pertama dan kedua terdapat perbedaan garis antara lambung kapal dan kiri dimana rata-rata perbedaan nilainya 12%. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi perbedaan nilai tersebut seperti ada kesalahan membuat lambung, centre of gravity, angin, gelombang air dan ketidaktepatan penulis dalam mengambil data. Namun dengan angka perbedaan nilai 8% maka, lambung kapal yang telah penulis rancang dapat dikatakan stabil. Nilai 8% ini didapatkan dari hasil perhitungan pembagian hasil tiap perbedaan garis dalam persen dengan rumus (12% : 0% : 11% : 5% : 14%) nilai tersebut dapat dilihat pada tabel 4.1 kolom perbedaan garis (%). Berdasarkan hukum Archimedes *autonomous boat* yang penulis rancang

dapat menahan beban dengan total 16 kg, namun pada tabel pengujian daya apung pada lambung kapal hanya terdapat maksimal data sampai dengan 12 kg dikarenakan volume dari tangki pakan ikan yang dibuat oleh penulis hanya dapat menampung beban maksimal pakan sebesar 7 kg.

C. Pengujian Waktu Tempuh *Autonomous Boat*

Pengujian waktu tempuh pada *autonomous boat* bertujuan untuk mengetahui kecepatan dan lama waktu yang dibutuhkan untuk mengoperasikan alat. Pengujian waktu tempuh ini dilakukan dengan berbagai variasi PWM (30-50, 50-70, 70-100) yang diatur dalam program raspberry dan variasi beban (0 kg, 2,5 kg, 5 kg, 6,5 kg) dengan jarak yang diuji sepanjang 5 meter dan 10 meter. Berikut merupakan hasil pengujian waktu tempuh :

No	PWM	Beban Pakan (Kg)	Beban + Komponen dan Part (Kg)	Waktu Tempuh 5 meter (s)	Waktu Tempuh 10 meter (s)	Kecepatan 1-5 meter (m/s)	Kecepatan 5.01-10 meter (m/s)
1	30-50	0	6	8,96	18,13	0,5580	0,5516
		2,5	8,5	8,26	16,49	0,6053	0,6064
		5	11	9,96	18,73	0,5020	0,5339
		7,5	13,5	10,11	20,82	0,4946	0,4803
2	50-70	0	6	6,89	13,83	0,7257	0,7231
		2,5	8,5	6,22	12,2	0,8039	0,8197
		5	11	7,66	14,3	0,6527	0,6993
		7,5	13,5	8,76	16,05	0,5708	0,6231
3	70-100	0	6	5,72	10,98	0,8741	0,9107
		2,5	8,5	5,43	10,03	0,9208	0,997
		5	11	6,13	11,65	0,8157	0,8584
		7,5	13,5	6,97	13,28	0,7174	0,7530

Tabel 4. 3 Pengujian waktu tempuh *autonomous boat*

Analisis pengujian waktu tempuh *autonomous boat* menghasilkan kesimpulan :

1. Waktu tempuh dan kecepatan tercepat pada setiap percobaan berada pada beban 2.5 kg. Hal ini dikarenakan ketika beban pakan 0 kg *propeller* pada *autonomous boat* tidak sepenuhnya tenggelam dalam air, sebagian *propeller* terlihat timbul ke permukaan ketika beban 0 kg sedangkan ketika beban 2.5 kg *propeller* seutuhnya tenggelam pada air yang membuat *propeller* bekerja secara efektif. Faktor lain yang menyebabkan beban pakan 2.5 kg memiliki waktu tempuh dan kecepatan tercepat adalah penambahan beban. Ketika dilakukan penambahan beban maka secara otomatis waktu tempuh dan kecepatan akan semakin lambat.
2. PWM 70-100 memperoleh waktu tempuh dan kecepatan tercepat. PWM merupakan mekanisme untuk membangkitkan sinyal dimana penulis dapat mengontrol durasi sinyal sesuai yang diinginkan juga sekaligus sebagai pengendali kecepatan motor DC, hal ini yang menyebabkan semakin tinggi nilai PWM maka akan semakin cepat putaran dari motor DC. Pada pengujian kali ini hanya mencapai PWM 50-70 dikarenakan apabila lebih dari 70 akan berpengaruh pada bagian depan lambung kapal menjadi lebih condong

kedepan yang berpotensi menyebabkan kapal tidak stabil dan akhirnya tenggelam.

Penulis menyimpulkan bahwa penggunaan PWM 50-70 merupakan PWM paling efektif dan efisien jika dibandingkan dengan PWM lainnya mengingat tingkat keamanan pada pengujian secara langsung dilihat dari kestabilan kapal dan kecepatan serta waktu tempuh yang dihasilkan pada percobaan penulis. Ketika PWM 70-100 dengan beban 7.5 kg keseimbangan kapal terlihat kurang aman dikarenakan lambung depan kapal hampir menyentuh permukaan .

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian dan analisa yang telah dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- A. *Autonomous boat* memiliki beban maksimal yang dapat ditampung sebesar 155.777 Newton atau 16.088776494 Kg. Pada pengujian pertama, kedua dan ketiga terdapat perbedaan garis antara lambung kapal dan kiri dimana rata-rata perbedaan nilainya 22%. Faktor yang mempengaruhi perbedaan nilai tersebut adalah kesalahan membuat lambung, centre of gravity, angin, gelombang air dan ketidaktepatan penulis dalam mengambil data. Perbedaan nilai yang masih di bawah 10% maka, lambung kapal yang telah penulis rancang dapat dikatakan stabil.
- B. Penggunaan PWM 50-70 merupakan PWM paling efektif dan efisien jika dibandingkan dengan PWM lainnya mengingat tingkat keamanan pada pengujian secara langsung dilihat dari kestabilan kapal dan kecepatan serta waktu tempuh yang dihasilkan pada percobaan penulis. Ketika PWM 70-100 dengan beban 7.5 kg buoyancy kapal terlihat kurang aman dikarenakan lambung depan kapal hampir menyentuh permukaan air.

REFERENSI

- [1] F. I. Nugraha, Pemberian Pakan Ikan Otomatis Pada Kendaraan Permukaan Tak Berawak, Bandung: Telkom University, S1 Teknik Elektor, 2022.
- [2] D. Dkk, "Perancangan Kapal Tanpa Awak Penebar Pakan Ikan di Wilayah Pesisir Pantai Berbasis Mikrokontroler Arduino," Majalah Ilmiah Mekanika, Vols. 19, No.2, p. 74, 2 Maret 2020.
- [3] M. B. Dkk, "Penjimatn Masa dan Tenaga dengan Iot fish Feeder bagi Ternakan Ikan Sangkar," 2022.
- [4] F. Erick, "Implementasi Kontrol Gerak Penjejakan Pada *Autonomous Drone Boat*

Menggunakan Fuzzy Logic Control," Vols. 7, no.3, pp.8580-8606, 2020.

[5] H. J.J, "Mesin Penggerak Utama Motor Diesel," Deepublish, 2014.

[6] Perbani. Dkk, "Pembangunan Sistem Penentuan Posisi dan Navigasi Berbasis Sistem Unmanned Surface Vehicle (USV) untuk Survei Batimetri," Jurnal Itenas Rekayasa, vol. Vol. XVIII, p. 12, Januari 2014.

[7] A. M. A, "PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM NAVIGASI PADA ROBOBOAT AUTONOMOUS BERBASIS PENGOLAHAN CITRA," p. 4, 2013.

[8] Suja. Dkk, "Sistem Navigasi pada Unmanned Surface Vehicle untuk Pemantauan Daerah Perairan," Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro, Vols. Volume 11, No. 1, pp. 32-33, Januari 2017.

[9] Prasetyo. Dkk, "PERANCANGAN SISTEM NAVIGASI PADA KAPAL (MCST-1 SHIP AUTOPILOT) UNTUK Mendukung SISTEM AUTOPILOT," p. 2.

[10] Ulum. Dkk, "PROTOTYPE PENGAPLIKASIAN GPS TRACKER ONLINE PADA KENDARAAN BERMOTOR," p. 1.

[11] Muliady. Dkk, "Perancangan dan Realisasi Robot Underwater Autonomous Penjelaj

Garis dengan Metoda Thresholding dan Moments," 5th Indonesian Symposium on Robotic Systems and Control, pp. 97-98, 6 Juni 2017.

[12] Fadli. Dkk, "SISTEM NAVIGASI SEMI AUTONOMOUS PADA ROBOBOAT BERBASIS RASPBERRY PI TERINTEGRASI DENGAN GPS MENGGUNAKAN METODE PATHPLANNING," pp. 31-35.

[13] Dabit. Dkk, "Perancangan Kapal Tanpa Awak Penebar Pakan Ikan di Wilayah Pesisir Pantai Berbasis Microcontroller Arduino," Majalah Ilmiah Mekanika , vol. Vol 19 No.2, p. 74, 2 Maret 2020.

[14] Nofanti. Dkk, "Perancangan And Implementasi Sistem Komunikasi Dan Kontrol Formasi Pada Swarm Boat," Proceeding of Engineering, vol. Vol 4 no.2, p. 1582, 2 Agustus 2017.

[15] "IMPLEMENTASI KONTROL GERAK PENJAJAKAN PADA AUTONOMUS DRONE BOAT MENGGUNAKAN FUZZY LOGIC CONTROL," e-Proceeding of Egeineering, vol. Vol.7, p. 8590, 3 Desember 2020.

[16] R. M, "PERPADUAN ANTARA PROPELLER DAN DAUN KEMUDI GUNA MENGOPTIMALKAN PROLPULSI DAN MANUVER KAPAL SERTA EFESIENSI BAHAN BAKAR," vol. Vol 6 No.2, p. 126, Juni 2009.