



SKRIPSI – ME 141501

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ROBOT IKAN
BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO PROMINI**

Muhammad Adji Pangestu
NRP 4212 100 091

Dosen Pembimbing :

- 1. Indra Ranu Kusuma, ST., M. Sc**
- 2. Adi Kurniawan, ST., M. T**

**JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

LEMBAR PENGESAHAN

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ROBOT IKAN BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO PROMINI

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik

pada

Bidang Studi *Marine Electrical and Automation System (MEAS)*
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Muhammad Adji Pangestu
NRP 4212 100 091

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Indra Ranu Kusuma, ST., M.Sc

()

2. Adi Kurniawan, ST., M.T

()

SURABAYA
JULI 2016

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ROBOT IKAN
BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO
PROMINI**

SKRIPSI

**Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik**

pada

**Bidang Studi *Marine Electrical and Automation System* (MEAS)
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh :

**Muhammad Adji Pangestu
NRP 4212 100 091**

Disetujui oleh Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan :



Dr. Eng. Muhammad Badrus Zaman, ST., MT
NIP. 1977 0802 2008 01 1007

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ROBOT IKAN BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO PROMINI

Nama Mahasiswa : Muhammad Adji Pangestu
NRP : 4212 100 091
Dosen Pembimbing 1 : Indra Ranu Kusuma, ST., M.Sc
Dosen Pembimbing 2 : Adi Kurniawan, ST., M.T

ABSTRAK

Kemajuan teknologi dalam bidang kemaritiman di Negara Indonesia masih sangat minim dan tertinggal dari negara lain. Salah satu teknologi yang sangat banyak diteliti sekarang ini adalah biomimetic. Biomimetic sendiri merupakan penerapan konsep struktur, morfologi ataupun fungsi dari makhluk hidup tertentu terhadap robot atau desain teknik lainnya. Robot ikan merupakan salah satu contoh penelitian pada bidang biomimetic. Robot ikan yang dirancang sehingga menyerupai ikan dan dapat bergerak di dalam air seperti ikan pada umumnya. Dengan semakin pesatnya pengembangan tentang robot ikan ini maka diyakini nantinya akan berdampak besar terhadap kemajuan teknologi maritime dunia. Tugas akhir ini bertujuan untuk melakukan pembuatan dan pengembangan robot ikan dengan menggunakan mikrokontroler sebagai otak dari robot tersebut. Dengan berbahan utama PVC sebagai kerangka robotnya dan dikontrol oleh mikrokontroler Arduino Promini diharapkan robot ikan ini akan bisa diadaptasi dengan teknologi lainya seperti pemantauan bawah air pada biota laut maupun survey kondisi kapal pada saat docking. Dari hasil yang sudah didapat, robot ikan mampu bergerak dibawah air pada akuarium besar dengan kedalaman 0,8 meter. Pergerakan yang dilakukan berupa *carangiform* yang meniru pergerakan yang aslinya dengan gerakan ekor yang memiliki sudut maksimal 60° .

Kata kunci: Robot Ikan, Biomimetik, Aplikasi Bawah Air.

Kata kunci: Robot Ikan, Biomimetik, Aplikasi Bawah Air.

DESIGN AND DEVELOPMENT OF FISH ROBOT MICROCONTROLLER ARDUINO PRO MINI

Student Name : Muhammad Adji Pangestu
NRP : 4212 100 091
Advisor 1 : Indra Ranu Kusuma, ST., M.Sc
Advisor 2 : Adi Kurniawan, ST., M.T

ABSTRACT

Progress in the field of maritime technology in the State of Indonesia is still very low and lags behind other countries. One technology that is widely studied today is biomimetic. Biomimetic itself is an application of the concept of structure, morphology or function of certain living beings against robots or other engineering design. Robot fish is one example of research in the field of biomimetic. Robot fish that is designed to resemble a fish and can move in the water like a fish in general. With the rapid development of robot fish is then believed will have a major impact on the maritime world technological advances. The final project is aimed at making the manufacture and development of robotic fish using a microcontroller as the brain of the robot. With the main material of PVC as a framework and a robot controlled by Arduino microcontroller Promini expected this fish robot will be adapted to other technologies such as monitoring the underwater marine life as well as survey the condition of the vessel at the time of docking. From the results already obtained, a fish robot capable of moving under water in a large aquarium with a depth of 0.8 meters. The movement is done in the form carangiform that mimic the movement of real fish with the tail movement which has a maximum angle of 60 °

Keywords: Robofish, Biomimetic, Underwater Application

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, yang selalu melimpahkan rahmat, nikmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan laporan tugas akhir dengan judul **“Perancangan dan Pembuatan Robot Ikan Berbasis Mikrokontroler Arduino Promini”** dengan baik. Tugas akhir ini diajukan sebagai salah satu persyaratan kelulusan program sarjana strata 1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis telah mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih kepada:

1. Allah SWT, yang selalu memberikan nikmat jasmani dan rohani kepada penulis.
2. Keluarga penulis, ayah penulis: Bapak Yaya Achyadi, ibu penulis: Ibu Anengsih, dan adik penulis: Romi Fathurahman yang selalu mendoakan, memberikan dukungan dan semangat, serta memberikan semua kebutuhan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Indra Ranu Kusuma, ST., M.Sc dan Bapak Adi Kurniawan, ST., M.T selaku dosen pembimbing yang memberi ilmu serta bimbingan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Seluruh dosen dan karyawan yang telah mengajarkan banyak ilmu selama penulis menempuh pendidikan di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS.
5. Lulu Rozy, yang selalu sabar memberikan nasihat, motivasi dan *support* agar tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
6. Seluruh teman-teman seperjuangan tugas akhir *Marine Electrical and Automation System Laboratory (MEAS)*, yang selalu memberikan dukungan.
7. Sahabat penulis “CIL”: Himawan Wicaksono, Donny Endra Prastya, Atandho Gama Magwasyar, Zein Arfian, Putu Sadhvi

Sita, Carlanda Silja Tensta, dan Amalia Astrania Jaya yang selalu memberikan dukungan.

8. Rekan-rekan BISMARCK'12 yang senantiasa menemani dan membantu penulis dalam menempuh pendidikan di JTSP FTK-ITS.
9. Seluruh pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu, yang telah memberikan dukungan.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran sangat dibutuhkan untuk memperbaiki penyusunan tugas akhir ini. Akhir kata, semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca umumnya dan rekan-rekan mahasiswa khususnya.

Surabaya, Juli 2016

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I.	1
PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Perumusan Masalah.....	2
I.3 Batasan Masalah.....	2
I.4 Tujuan Penelitian.....	3
I.5 Manfaat.....	3
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
II.1 Studi Hasil Penelitian Sebelumnya	5
II.2 Teori Penunjang	8
II.2.1 Mikrokontroler Arduino Pro Mini.....	8
II.2.2 IDE (Integrated Development Environment)	9
II.2.3 Converter USB to TTL PL2303	10
II.2.4 Motor Servo.....	11
II.2.5 IR Receiver.....	12

II.2.6	IR Remote.....	13
II.2.7	Lipo Battery.....	14
II.2.8	PVC (Polivinil Klorida)r	15
BAB III.	19
METODOLOGI	19
III.1	Flowchart.....	19
III.2	Pembuatan Alat	21
III.2.1	Peralatan dan Perlengkapan yang digunakan	21
III.2.2	Pembuatan Sistem Elektrik dan Sistem Mekanik....	24
BAB IV.	45
ANALISA DAN PEMBAHASAN	45
IV.1	Technical Data Robot Ikan.....	45
IV.2	Hasil Gambar dan Video	45
IV.2.1	Pergerakan Ekor	45
IV.2.2	Sistem Ballast.....	48
IV.2.3	Pemrograman di Arduino Promini	49
IV.2.4	Pergerakan Robot Ikan di Dalam Air	58
BAB V.	61
KESIMPULAN DAN SARAN	61
V.1	Kesimpulan.....	61
V.2	Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA	62
BIODATA PENULIS	xix

DAFTAR TABEL

Table II-1 Hasil Penelitian Terdahulu	7
Table III-1 Tabel Peralatan dan Perlengkapan yang Dibutuhkan	22

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar II-1 Arduino Promini.....	9
Gambar II-2 Tampilan Program IDE	10
Gambar II-3 <i>Converter</i> USB to TTL PL2303	11
Gambar II-4 Motor Servo HK15148B Digital	12
Gambar II-5 IR Receiver.....	13
Gambar II-6 <i>IR Remote</i>	14
Gambar II-7 Battery 1000mAh	15
Gambar II-8 PVC Pipa	17
Gambar III-1 Program IDE	24
Gambar III-2 Rangkaian komponen.....	25
Gambar III-3 Desain 3 Dimensi bagian kerangka ekor.....	27
Gambar III-4 Desain 3 Dimensi bagian kerangka ekor dengan motor servo dan pegas.....	27
Gambar III-5 PVC Pipa.....	28
Gambar III-6 PVC Pipih.....	28
Gambar III-7 Cetakan Kepala	29
Gambar III-8 Cetakan Kerangka Badan	30
Gambar III-9 Cetakan ekor.....	31
Gambar III-10 PVC yang dibentuk mengikut cetakan	32
Gambar III-11 PVC yang dibentuk mengikut cetakan bentuk persegi panjang	33
Gambar III-12 PVC bentuk persegi panjang dipanaskan	33
Gambar III-13 PVC satu bagian kerangka ekor	34
Gambar III-14 PVC satu bagian kerangka ekor	34
Gambar III-15 PVC Seluruh bagian kerangka ekor dan sirip belakang	35
Gambar III-16 Bagian badan robot	36
Gambar III-17 Safety Box tampak atas	36
Gambar III-18 Safety Box tampak depan.....	37

Gambar III-19 bagian kepala.....	37
Gambar III-20 Kerangka robot ikan.....	38
Gambar III-21 motor servo pada bagian kerangka ekor tampak depan	38
Gambar III-22 Motor Servo Pada Bagian Kerangka Ekor Tampak Samping.....	39
Gambar III-23 Motor Servo Pada Bagian Kerangka Badan.....	39
Gambar III-24 IR Reciever.....	40
Gambar III-25 IR Reciever sebagai mata robot ikan.....	40
Gambar III-26 Motor DC	41
Gambar III-27 Motor DC	41
Gambar III-28 Injeksi.....	41
Gambar III-29 Sistem Ballast.....	42
Gambar III-30 Rangkaian USB to TTL ke Arduino Promini.....	43
Gambar IV-1 Robot Ikan.....	45
Gambar IV-2 Pergerakan Ekor 1	46
Gambar IV-3 Pergerakan Ekor 2.....	46
Gambar IV-4 Pergerakan Ekor 3.....	47
Gambar IV-5 Pergerakan Ekor 1 di dalam air.....	47
Gambar IV-6 Proses Ballasting Pada System Ballast Robot Ikan	48
Gambar IV-7 Proses de-ballasting pada system ballast robot ikan	49
Gambar IV-8 Code enkripsi IR Remote.....	50
Gambar IV-9 Code Pergerakan Robot Ikan 1	51
Gambar IV-10 Code Pergerakan Robot Ikan 2	52
Gambar IV-11 Code Pergerakan Robot Ikan 3	53
Gambar IV-12 Code Pergerakan Robot Ikan 4	54
Gambar IV-13 Code Pergerakan Robot Ikan 5	55
Gambar IV-14 Code Pergerakan Robot Ikan 6	56
Gambar IV-15 Code Pergerakan Robot Ikan 7	57
Gambar IV-16 Skema Arduino Pada Robot Ikan.....	57
Gambar IV-17 Robot Ikan Diujicoba Di Flow Channel	58

Gambar IV-18 Robot Ikan Diujicoba Di Flow Channel	58
Gambar IV-19 Robot Ikan Diujicoba Di Flow Channel	59

BAB I.

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara maritim dan juga negara kepulauan yang mempunyai luas lautan empat kali lebih besar daripada luas daratan. Hal ini yang menjadi dasar pentingnya pengawasan perairan di Indonesia secara berkesinambungan. Tingginya biaya pada teknologi jelajah perairan seperti ROUV (*Remotely Operated Underwater Vehicle*) ataupun teknologi kapal selam lainnya menyebabkan kurangnya tingkat pengawasan perairan Indonesia. (Junzhi Yu, 2010)

Biomimetic sendiri merupakan penerapan konsep struktur, morfologi ataupun fungsi dari makhluk hidup tertentu terhadap robot atau desain teknik lainnya. Bidang ini mulai banyak dikembangkan karena kelebihanannya yang ramah terhadap habitat alami makhluk hidup. Robot ikan merupakan salah satu contoh penelitian pada bidang biomimetic. Robot ikan yang dirancang sehingga menyerupai ikan dan dapat bergerak di dalam air seperti ikan pada umumnya.

Negara-negara maju lainnya sudah banyak melakukan penelitian terkait robot ikan yang berfungsi untuk mengawasi perairan dari segi kualitas perairan, keamanan, maupun fungsi-fungsi lainnya. Robot ikan dapat dirancang dengan mengadaptasi pola pergerakan sesuai carangiform fish dengan baik di dalam akuarium. Adapun penelitian terkait pengawasan perairan yang mengembangkan platform AUV (*Autonomous Underwater Vehicle*) yang dilengkapi dengan DSAAV (*Distributed Software Architecture for Autonomous Vehicle*) untuk sistem navigasi (T. B. Koay, et al, 2011). Di Indonesia, penelitian AUV untuk melakukan pengawasan perairan masih sangat minim.

Oleh karena itu, pengembangan robot ikan menjadi sangat penting sebagai platform penelitian AUV di Indonesia. Robot ikan yang dirancang pada penelitian ini ditujukan untuk bisa melakukan pergerakan lurus, belok dan naik-turun menyerupai carangiform fish, menggunakan Arduino Promini sebagai mikrokontrollernya.

Carangiform fish merupakan salah satu jenis pergerakan ikan yang banyak diadopsi karena performanya sangat baik untuk gerak lurus dan belok. Robot ikan ini akan menggunakan motor servo sebagai komponen untuk menggerakkan ekor dan juga siripnya, selain itu robot ikan ini menggunakan system ballast seperti pada kapal selam untuk pergerakan naik dan turunya. Robot ikan ini diharapkan akan mampu menggantikan ROUV maupun kapal selam untuk melaksanakan fungsi pengawasan perairan secara efektif dengan biaya yang jauh lebih efisien.

I.2 Perumusan Masalah

Adapun masalah yang muncul diangkat dalam tugas akhir ini adalah :

- a. Bagaimana robot ikan dapat menghasilkan pergerakan *carangiform* yang menyerupai ikan sungguhan?
- b. Mungkinkah merancang robot ikan ini menggunakan mikrokontroller arduino promini ?
- c. Bagaimana robot ikan ini diaplikasikan dibawah air?

I.3 Batasan Masalah

Untuk dapat merealisasikan penulisan tugas akhir ini, maka diperlukan beberapa batasan masalah sebagai berikut:

- a. Robot ikan yang dibuat merupakan prototype.
- b. Pengontrolan robot ikan masih dilakukan pada jarak dibawah 10 m. Dalam hal ini percobaan dilakukan di *flow channel* yang ada di *Laboratory of Marine Machinery Fluid*.

- c. Tidak membahas *coding* pada mikrokontroller secara mendetail.

I.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penulisan tugas akhir ini adalah :

- a. Untuk melakukan kajian teknis terhadap sebuah alat berupa robot ikan yang diharapkan dapat digunakan untuk monitoring bawah laut .
- b. Membuat prototype robot ikan yang bisa bergerak dibawah air.

I.5 Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dari penulisan tugas akhir ini adalah :

- a. Mengetahui karakteristik robot ikan yang dapat digunakan untuk memonitoring kegiatan bawah air.
- b. Mengetahui kemampuan beradaptasi dari robot ikan terhadap lingkungan

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II.

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Studi Hasil Penelitian Sebelumnya

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan oleh Razif, M, dkk pada tahun 2014 dalam ‘A Review on Development of Robotic Fish’ menjelaskan bahwa, pengembangan ikan robot harus mempertimbangkan beberapa aspek seperti bentuk robot, pola pergerakan, hidro-dinamika, sistem kontrol, lokasi mesin, mekanik sifat dan sifat material.

Low, K. H., & Willy, A. (2006), ‘Biomimetic motion planning of an undulating robotic fish fin. *Journal of Vibration and Control*’, menyebutkan bahwa Robot ikan yang ada terinspirasi oleh ikan nyata. Robotuna, robot ikan pertama di dunia, terinspirasi oleh tuna sirip biru. Sementara Vortisitas Kontrol Unmanned Undersea vehicle itu terinspirasi oleh tuna. Belut robot terinspirasi oleh karakteristik belut, Robot ini dikembangkan dengan mengacu ikan pari, dan Nanyang Knifefish dan Robotic Knife fish dikembangkan oleh knife fish black ghost. Ghost Black knife fish adalah ikan tropis dengan mudah ditemukan di Amerika selatan, dan memiliki kemampuan untuk manuver di banyak arah pada kecepatan rendah dengan bergelombang gelombang bersama siripnya. Tuna dikenal memiliki penggerak terbaik Teknik karena kinerja yang tinggi dalam jelajah.

Dewar, H., & Graham, J. (1994). ‘Studies of tropical tuna swimming performance in a large water tunnelenergetics’. *Journal of Experimental Biology*. Sebuah tuna robot 49 inch itu dibangun oleh Triantafyllou et al. di mana mereka digunakan delapan link untuk tubuh

dan enam brushless motor untuk aktuasi tersebut. Tubuh ikan itu terbuat dari aluminium dan kulit terbuat dari busa reticulated dan conformal lycra, yang diminimalkan gejala yang tidak diinginkan dan membantu robot untuk melenturkan lancar.

Low et al. Dewar, H., & Graham, J. (1994). 'Studies of tropical tuna swimming performance in a large water tunnelenergetics' . Journal of Experimental Biology dikembangkan belut robot dengan menggabungkan enam engkol yang digerakkan oleh motor servo. Gerak robot ini mirip dengan anguilliform, yang merupakan salah satu jenis undulatory ikan daya penggerak. Konfigurasi robot ini juga bisa diterapkan untuk mengembangkan ikan pari, cumi-cumi dan knifefish. Stingray, atau manta ray, adalah ikan khusus dengan dua sirip dada segitiga dan ekor pendek. Menyebabkan memiliki kemampuan gerak untuk bergerak maju / mundur, balik dan meluncur telah mendorong banyak peneliti untuk mempelajari sirip mengepak-nya.

Low, K. H., Zhou, C., Seet, G., Bi, S., & Cai, Y. (2011). 'Improvement and testing of a robotic mantaray (RoMan-III)' . Suzumori et al. mengembangkan sebuah robot manta terbuat dari karet silikon, dengan sirip mengepakan yang didorong oleh aktuator karet pneumatik, yang mampu mencapai kecepatan berenang dari 100 mm / s.

Versi pertama dari Nanyang Knifefish (2006) terkandung tangki apung dan sirip yang berisi beberapa sinar yang terbuat dari akrilik, yang dikontrol secara independen oleh gelombang sinusoidal. Namun, memiliki banyak masalah, seperti tidak cukup pemeriksaan air, bahan yang tidak cocok dan elektronik komponen yang

digunakan dalam kotak kontrol dan teknis lainnya masalah. Robot itu kemudian ditingkatkan ke Versi kedua untuk menghindari hardware dan software yang bermasalah. Robot lain terinspirasi oleh knifefish hantu hitam, yang mulai menjadi dikembangkan pada awal tahun 2000 dengan membahas perilaku ikan, penggerak dan gerakan di air dan sistem sensorik yang digunakan oleh ikan.

Table I-1 Hasil Penelitian Terdahulu

Nama	gambar	Ikan yang ditiru	Mode berenang	Fitur
Robotuna		Blue fin tuna	Thunniform	Digerakan motor DC. Panjang 1,2 meter kecepatan 2 m/s
Vorticity Control		Yellow fin tuna	Thunniform	Digerakan silinder hidrolik. Panjang 2,4 meter kecepatan 1,2 m/s
Robotic Eel		Eel	Anglliform	Digerakan motor servo

Manta Robot		Stingray	Rajiform	Digerakan actuator karet pneumatic kecepatan 100mm/s
Nyanyang Knife fish		Black ghost fish	Gymnotiform	Digerakan servo motor, panjang 70 cm

II.2 Teori Penunjang

II.2.1 Mikrokontroler Arduino Pro Mini

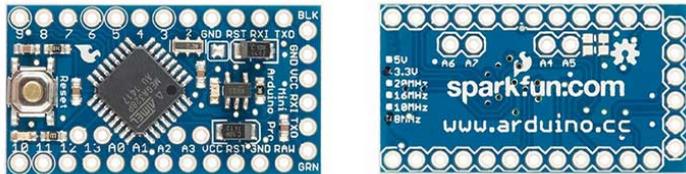
Arduino adalah sebuah platform open source (sumber terbuka) yang digunakan untuk membuat proyek-proyek elektronika. Arduino terdiri dari dua bagian utama yaitu sebuah papan sirkuit fisik (sering disebut juga dengan mikrokontroler) dan sebuah perangkat lunak atau IDE (Integrated Development Environment) yang berjalan pada komputer. Perangkat lunak ini sering disebut Arduino IDE yang digunakan untuk menulis dan meng-upload kode dari komputer ke papan fisik (hardware) Arduino. Arduino tidak lagi membutuhkan perangkat keras terpisah (disebut programmer atau downloader) untuk memuat atau meng-upload kode baru ke dalam mikrokontroler. Cukup dengan menggunakan kabel USB untuk mulai menggunakan Arduino. Selain itu, Arduino IDE menggunakan bahasa pemrograman C++ dengan versi yang telah disederhanakan. (Djuandi, 2011)

Arduino Pro Mini adalah papan pengembangan (development board) mikrokontroler yang berbasis chip ATmega328P dengan bentuk yang sangat kecil dan minimalis yang memiliki dimensi 18 mm x 33 mm. Secara fungsi tidak ada bedanya dengan Arduino Uno, dan sangat mirip dengan Arduino Nano. Perbedaan utama terletak pada ketiadaan jack

power DC dan konektor Mini-B USB, sehingga harus menggunakan modul FTDI atau USB to TTL untuk menghubungkan ke komputer.

Disebut sebagai papan pengembangan karena board ini memang berfungsi sebagai arena prototyping sirkuit mikrokontroler. Dengan menggunakan papan pengembangan, anda akan lebih mudah merangkai rangkaian elektronika mikrokontroler dibanding jika anda memulai merakit ATmega328 dari awal di breadboard.

Terdapat dua versi Arduino Pro Mini. Versi 3.3 volt dan versi 5 volt, yang dipilih menurut kebutuhan rangkaian mikrokontroler sedangkan dalam penelitian kali ini, penulis menggunakan versi 5 volt.



Gambar II-0-1 Arduino Promini

Sumber: Ecadiao.com

Spesifikasi *Microcontroller* Arduino ProMini

Operating Voltage : 3.3V or 5V (depending on model)

Input Voltage : 3.35 -12 V (3.3V model) or 5 - 12 V (5V model)

Digital I/O Pins : 14 (of which 6 PWM output)

Analog Input Pins : 6

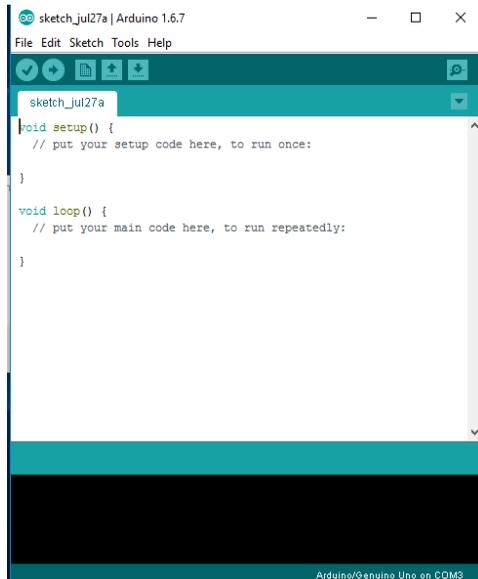
DC Current per I/O Pin : 40 mA

Flash Memory : 32 kB (of which 0.5 kB used by bootloader)

II.2.2 IDE (Integrated Development Environment)

IDE (*Integrated Development Environment*) adalah aplikasi pengembang perangkat lunak dengan fungsi-fungsi terintegrasi yang dibutuhkan untuk membangun

sebuah perangkat lunak seperti code editor, debugger, compiler, dan sebagainya. Aplikasi IDE sangat membantu untuk memasukan program kepada mikrokontroler. (Kenmahdi, 2014)



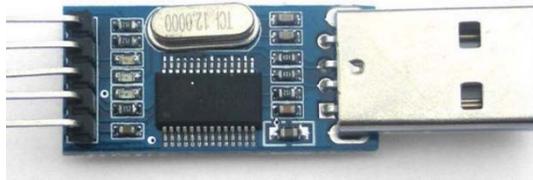
Gambar II-0-2 Tampilan Program IDE

Gambar diatas merupakan tampilan pada saat pertama kali membuka program IDE. Gambar tersebut merupakan *sheet* kosong yang nantinya akan diisi oleh kode perintah yang akan dimasukan ke mikrokontroler.

II.2.3 Converter USB to TTL PL2303

Converter ini berguna sebagai mediator pengirim data yang akan dimasukan ke Arduino Pro Mini. Perbedaan yang mencolok dari Arduino Pro Mini adalah ukuranya yang sangat kecil dan hanya berbentuk board dan rangkaian elektroniknya saja tanpa adanya pengaman untuk memasukan pin dan juga tidak ada akses langsung

ke computer atau laptop.maka dari itu diperlukan sebuah converter sebagai mediator untuk memasukan data dari computer. Ada beberapa macam *converter* namun kali ini penulis menggunakan *converter* USB to TTL PL2303. Keunggulan dari converter ini adalah sifatnya yang mudah digunakan dan mudah didapatkan.



Gambar II-0-3 *Converter* USB to TTL PL2303

Sumber: Ecadio.com

II.2.4 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di set-up atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian gear yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo. (Trikeuni, 2014)

Penggunaan sistem kontrol loop tertutup pada motor servo berguna untuk mengontrol gerakan dan posisi akhir dari poros motor servo.

Motor servo biasa digunakan dalam aplikasi-aplikasi di industri, selain itu juga digunakan dalam berbagai aplikasi lain seperti pada mobil mainan radio kontrol, robot, pesawat, dan lain sebagainya



Gambar II-0-4 Motor Servo HK15148B Digital
Sumber : hobbyking

II.2.5 IR Receiver

Infra red (IR) receiver atau sensor infra merah adalah komponen elektronika yang dapat mengidentifikasi cahaya infra merah (*infra red*, IR). Sensor infra merah atau detektor infra merah saat ini ada yang dibuat khusus dalam satu modul dan dinamakan sebagai *IR Detector Photomodules*. IR Detector Photomodules merupakan sebuah chip detektor inframerah digital yang di dalamnya terdapat fotodiode dan penguat (amplifier).

Bentuk dan Konfigurasi Pin *IR Detector Photomodules* TSOP (Rayen, 2015)

Konfigurasi pin infra red (IR) *receiver* atau penerima infra merah tipe TSOP adalah *output* (Out), V_s (VCC +5 volt DC), dan *Ground* (GND). Sensor penerima inframerah TSOP (*TEMIC Semiconductors Optoelectronics Photomodules*) memiliki fitur-fitur utama yaitu fotodiode dan penguat dalam satu chip, keluaran aktif rendah,

konsumsi daya rendah, dan mendukung logika TTL dan CMOS. Detektor infra merah atau sensor inframerah jenis TSOP (*TEMIC Semiconductors Optoelectronics Photomodules*) adalah penerima inframerah yang telah dilengkapi filter frekuensi 30-56 kHz, sehingga penerima langsung mengubah frekuensi tersebut menjadi logika 0 dan 1. Jika detektor inframerah (TSOP) menerima frekuensi *carrier* tersebut, maka pin keluarannya akan berlogika 0. Sebaliknya, jika tidak menerima frekuensi *carrier* tersebut, maka keluaran detektor inframerah (TSOP) akan berlogika 1



Gambar II-0-5 IR Receiver
Sumber : forum.arduino.cc

II.2.6 IR Remote

Remote control adalah alat pengendali jarak jauh yang berfungsi untuk mengendalikan sebuah benda (biasanya memiliki komponen elektronik). Benda yang dikendalikan tersebut kemudian akan memberikan respon sesuai jenis instruksi yang diberikannya. Instruksi diberikan dengan cara menekan tombol yang sesuai pada *remote control*.



Gambar II-0-6 *IR Remote*
Sumber: Thepihut.com

II.2.7 *Lipo Battery*

Baterai Lithium Polimer atau biasa disebut dengan LiPo merupakan salah satu jenis baterai yang sering digunakan dalam dunia RC. Utamanya untuk RC tipe pesawat dan helikopter. Battery Lipop memiliki tiga kelebihan dibanding baterai jenis lain seperti NiCad atau NiMH diantaranya adalah:

- Baterai LiPo memiliki bobot yang ringan dan tersedia dalam berbagai macam bentuk dan ukuran
- Baterai LiPo memiliki kapasitas penyimpanan energi listrik yang besar
- Baterai LiPo memiliki tingkat discharge rate energi yang tinggi, dimana hal ini sangat berguna sekali dalam bidang RC.



Gambar II-0-7 Battery 1000mAh
Sumber : kinetichobbies.com

II.2.8 PVC (*Polivinil Klorida*)^r

Polivinil klorida biasa disingkat PVC, adalah polimer termoplastik urutan ketiga dalam hal jumlah pemakaian di dunia, setelah polietilena dan polipropilena. Di seluruh dunia, lebih dari 50% PVC yang diproduksi dipakai dalam konstruksi. Sebagai bahan bangunan, PVC relatif murah, tahan lama, dan mudah dirangkai. PVC bisa dibuat lebih elastis dan fleksibel dengan menambahkan plasticizer, umumnya ftalat. PVC yang fleksibel umumnya dipakai sebagai bahan pakaian, perpipaan, atap, dan insulasi kabel listrik.

PVC diproduksi dengan cara polimerisasi monomer vinil klorida ($\text{CH}_2=\text{CHCl}$). Karena 57% massanya adalah klor, PVC adalah polimer yang menggunakan bahan baku minyak bumi terendah di antara polimer lainnya.

Proses produksi yang dipakai pada umumnya adalah polimerisasi suspensi. Pada proses ini, monomer vinil

klorida dan air diintroduksi ke reaktor polimerisasi dan inisiator polimerisasi, bersama bahan kimia tambahan untuk menginisiasi reaksi. Kandungan pada wadah reaksi terus-menerus dicampur untuk mempertahankan suspensi dan memastikan keseragaman ukuran partikel resin PVC. Reaksinya adalah eksotermik, dan membutuhkan mekanisme pendinginan untuk mempertahankan reaktor pada temperatur yang dibutuhkan. Karena volume berkontraksi selama reaksi (PVC lebih padat daripada monomer vinil klorida), air secara kontinu ditambah ke campuran untuk mempertahankan suspensi.

Ketika reaksi sudah selesai, hasilnya, cairan PVC, harus dipisahkan dari kelebihan monomer vinil klorida yang akan dipakai lagi untuk reaksi berikutnya. Lalu cairan PVC yang sudah jadi akan disentrifugasi untuk memisahkan kelebihan air. Cairan lalu dikeringkan dengan udara panas dan dihasilkan butiran PVC. Pada operasi normal, kelebihan monomer vinil klorida pada PVC hanya sebesar kurang dari 1 PPM.

Proses produksi lainnya, seperti suspensi mikro dan polimerisasi emulsi, menghasilkan PVC dengan butiran yang berukuran lebih kecil, dengan sedikit perbedaan sifat dan juga perbedaan aplikasinya.

Produk proses polimerisasi adalah PVC murni. Sebelum PVC menjadi produk akhir, biasanya membutuhkan konversi dengan menambahkan heat stabilizer, UV stabilizer, pelumas, plasticizer, bahan penolong proses, pengatur termal, pengisi, bahan penahan api, biosida, bahan pengembang, dan pigmen pilihan. (Wikipedia, 2016)



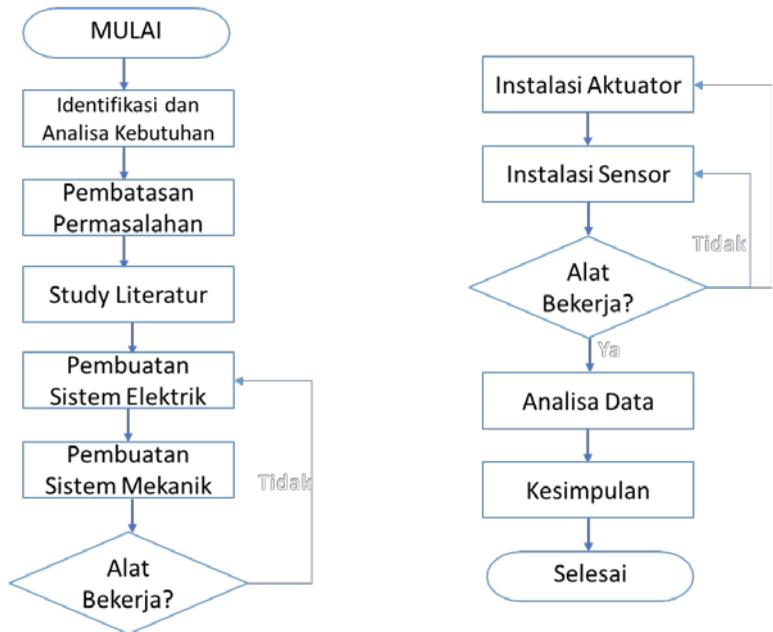
Gambar 0-8 PVC Pipa
Sumber : instrumentaldigital.com

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III. METODOLOGI

III.1 *Flowchart*

Metode yang digunakan untuk menyelesaikan skripsi ini adalah dengan membuat suatu kerangka dasar penyelesaian terhadap permasalahan yang diangkat dalam skripsi ini. Metodologi ini berisi tentang langkah – langkah yang akan dilakukan untuk menyelesaikan penelitian. Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah membuat perancangan Fish Robot dengan mikrontroler Arduino Pro Mini. Secara garis besar penyelesaian penelitian tugas akhir yang berjudul “Perancangan Dan Pembuatan Fish Robot Untuk Pengaplikasian Dalam” terbagi menjadi beberapa tahap, yaitu :



Gambar III-1 Diagram Metodologi

Deskripsi *Flowchart*

1. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Awal tahapan dalam pengerjaan skripsi ini adalah dengan mengidentifikasi permasalahan yang ada yang kemudian dirumuskan dalam perumusan masalah yang nantinya akan diselesaikan selama pengerjaan skripsi ini. Selain itu, juga terdapat batasan masalah. Hal ini dimaksudkan agar topik bahasan lebih mendetail dan tidak terlalu meluas. Juga akan memudahkan penulis dalam melakukan analisa masalah dan pembuatan prototype.

2. Studi Literatur

Pada studi literatur membutuhkan beberapa referensi dari buku, jurnal, paper, dan Tugas Akhir. Dengan mengumpulkan referensi maka dapat mempermudah proses penelitian dan mencari informasi yang terbaru mengenai penelitian yang sudah ada. Pada studi literatur dibutuhkan studi riset yang menjelaskan tentang robot ikan.

3. Pembuatan Sistem Elektrik

Tahap ini yaitu mengenai perancangan system Elektrik untuk menunjang tugas akhir ini. Dalam perancangan system elektrik ini mencakup diantaranya adalah aktuator, dan mikrokontroler. Dimana aktuator robot ikan ini berupa motor servo sebagai penggerakannya. Ada dua buah servo yang digunakan pada bagian ekor belakang dan dua buah yang digunakan pada bagian sirip samping.

4. Pembuatan Sistem Mekanik

Tahapan ini dilakukan untuk pembuatan mekanis yang menunjang tugas akhir ini. Sistem mekanik pada tugas akhir ini diantaranya adalah kerangka robot, ballast system, dan ekor robot.

5. Pengkoneksian Alat dengan Arduino

Setelah pembuatan program pada IDE Arduino atau

disebut sketch, dilakukan pengujian untuk memeriksa ada tidaknya kesalahan dalam pembuatan sketch. Pemeriksaan dapat dilakukan dengan menu compile yang tersedia pada software IDE Arduino. Apabila pengujian ini berhasil maka dapat dilanjutkan dengan langkah pembuatan sistem elektrikal. Namun jika gagal, maka harus mengulangi langkah sebelumnya.

6. Instalasi Aktuator

Tahap ini merupakan pemasangan alat elektronik kepada mekanik seperti servo yang dipasangkan kepada badan robot. Dan juga ballast sistem yang dipasangkan pada badan robot.

7. Instalasi Sensor

Tahap ini merupakan tahapan untuk pemasangan sensor receiver yang akan digunakan kepada robot yang nantinya akan digunakan sebagai penerima sinyal dari remote.

8. Pengujian Alat

Setelah pengujian pertama yg dilakukan secara terpisah antara mekanik dan elektrik, maka pada tahap ini diuji coba setelah digabungkan kedua elemen tersebut.

9. Analisa Data

Setelah mengetahui karakteristik dari robot ikan ini, maka dapat dilakukan analisa terhadap pergerakan robot dan juga efektifitas robot.

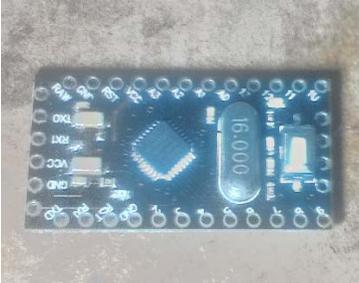
III.2 Pembuatan Alat

III.2.1 Peralatan dan Perlengkapan yang digunakan

Dalam pembuatan robot ikan ini dibutuhkan beberapa peralatan yang akan digunakan untuk membuat robot ikan ini. Dan juga dibutuhkan beberapa perlengkapan khusus untuk membantu dalam pembuatan robot ikan ini.

Peralatan dan perlengkapan tersebut diantaranya adalah:

Table III-1 Tabel Peralatan dan Perlengkapan yang Dibutuhkan

No	Gambar	Nama Alat	Fungsi
1		Arduino Pro Mini	Sebagai mikrokontroler yang akan mengatur pemrograman pada robot.
2.		TTL Converter	Untuk membantu memasukan data ke Arduino Pro Mini
3		Pipa PVC 3"	Digunakan sebagai badan dan kerangka robot
4		Lipo Battery 7.4 Volt 1000 mah	Battery untuk mensupply listrik kepada komponen robot

5		Servo Motor	Digunakan untuk menggerakkan bagian ekor dan sirip
6		Motor DC	Digunakan untuk menggerakkan injeksi balas
7		IR Receiver	Penerima sinyal infra merah dari remote
8		Remote	Pengirim sinyal Infra merah yang akan diterima robot
9		suntikan injeksi 20cc	Digunakan sebagai balas

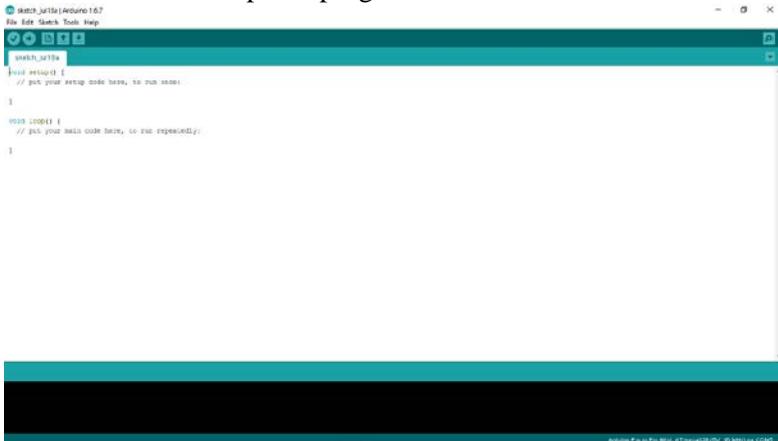
III.2.2 Pembuatan Sistem Elektrik dan Sistem Mekanik

1. Pembuatan Program IDE Arduino

Pada tahapan ini dilakukan pembuatan program yang akan dimasukkan ke dalam mikrokontroler arduino promini yang nantinya akan mengontrol secara otomatis prototype secara keseluruhan.

Prosedur dalam pembuatan program di IDE dimulai dengan membuat sketch, melakukan kompilasi, memilih jalur komunikasi, dan melakukan upload program. Secara ringkas prosedurnya adalah sebagai berikut.

1. Menulis intruksi program
2. Simpan program
3. Sesuaikan tipe board dengan sistem minimum yang digunakan dengan cara klik Tools – Board – Arduino Pro Mini
4. Lakukan kompilasi (verify) untuk mengecek hasil pemrograman
5. Upload program



Gambar III-2 Program IDE

2. Uji Coba Rangkaian Komponen

Setelah didapatkan beberapa komponen yang nantinya akan dipasangkan pada robot, maka sebelumnya komponen tersebut di uji cobakan dulu dengan beberapa rangkaian terpisah. Dan pada tahap ini, penulis menggunakan Arduino Uno yang merupakan arduino paling dasar dan paling mudah dipelajari. Untuk supply daya pada tahap ini masih menggunakan listrik dari PLN dan belum memakai Battery

Pada tahap ini beberapa rangkaian yang diuji cobakan diantaranya adalah:

- Arduino Uno
- Motor Servo
- IR receiver
- IR Remote



Gambar III-3 Rangkaian komponen

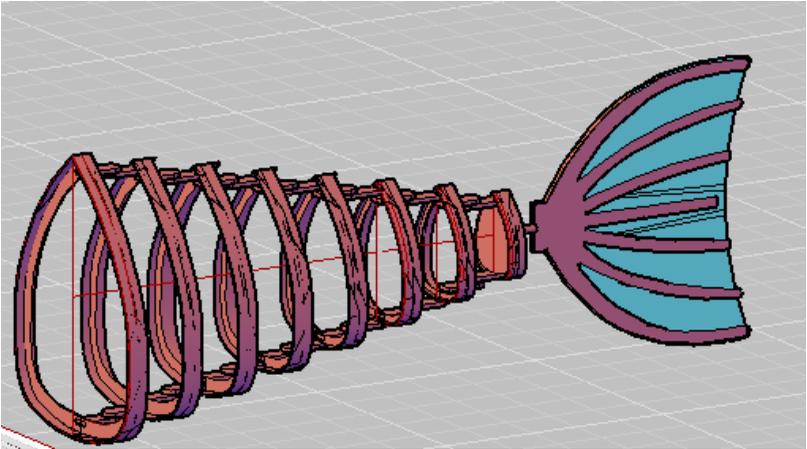
3. Pembuatan kerangka robot

Kerangka yang dibuat untuk robot ikan ini terdiri dari 3 bagian utama yaitu bagian kepala, bagian badan, dan bagian ekor. Dimana masing – masing bagianya memiliki fungsi berbeda. Bagian kepala merupakan bagian yang paling depan sehingga dibagian ini akan dipasangkan IR

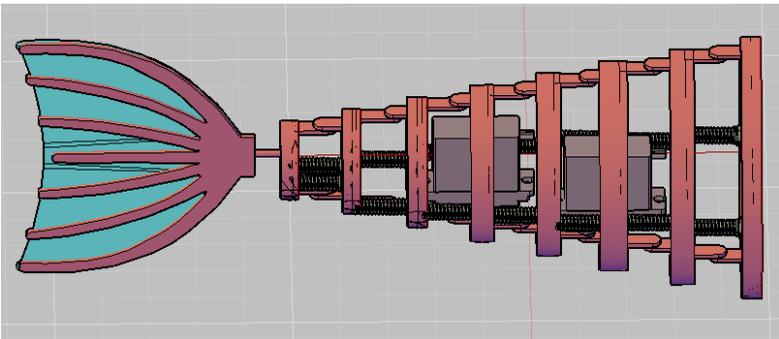
receiver sebagai penangkap sinyal dari remote. Kemudian bagian badan akan difungsikan sebagai rumah dari motor servo untuk penggerak sirip samping, rumah ballast dan juga tempat diletaknya *safety box* yang nantinya akan digunakan sebagai tempat penyimpanan alat elektronik yang tidak bisa terkena air seperti battery dan mikrokontroler. Sementara bagian ekor merupakan bagian yang akan digunakan sebagai penggerak dari robot ikan yang dipasangi motor servo sebagai penggeraknya.

Kerangka ekor merupakan 8 bagian dari kerangka terpisah yang diberi jarak 3 cm setiap bagiannya dan ukurannya berbeda setiap bagiannya dan ditambah satu buah sirip ekor di bagian paling belakang. Pada kerangka ekor tersebut akan ditambahkan pegas/per yang dipasangkan antara bagian satu dengan bagian sebelahnya. Hal tersebut dilakukan agar pergerakan ekor dari robot ikan ini nantinya akan elastis dan terlihat lebih mirip dengan ikan asli.

Adapun desain tiga dimensi dari kerangka bagian ekor nanti adalah sebagai berikut :



Gambar III-4 Desain 3 Dimensi bagian kerangka ekor



Gambar III-5 Desain 3 Dimensi bagian kerangka ekor dengan motor servo dan pegas

Pembuatan kerangka robot ikan ini akan menggunakan PVC sebagai bahan utamanya. Bahan PVC ini dipilih karena sifatnya yang mudah dibentuk dan juga

mudah didapatkan. Untuk menggunakan bahan PVC sebagai kerangka robot maka PVC tersebut akan diberikan beberapa penangan. Diantaranya adalah dengan membuat PVC yang berbentuk pipa yang mudah ditemukan di pasaran dan diubah menjadi PVC yang berbentuk pipih dengan menggunakan panas.

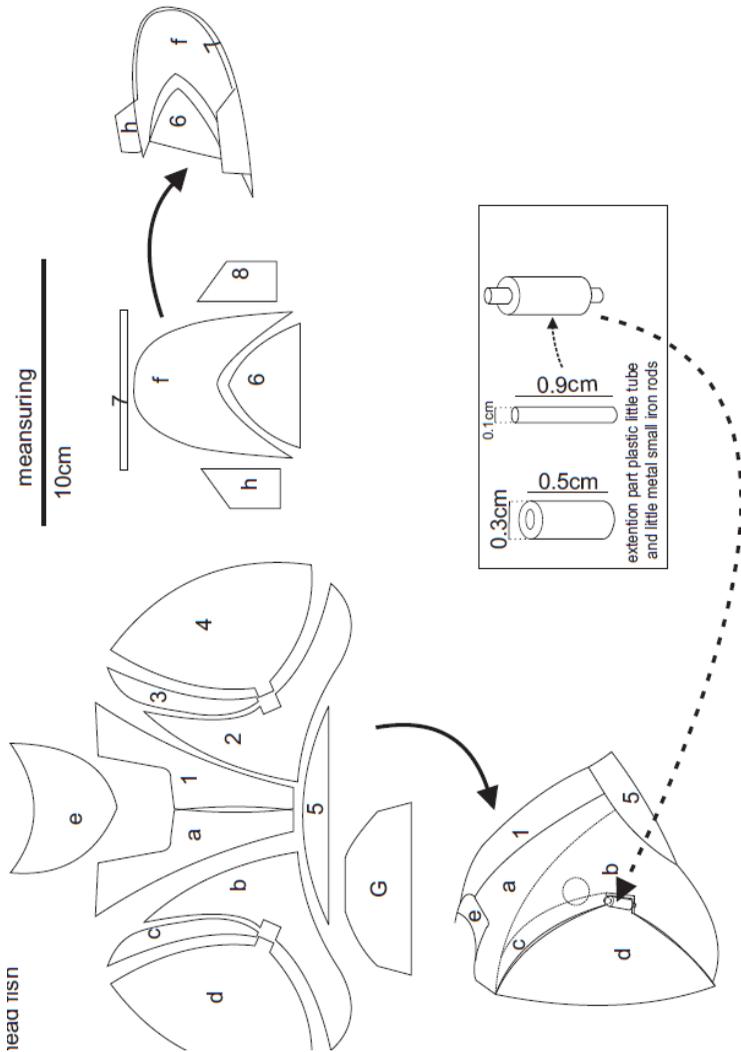


Gambar III-6 PVC Pipa

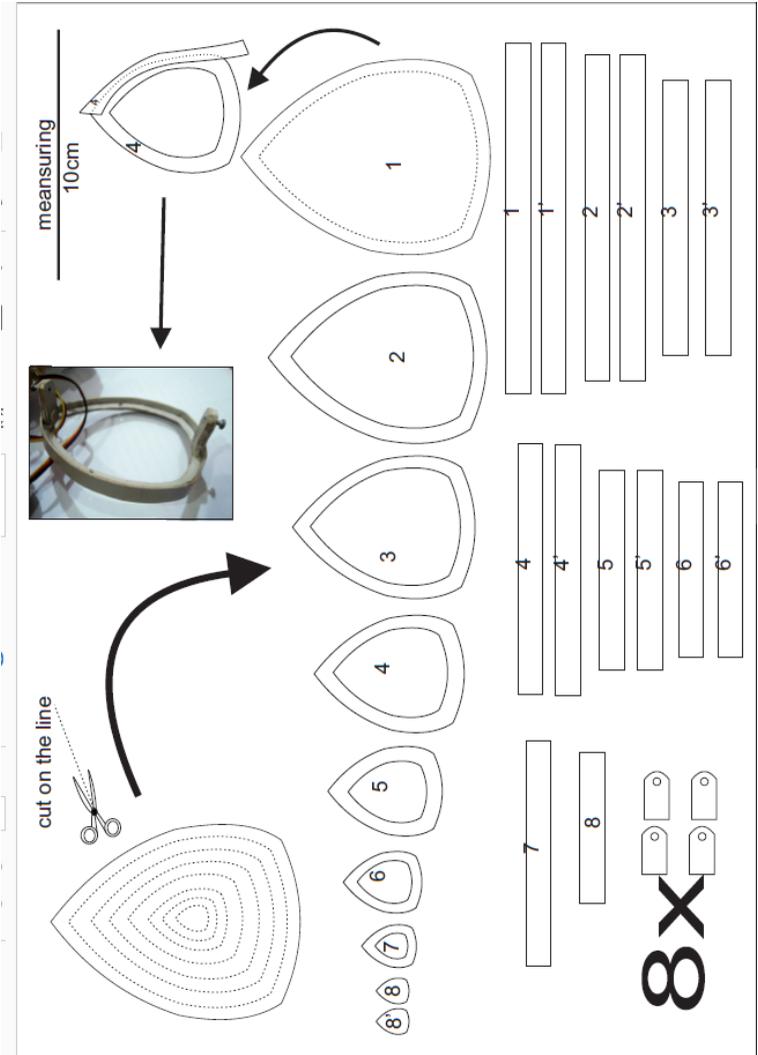


Gambar III-7 PVC Pipih

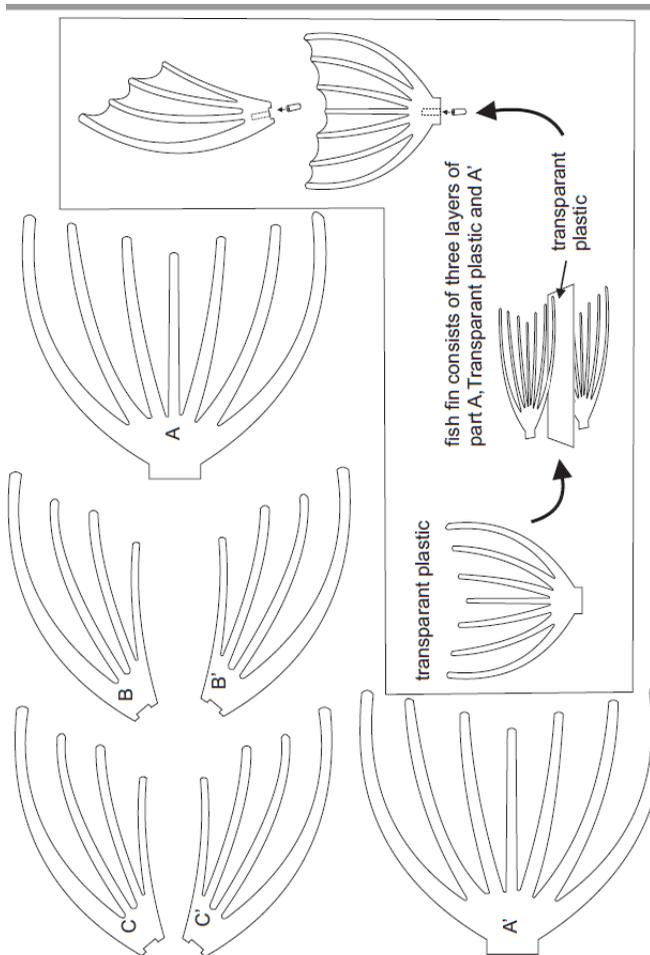
Setelah pipa PVC diubah menjadi pipih dilakukan pemotongan dan pembentukan kerangka sesuai cetakan. Adapun bentuk dari cetakan yang digunakan sebagai alat untuk membuat kerangka tersebut seperti di gambar di bawah ini :



Gambar 0-8 Cetakan Kepala
Sumber : Eric Dirgahayu, 2015



Gambar 0-9 Cetakan Kerangka Badan
Sumber : Eric Dirgahayu, 2015



Gambar 0-10 Cetakan ekor
Sumber : Eric Dirgahayu, 2015

Cetakan kerangka tersebut diprint dengan ukuran yang sebenarnya dan PVC dibuat sesuai dengan bentuk tersebut.

Adapun proses pengerjaannya dari tahap PVC berbentuk pipa hingga berbentuk kerangka robot :

- a. PVC pipih dipotong menggunakan cetakan yang sudah ada.



Gambar 0-11 PVC yang dibentuk mengikut cetakan



Gambar 0-12 PVC yang dibentuk mengikut cetakan bentuk persegi panjang

b. PVC yang berbentuk persegi panjang dipanaskan menggunakan api dan dibentuk melingkari bentuk cetakan yang tadi.



Gambar 0-13 PVC bentuk persegi panjang dipanaskan



Gambar 0-14 PVC satu bagian kerangka ekor

c. Setelah semua bagian kerangka ekor dibuat, maka digabungkan dengan menggunakan panghubung yang terbuat dari PVC juga dan dikencangkan menggunakan mur dan baut.



Gambar 0-15 PVC satu bagian kerangka ekor



Gambar 0-16 PVC Seluruh bagian kerangka ekor dan sirip belakang

d. Pembuatan bagian badan robot ikan menggunakan pipa PVC berdimensi 3 inchi tanpa dipotong atau dibentuk pipih. Namun pada bagian badan ini langsung dibentuk dengan cara dipanaskan dan ditekan mengikuti bentuk cetakan. Selain itu dibuat juga *safety box* yang digunakan sebagai tempat kedap air untuk komponen elektrik dari robot tersebut.



Gambar 0-17 Bagian badan robot



Gambar 0-18 Safety Box tampak atas



Gambar 0-19 Safety Box tampak depan

e. Pembuatan bagian kepala sama dengan proses pembuatan bagian ekor dimana dalam tahap pembuatannya adalah dengan menggunakan PVC yang dipipihkan dan dibentuk sesuai cetakan.



Gambar 0-20 bagian kepala

f. Setelah semua bagian dibuat maka kerangka robot ikan ini pun dapat disusun.



Gambar 0-21 Kerangka robot ikan

4. Instalasi Motor Servo

Pada robot ikan yang dirancang oleh penulis ini menggunakan empat buah motor servo. Dua buah motor servo dipasangkan pada bagian ekor belakang tepatnya pada joint diantara bagian kerangka ke-3 dan ke-4 dan servo lainnya pada joint antara bagian ke-5 dan ke-6. Sementara dua buah servo lainnya dipasang pada bagian sirip samping kanan dan kiri.



Gambar 0-22 motor servo pada bagian kerangka ekor tampak depan



Gambar 0-23 Motor Servo Pada Bagian Kerangka Ekor
Tampak Samping



Gambar 0-24 Motor Servo Pada Bagian Kerangka Badan

5. Pemasangan IR Reciever

Sensor penangkap infra merah yang berfungsi sebagai penerima sinyal dari remote ini dipasangkan pada bagian mata di kerangka kepala dari robot ikan.



Gambar 0-25 IR Reciever



Gambar 0-26 IR Reciever sebagai mata robot ikan

6. Pembuatan Sistem Ballast

Ballast pada robot ikan ini digunakan sebagai komponen untuk maneuver mengapung dan tenggelamnya robot ikan . pada system yang dirancang oleh penulis ini menggunakan injeksi atau suntikan berukuran 20 ml. Bagian karet pada injeksi dipasangkan kepada mur dengan panjang 10 cm dan mur tersebut disambungkan ke motor DC untuk menarik dan mendorong injeksi tersebut. Bagian motor di tutupi oleh PVC yang membentuk rumah motor agar tidak terasuki oleh air.



Gambar 0-28 Motor DC



Gambar 0-29 Injeksi



Gambar 0-30 Sistem Ballast

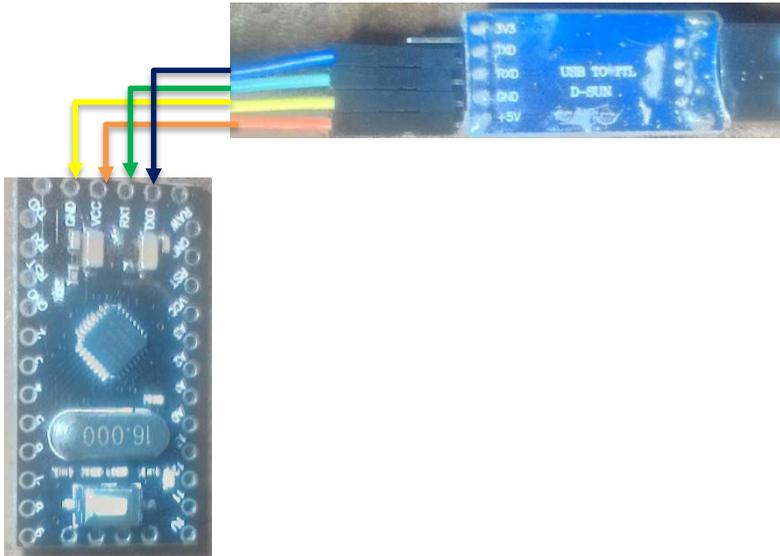
7. Pemrograman pada Arduino Promini

Mikrokontroler merupakan sebuah komponen yang dapat menyimpan data dan perintah yang bisa disimpan dan bisa menjalankan komponen elektronik lainnya. Pada perancangan robot ikan ini dibutuhkan code atau perintah yang dibutuhkan untuk menjalankan komponen yang sudah terpasang. Supply daya untuk mikrokontroler tersebut berasal dari lipo battery yang memiliki output voltage 7,4 volt dan berkapasitas 1000 mah.

Untuk memprogram Arduino Promini dengan perintah untuk mensupport komponen yang ada pada robot ikan ini dibutuhkan beberapa langkah.

Pada kepingan Arduino umumnya dilengkapi oleh socket yang berfungsi untuk menghubungkan mikrokontroler dengan laptop ataupun PC untuk input data maupun supply daya. Namun pada Arduino Promini sedikit berbeda karena Arduino Promini lebih mengutamakan ukurannya yang kecil dan dapat digunakan pada project yang tidak terlalu besar. Maka dari itu, dibutuhkan lah sebuah perangkat tambahan untuk

menginputkan data dari PC ke mikrokontroler yang berupa converter. Pada rangkaian yang dirancang oleh penulis, berikut susunan dari rangkaiananya



Gambar 0-31 Rangkaian USB to TTL ke Arduino Promini

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

IV.1 *Technical Data* Robot Ikan

Panjang	: 50 cm
Lebar	: 20 cm
Berat	: 1 Kg
Battery	: Lipo Battery 2 sel 7,4 Volt 1000 mah
Endurance	: 6 jam



Gambar 0-1 Robot Ikan

IV.2 Hasil Gambar dan Video

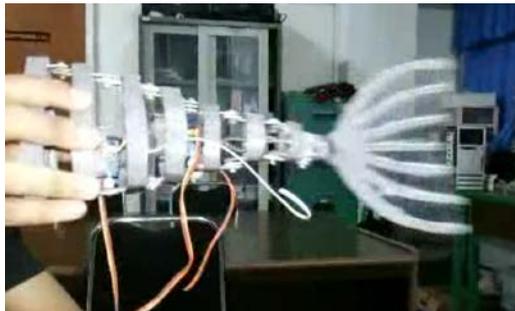
IV.2.1 Pergerakan Ekor

Dari hasil percobaan, pergerakan ekor ikan dihasilkan oleh motor servo dengan spesifikasi sebagai berikut:

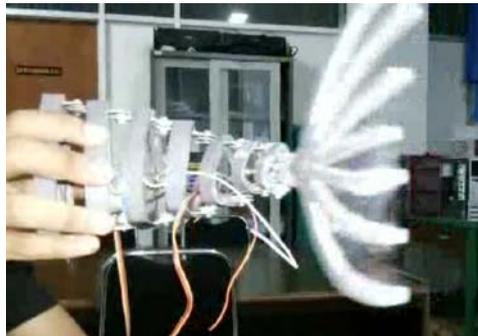
Tegangan Operasional	: 5 V
Torsi yang dihasilkan	: 2.5 kg
Kecepatan di luar air	: 0.17 sec / 60°

Dengan adanya empat variasi kecepatan yang diprogramkan ditinjau dengan parameter percobaan sebagai satu gerakan harmonic (bolak – balik) yang dilakukan selama 10 detik. Didapatkan data sebagai berikut:

Pada saat slow speed	: 4 kali gerakan harmonic
Pada saat slow speed	: 6 kali gerakan harmonic
Pada saat fast speed	: 7 kali gerakan harmonic
Pada saat very fast speed	: 9 kali gerakan harmonic



Gambar 0-2 Pergerakan Ekor 1



Gambar 0-3 Pergerakan Ekor 2



Gambar 0-4 Pergerakan Ekor 3

Sementara, pada saat di dalam air terjadi perbedaan kecepatan gerakan pada ekor robot. Dengan percobaan selama 10 detik di dalam air. Didapatkan data sebagai berikut:

Pada saat very slow speed	: 3 kali gerakan harmonic
Pada saat slow speed	: 4 kali gerakan harmonic
Pada saat fast speed	: 5 kali gerakan harmonic
Pada saat very fast speed	: 8 kali gerakan harmonic



Gambar 0-5 Pergerakan Ekor 1 di dalam air

IV.2.2 Sistem Ballast

Sistem ballast yang digunakan pada perancangan robot ikan ini mencontoh dari pergerakan kapal selam. Dimana terdapat proses *ballasting* dan *de-ballasting* untuk proses naik atau turunya kapal selam di dalam air.

Pada system ballast yang dirancang menggunakan injeksi 20 ml dan digerakan motor DC dengan torsi 17 kg. dari hasil rancangan yang berhasil dibuat jumlah air yang bisa dipindahkan hanya setengah dari total kapasitas ballast, hal tersebut dikarenakan kurangnya kecocokan alat dan kesediaan alat yang bisa dipakai.



Gambar 0-6 Proses Ballasting Pada System Ballast Robot Ikan



Gambar 0-7 Proses de-ballasting pada system ballast robot ikan

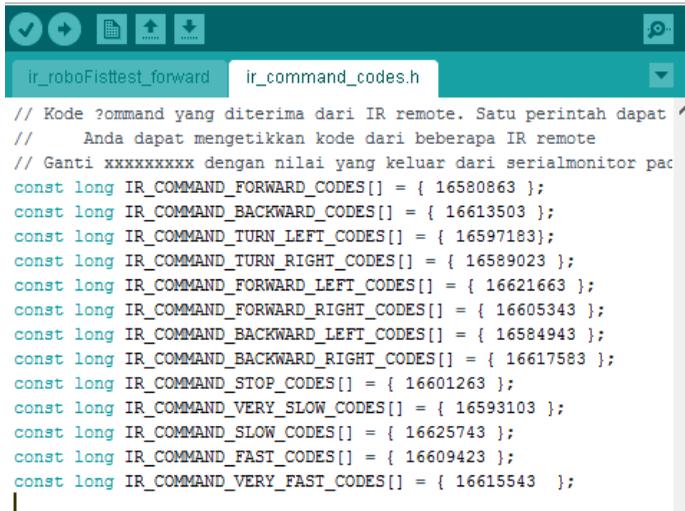
IV.2.3 Pemrograman di Arduino Promini

1. Enkripsi code pada IR remote

Setelah Arduino Promini bisa tersambung ke PC atau laptop, maka barulah bisa Arduino untuk diprogram. Karena robot yang dirancang didesain untuk bisa dikontrol dari jarak jauh maka dibutuhkanlah code untuk IR remote yang diterima oleh IR receiver.

Untuk dapat mengetahui code yang diterima dari remote yang sampai pada arduino dibutuhkan percobaan yang nantinya akan memunculkan code masing – masing tombol pada serial monitor pada program IDE.

Berikut merupakan hasil enkripsi dari *IR Remote* yang diterima oleh *IR Receiver* yang dibaca oleh IDE pada Arduino



```

// Kode ?ommand yang diterima dari IR remote. Satu perintah dapat
//   Anda dapat mengetikkan kode dari beberapa IR remote
// Ganti xxxxxxxx dengan nilai yang keluar dari serialmonitor pac
const long IR_COMMAND_FORWARD_CODES[] = { 16580863 };
const long IR_COMMAND_BACKWARD_CODES[] = { 16613503 };
const long IR_COMMAND_TURN_LEFT_CODES[] = { 16597183};
const long IR_COMMAND_TURN_RIGHT_CODES[] = { 16589023 };
const long IR_COMMAND_FORWARD_LEFT_CODES[] = { 16621663 };
const long IR_COMMAND_FORWARD_RIGHT_CODES[] = { 16605343 };
const long IR_COMMAND_BACKWARD_LEFT_CODES[] = { 16584943 };
const long IR_COMMAND_BACKWARD_RIGHT_CODES[] = { 16617583 };
const long IR_COMMAND_STOP_CODES[] = { 16601263 };
const long IR_COMMAND_VERY_SLOW_CODES[] = { 16593103 };
const long IR_COMMAND_SLOW_CODES[] = { 16625743 };
const long IR_COMMAND_FAST_CODES[] = { 16609423 };
const long IR_COMMAND_VERY_FAST_CODES[] = { 16615543 };

```

Gambar 0-8 Code enkripsi IR Remote

2. Coding Untuk Pergerakan Robot Ikan

Untuk menghasilkan pergerakan robot ikan yang sudah dipasang komponen dan terhubung dengan arduino makadibutuhkan sebuah perintah yang harus dimasukkan untuk menjalankan program tersebut. Adapun code dari perintah tersebut adalah:

ir_roboFisttest_forward | Arduino 1.6.7

File Edit Sketch Tools Help

```

ir_roboFisttest_forward  ir_command_codes.h
//this is for test forward the RoboFish, i still work for complete program and i w

#include "IRremote.h"

#include "ir_command_codes.h"

#include <Servo.h>

// // Analog pin untuk IR receiver sensor
const int IR_PIN = 11;

// pin untuk servo
const int LEFT_SERVO_PIN = 6; //servo back tail
const int CENTRAL_SERVO_PIN = 7;//fins 1 pin to 2 servo right and left
const int RIGHT_SERVO_PIN = 8;//middle tail

// posisi angle servo pada posisi awal
const long LEFT_SERVO_ZERO_VALUE = 90;
const long RIGHT_SERVO_ZERO_VALUE = 90;
const long CENTRAL_SERVO_ZERO_VALUE = 90;

// Amplitude untuk servo samping kanan dan kiri
const long SIDE_SERVOS_FULL_AMPLITUDE = 30;
// setengah amplitude untuk servo kanan kiri saat robot berputar.
const long SIDE_SERVOS_HALF_AMPLITUDE = 15;
// amplitude untuk servo tengah
const long CENTRAL_SERVO_AMPLITUDE = 20;

// perbedaan periode pada setiap action
const long STEP_PERIOD_VERY_SLOW = 2000;

```

Gambar 0-9 Code Pergerakan Robot Ikan 1

ir_robofisttest_forward | Arduino 1.6.7

File Edit Sketch Tools Help

ir_robofisttest_forward ir_command_codes.h

```

const long STEP_PERIOD_SLOW = 1500;
const long STEP_PERIOD_FAST = 1000;
const long STEP_PERIOD_VERY_FAST = 500;

long lastMillis;
long globalPhase;
float angleShiftLeftServo;
float angleShiftRightServo;
float angleShiftCentralServo;
long stepPeriod;
long amplitudeLeftServo;
long amplitudeRightServo;
boolean isAttached;
boolean isStopped;

// // EN: IRreceiver code
IRrecv irrecv(IR_PIN);

Servo LeftServo;
Servo RightServo;
Servo CentralServo;

void attachServos() {
  if (!isAttached) {
    LeftServo.attach(LEFT_SERVO_PIN);
    RightServo.attach(RIGHT_SERVO_PIN);
    CentralServo.attach(CENTRAL_SERVO_PIN);
    isAttached = true;
  }
}

```

Gambar 0-10 Code Pergerakan Robot Ikan 2

ir_roboFisttest_forward | Arduino 1.6.7
 File Edit Sketch Tools Help

```

// dibeberapa posisi mungkin servo akan mengeluarkan bunyi atar bergetar
// untuk menghindari hal ini servo akan diarahkan berhenti.
void detachServos() {
  if (isAttached) {
    LeftServo.detach();
    RightServo.detach();
    CentralServo.detach();
    isAttached = false;
  }
}

void setup() {
  // memulai IR Receiver
  irrecv.enableIRIn();

  attachServos();
  isStopped = true;
  lastMillis = millis();

  angleShiftLeftServo = 0;
  angleShiftRightServo = 0;
  angleShiftCentralServo = 0;

  stepPeriod = STEP_PERIOD_FAST;
}

// // mencari angle untuk servo
// amplitudo tray proses,
// Param phaseMillis - saat ini durasi tray,
// param shiftAngle - oscillating process.

```

Gambar 0-11 Code Pergerakan Robot Ikan 3



```
ir_roboFisttest_forward | Arduino 1.6.7
File Edit Sketch Tools Help

ir_roboFisttest_forward ir_command_codes.h
int getAngle(long amplitude, long phaseMillis, float shiftAngle) {
    float alpha = 2 * PI * phaseMillis / stepPeriod + shiftAngle;
    float angle = amplitude * sin(alpha);
    return (int)angle;
}

template<typename T, size_t N>
boolean hasCode(T (&commandCodes)[N], long code) {
    for (int i = 0; i < N; i++) {
        if (commandCodes[i] == code) {
            return true;
        }
    }
    return false;
}

void loop() {
    long millisNow = millis();
    long millisPassed = millisNow - lastMillis;
    if (isStopped) {
        // Kita harus menunggu setengah detik. Setelah itu kita berpikir bahwa servos
        // berada dalam posisi nol dan kita dapat melepaskan mereka.
        if (millisPassed >= 500) {
            lastMillis = 0;
            detachServos();
        }

        globalPhase = 0;
    } else {
        lastMillis = millisNow;
    }
}
```

Gambar 0-12 Code Pergerakan Robot Ikan 4

```

ir_roboFisttest_forward | Arduino 1.6.7
File Edit Sketch Tools Help

ir_roboFisttest_forward ir_command_codes.h

    globalPhase += millisPassed;
    globalPhase = globalPhase % stepPeriod;
}

// Deklarasi struktur yang digunakan untuk menerima dan diterjemahkan IR perintah

decode_results results;

// Kita dapat menangani perintah IR jika diterima dan diterjemahkan berhasil.
if (irrecv.decode(&results)) {

    if (hasCode(IR_COMMAND_FORWARD_CODES, results.value) ||
        hasCode(IR_COMMAND_FORWARD_LEFT_CODES, results.value) ||
        hasCode(IR_COMMAND_FORWARD_RIGHT_CODES, results.value)) {

        attachServos();
        isStopped = false;
        angleShiftLeftServo = 0;
        angleShiftRightServo = 0;
        angleShiftCentralServo = PI/2;

        amplitudeLeftServo = SIDE_SERVOS_FULL_AMPLITUDE;
        amplitudeRightServo = SIDE_SERVOS_FULL_AMPLITUDE;
        if (hasCode(IR_COMMAND_FORWARD_LEFT_CODES, results.value)) {
            amplitudeLeftServo = SIDE_SERVOS_HALF_AMPLITUDE;
        } else if (hasCode(IR_COMMAND_FORWARD_RIGHT_CODES, results.value)) {
            amplitudeRightServo = SIDE_SERVOS_HALF_AMPLITUDE;
        }
    } else if (hasCode(IR_COMMAND_BACKWARD_CODES, results.value)) ||

```

Gambar 0-13 Code Pergerakan Robot Ikan 5

ir_robofisttest_forward | Arduino 1.6.7
File Edit Sketch Tools Help

```

    hasCode(IR_COMMAND_BACKWARD_LEFT_CODES, results.value) ||
    hasCode(IR_COMMAND_BACKWARD_RIGHT_CODES, results.value)) {

attachServos();
isStopped = false;
angleShiftLeftServo = 0;
angleShiftRightServo = 0;
angleShiftCentralServo = -PI/2;

amplitudeLeftServo = SIDE_SERVOS_FULL_AMPLITUDE;
amplitudeRightServo = SIDE_SERVOS_FULL_AMPLITUDE;
if (hasCode(IR_COMMAND_BACKWARD_LEFT_CODES, results.value)) {
    amplitudeRightServo = SIDE_SERVOS_HALF_AMPLITUDE;
} else if (hasCode(IR_COMMAND_BACKWARD_RIGHT_CODES, results.value)) {
    amplitudeLeftServo = SIDE_SERVOS_HALF_AMPLITUDE;
}
} else if (hasCode(IR_COMMAND_TURN_LEFT_CODES, results.value)) {
attachServos();
isStopped = false;
angleShiftLeftServo = 0;
angleShiftRightServo = PI;
angleShiftCentralServo = -PI/2;
amplitudeLeftServo = SIDE_SERVOS_FULL_AMPLITUDE;
amplitudeRightServo = SIDE_SERVOS_FULL_AMPLITUDE;
} else if (hasCode(IR_COMMAND_TURN_RIGHT_CODES, results.value)) {
attachServos();
isStopped = false;
angleShiftLeftServo = 0;
angleShiftRightServo = PI;
angleShiftCentralServo = PI/2;

```

Gambar 0-14 Code Pergerakan Robot Ikan 6

```

ir_roboFisstest_forward | Arduino 1.6.7
File Edit Sketch Tools Help

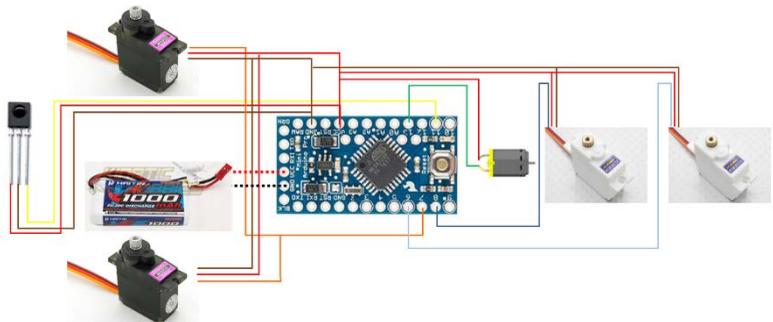
ir_roboFisstest_forward ir_command_codes.h

amplitudeLeftServo = SIDE_SERVOS_FULL_AMPLITUDE;
amplitudeRightServo = SIDE_SERVOS_FULL_AMPLITUDE;
} else if (hasCode(IR_COMMAND_STOP_CODES, results.value)) {
attachServos();
isStopped = true;
angleShiftLeftServo = 0;
angleShiftRightServo = 0;
angleShiftCentralServo = 0;
amplitudeLeftServo = SIDE_SERVOS_FULL_AMPLITUDE;
amplitudeRightServo = SIDE_SERVOS_FULL_AMPLITUDE;
} else if (hasCode(IR_COMMAND_VERY_SLOW_CODES, results.value)) {
// globalPhase koreksi untuk menyimpan posisi servo ketika mengubah periode.
globalPhase = globalPhase * STEP_PERIOD_VERY_SLOW / stepPeriod;
stepPeriod = STEP_PERIOD_VERY_SLOW;
} else if (hasCode(IR_COMMAND_SLOW_CODES, results.value)) {
globalPhase = globalPhase * STEP_PERIOD_SLOW / stepPeriod;
stepPeriod = STEP_PERIOD_SLOW;
} else if (hasCode(IR_COMMAND_FAST_CODES, results.value)) {
globalPhase = globalPhase * STEP_PERIOD_FAST / stepPeriod;
stepPeriod = STEP_PERIOD_FAST;
} else if (hasCode(IR_COMMAND_VERY_FAST_CODES, results.value)) {
globalPhase = globalPhase * STEP_PERIOD_VERY_FAST / stepPeriod;
stepPeriod = STEP_PERIOD_VERY_FAST;
}
// Setelah kode tersebut, metode resume() harus dipanggil untuk melanjutkan menerima kode.
irrecv.resume();
}

```

Gambar 0-15 Code Pergerakan Robot Ikan 7

3. Skema Arduino Pada Robot Ikan



Gambar 0-16 Skema Arduino Pada Robot Ikan

IV.2.4 Pergerakan Robot Ikan di Dalam Air

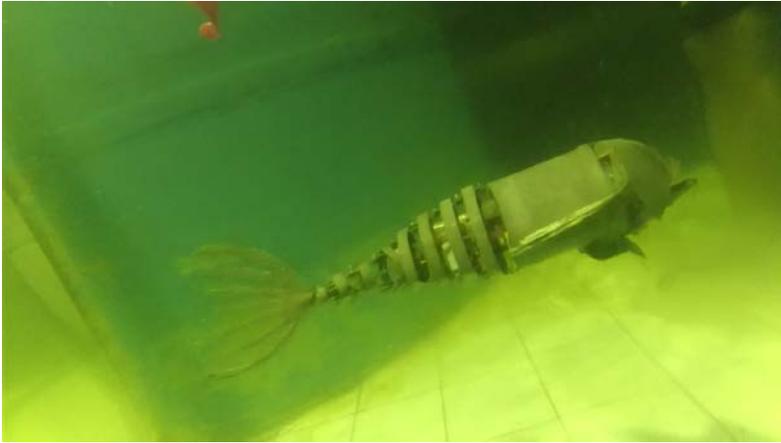
Percobaan robot ikan dilakukan di flowchannel di *Laboratory of Marine Machinery Fluid* dengan kedalaman 0,8m



Gambar 0-17 Robot Ikan Diujicoba Di Flow Channel



Gambar 0-18 Robot Ikan Diujicoba Di Flow Channel



Gambar 0-19 Robot Ikan Diujicoba Di Flow Channel

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V.

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan dan hasil analisa serta pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Mikrokontroler Arduino Promini dapat mensupport kebutuhan perintah yang diperlukan oleh robot ikan.
2. Robot ikan mampu bergerak secara *carangiform* dengan menggunakan dua buah servo dibagian ekor.
3. Ukuran mikrokontroler Arduino Promini yang sangat kecil sangat cocok diaplikasikan pada robot ikan yang mempunyai ruang kedad yang sangat kecil.
4. Dengan menggunakan komponen yang *waterproof* dan dengan adanya *safety box* di badan robot mampu membuat system elektronik tetap bekerja.

V.2 Saran

Untuk memperbaiki ataupun menyempurnakan penelitian selanjutnya, maka penulis memberikan beberapa saran sebagai pertimbangan antara lain :

1. Maksimalkan *system ballast* agar robot ikan dapat digunakan di kedalaman yg lebih.
2. Berikan penambahan sensor untuk pengpalikasian *surveillance* atau pemantauan bawah air
3. Berikan bentuk kulit pada robot ikan agar terlihat lebih mirip ikan sungguhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Dirgahayu E, (2015) '*Making a lowcost humanoid robot made from PVC water pipe material*'. Retrieved 2014, from www.instrucables.com
- Huynh, P D & Vo T K 2015, '*An application of genetic algorithm to optimize the 3-Joint carangiform fish robot' s links to get the desired straight velocity*'
- Kulkarni, C., dkk. (2014). '*Surveillance Robot Using Arduino Microcontroller, Android APIs and the Internet*'. *Department of Electronics and Communication Engineering, National Institute of Technology Karnataka, Surathkal, Mangalore, India.*
- Liu, H., Tang, Y., Zhu Q., (2014). '*Present Research Situation and Future Prospect on Biomimetic Robot Fish. Department of Mechanical Engineering. Suzhou University of Science and Technology, China.*
- Low, K. H., & Willy, A. (2006), '*Biomimetic motion planning of an undulating robotic fish fin. Journal of Vibration and Control*'
- Low, K. H., Seet, G. G., & Zhou, C. (2007). *Biomimetic design and workspace study of compact and modular undulating fin body segments. IEEE International Conference on Mechatronics and Automation Mechatronics and Automation*
- Low, K. H., Zhou, C., Seet, G., Bi, S., & Cai, Y. (2011). *Improvement and testing of a robotic manta ray (RoMan-III)*

- Monk, Simon. (2012) '*Arduino Lesson 13. DC Motors*'. Retrieved December 2012, from learn.adafruit.com
- Nedelkovski, Dejah. (2015) '*Control any Electronic with a TV Remote / Arduino IR Tutorial*'. Retrieved September 2015, from <http://howtomechatronics.com>
- Razif, M, dkk. (2014), '*A Review on Development of Robotic Fish*'. Faculty of Electrical Engineering, Universiti Teknologi Malaysia
- Suisbiyanto P. (2015) '*Kontrol kecepatan motor DC dengan Arduino*'. Retrieved June 2015, from <https://sukabangetteknologi.blogspot.co.id>.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Muhammad Adji Pangestu, dilahirkan di Jakarta pada tanggal 27 Agustus 1994. Merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis merupakan alumni dari SD Putradarma Tambun Selatan, SMPN 1 Tambun Selatan, dan SMAN 1 Tambun Selatan. Penulis melanjutkan studi Strata 1 (S1) di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya tahun 2012.

Selama perkuliahan penulis aktif dalam kegiatan akademik dan non akademik. Kegiatan akademik penulis yaitu sebagai grader praktikum motor DC dalam matakuliah Listrik Perkapalan di *Marine Electrical and Automation System Laboratory*. Sedangkan kegiatan non akademik penulis yaitu organisasi HIMASISKAL FTK-ITS pada tahun kedua sebagai staff departemen MINBA, selain itu pada organisasi UKM SepakBola ITS pada tahun kedua sebagai ketua departemen MEDFO dan pada tahun ketiga sebagai ketua UKM SepakBola ITS, selain itu pada organisasi LMB ITS pada tahun keempat penulis aktif sebagai wakil ketua LMB ITS. Pengalaman kerja penulis pernah melakukan kerja praktek di PT. Dok dan Perkapalan Surabaya (PERSERO) dan PT. Wartsila Indonesia, Bekasi.

Muhammad Adji Pangestu
Marine Engineering Department
adji.pangestu27@gmail.com