

## Perancangan Kapal Tanpa Awak Penebar Pakan Ikan di Wilayah Pesisir Pantai Berbasis *Microcontroller Arduino*

Aknaf Sam Dabit<sup>1</sup>, Abdillah Ebriel Lianto<sup>1</sup>, Satrya Ady Branta<sup>1</sup>, Haris Nubli<sup>2</sup>,  
Fajar Budi Laksono<sup>3</sup>, Aditya Rio Prabowo<sup>1</sup>, Nurul Muhayat<sup>1</sup>

1 Program Studi Teknik Mesin, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

2 Interdisciplinary Program of Marine Convergence Design, Pukyong National University, Busan, Korea Selatan

3 Divisi Riset dan Teknik, DTECH-Engineering, Salatiga, Indonesia

e-mail address : aditya@ft.uns.ac.id

---

### Keywords:

*Unmanned Surface Vehicle* (USV), Arduino Uno, Arduino Due, sensor *ultrasonic*

---

### Abstrak: (atau Abstract)

*Unmanned Surface Vehicle (USV)* banyak digunakan di daerah maritim. Di Indonesia ada banyak petani tambak ikan yang masih melakukan proses pemberian pakan ikan secara manual menggunakan tenaga manusia. Untuk pembudidaya ikan yang memiliki kolam 10 m × 4 m atau lebih, hanya bisa menabur pakan ikan di pinggir kolam, sehingga pakan ikan tidak bisa merata hingga ke tengah kolam. Kapal tanpa awak penebar pakan ikan berbasis *microcontroller Arduino* ini dibuat sebagai solusi untuk masalah petani ikan yang memiliki ukuran kolam besar dalam distribusi pakan ikan lebih merata. Dengan menggunakan kapal tanpa awak penebar pakan ikan berbasis *microcontroller Arduino* pemberian pakan ikan akan lebih mudah, efisien, dan merata. Tiga sensor *ultrasonic* yang terpasang dibagian depan kapal terhubung dengan Arduino Due, yang dilanjutkan dengan melakukan paralel dengan Arduino Uno yang mengatur pergerakan servo MG-995 untuk menggerakkan daun kemudi kapal. Kapal dirancang mampu membawa beban pakan ikan sebesar 5 kg dan mampu dioperasikan secara manual maupun otomatis. Pengoperasian otomasi kapal dibantu dengan Arduino Uno dan Arduino Due sebagai pusat pengaturan, dan tiga sensor *ultrasonic* memberi sinyal dengan menangkap penghalang didepan kapal, sehingga kapal mampu berbelok sebelum terjadi tabrakan.

---

## 1 PENDAHULUAN

*Unmanned Surface Vehicle (USV)* dapat digunakan untuk berbagai jenis tugas dalam bidang aplikasi yang berbeda seperti intelijen pengawasan pantai, keamanan pelabuhan dan perbatasan, otonom pencarian, sinyal transmisi antara udara dan kendaraan bawah air, dan perlindungan kapal selam. Tujuan dibuatnya USV adalah untuk pengawasan laut *maritime* dan keselamatan area laut. Dalam beberapa tahun terakhir sistem kapal patroli sudah dibuat menggunakan konsep *maritime supervision*, yaitu konsep cerdas penggunaan kapal patroli laut tanpa awak [1]. *Unmanned Surface Vehicle (USV)* atau *Autonomous Surface Vehicle (ASV)* adalah kendaraan tak berawak yang beroperasi di permukaan air. USV telah digunakan untuk berbagai operasi militer sejak Perang Dunia Kedua [2].

Penelitian lapangan dilakukan di Desa Doplang, Klaten, Jawa Tengah. Hasil penelitian adalah masalah yang dihadapi oleh petani tambak ikan yang memiliki tambak dengan ukuran  $\geq 10 \text{ m} \times 4 \text{ m}$  mengalami kesulitan pada saat melakukan proses pemberian pakan ikan hingga ketengah kolam. Dengan adanya permasalahan ini dibuatlah alat berupa kapal tanpa awak penebar pakan ikan dengan *control* otomatis dari *microcontroller Arduino*.

Penelitian kapal cepat penebar pakan ikan sebelumnya telah dilakukan oleh tim dosen dari Universitas Negeri Malang (UM), namun pada penelitian ini kapal cepat tanpa awak masih dikendalikan dengan menggunakan *remote control*. Dengan mengacu pada penelitian sebelumnya, pada penelitian ini dilakukan dengan menerapkan *autonomous system* dengan bantuan tiga sensor *ultrasonic* dan tiga *microcontroller* yaitu dua buah Arduino Uno dan satu buah Arduino Due guna menunjang sistem

<https://dx.doi.org/10.20961/mekanika.v19i2.43671>

otomatis pada kapal. Daun kemudi kapal yang digerakkan oleh *motor servo* MG-995 akan secara otomatis berbelok ketika sensor *ultrasonic* menangkap sinyal penghalang didepannya dengan jarak  $\pm 1$  m, dengan begitu kapal tidak mungkin menabrak penghalang didepannya.

Pada penelitian ini kami menggunakan jenis lambung katamaran. Lambung ini memiliki *deck* yang luas dengan tingkat stabilitas yang baik. Katamaran adalah tipe kapal yang memiliki dua buah lambung (*twinhulls*) yang dihubungkan oleh suatu konstruksi (*bridge*) sehingga menjadi sebuah kesatuan sebagai satu kapal. Struktur *bridging* adalah salah satu kelebihan kapal katamaran, karena mampu menambah tinggi bagian lambung timbul kapal (*freeboard*), sehingga kemungkinan terjadinya *deck wetness* lebih kecil [3]. Perahu dengan lambung katamaran berkembang pesat sebagai moda transportasi tidak hanya karena area *deck* yang luas tetapi juga karena kenyamanan dan keamanan stabilitasnya [4]

Konsep pengganda gaya dapat dicapai dengan menggunakan beberapa USV secara bersamaan. Misalnya, USV dapat dilengkapi dengan sistem sonar untuk mencari dan mencegah kemungkinan ancaman bawah laut di wilayah strategis. Penggandaan gaya ini juga sangat berguna untuk penelitian kelautan skala besar; misalnya, penggunaannya untuk *survey* lingkungan [5]

Dimensi lambung kapal memiliki panjang = 1000 mm, lebar = 400 mm, dan tinggi = 200 mm. Untuk mendapatkan ukuran lambung kapal menggunakan acuan ukuran kapal patroli dengan tipe 19M *Catamaran Fisheries Patrol Vessel* (1C16108), dengan perbandingan 1:20, sedangkan tinggi kapal secara keseluruhan adalah tinggi lambung dan tangki pakan dengan desain mampu menampung 5 kg pakan ikan.

Sensor *ultrasonic* yang digunakan menggunakan tipe HC-SR04. Sensor *ultrasonic* adalah sensor yang berfungsi untuk merubah besaran fisis (suara) menjadi besaran listrik maupun sebaliknya yang dikonversi menjadi jarak. Konsep dasar dari sensor ini yaitu memanfaatkan prinsip pemantulan gelombang suara yang dapat diaplikasikan untuk

menghitung jarak benda dengan frekuensi yang ditentukan sesuai dengan sumber *oscillator*. Disebut sebagai sensor *ultrasonic* dikarenakan sensor ini mengaplikasikan gelombang *ultrasonic* sebagai transdusernya yang memiliki frekuensi tinggi yaitu pada kisaran 20 kHz.

Reflektivitas gelombang *ultrasonic* pada permukaan benda padat hampir sama dengan reflektivitas suara *ultrasonic* dengan permukaan benda cair. Meskipun begitu pada gelombang bunyi *ultrasonic* akan mudah diserap oleh bahan – bahan tertentu seperti bahan dari busa maupun tekstil [6].

## 2 METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini adalah jenis penelitian *survey*. Data yang diperoleh didapat dari *survey* lapangan di Desa Dopleng, Klaten, Jawa Tengah. Permasalahan hasil *survey* dibuat solusi berupa kapal tanpa awak penebar pakan ikan berbasis *microcontroller* Arduino. Dengan dibuatnya alat ini diharapkan mampu membantu para petani tambak ikan dalam pemberian pakan ikan secara otomatis dan merata.

### 2.2 Perancangan Awal

Pada tahap perancangan awal dilakukan penentuan motor penggerak, perhitungan *displacement* lambung kapal, dan kapasitas tangki pakan. Jenis motor yang dipilih adalah *brushless motor*, dengan alasan adalah daya tahan motor yang lebih lama dan putaran motor yang lebih stabil.

Tabel 1. Spesifikasi Motor Brushless

Parameter	Keterangan
Nama	TOP EDGE 540 – 3660 <i>Inrunner Brushless Motor</i> KV 2730
Dimensi	53 mm x145 mm
Weight	401 g
Kv	2730 rpm/V
Tegangan	7.4v~14.8 v (2s~4s)
Daya maksimum	2600 watt
Working Current	95 A
Diameter shaft	4,75 mm

Untuk mendapat berat total pada lambung kapal digunakan persamaan volume dan berat *displacement* lambung kapal. Persamaan volume *displacement* lambung kapal adalah sebagai berikut:

$$\nabla = LWL \times B \times T \times Cb \quad (1)$$

Keterangan :

- $\Delta$  = Berat *Displacement* (kg)
- $LWL$  = *Length Water Line* (m)
- $B$  = *Beam* (m)
- $T$  = *Draft* (m)
- $Cb$  = *Coefisien Block*

Persamaan berat *displacement* lambung kapal adalah sebagai berikut :

$$\Delta = LWL \times B \times T \times Cb \times \rho \quad (2)$$

Keterangan :

- $\Delta$  = Berat *Displacement* (kg)
- $LWL$  = *Length Water Line* (m)
- $B$  = *Beam* (m)
- $T$  = *Draft* (m)
- $Cb$  = *Coefisien Block*
- $\rho$  = Massa Jenis Air ( $kg/m^3$ )

Persamaan luas permukaan lambung kapal adalah sebagai berikut :

$$S = (Cb \times B) \times (1.2 \times T) \quad (3)$$

Keterangan :

- $S$  = Luas Permukaan ( $m^2$ )
- $Cb$  = *Coefisien Block*
- $B$  = *Beam* (m)
- $T$  = *Draft* (m)

Persamaan tahanan total kapal adalah sebagai berikut :

$$RT = CT \times 0,5 \times \rho_{air\ tawar} \times V_s \times S \quad (4)$$

Keterangan :

- $RT$  = Tahanan Total (N)
- $CT$  = *Coefisien Total*
- $V_s$  = Kecepatan Kapal (m/s)

$S$  = Luas Permukaan ( $m^2$ )

Hasil perhitungan digunakan sebagai tolak ukur untuk mengetahui berat lambung kapal yang akan dibuat, dengan acuan ini maka akan bisa mengetahui pokok berat keseluruhan kapal yang akan digunakan untuk mendapat nilai daya yang dibutuhkan kapal untuk bergerak. Hasil perhitungan berat *displacement* lambung kapal diperoleh nilai sebesar 3,2 kg. Hasil data lambung kapal akan diperlihatkan pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Data Lambung Kapal

Nama Perhitungan	Simbol	Nilai
<i>Length Over All</i>	$LOA$	1 m
<i>Beam</i>	$B$	$0,1 \times 2$ m
<i>Dept</i>	$D$	0,2 m
<i>Draft</i>	$T$	0,08 m
<i>Coefisien Block</i>	$Cb$	0,2
<i>Volume Displacement</i>	$\nabla$	$0,0032$ m <sup>3</sup>
Berat <i>Displacement</i>	$\Delta$	3,2 kg
Luas Permukaan	$S$	$0,136$ m <sup>2</sup>
Tahanan Total	$RT$	1,37 N

Hasil perhitungan dibuat acuan untuk mendapatkan nilai daya minimal yang diperlukan oleh kapal untuk mampu bergerak. Perhitungan daya kapal dijelaskan pada persamaan dibawah ini :

$$P = \Sigma massa \times Sf \times v_{kapal} \quad (5)$$

Keterangan :

- $P$  = Daya (HP)
- $\Sigma massa$  = Jumlah Beban (kg)
- $Sf$  = *Safety Factor*
- $v_{kapal}$  = Kecepatan Kapal (m/s)

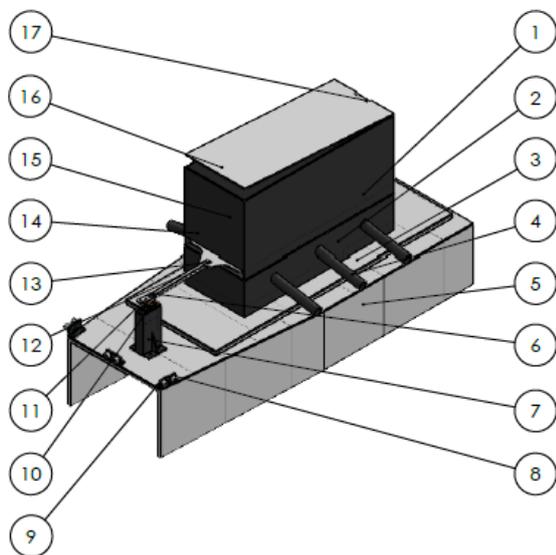
Hasil perhitungan daya yang dibutuhkan kapal untuk bergerak adalah sebesar 0.53 HP, nilai ini sangat kecil dikarenakan kapal tidak membutuhkan putaran yang kencang, sehingga dengan pemilihan *brushless motor* tipe TOP EDGE 540 – 3660 sudah sangat mencukupi kebutuhan penggerak kapal.

Pada tahap selanjutnya adalah perencanaan kapasitas tangki pakan ikan. Berdasarkan hasil *survey*

yang dilakukan, didapat data kebutuhan pakan ikan harian sebesar 5 kg. Dari data tersebut dirancang sebuah tangki pakan berbentuk balok dengan ukuran 500 mm × 200 mm × 200 mm, sehingga diperoleh ukuran kapasitas tangki pakan sebesar 8,57 kg. Ukuran tangki ini sengaja dilebihkan setinggi 82 mm untuk pembatas pakan ikan supaya tidak jatuh keluar saat kapal sedang ber-*maneuver*.

### 2.3 Pembuatan Desain

Tahap ini adalah tahap realisasi bentuk kapal yang dibuat dalam bentuk gambar 3D. Pembuatan desain kapal dilakukan dengan bantuan *software* Solidwork Premium 2017. Semua ukuran kapal mengacu pada hasil perhitungan yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya. Pada tahap ini juga akan diperlihatkan komponen apa saja yang mendukung terwujudnya kapal tanpa awak penebar pakan ikan berbasis *microcontroller* Arduino ini. Setiap komponen didesain terlebih dahulu sebelum nantinya direalisasikan. Hasil desain kapal akan diperlihatkan pada Gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3. Desain Kapal Tanpa Awak Penebar Pakan Ikan Berbasis *Microcontroller* Arduino

Komponen pendukung kapal antara lain adalah sebagai berikut :

1. Tangki Pakan Ikan
2. Dudukan Pipa Pakan
3. Dudukan Tangki Pakan

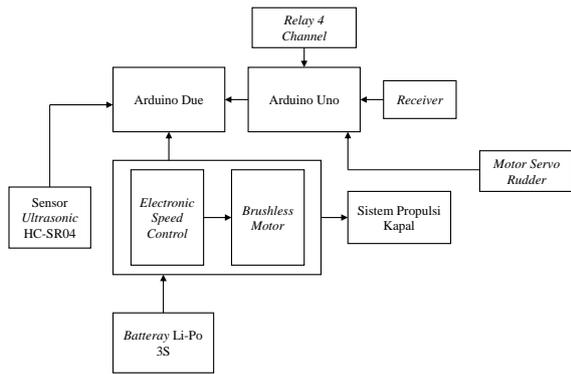
4. Pipa Pakan
5. Lambung Kapal
6. Mur Baut M4
7. Dudukan Servo
8. Sensor *Ultrasonic* HCSR04
9. Tempat Sensor *Ultrasonic*
10. Servo MG995
11. Tuas Servo
12. Tuas Penggerak Papan Geser
13. *Ball Bearing* ISO195 OD 13mm
14. Papan Geser Tangki Pakan
15. Slider Single
16. Tutup Tangki Pakan
17. Engsel

### 2.4 Perancangan Sistem

Pada tahap ini akan dijelaskan mengenai apa saja perangkat keras yang diperlukan untuk menjalankan sistem otomatis kapal, metode cara pengolahan *coding* untuk menjalankan kapal supaya dapat bekerja sesuai dengan apa yang diinginkan. Beberapa kebutuhan perangkat keras kapal adalah sebagai berikut :

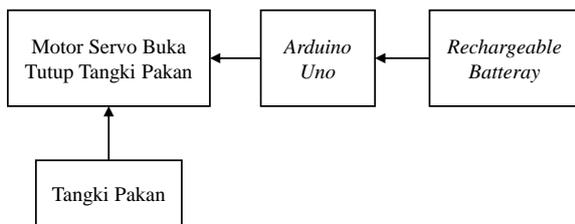
1. Arduino Uno 2 Buah
2. Arduino Due
3. Relay 4 *Channel*
4. Baterai Li-Po 3S
5. Sensor *Ultrasonic* HC-SR04 3 Buah
6. Baterai *Rechargeable* 4 Buah
7. *Remote Control*
8. *Receiver*
9. *Motor Servo* MG-995 2 Buah
10. *Electronic Speed Control* (ESC)
11. *Brushless Motor* TOP EDGE 540
12. Breadboard 2 Buah

Proses perancangan sistem elektronika kapal yang terintegrasi dengan komponen penggerak kapal sebagai komponen utama pada kapal akan dijabarkan pada Gambar 4 berbentuk diagram blok dibawah ini :



Gambar 4. Diagram Blok Sistem Otomatis Kapal

Selain perancangan sistem otomatis kapal, ada juga perancangan sistem elektronika untuk mengatur buka tutup tangki pakan ikan secara otomatis. Sistem buka tutup tangki pakan ikan akan diperlihatkan pada Gambar 5 berbentuk diagram blok dibawah ini :

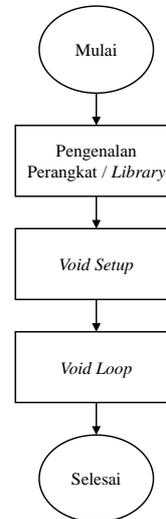


Gambar 5. Diagram Blok Sistem Otomatis Buka Tutup Pakan Ikan

## 2.5 Implementasi Program Otomatis

Pada tahap ini akan dijelaskan mengenai apa tahapan-tahapan untuk merancang sebuah program untuk menjalankan perintah otomatis kapal di dalam *microcontroller* Arduino Uno dan Arduino Due. Sebelum melakukan tahap pembuatan program atau biasa disebut proses *coding*, maka perlu diketahui terlebih dahulu bagaimana alat ini nantinya bekerja. Perencanaan gerakan kapal tanpa awak penebar pakan ikan berbasis *microcontroller* Arduino melakukan pemberian pakan ikan setiap 10 detik sekali. Dalam gerakannya kapal akan bergerak secara bebas, namun ketika sensor *ultrasonic* membaca adanya penghalang didepannya dengan jarak  $\pm 1$  m, maka sensor *ultrasonic* akan mengirimkan data kepada Arduino Due untuk diproses dan memerintahkan *motor servo* untuk membelokkan *rudder* kekiri atau kekanan tergantung sensor *ultrasonic* mana yang mendapat sinyal tersebut, diperintahkan untuk berbelok sebesar  $45^\circ$ . Pembuatan program Arduino Uno dan Arduino

Due menggunakan bahasa pemrograman jenis C++ yang disederhanakan, biasa disebut bahasa *sketch*. Diagram alir fungsi kerja bahasa pemrograman pada Arduino secara umum akan ditampilkan pada Gambar 6 dibawah ini :



Gambar 6. Diagram Alir Fungsi Kerja Pemrograman Arduino

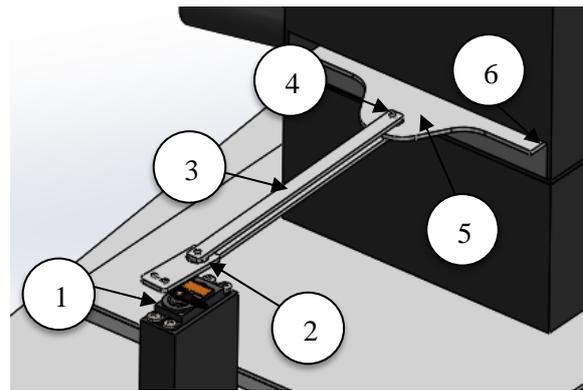
Diagram alir diatas menjelaskan serangkaian sistem pembacaan atau pengolahan bahasa pemrograman didalam Arduino *Board*. Setiap perangkat yang tersambung kepada arduino harus mempunyai tanda pengenal atau biasa disebut dengan *library*. Fungsi dari *library* ini sendiri adalah akses utama program perintah yang akan ketikan didalam Arduino mampu tersampaikan secara pasti kepada perangkat yang telah dikenali *library*-nya. Tanpa adanya sebuah *library* pada perangkat yang ingin dituju program, maka hasil program tidak bisa di *upload*. Telah tersedia banyak jenis *library* perangkat keras pada Arduino itu sendiri, seperti contoh meliputi sensor, *motor servo*, *relay* dan lain-lain. Setelah pengenalan perangkat, selanjutnya adalah proses *void setup*. *Void setup* sendiri berisi perintah yang dilakukan hanya sekali dalam rangkaian kerja sistem didalam pengoperasian perangkat keras oleh Arduino. *Void setup* biasanya berisi tentang nilai besaran nilai PWM dan juga *input pin* perangkat elektronik pada Arduino *board* dengan nilai tunggal. Setelah program selesai pada *void setup*, program memasuki proses terakhir yaitu *void loop*. Perintah di dalam *script* program Arduino

yang telah dibuat nantinya akan diproses secara berulang secara trus-menerus didalam *void loop* ini. Pada *void loop* ini program berulang berjalan.

Pemrograman didalam Arduino Uno dan Due meliputi tiga program pokok yang digunakan untuk mengatur arah gerak dan perintah pemberian pakan pada kapal tanpa awak penebar pakan ikan berbasis *microcontroller* Arduino ini. Program tersebut adalah sebagai berikut :

1. Pemrograman Buka Tutup Tangki Pakan
2. Pemrograman *Relay*
3. Pemrograman Sensor *Ultrasonic* dan Motor

Pada pemrograman buka tutup pakan ikan perangkat pendukung yang digunakan adalah satu buah Arduino Uno dan *motor servo* MG-995 dengan kekuatan beban sebesar 12 kg. Pengolahan program Arduino Uno mengacu pada lama bukaan tangki pakan ikan untuk mengeluarkan pakan ikan yang melewati enam pipa jalur keluaran pakan ikan dengan diameter 20 mm. Pengaturan waktu lama bukaan tangki pakan ikan adalah 1 detik. Setetelah 1 detik, tangki pakan ikan kembali menutup. Nilai *delay* yang digunakan adalah 1000 *microsecond*, dimana nilai ini menunjukkan lama waktu selama 1 detik. Posisi awal *motor servo* berada pada posisi 90°. Dengan jarak lama waktu antara bukaan satu dengan bukaan yang lain adalah selama 10 detik. Setelah 10 detik, *motor servo* bergerak CCW sebesar 145°, kemudian kembali pada posisi 90° ketika bukaan sudah mencapai waktu 1 detik. Perintah ini akan bekerja secara terus menerus, hingga pakan ikan yang berada didalam tangki pakan telah habis. Sehingga ketika pakan dirasa sudah tidak keluar, maka kapal sudah selesai menyelesaikan tugasnya. *Library* yang digunakan untuk akses pengenalan *motor servo* MG-995 pada Arduino Uno adalah `<Servo.h>` dengan inisial `motorServo`. Perintah *void setup* adalah `(motorServo.attach (7); // servo pada pin digital 7)`. Skema bentuk buka tutup tangki pakan ikan akan diperlihatkan pada Gambar 7 dibawah ini.

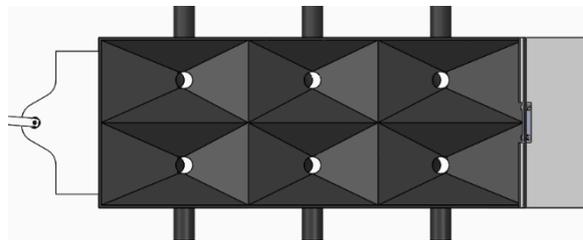


Gambar 7. Skema Buka Tutup Tangki Pakan Ikan

Komponen pendukung kapal antara lain adalah sebagai berikut :

1. Motor Servo MG-995
2. Tuas Servo
3. Tuas Papan Geser
4. *Ball Bearing* OD 13 mm
5. Papan Geser Pakan Ikan
6. *Slider Single* 45 mm

Bentuk penampang tangki pakan ikan akan diperlihatkan pada Gambar 8 dibawah ini.



Gambar 8. Penampang Tangki Pakan Ikan

Selanjutnya adalah pemrograman *relay* dan motor. Fungsi kerja *relay* adalah sebagai saklar otomatis untuk menghidupkan dan mematikan program otomatis kapal. *Relay* yang digunakan adalah *relay 4 channel*, *relay* ini tersambung oleh *receiver remote control* dan Arduino Uno pada kapal. Sinyal yang diberikan oleh *potensio meter* dari *remote control* melewati *receiver* berbentuk pulsa yang mana disebut *Pulse Width Modulation (PWM)*. Pulsa ini akan memberi sinyal untuk proses berpindahnya *high channel* dan *low channel* pada *relay*, nilai inilah yang menjadi acuan untuk ON/OFF sistem otomatis pada kapal. *Library* yang digunakan pada *relay* yang tersambung pada *receiver* adalah `<ch1>` digunakan untuk nilai pulsa pada *receiver*.

Program *input pin* pada *relay* didalam Arduino Uno dibagi menjadi dua untuk nilai PWM yang masuk yaitu pada  $ch1 < 1400$  maka *relay* dalam keadaan OFF, dan nilai PWM pada  $ch1 > 1400$  maka *relay* dalam keadaan ON. Nilai PWM pada *relay* akan dijelaskan pada Tabel 3 dan Tabel 4 dibawah ini.

Tabel 3. Nilai PWM  $ch1 < 1400$  Relay (OFF)

Nilai	Input Pin
<i>digitalWrite (High)</i>	3
<i>digitalWrite (Low)</i>	4
<i>digitalWrite (Low)</i>	7
<i>digitalWrite (High)</i>	5

Tabel 4. Nilai PWM  $ch1 > 1400$  Relay (ON)

Nilai	Input Pin
<i>digitalWrite (Low)</i>	3
<i>digitalWrite (High)</i>	4
<i>digitalWrite (High)</i>	7
<i>digitalWrite (Low)</i>	5

Perintah *void setup* yang digunakan untuk menjalankan program ON/OFF *relay* akan dijelaskan pada Tabel 5 dibawah ini.

Tabel 5. Void Setup Relay

Initial	Input Pin dan Nilai
<i>pinMode</i>	3
<i>pinMode</i>	4
<i>pinMode</i>	7
<i>pinMode</i>	5
<i>Serial.begin</i>	9600

Program selanjutnya adalah pemrograman sensor *ultrasonic*. Sensor *ultrasonic* yang digunakan berjumlah tiga buah, dengan tipe HC-SR04. Setiap sensor *ultrasonic* terhubung secara langsung dengan Arduino Due sebagai pengolah program yang diberikan berupa sinyal suara yang ditangkap oleh sensor. Sensor *ultrasonic* melemparkan sinyal suara untuk mendeteksi halangan yang berada didepannya. Posisi terbaik untuk memancarkan sinyal dan menerima sinyal kembali adalah sejajar dengan penghalang. Sinyal ini nantinya akan diolah oleh Arduino Due berbentuk satuan jarak (mm) untuk diteruskan menjadi gerakan *motor servo* yang digunakan untuk menggerakkan *rudder* kapal. *Library* yang digunakan pada pemrograman ini ada dua yaitu *<Ultrasonic.h>* untuk tanda pengenal sensor *ultrasonic*, dan *library <Servo.h>* untuk tanda pengenal *motor servo* MG-995 dan juga

*brushless motor*. *Library <Servo.h>* dibagi menjadi dua lagi yaitu (*motorServo;*) untuk tanda pengenal *motor servo* MG-995 dan (*motorServo 2;*) untuk tanda pengenal *brushless motor*. *Void setup* untuk *pin input motor servo* MG-995 dan *brushless motor* akan ditunjukkan pada Tabel 6 dibawah ini.

Tabel 6. Void Setup Library *<motorServo>*

Initial	Input Pin dan Nilai
<i>motorServo.attach</i>	2
<i>motorServo.attach 2</i>	3
<i>SerialUSB.begin</i>	9600

### 3 HASIL PENGUJIAN

Pengujian dilakukan untuk membuktikan apakah program dan perhitungan yang telah dibuat sebelumnya mampu bekerja sesuai yang diinginkan dan tepat secara teori. Pengujian program dan perhitungan akan meliputi uji *buoyancy* lambung kapal, uji sensor *ultrasonic* HC-SR04, dan uji kemampuan pemberian pakan ikan

#### 3.1 Hasil Uji *Bouyancy* Lambung Kapal

Pengujian *buoyancy* adalah pengujian lambung kapal dengan tujuan untuk mengetahui daya apung lambung kapal dengan cara memasukan lambung kapal di air kemudian melakukan pengamatan terhadap lambung kapal, apakah lambung kapal seimbang atau tidak. Hasil uji *buoyancy* lambung ditampilkan pada Tabel 7 dibawah ini.

Tabel 7. Hasil Uji *Bouyancy* Lambung Kapal

	
Gambar 9. Uji <i>Bouyancy</i> Lambung Kapal	
Jenis Pengujian	Hasil Pengujian
Uji <i>Bouyancy</i> Lambung Kapal	1. <i>Bouyancy</i> / daya apung lambung seimbang. Terlihat

	garis air lurus antara lambung kiri dan kanan.  2. Ketinggian garis air adalah 30 mm.
--	---



Gambar 10. Uji *Bouyancy* Kapal Keseluruhan

Jenis Pengujian	Hasil Pengujian
Uji <i>Bouyancy</i> Kapal Keseluruhan	1. <i>Bouyancy</i> / daya apung lambung seimbang. Terlihat garis air lurus antara lambung kiri dan kanan.  2. Ketinggian garis air adalah 60 mm.



Gambar 11. Uji *Bouyancy* Keseluruhan Kapal Dengan Beban 5 kg

Jenis Pengujian	Hasil Pengujian
Uji <i>Bouyancy</i> Keseluruhan Kapal Dengan Beban 5 kg	1. <i>Bouyancy</i> / daya apung lambung seimbang. Terlihat garis air lurus dengan garis batas air pada kapal ( <i>Length Water Line</i> )  2. Ketinggian garis air adalah 80 mm.  3. Batas daya angkut kapal terhadap pakan ikan adalah 5 kg, terlihat dari Gambar 4.4 bahwa garis air telah menyentuh batas

	maksimal garis air pada kapal.
--	--------------------------------

### 3.2 Hasil Uji Sensor *Ultrasonic*

Pengujian program sensor *ultrasonic* HC-SR04 dilakukan dengan melakukan *serial monitor* terlebih dahulu pada Arduino IDE, dan dipastikan dapat berjalan dengan baik. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sensor *ultrasonic* dapat membaca jarak yang diteruskan dengan gerakan *servo* rudder. Hasil uji program sensor *ultrasonic* HC-SR04 ditampilkan pada Tabel 8 dibawah ini.

Tabel 8. Hasil Uji Sensor *Ultrasonic*

Tahap Pengujian	Hasil Pengujian
Tahap 1 Jarak 100 cm	1. Respon sensor <i>ultrasonic</i> HC-SR04 dengan benda penghalang adalah setelah benda bergerak pada jarak 55 cm.  2. Keakuratan pembacaan sensor pada jarak 100 cm berkurang sejauh 45 cm.
Tahap 2 Jarak 55 cm	1. Respon sensor <i>ultrasonic</i> HC-SR04 dengan benda penghalang adalah setelah benda bergerak pada jarak 49,7 cm.  2. Keakuratan pembacaan sensor pada jarak 55 cm berkurang sejauh 5.3 cm.
Tahap 3 Jarak 49,7 cm	1. Respon sensor <i>ultrasonic</i> HC-SR04 dengan benda penghalang adalah setelah benda bergerak pada jarak 49,7 cm.  2. Keakuratan pembacaan sensor pada jarak 49,7 cm tepat.

### 3.2 Hasil Uji Kemampuan Pemberian Pakan Ikan

Uji kemampuan pemberian pakan ikan ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui keluaran pakan ikan dari tangki pakan pada setiap detiknya. Metode yang dilakukan adalah dengan melakukan pencatatan waktu selama 1

detik ketika papan geser pakan ikan dibuka. Pakan yang keluar ditampung kemudian dilakukan penimbangan pakan ikan yang telah keluar selama 1 detik. Pengukuran dilakukan selama tiga kali bukaan pakan ikan. Metode pengujian kemampuan pemberian pakan ikan ditampilkan pada Tabel 9 dibawah ini.

Tabel 9. Hasil Uji Kemampuan Pemberian Pakan Ikan

Tahap Pengujian	Hasil Pengujian
Tahap 1	1. Keluaran pakan ikan sebanyak 0.36 kg 2. Lama waktu bukaan tangki pakan ikan adalah 1 detik
Tahap 2	1. Keluaran pakan ikan sebanyak 0.29 kg 2. Lama waktu bukaan tangki pakan ikan adalah 1 detik
Tahap 3	1. Keluaran pakan ikan sebanyak 0.21 kg 2. Lama waktu bukaan tangki pakan ikan adalah 1 detik

## KESIMPULAN

Dari hasil pengujian hasil program kapal tanpa awak penebar pakan ikan berbasis *microcontroller* Arduino, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kapal tanpa awak penebar pakan ikan berbasis *microcontroller* Arduino memanfaatkan tiga sensor *ultrasonic* yang terpasang didepan kapal untuk mengatur gerakan daun kemudi (*rudder*) ketika akan terjadi tabrakan dengan pembatas kolam dengan jarak  $\pm 1$  m.
2. Sistem otomatis kapal diatur melewati *remote control* dengan memutar *potensio meter* pada *remote control* untuk mengatur ON/OFF pada *relay 4 channel*.
3. Pemrograman otomatis kapal diatur oleh dua *microcontroller* yaitu Arduino Uno dan Arduino Due.
4. Pemrograman buka tutup tangki pakan ikan setiap 10 detik sekali diatur oleh

satu Arduino Uno yang terhubung langsung dengan *motor servo* MG-995.

5. Tingkat keakuratan sensor *ultrasonic* HC-SR04 hanya sebesar 49.7 cm. Dengan begitu perlu digunakan jenis sensor pendeteksi jarak lain untuk meningkatkan kerja kapal.
6. Tingkat kemampuan pemberian pakan ikan selama tiga kali bukaan adalah 0.36kg, 0.29 kg, dan 0.21 kg.

## REFERENSI

- [1] M. Zhu, Y.Q. Wen, "Design and Analysis of Collaborative Unmanned Surface- Aerial Vehicle Cruise Systems." *Journal of Advanced Transportation*, 2019.
- [2] D. Hardianto, W.D. Aryawan, "Pembuatan Konsep Desain Unmanned Surface Vehicle (USV) untuk Monitoring Wilayah Perairan Indonesia." *Jurnal Teknik ITS, Institute Technology Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia* vol. 6, pp. 2337 – 3520, 2017.
- [3] M. A. Luhur, W. Amirudin, dan E. S. Hadi, "Analisis Perbedaan Performa Pada Kapal Ikan Dengan Mengubah Bentuk *Monohull* Menjadi Katamaran." *Jurnal Teknik Perkapalan*, vol. 5, no. 1, pp. 113-119, 2017.
- [4] M.S. Seif, E. Amini, "Performance Comparison Between Planing Monohull and Catamaran at High Froude Numbers." *Iranian Journal of Science and Technology* vol. 28, pp. 435 – 441, 2004.
- [5] K. Tanakitkorn, "A review of unmanned surface vehicle development." *Maritime Technology and Research, Kasersart University, Chonburi, Thailand*, vol. 1, pp. 1 – 7, 2019.
- [6] Siswanto, I. Rojikin, dan W. Gata, "Pemanfaatan Sensor Suhu DHT-22, Ultrasonik HC-SR04 Untuk Mengendalikan Kolam Dengan Notifikasi Email," *Jurnal Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi*, vol. 1, no. 1, pp. 544-551, 2017.