

# SIMULASI GERAKAN BERENANG ROBOT IKAN SECARA HORIZONTAL MENGGUNAKAN *MUSCLE WIRE*

Disusun oleh :

Nama : Michael Alexander Yangky  
NRP : 0822018

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha,  
Jl. Prof.Drg.Suria Sumantri, MPH no.65, Bandung, Indonesia.

**Email : [michael.yangky@yahoo.com](mailto:michael.yangky@yahoo.com)**

## ABSTRAK

Saat ini sudah banyak robot diciptakan yang mengacu kepada kecerdasan, kemampuan, serta pergerakan makhluk hidup, diantaranya robot ikan. Robot ikan adalah sebuah robot yang memiliki bentuk dan sejumlah karakteristik yang menyerupai ikan, baik dalam hal struktur maupun pergerakannya. Karakteristik yang cukup menarik dari robot ikan memiliki kemampuan berenang yang seperti ikan. Organ penting yang mendukung robot ikan untuk berenang adalah ekor. Pembuktian tentang efektifitas dari robot ikan untuk berenang sudah banyak dideskripsikan dalam beberapa penelitian lain. Robot ikan yang bergerak dengan motor servo memiliki pergerakan yang cepat tetapi menghasilkan bunyi dan getaran yang dapat dideteksi oleh makhluk hidup dalam laut lainnya. Sedangkan *muscle wire* memiliki respon yang lebih lambat, tetapi tidak menghasilkan bunyi dan getaran.

Dengan keunggulan *muscle wire* maka pergerakan robot ikan dibuat oleh *muscle wire*. Robot ikan dibuat dengan 3 sendi pada tubuh ikan yang digunakan untuk berenang lurus maupun berenang melingkar ke arah kiri atau kanan. Tubuh robot ikan dibuat dari suatu bahan yang bernama *polymorph* yang bertujuan agar lebih mudah untuk membuat badan robot ikan yang dapat melayang di air. Robot ikan ini dikontrol dengan menggunakan pengontrol mikro ATmega 8L. Robot ikan menggunakan enam buah *muscle wire* sebagai aktuator untuk simulasi gerakan setiap sendi robot ikan, agar dapat berenang sesuai dengan pergerakan ikan carangiiform. Robot ini juga dilengkapi dengan satu buah sensor, yaitu *accelerometer* MMA7455 untuk mengukur kemiringan robot ikan.

Berdasarkan percobaan-percobaan yang telah dilakukan, *muscle wire* yang dipasang pada badan ikan bergerak dengan perubahan yang terlalu kecil untuk menggerakkan sendi robot ikan sehingga sendi robot ikan tidak bergerak walaupun *muscle wire* diberi arus. Oleh karena itu, dilakukan simulasi terhadap jalur berenang robot ikan berdasarkan pergerakan ikan saat di udara. Saat robot ikan bergerak di udara, robot ikan bergerak sesuai dengan gerakan berenang ikan carangiiform yang dapat berenang melingkar ke kiri atau ke kanan dengan sistem kontrol terhadap kesetimbangan badan robot ikan. Setelah pergerakan ikan berhasil dilakukan di udara, dibuatlah simulasi jalur berenang robot ikan berdasarkan pergerakan di udara.

Frekuensi getar ekor ikan tidak sesuai dengan simulasi yang telah dilakukan, namun cukup mewakili sifat trayektori ikan carangiiform dalam berenang.

Kata Kunci : Robot Ikan, *Muscle Wire*, *Polymorph*, Pengontrol Mikro AT Mega 8L, *Accelerometer* MMA7455.

# **HORIZONTAL SWIMMING MOVEMENT SIMULATION OF MUSCLE WIRE FISH ROBOT**

Composed by :

Name : Michael Alexander Yangky

NRP : 0822018

Department of Electrical Engineering, Maranatha Christian University,  
Jl. Prof.Drg.Suria Sumantri, MPH no.65, Bandung, Indonesia.

**Email : [michael.yangky@yahoo.com](mailto:michael.yangky@yahoo.com)**

## **ABSTRACT**

Today there are many robots with intelligent, ability, and movement according to living thing, including fish robot. Fish robot is a robot with shape and characteristic like a fish, either the overall structure or the motion itself. The quite interesting characteristic of underwater robot is its movement ability as fish. The supporting important organ of the fish robot to swim is its tail. Experiment toward the ability of fish robot to swim has been described in some previously research. Fish robot that using servo motor, have fast enough movement and vibration that can be detect from another underwater live. Muscle wire have slow movement but does not produce the sound dan vibration.

With the special quality of muscle wire so that the fish robot movement has been made with muscle wire. The robot has been made with three joints at the fish robot, to swim forward, turn left or right. The frame has been constructed by using polymorph in order to make density of fish robot's body easier. This fish robot is controlled by the ATmega 8L microcontroller. In its movement, fish robot using six muscle wire as actuator. This robot is also equipped with one sensor, namely accelerometer MMA7455 to sense tilt body.

Based on the experiments, muscle wire at the fish robot's body change its length with too small effect for fish robot's joints to swim although the current has been given in the water. Therefore, simulation of fish robot's swim trajectory has been applied based on fish robot's movement in the air. When fish robot move in the air, fish robot move like carangiiform fish swim that have capability to turn left or right with balanced control system. The simulation of fish robot's swim trajectory can be applied based on fish robot's movement in the air. But, frequency of fish robot's tail vibration is not same as fish robot's simulation. However, the simulation is enough for represent the swim trajectory of carangiiform fish's behavior.

Key words : Fish Robot, Muscle Wire, Polymorph, Microcontroller ATmega8L, Accelerometer MMA7455.

## DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	iii
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xv
<b>BAB I    PENDAHULUAN</b>	
I.1    Latar Belakang .....	1
I.2    Rumusan Masalah .....	2
I.3    Tujuan Tugas Akhir .....	2
I.4    Ruang Lingkup Bahasan .....	2
I.5    Sistematika Penulisan.....	3
<b>BAB II    LANDASAN TEORI</b>	
II.1    Pergerakan Ikan dan Hukum Archimedes.....	4
II.2    Sensor Accelerometer MMA7455 .....	11
II.3    Muscle Wire .....	13
II.4    Pengontrol Mikro .....	17
II.4.1    Pengontrol Mikro ATmega 8L.....	18

II.4.2	Konfigurasi Pin Pengontrol Mikro ATmega 8L .....	20
II.4.3	Diagram Blok ATmega16 .....	22
II.4.4	General Purpose Register ATmega 8L.....	24
II.4.5	Peta Memori Atmega8L .....	24
II.5	L298N sebagai Driver Muscle Wire .....	26
<b>BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI</b>		
III.1	Diagram Blok Sistem Pergerakan Robot Ikan .....	29
III.2	Perancangan dan Realisasi Robot Ikan .....	31
III.3	Perancangan dan Realisasi Rangkaian Sensor dan Pengontrol Mikro.39	
III.3.1	Sensor accelerometer MMA7455 .....	39
III.3.2	Driver Muscle Wire L298N .....	41
III.3.3	Pengontrol Mikro .....	42
III.4	Algoritma Pemrograman Robot Ikan .....	43
III.4.1	Sub Program Sensor.....	45
III.4.2	Sub Program Diam.....	46
III.4.3	Sub Program Maju .....	47
III.4.4	Sub Program Melingkar ke Kanan.....	48
III.4.5	Sub Program Melingkar ke Kiri.....	49
III.5	PWM ATmega8L Terhadap Muscle Wire .....	50
III.6	Trayektori Robot Ikan Berdasarkan Pergerakan di Udara .....	51

## BAB IV DATA PENGAMATAN DAN ANALISIS

IV.1	Analisa Gaya dan Faktor Kestabilan Posisi Robot Ikan .....	53
IV.2	Data Pengamatan Sensor Accelerometer MMA7455 .....	55
IV.3	Pergerakan dan Simulasi Robot Ikan .....	59

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

V.1	Kesimpulan .....	86
V.2	Saran.....	87

DAFTAR PUSTAKA .....	88
----------------------	----

Lampiran A Listing Program

Lampiran B Foto Robot Ikan

Lampiran C Data Sheet

## DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 Terminologi yang digunakan untuk mengidentifikasi sirip Dan fitur lain dari ikan .....	4
Gambar 2.2 Gaya yang bekerja pada ikan ketika berenang .....	5
Gambar 2.3 Carangiiform shape the carp fish's swimming behavior .....	8
Gambar 2.4 Parameter model robot ikan dengan 2 sendi gerak .....	9
Gambar 2.5	
a) Keterangan $\Phi_i$ sebagai orientasi badan ikan tampak atas.....	10
b) Keterangan $A_0$ sebagai orientasi kepala ikan tampak atas.....	10
Gambar 2.6 Definisi pin sensor accelerometer MMA 7455 .....	11
Gambar 2.7 Mekanika efek shape memory.....	13
Gambar 2.8 Muscle wire dalam suhu dingin dan panas.....	14
Gambar 2.9 Sistem kendali muscle wire.....	16
Gambar 2.10 Sistem rangkaian muscle wire melibatkan pengaturan arus dan PWM.....	16
Gambar 2.11 Sistem instalasi muscle wire yang direkomendasikan .....	17
Gambar 2.12 Konfigurasi pin ATmega 8L.....	20
Gambar 2.13 Diagram block pengontrol mikro ATmega 8L .....	23
Gambar 2.14 General Purpose Register ATmega 8L.....	24
Gambar 2.15 Peta Memori Program ATmega8L.....	25

Gambar 2.16 Peta Memori Data ATmega8L .....	26
Gambar 2.17 Diagram blok L298N .....	27
Gambar 2.18 Keterangan port pada L298N .....	28
Gambar 3.1 Diagram blok sistem pergerakan robot ikan .....	29
Gambar 3.2 Keterangan sudut $\alpha$ pada gambar ikan tampak depan.....	30
Gambar 3.3 Keterangan ruangan dan sendi pada robot ikan tampak samping .	31
Gambar 3.4 Keterangan letak muscle wire pada robot ikan tampak atas .....	31
Gambar 3.5 Skematik rangkaian accelerometer MMA7455.....	41
Gambar 3.6 Skematik rangkaian driver L298N .....	41
Gambar 3.7 Skematik rangkaian pengontrol mikro .....	42
Gambar 3.8	
a) Diagram alir untuk membaca data dari sensor.....	45
b) Diagram alir untuk menuliskan data ke sensor .....	45
Gambar 3.9 Sub program diam .....	46
Gambar 3.10 Sub program berenang maju .....	47
Gambar 3.11 Sub program melingkar ke kanan dengan sudut maksimum.....	48
Gambar 3.12 Sub program melingkar ke kiri dengan sudut maksimum.....	49
Gambar 3.13 Grafik Hubungan sinyal PWM dengan sudut $A_0$ .....	50
Gambar 4.1 Robot ikan yang telah direalisasi .....	53
Gambar 4.2 Kondisi awal ketika robot ikan dalam kondisi diam.....	59
Gambar 4.3 Pergerakan dengan muscle wire 3 dan 6 yang diberi arus.....	59



Gambar 4.4 Pergerakan dengan muscle wire 3 dan 5 yang diberi arus.....	60
Gambar 4.5 Pergerakan dengan muscle wire 4 dan 5 yang diberi arus.....	60
Gambar 4.6 Pergerakan dengan muscle wire 4 dan 6 yang diberi arus.....	61
Gambar 4.7 Trayektori robot ikan dengan orientasi kepala $0^{\circ}$ dan orientasi badan $0^{\circ}$ .....	62
Gambar 4.8 Trayektori robot ikan dengan orientasi badan $5^{\circ}$ dan orientasi kepala $0^{\circ}$ .....	62
Gambar 4.9 Trayektori robot ikan dengan orientasi badan $-5^{\circ}$ dan orientasi kepala $0^{\circ}$ .....	63
Gambar 4.10 Sinyal PWM muscle wire 1 dan 2 ketika orientasi kepala $0^{\circ}$ ....	63
Gambar 4.11 orientasi kepala robot ikan sebesar $0^{\circ}$ .....	64
Gambar 4.12 Trayektori robot ikan dengan orientasi kepala $1^{\circ}$ .....	65
Gambar 4.13 Sinyal PWM terhadap muscle wire 1 ketika orientasi kepala $1^{\circ}$ .	65
Gambar 4.14 Sinyal PWM terhadap muscle wire 2 ketika orientasi kepala $1^{\circ}$ .	66
Gambar 4.15 Orientasi kepala robot ikan sebesar $1^{\circ}$ .....	66
Gambar 4.16 Trayektori robot ikan dengan orientasi kepala $2^{\circ}$ .....	67
Gambar 4.17 Sinyal PWM terhadap muscle wire 1 ketika orientasi kepala $2^{\circ}$ .	67
Gambar 4.18 Sinyal PWM terhadap muscle wire 2 ketika orientasi kepala $2^{\circ}$ .	68
Gambar 4.19 Orientasi kepala robot ikan sebesar $2^{\circ}$ .....	68
Gambar 4.20 Trayektori robot ikan orientasi kepala $3^{\circ}$ .....	69

Gambar 4.21 Sinyal PWM terhadap muscle wire 1 ketika orientasi kepala $3^{\circ}$ .....	69
Gambar 4.22 Sinyal PWM terhadap muscle wire 2 ketika orientasi kepala $3^{\circ}$ .....	70
Gambar 4.23 Orientasi kepala robot ikan sebesar $3^{\circ}$ .....	70
Gambar 4.24 Trayektori robot ikan dengan orientasi kepala $4^{\circ}$ .....	71
Gambar 4.25 Sinyal PWM terhadap muscle wire 1 ketika orientasi kepala $4^{\circ}$ .....	71
Gambar 4.26 Sinyal PWM terhadap muscle wire 2 ketika orientasi kepala $4^{\circ}$ .....	72
Gambar 4.27 Orientasi kepala robot ikan sebesar $4^{\circ}$ .....	72
Gambar 4.28 Trayektori robot ikan dengan orientasi kepala $5^{\circ}$ .....	73
Gambar 4.29 : Sinyal PWM pada muscle wire 1 dan 2 ketika orientasi kepala $5^{\circ}$ ..	73
Gambar 4.30 Orientasi kepala robot ikan sebesar $5^{\circ}$ .....	74
Gambar 4.31 Trayektori robot ikan dengan orientasi kepala $-1^{\circ}$ .....	75
Gambar 4.32 Sinyal PWM terhadap muscle wire 1 ketika orientasi kepala $-1^{\circ}$ .....	75
Gambar 4.33 Sinyal PWM terhadap muscle wire 2 ketika orientasi kepala $-1^{\circ}$ .....	76
Gambar 4.34 Orientasi kepala robot ikan sebesar $-1^{\circ}$ .....	76
Gambar 4.35 Trayektori robot ikan dengan orientasi kepala $-2^{\circ}$ .....	77
Gambar 4.36 Sinyal PWM terhadap muscle wire 1 ketika orientasi kepala $-2^{\circ}$ .....	77
Gambar 4.37 Sinyal PWM terhadap muscle wire 2 ketika orientasi kepala $-2^{\circ}$ .....	78
Gambar 4.38 Orientasi kepala robot ikan sebesar $-2^{\circ}$ .....	78
Gambar 4.39 Trayektori robot ikan dengan orientasi kepala $-3^{\circ}$ .....	79
Gambar 4.40 Sinyal PWM terhadap muscle wire 1 ketika orientasi kepala $-3^{\circ}$ .....	79

Gambar 4.41 Sinyal PWM terhadap muscle wire 2 ketika orientasi kepala $-3^{\circ}$ .....	80
Gambar 4.42 Orientasi kepala robot ikan sebesar $-3^{\circ}$ .....	80
Gambar 4.43 Trayektori robot ikan dengan orientasi kepala $-4^{\circ}$ .....	81
Gambar 4.44 Sinyal PWM terhadap muscle wire 1 ketika orientasi kepala $-4^{\circ}$ .....	81
Gambar 4.45 Sinyal PWM terhadap muscle wire 2 ketika orientasi kepala $-4^{\circ}$ .....	82
Gambar 4.46 Orientasi kepala robot ikan sebesar $-4^{\circ}$ .....	82
Gambar 4.47 Trayektori robot ikan dengan orientasi kepala $-5^{\circ}$ .....	83
Gambar 4.48 Sinyal PWM terhadap muscle wire 1 dan 2 ketika orientasi kepala $-5^{\circ}$ .....	83
Gambar 4.49 Orientasi kepala robot ikan sebesar $-5^{\circ}$ .....	84
Gambar 4.50 Robot ikan saat diuji di dalam air .....	85
Gambar 4.51 Robot ikan saat dimiringkan di dalam air .....	85

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Koefisien gaya tarik sesuai bentuk badan ikan.....	7
Tabel 2.2 Daftar register sensor accelerometer MMA7455.....	12
Tabel 2.3 Jenis dan karakteristik muscle wire .....	15
Tabel 2.4 Fungsi Khusus Port B .....	21
Tabel 2.5 Fungsi Khusus Port C .....	21
Tabel 2.6 Fungsi Khusus Port D .....	22
Tabel 2.7 Keterangan port L298N.....	28
Tabel 3.1 Keterangan muscle wire yang digunakan .....	32
Tabel 3.2 Data pengamatan terhadap muscle wire 1 pada saat dicoba di udara .....	34
Tabel 3.3 Data pengamatan terhadap muscle wire 3 pada saat dicoba di udara .....	35
Tabel 3.4 Data pengamatan terhadap muscle wire 5 pada saat dicoba di udara .....	35
Tabel 3.5 Data pengamatan terhadap muscle wire 1 saat di dalam air dengan suhu 26° .....	36
Tabel 3.6 Data pengamatan terhadap muscle wire 3 saat di dalam air dengan suhu 26° .....	36
Tabel 3.7 Data pengamatan terhadap muscle wire 5 saat di dalam air dengan suhu 26° .....	37

Tabel 3.8 Data pengamatan terhadap muscle wire 1 saat di dalam air dengan suhu 45° .....	37
Tabel 3.9 Data pengamatan terhadap muscle wire 3 saat di dalam air dengan suhu 41,5° .....	38
Tabel 3.10 Data pengamatan terhadap muscle wire 5 saat di dalam air dengan suhu 39,8° .....	38
Tabel 3.11 Keterangan pin/kaki sensor accelerometer MMA7455 .....	40
Tabel 3.12 Program CVAVR untuk mengatur sudut orientasi kepala .....	51
Tabel 4.1 Pengujian sensor pada daerah kerja robot ikan.....	56
Tabel 4.2 Pengujian formula terhadap kemiringan sudut $\alpha$ .....	57