

ROBOT APUNG PEMBERI PAKAN IKAN KOLAM AIR TAWAR BERBASIS ARDUINO

Muhammad Sadam¹⁾, Tan Suryani Sollar²⁾, Rizana Fauzi³⁾

^{2,3)}Dosen Teknik Elektro Universitas Tadulako

Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako

E-mail : f44113059@gmail.com

Abstract

The need for fish is increasing every year. Because it is increasing every year, fish farming must be increased in line with the use of improved fish farming technology. So that it requires an adequate technological structure and mechanization. Based on this background, the arduino-based floating robot for feeding freshwater pond fish is designed to be able to apply technology that is useful in feeding farmed fish.

The arduino based floating robot fish feeding freshwater fish pond using Arduino Mega 2560 as its microcontroller, 4 Sharp 2Y0A21 sensors that function to detect pond walls, RTC functions as a timer so that it can feed fish according to the time set on the tool, LCD functions as the information viewer of the tool, the L298N motor driver controls the DC motor and the servo motor functions as the opening or closing of the food valve on the appliance.

In the test, the arduino based floating robot fish feeding freshwater fish pond is able to float in water and can feed fish based on the time available on the tool. The Sharp 2Y0A21 sensor as a pool wall detector has a distance reading in the range of 1 millimeter to 10 centimeter. The robot can avoid the pool wall with a span of 3 - 7 seconds, this is influenced, among others, by surging water, wind, sensor response, and DC motors.

Keyword : Arduino Mega 2560, Sharp 2Y0A21 sensor, RTC, LCD, L298N motor driver, DC motor, servo motor.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan masyarakat dunia pada abad ke 21 telah menunjukkan kecenderungan adanya perubahan perilaku dan gaya hidup serta pola konsumsinya ke

produk perikanan. Dengan keterbatasan kemampuan pasok hasil perikanan dunia, ikan akan menjadi komoditas strategis yang dibutuhkan oleh masyarakat dunia. Oleh karena itu, permintaan komoditas perikanan di masa datang akan semakin tinggi sebagai akibat meningkatnya jumlah penduduk, kualitas dan gaya hidup masyarakat dunia. Perubahan gaya hidup tersebut antara lain disebabkan kebutuhan makanan sehat, tingkat aktifitas yang tinggi dan kegiatan yang cakupannya global. Hal ini kemudian akan semakin meningkatkan kebutuhan akan pola konsumsi hasil perikanan terutama komoditi utama seperti ikan air tawar maupun ikan laut. Komoditi perikanan semakin hari semakin meningkat, khususnya di ranah pelaku rumah tangga.

Dalam beberapa tahun terakhir, produktifitas dalam usaha perikanan budidaya semakin rendah. Ini disebabkan karena beberapa faktor antara lain: 1).Kemampuan teknologi budidaya sebagian besar pembudidaya ikan masih rendah. 2). Kompetisi penggunaan ruang pada umumnya merugikan usaha budidaya perikanan. 3). Semakin memburuknya kualitas air sumber untuk budidaya perikanan, khususnya di kawasan padat penduduk atau tingkat intensitas pembangunannya, sehubungan dengan berkembangnya kegiatan industri, pertanian, dan rumah tangga yang tidak ramah lingkungan atau membuang limbahnya ke alam tanpa memenuhi ambang batas baku mutu air buangan limbah sesuai dengan ketentuan yang berlaku. 4). Struktur dan mekanisasi diseminasi teknologi yang lemah, sehingga tingkat inovasi teknologi

sulit ditingkatkan. Hal ini disebabkan tidak ada tenaga penyuluh perikanan setelah seluruh tenaga penyuluh pertanian menjadi penyuluh polivalen dengan satuan administrasi pangkal di Balai Penyuluh Perikanan (BPPN, 2008).

Dikarenakan hal tersebut, maka penerapan teknologi dalam rangka peningkatan kualitas dan kuantitas perikanan budidaya sangatlah diperlukan, sehingga dengan penerapan teknologi proses pembudidayaan akan semakin mudah, dan teratur sehingga dapat menghasilkan hasil produk perikanan budidaya yang berkualitas tinggi. Maka dari itu, "*Robot apung pemberi pakan ikan kolam air tawar berbasis arduino*" ini menyajikan penerapan teknologi yang berguna dalam hal pemberian pakan ikan budidaya. Hal ini sangatlah diperlukan, karena kesinambungan pemberian pakan dengan takaran yang sesuai akan memberikan hasil berupa ikan budidaya yang berkualitas baik, sehingga dapat memudahkan pekerjaan bagi pembudidaya ikan dan meningkatkan produksi mereka.

II. METODE PENELITIAN

2.1 Alat dan Bahan

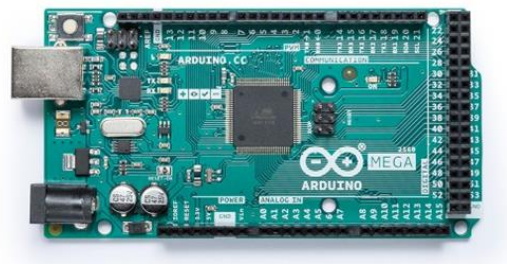
Adapun alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mikrokontroller Arduino 2560
2. Sensor Sharp 2Y0A21
3. RTC (*Real Time Clock*)
4. Motor DC
5. LCD (*Liquid Crystal Display*)
6. *Push Button*
7. Baterai Li-Ion 18650
8. Driver Motor L298N
9. Motor servo
10. Saklar
11. Laptop/Komputer
12. Solder
13. Penyedot timah
14. Multimeter

15. Bor PCB mini
16. Obeng
17. Timah
18. Kabel
19. Botol plastik
20. Pipa paralon
21. Kabel ties
22. Aluminium

2.2 Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah sebuah papan mikrokontroller yang menggunakan sebuah chip ATmega2560. Di dalamnya memiliki 54 pin input/output digital (15 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 16 input analog, 4 pin sebagai UART (port serial hardware), kristal 16 MHz, koneksi USB, socket listrik, header ICSP, dan tombol reset [1]. Berbeda dengan mikrokontroller lainnya, Arduino ini bersifat *open-source* sehingga mudah digunakan. Adapun bahasa pemrograman yang digunakan yaitu bahasa C. Bentuk fisik Arduino Mega 2560 dapat dilihat seperti yang tampak pada Gambar 1.



Gambar 1. Arduino Mega 2560
(Sumber : www.arduino.cc, 2020)

2.3 Sensor Sharp 2Y0A21

Sensor ini adalah salah satu jenis sensor jarak yang dimana sama seperti sensor *Infra Red* (IR) konvensional. Dimana sensor ini memiliki bagian transmitter dan receiver. Bagian transmitter akan memancarkan sinyal *Infra Red* (IR),

sedangkan receiver menangkap pantulan sinyal *Infra Red* (IR). Sensor Sharp 2Y0A21 dapat mengukur pada jarak antara 10 cm sampai dengan 80 cm dengan memanfaatkan pemancaran dan penerimaan gelombang infra merah sebagai media untuk mengestimasi jarak. Penggunaan spektrum infra merah menyebabkan sensor ini tidak mudah terganggu dengan keberadaan cahaya tampak dari lingkungan karena memiliki daerah spectrum yang berbeda.

Untuk menghitung jarak objek pada wilayah pandangnya, sensor ini menggunakan metode *triangulation* dan sebuah linear CCD array sebagai *position-sensitive detector*. Pertama-tama, emitter memancarkan sinyal IR yang telah dimodulasi ke arah target. Sinar ini berjalan sepanjang sudut pandangnya dan akan dipantulkan oleh objek yang menghalanginya. Jika tidak mengenai objek, IR tidak akan dipantulkan kembali dan sensor mendeteksi ketidakberadaan objek [2]. Bentuk fisik Sensor Sharp 2Y0A21 dapat dilihat seperti yang tampak pada Gambar 2.

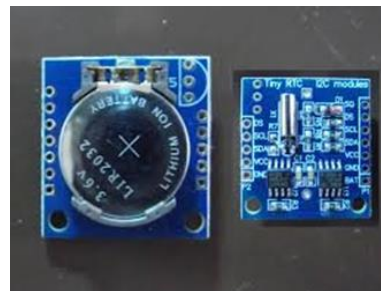


Gambar 2. Sensor Sharp 2Y0A21
(Sumber : www.saptaji.com, 2020)

2.4 RTC (*Real Time Clock*)

RTC adalah sebuah modul yang digunakan sebagai pengatur waktu seperti detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan, dan tahun [3]. Didalam RTC ada sebuah komponen IC DS1307 [4] yang digunakan sebagai pengatur waktu pada RTC. Adapun komponen pendukung pada RTC seperti crystal sebagai sumber clock dan baterai 3,6 V sebagai sumber tegangan eksternal yang dimana digunakan sebagai sumber tegangan cadangan agar ketika RTC dalam keadaan

off, fungsi penghitungnya tidak berhenti. Pada RTC juga ada komunikasi data yang disebut I2C (*Inter Integrated Circuit*). I2C adalah pengaksesan data yang dilakukan dengan sistem serial sehingga membutuhkan 2 jalur komunikasi yaitu SCL (*Serial Clock*) yaitu jalur clock untuk membawa informasi data clock dan SDA (*Serial Data*) yaitu jalur data untuk membawa data. Bentuk fisik RTC dapat dilihat seperti yang tampak pada Gambar 3.



Gambar 3. RTC

(Sumber :

www.proyekarduino.wordpress.com, 2020)

2.5 Motor DC (*Direct Current*)

Motor DC adalah perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Kumparan medan pada motor dc disebut *stator* (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut *rotor* (bagian yang berputar) [5]. Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar pada medan magnet, maka akan timbul tegangan yang berubah-ubah arah pada setiap setengah putaran, sehingga merupakan tegangan bolak-balik. Prinsip kerja dari arus searah adalah pembalik *fasa* tegangan dari gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator, dengan demikian arus yang berbalik arah dengan kumparan jangkar yang berputar dalam medan magnet. Bentuk motor paling sederhana memiliki kumparan dalam satu lilitan yang bias berputar bebas di antara kutub-kutub magnet permanen.

Motor dc sering digunakan untuk keperluan yang membutuhkan pengaturan kecepatan dibandingkan dengan motor ac.

Dikarenakan kecepatan pada motor dc mudah diatur dalam suatu rentang kecepatan yang luas, di samping banyaknya metode-metode pengaturan kecepatan yang dapat digunakan seperti PID dan sebagainya. Adapun motor dc yang digunakan sudah dalam bentuk pompa celup 12V. Bentuk fisik Motor DC dapat dilihat seperti yang tampak pada Gambar 4.

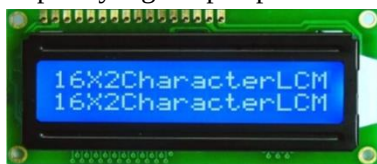


Gambar 4. Motor DC

(Sumber: www.jogjarobotika.com, 2020)

2.6 LCD (Liquid Crystal Display)

LCD merupakan media penampil [6] informasi pada output sebuah mikrokontroler. LCD memiliki tampilan 16x2 sehingga dapat menampung 32 karakter. Dimana 32 karakter terbagi menjadi 2 yaitu 16 pada baris pertama dan 16 pada baris ke dua. Adapun rangkaian pada belakang LCD yang berfungsi mengatur tampilan informasi serta berfungsi mengatur komunikasi LCD dengan mikrokontroler. Bentuk fisik LCD dapat dilihat seperti yang tampak pada Gambar 5.

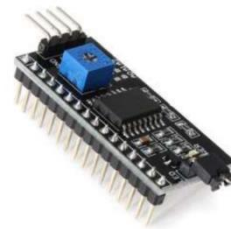


Gambar 5. LCD 16x2

(Sumber: Prasetyo, D., 2017)

Adapun pemangkasan jumlah pin yang digunakan pada arduino sehingga lebih ringkas dan efisien, maka digunakan modul *Inter Integrated Circuit* (I2C) untuk LCD sehingga penggunaan 16 pin menuju mikrokontroler dapat dipangkas menjadi 4 pin saja [7]. Modul ini sudah didesain

dengan pinout sedemikian rupa sehingga mudah dipasang pada pin LCD.

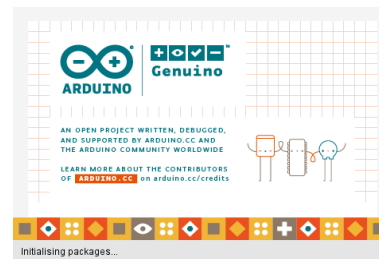


Gambar 6. I2C LCD

(Sumber: Alblitary, F. K., 2018)

2.7 Arduino IDE

Arduino IDE adalah Sebuah *software* yang dikembangkan arduino dan digunakan pada mikrokontroler arduino. mulai dari menuliskan *source* program, kompilasi, upload hasil kompilasi, dan uji coba secara terminal serial. Adapun *source* program yang kita buat pada arduino IDE adalah bahasa C/C++ dan dapat digabungkan dengan *assembly* [8]. Arduino IDE dapat dijalankan di komputer dengan berbagai macam *platform* karena didukung atau berbasis Java. Tampilan awal arduino IDE dapat dilihat seperti yang tampak pada Gambar 7.



Gambar 7. Tampilan awal arduino IDE

2.8 Push Button

Push button adalah saklar tekan sederhana yang dioperasikan secara manual dimana berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik [9] dengan sistem kerja tekan *unlock* (tidak mengunci). Yang dimaksud sistem kerja *unlock* di sini adalah saklar akan bekerja sebagai alat penghubung atau *normally close* saat tombol ditekan, dan saat tombol tidak ditekan ,maka saklar akan kembali pada kondisi normal atau *normally open*. Bentuk

fisik *Push Button* dapat dilihat seperti yang tampak pada Gambar 8.



Gambar 8. *Push Button*

(Sumber: www.lovemyswitches.com, 2020)

2.9 Baterai *Li-Ion* 18650

Baterai *Li-Ion* 18650 adalah baterai yang dapat di cas ulang (*rechargeable*) dan jenis ini sering digunakan pada perangkat *portable* yang membutuhkan tenaga besar dan tahan lama seperti laptop, *power bank*, *wireless Bluetooth speaker*, lampu senter LED, rokok elektrik dan sebagainya. Nama baterai 18650 merujuk pada ukuran fisiknya. Dimana angka 18 untuk diameter 18 mm dan angka 650 untuk ukuran tinggi 65,0 mm. tegangan pada baterai ini adalah 3,7 Volt dan dapat di cas maksimum 4,2 Volt. Kapasitas *ampere* dari baterai ini beragam seperti 3600 mAh, 3400 mAh, 2500 mAh, 2200 mAh, dan 1500 mAh. mAh sendiri adalah singkatan dari *mili Ampere hour* yang berarti satuan untuk kapasitas arus listrik yang dapat disimpan baterai. Bentuk fisik Baterai *Li-Ion* 18650 dapat dilihat seperti yang tampak pada Gambar 9.



Gambar 9. Baterai *Li-Ion* 18650

(Sumber : www.de-tekno.com, 2020)

2.10 Driver Motor L298N

Driver motor L298N adalah modul yang digunakan untuk mengontrol arah putaran pada motor DC yang dimana Satu buah driver motor L298N dapat mengontrol

dua buah motor DC. Selain digunakan untuk mengontrol arah putaran motor DC, driver motor L298N ini pun bisa digunakan sebagai driver motor Stepper bipolar. IC driver L298N memiliki kemampuan menggerakkan motor DC sampai arus 2A dan tegangan maksimum 35 volt DC untuk masing-masing kanalnya. Bentuk fisik Driver motor L298N dapat dilihat seperti yang tampak pada Gambar 10.



Gambar 10. Driver motor L298N

(Sumber: www.nyebarilmu.com, 2020)

2.11 Motor Servo

Berbeda dengan motor DC biasa, Motor servo dilengkapi rangkaian kontrol pada dalam motor servo yang dimana berfungsi sebagai mengontrol posisi putaran sumbu (*axis*) servo. pada motor servo juga dilengkapi resistor variabel atau potensiometer [10] yang berfungsi menentukan batas maksimum dan minimum putaran sumbu (*axis*) sehingga nilai yang terbaca pada resistor variabel atau potensiometer diterima rangkaian kontrol dan dikonversikan menjadi nilai sudut atau derajat. Adapun bagian-bagian pada dalam motor servo seperti motor DC, gearbox, resistor variabel atau potensiometer dan rangkaian kontrol [11]. Bentuk fisik motor servo dapat dilihat seperti yang tampak pada Gambar 11.



Gambar 11. Motor Servo

(Sumber: www.hobbyku.com, 2020)

2.12 Saklar

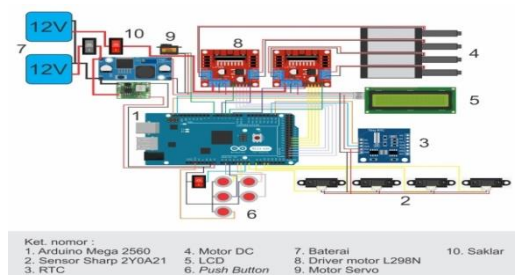
Saklar adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk menyambung atau memutuskan aliran listrik. Saklar pada umumnya digunakan pada tegangan AC maupun tegangan DC. Secara sederhana, saklar terdiri dari dua bilah logam yang menempel pada suatu rangkaian, dan bisa terhubung atau terpisah sesuai dengan keadaan *on* atau *off*. Material kontak sambungan umumnya dipilih agar tahan terhadap korosi. Dikarenakan jika logam yang dipakai terbuat dari bahan oksida biasa, maka saklar akan sering tidak bekerja. Untuk mengurangi efek korosi ini, logam kontaknya harus dicampur dengan logam anti korosi dan anti karat. Bentuk fisik saklar dapat dilihat seperti yang tampak pada Gambar 12.



Gambar 12. Saklar

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Penelitian



Gambar 12. Skema Rangkaian Alat

Dalam penelitian ini, Arduino Mega 2560 sebagai mikrokontroler mengatur semua sistem dalam alat, semua sinyal-sinyal input akan diproses di mikrokontroler dan akan mengeluarkan output-output sesuai

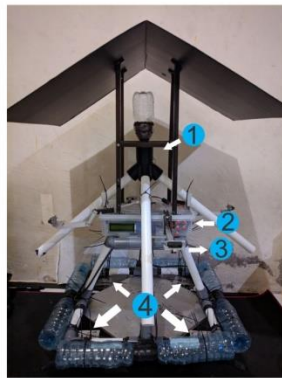
program yang telah di *upload* di dalamnya. Input-input tersebut antara lain adalah sensor SHARP 2Y0A21, RTC, saklar, dan *push button*. Sedangkan output-outputnya antara lain adalah LCD, driver motor, dan motor servo.

Arduino Mega 2560 memiliki 54 pin input/output digital (15 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 16 input analog, 4 pin sebagai UART (port serial hardware), pin VCC, pin GND, dan pin *reset*. Pada perangkat input, sensor SHARP 2Y0A21 yang berjumlah 4 diinputkan pada pin analog 7, 8, 10 dan 11, RTC di inputkan pin SDA dan SCL, saklar di inputkan pada pin analog 6, dan *push button* di inputkan pin analog 1, 2, 4, 5 dan *reset*. Sedangkan untuk perangkat output, LCD menggunakan pin SDA dan SCL, driver motor L298N yang berjumlah 2 menggunakan pin digital 39, 41, 43, 45, 47, 49 51, 53 dan pin digital pwm 2, 3, 4, dan 5, dan motor servo menggunakan pin digital pwm 7.

Untuk pembagi tegangan digunakan dua modul *step down* DC. *Step down* pertama digunakan untuk suplai tegangan pada arduino. Sedangkan *step down* yang kedua digunakan untuk suplai tegangan pada sensor SHARP 2Y0A21, RTC, LCD, driver motor, dan servo.

Robot Apung Pemberi Pakan Ikan Kolam Air Tawar Berbasis Arduino dirancang menjadi sebuah robot yang dapat terapung di atas air. Adapun Arduino Mega 2560, RTC, LCD, *Push Button*, Baterai *Li-Ion* 18650, Driver Motor L298N, dan saklar dikemas dalam satu box. Sedangkan sensor Sharp 2Y0A21 berada 4 sisi box, motor DC berada di bawah rangka robot, dan servo berada di atas box.

Adapun bentuk fisik alat adalah sebagai berikut.



Ket :
1. Motor Servo
2. Box yang berisi
Arduino Mega 2560,
RTC, LCD, Push Button,
baterai Li-Ion, driver motor
L298N, dan Saklar
3. Sensor Sharp 2Y0A21
4. Motor DC

Gambar 13. Bentuk Fisik Alat

3.2 Pengujian Baterai

Untuk memastikan nilai suplai tegangan yang tepat maka diukur tegangan pada suplai yang digunakan, pengukuran yang dilakukan antara lain adalah pengukuran tegangan *input* dan *output* pada baterai, tegangan *input* dan *output step down* DC. Hasil pengukuran tegangan pada rangkaian dapat di lihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Hasil Pengukuran baterai dan *step down* DC

TITIK PENGUKURAN	TEGANGAN
Tegangan Baterai Rangkaian	12 VDC
Tegangan Baterai Motor	12 VDC
Input ke <i>step down</i> DC	12 VDC
Output <i>step down</i> DC untuk arduino	8,5 VDC
Output <i>step down</i> DC untuk sensor Sharp 2Y0A21, driver motor L298N, RTC, LCD dan Servo	5 VDC

3.3 Pengujian Sensor Sharp 2Y0A21

Pengujian sensor Sharp 2Y0A21 dilakukan dengan cara menghubungkan masing-masing terminal data ke arduino pada pin analog 7, 8, 10, dan 11. Sedangkan terminal VCC beserta GND dihubungkan ke output *step down* DC dengan tegangan 5V. Adapun kode sensor yang digunakan merujuk pada penempatan pin sensor yang mengarah ke pin analog pada arduino.

Tabel 2. Pengujian Sensor Sharp 2Y0A21

No	Sensor	Jarak							
		10 cm	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm	70 cm	80 cm
1	A8	9,8 cm	23 cm	32 cm	43 cm	53 cm	63 cm	74 cm	87 cm
2	A9	10 cm	20 cm	32 cm	44 cm	53 cm	64 cm	74 cm	90 cm
3	A10	10 cm	19 cm	30 cm	39 cm	48 cm	57 cm	64 cm	72 cm
4	A11	10 cm	20 cm	31 cm	43 cm	53 cm	61 cm	70 cm	83 cm

3.4 Pengujian Motor DC

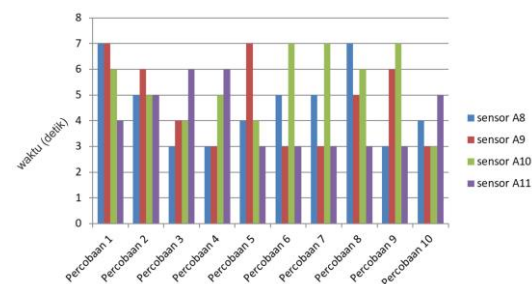
Pengujian motor DC dilakukan dengan cara menghubungkan 2 kutub motor DC ke driver motor L298N. kemudian pin pada driver motor L298N dihubungkan pada pin digital 39, 41, 43, 45, 47, 49 51, 53 dan pin digital pwm 2, 3, 4, dan 5. Sedangkan terminal 12V dan 5V dihubungkan ke output tegangan baterai dan *step down*. Keberhasilan berfungsinya motor DC dapat dilihat ketika sensor SHARP 2Y0A21 dapat mendeteksi objek dinding, maka motor DC akan aktif sesuai program yang di inputkan. Seperti pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Pengujian Motor DC

No	Sensor	Motor DC			
		Motor DC 1	Motor DC 2	Motor DC 3	Motor DC 4
1	A8	Aktif	Nonaktif	Nonaktif	Aktif
2	A9	Aktif	Aktif	Nonaktif	Nonaktif
3	A10	Nonaktif	Aktif	Aktif	Nonaktif
4	A11	Nonaktif	Nonaktif	Aktif	Aktif

3.5 Pengujian Gerak Robot

Pengujian Gerak robot dilakukan dengan tujuan apakah robot yang telah dibuat dapat bergerak sesuai dengan sistem yang direncanakan atau belum. Hal ini dilakukan untuk melihat tingkat keberhasilan dari alat secara keseluruhan.



Gambar 14. Grafik jeda waktu robot dalam menjauhi kolam.

Dari data grafik di atas dapat dilihat bahwa jeda waktu robot dalam menjauhi dinding kolam dalam rentan waktu 3 – 7 detik. Hal ini dipengaruhi oleh respon sensor Sharp 2Y0A21, kondisi air kolam yang bergelombang, angin, dan kemampuan motor DC.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian Robot Apung Pemberi Pakan Ikan Kolam Air Tawar berbasis Arduino maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Robot dapat terapung di air dan dapat memberi pakan ikan berdasarkan waktu yang telat di *setting* pada alat tersebut.
2. Keakuratan pembacaan jarak dari masing-masing sensor Sharp 2Y0A21 memiliki perbedaan 1 milimeter sampai 10 centimeter dari jarak sesungguhnya.
3. Robot dapat bergerak menghindari dinding kolam dengan rentang jeda waktu 3 – 7 detik yang dipengaruhi oleh kondisi air bergelombang, angin, dan kemampuan motor DC.
4. Dalam 10 kali percobaan gerak robot, terdapat 2 sensor yang mempunyai respon yang baik yaitu sensor A9 (3 detik) dan sensor A11 (3 detik).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Firmansyah, Arnida. 2018. *Rancang Bangun Automatic Smart Door Lock Sistem Berbasis Arduino dan RFID RC522 Dengan Pengiriman Data Via SMS Gateway*, Universitas Tadulako, Palu.
- [2] Praptomo, S., Suprianto, B. 2015. *Pengembangan Trainer Sensor Jarak dan Warna Sebagai Media Pembelajaran Pada Mata Kuliah Komponen Elektronika Di Universitas Negeri Surabaya*, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya.
- [3] Rahman M, M. A., Efendi, A. 2016. *Perancangan Alat Pemberi Pakan Ikan Otomatis dan Pemantau Kondisi Air Akuarium Berbasis Arduino Uno*, Universitas Tadulako, Palu.
- [4] Wibisono, R. A. 2018. *Rancang Bangun Alat Penebar Pakan Ikan Dengan Menggunakan Gaya Sentrifugal Tipe Apung*, Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- [5] Setiawan, Y. 2017. *Rancang Bangun Pemantau dan Penjadwalan Alat Pemberi Pakan Ikan Otomatis Secara Jarak Jauh*, Institut Bisnis dan Informatika STIKOM, Surabaya.
- [6] Prasetyo, D. 2017. *Monitoring Ketinggian Dan Aliran Air Pada Sistem Irigasi Tanaman Padi Berbasis ATMEGA 16 Menggunakan Komunikasi GSM*, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- [7] Alblitary, F. K. 2018. *Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Ikan Otomatis Pada Kolam Ikan Gurami Berbasis Arduino*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [8] Pradana, F. 2020. *Rancang Bangun Sistem Pengaman Gedung Yang Dikontrol Melalui Aplikasi Android Berbasis IoT*, Universitas Tadulako, Palu.
- [9] Nulhakim, L. 2014. *Alat Pemberi Makan Ikan di Akuarium Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega16*, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- [10] Putra, A. M., Pulungan, A. B. 2020. *Alat Pemberian Pakan Ikan Otomatis*, Universitas Negeri Padang, Padang.
- [11] Weku, H. S., Poekoel, E. V. C., Robot, R. F. 2015. *Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Ikan Otomatis Berbasis Mikrokontroler*, Universitas Samratulangi, Manado.