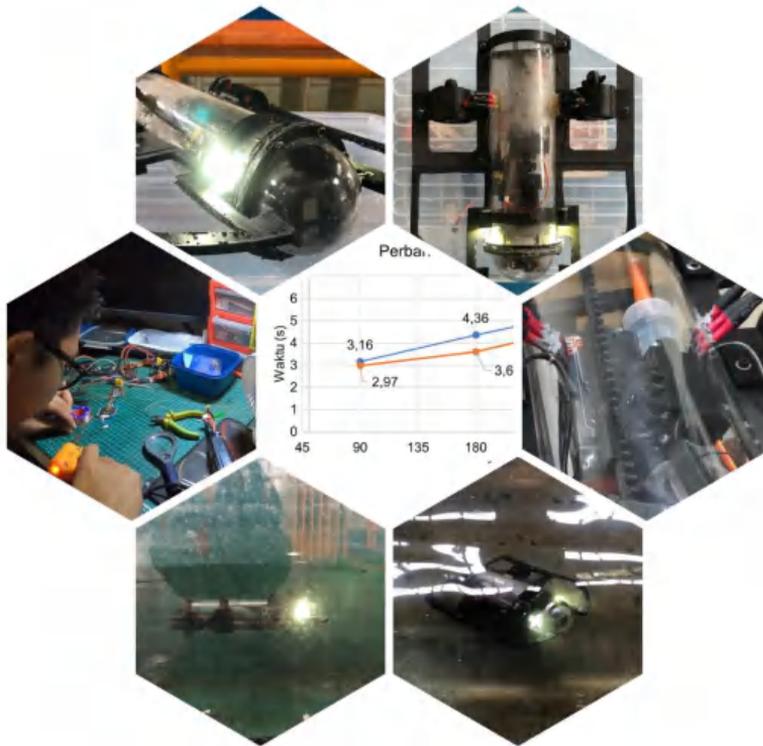


**RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* ROBOT BAWAH AIR
ROV (*REMOTELY OPERATED VEHICLE*) MENGGUNAKAN
SISTEM NIRKABEL**



**MUHAMMAD FADHIL ARSY
D081 19 1069**



**DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**

Optimized using
trial version
www.balesio.com

**RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* ROBOT BAWAH AIR
ROV (*REMOTELY OPERATED VEHICLE*) MENGGUNAKAN
SISTEM NIRKABEL**

**MUHAMMAD FADHIL ARSY
D081 19 1069**



**DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**



Optimized using
trial version
www.balesio.com

**RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* ROBOT BAWAH AIR
ROV (*REMOTELY OPERATED VEHICLE*) MENGGUNAKAN
SISTEM NIRKABEL**

**MUHAMMAD FADHIL ARSY
D081 19 1069**

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana
Teknik Kelautan
pada
Departemen Teknik Kelautan
Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin
Gowa



**DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**

**RANCANG BANGUN PROTOTYPE ROBOT BAWAH AIR
ROV (REMOTELY OPERATED VEHICLE) MENGGUNAKAN
SISTEM NIRKABEL**

**MUHAMMAD FADHIL ARSY
D081 19 1069**

Skripsi,

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Sarjana Pada Tanggal 19 JUNI 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan
pada



Mengesahkan:
Pembimbing Utama

Mengetahui:
Ketua Departemen,


Prof. Daeng Paroka, ST., MT., Ph.D
NIP. 19720118 199802 1 001


Dr. Ir. Chairul Paotonan, ST., MT.
NIP. 19750605 200212 1 003



PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "**Rancang Bangun *Prototype Robot Bawah Air ROV (Remotely Operated Vehicle) Menggunakan Sistem Nirkabel***". Adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing (Prof. Daeng Paroka, ST., MT., Ph.D). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.



UCAPAN TERIMA KASIH

Assalamu'alaikum warahmatullahii waa barakatuh

Puji syukur kita panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi yang berjudul "Rancang Bangun *Prototype* Robot Bawah Air ROV (*Remotely Operated Vehicle*) Menggunakan Sistem Nirkabel" ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik di Universitas Hasanuddin. Pada kesempatan ini, saya ingin menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua Orang Tua, **Bapak** dan **Ibu Rahmi Chalik** yang telah berjuang dan terus mendoakan sedari awal serta melakukan apapun untuk mengusahakan anaknya bisa berada di titik lebih dari dirinya. Dengan segala kerendahan hati, saya mengucapkan banyak terima kasih untuk semua pengorbanan tulus yang tentunya tidak akan pernah bisa terbalaskan. Penulis percaya bahwa setiap langkah yang dimudahkan oleh-Nya adalah hasil pengjabahan doa kedua orang tua penulis.
2. Dosen Pembimbing, **Prof. Daeng Paroka, ST., MT., Ph.D.** Terima kasih atas segala keikhlasan, kesabaran dan ketulusannya serta dukungan tak terhitung dalam mengarahkan, memberikan bimbingan, bantuan serta masukan-masukan kepada penulis dimulai dari awal perkuliahan dan ditahap penelitian, penulisan skripsi sampai dengan hari ini.
3. Bapak **Ir. Juswan, MT.** dan **Dr.Ir. Taufiqur Rachman, ST., MT.**, selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktu dan memberikan kritik serta saran yang sangat membantu penulis dalam proses penelitian maupun penyusunan skripsi ini.
4. Bapak **Dr. Ir. Chairul Paotonan, ST., MT.** selaku Ketua Departemen Teknik Kelautan yang telah mengesahkan skripsi ini.
5. Bapak **Habibi, ST., MT.** dan Bapak **Fuad Mahfud Assidiq, ST., MT.** selaku penasehat akademik (PA) selama menjadi mahasiswa Teknik Kelautan sehingga saya dapat menyelesaikan studi.
6. **Dosen - Dosen Teknik Kelautan** Bapak **Dr.Eng Achmad Yasir Baeda, S.T.,M.T.**, Bapak **Prof. Muh. Zubair Alie, S.T.,M.T., Ph.D.**, Bapak **Sabaruddin Rahman, S.T., M.T., Ph.D.**, dan Ibu **Hasdinar Umar, S.T., M.T.** yang telah memberikan ilmu dan membagikan pengalaman yang



aat selama masa perkuliahan.

endidikan Departemen Teknik Kelautan, yang telah
la aktivitas administrasi baik selama perkuliahan serta dalam
ripsi ini.

amad Muthalib, ST. dan Ibu **MAHARANI**, yang turut
an yang sangat besar telah menjadi pendamping dan orang
asinya untuk penulis selama penulis menjalankan masa studi,
pkan banyak terima kasih untuk semua pengorbanan tulus

yang tentunya tidak akan pernah bisa terbalaskan.

9. Bapak **Wahyudi** yang telah membantu penulis dalam bertukar fikiran dan

membantu mengerjakan komponen elektronika pada penelitian ini. Dengan segala kerendahan hati, saya mengucapkan banyak terima kasih karena telah bersedia meluangkan waktu dan kesempatannya dalam membimbing penulis untuk menyelesaikan rancangan pada penelitian ini.

10. Bapak **Rhiel Anwar** yang memberikan bentuk dukungan penuh dalam cetak 3D Print yang digunakan dalam rancangan pada penelitian ini, saya mengucapkan banyak terima kasih untuk kontribusi yang telah diberikan.
11. Kepada **Santa Yoviana Putri, ST.** terima kasih untuk selalu meluangkan waktu untuk menemani penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
12. Teman - teman **Pazzenger 19** dan Naval 19 yang kebersamai serta waktu yang telah kita lalui bersama dalam suka dan duka. Tak lupa pula penulis sampaikan banyak terima kasih kepada kanda-kanda Senior dan dinda-dinda Junior atas motivasi dan dukungannya.
13. Teman-teman **Labo Manpro** yang selalu memberikan semangat kepada saya dalam menyelesaikan tugas akhir maupun tugas lainnya.
14. Serta semua pihak yang turut serta dalam penyelesaian pendidikan, penelitian, dan penyusunan skripsi yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Penulis menyampaikan ucapan Terima Kasih yang sebesar-besarnya untuk seluruh bantuan yang diberikan. Dengan segala kerendahan hati penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatu

Muhammad Fadhil Arsy



ABSTRAK

Muhammad Fadhil Arsy. **Rancang Bangun *Prototype* Robot Bawah Air ROV (*Remotely Operated Vehicle*) Menggunakan Sistem Nirkabel.** (dibimbing oleh Prof. Daeng Paroka, ST., MT., Ph.D.)

Kendala yang biasa dijumpai penyelam adalah susahnya medan penyelaman yang berakibat tidak maksimalnya eksplorasi yang dilakukan. Dalam kedalaman tertentu, tekanan air akan membahayakan penyelam, serangan dari biota air yang tidak diperkirakan pun memiliki resiko yang tinggi bagi penyelam juga menjadi kendala besar. Teknologi yang dapat digunakan dalam proses pemantauan kondisi bawah air adalah ROV atau *remotely operated vehicle*. ROV merupakan sebuah robot penjelajah bawah air yang dikendalikan oleh operator menggunakan sistem pengendali ROV dengan perangkat *remote control*. Pemanfaatan teknologi robotika dalam bidang kelautan dan perkapalan diharapkan dapat membantu dalam eksplorasi bawah air. Saat menjalankan penyelaman, ROV harus bisa bergerak bebas tanpa dibatasi kabel. Oleh karena itu, memilih *remote control* nirkabel lebih efisien dibandingkan menggunakan kabel yang dapat membatasi pergerakan ROV. Selain itu, robot ROV juga memerlukan sistem *ballast* karena robot bawah air dibuat mampu mengapung, melayang, dan tenggelam. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah ROV tanpa kabel dengan frekuensi 2,4GHz *long-range*. Penggunaan frekuensi 2,4GHz *long-range* diharapkan mampu membuat jangkauan robot lebih jauh dan bebas saat bergerak.

Robot ini menggunakan 2 buah motor penggerak untuk bermanuver dan dilengkapi dengan kamera serta sistem pencahayaan untuk memantau kondisi bawah air. Mikrokontroler ESC (*electronic speed controller*) yang terhubung dengan PWM (*pulse width modulation*) sebagai pengendali utama yang terhubung dengan remot kontrol yang dapat dikendalikan dari atas air. Sistem *ballast* pada penelitian ini memanfaatkan prinsip kerja dari Spuit (*syringe*) yang disematkan *line actuator* untuk menggerakkan tangkai spuit untuk mengisi dan membuang air dari dalam tangki. Hasil penelitian menunjukkan bahwa robot bawah air mini ROV dapat bergerak dengan jangkauan 20 meter dipermukaan air dan saat menyelam 50cm, kecepatan rata-rata yang didapatkan sebesar 0,366 m/s. Sistem *ballast* dapat berfungsi untuk mengisi dan mengeluarkan air pada tabung *ballast*. Waktu yang dibutuhkan untuk mengisi dan mengeluarkan tabung dengan volume sebesar 60cm³ adalah 5 detik.

Kata Kunci: Frekuensi 2,4GHz, Mikrokontroler ESC (*Electronic Speed Controller*), Nirkabel, ROV (*Remotely Operated Vehicle*), Sistem *Ballast*



ABSTRACT

Muhammad Fadhil Arsy. **Design of Underwater Robot ROV (Remotely Operated Vehicle) Prototype Using Wireless System.** (Supervised by Prof. Daeng Paroka, ST., MT., Ph.D.)

A common obstacle that divers encounter is the difficulty of the diving terrain which results in not maximizing their exploration. In certain depths, water pressure will endanger divers, attacks from unexpected aquatic biota that have a high risk for divers are also a big obstacle. The technology that can be used in the process of monitoring underwater conditions is ROV or remotely operated vehicle. ROV is an underwater exploration robot that is controlled by an operator using an ROV control system with a remote control device. The utilization of robotics technology in the marine and shipping fields is expected to help in underwater exploration. When running a dive, the ROV must be able to move freely without being restricted by cables. Therefore, choosing a wireless remote control is more efficient than using cables that can limit the movement of the ROV. In addition, ROV robots also require a ballast system because underwater robots are made to float, drift, and sink. This research aims to design a wireless ROV with 2.4GHz long-range frequency. The use of 2.4GHz long-range frequency is expected to make the robot reach farther and moving freely.

This robot uses 2 motors to maneuver and is equipped with a camera and lighting system to monitor underwater conditions. ESC (electronic speed controller) microcontroller connected to PWM (pulse width modulation) as the main controller connected to a remote control that can be controlled from above the water. The ballast system in this study utilizes the working principle of a syringe embedded with a line actuator to move the syringe stem to fill and remove water from the tank. The results showed that the mini ROV underwater robot can move with a range of 20 meters on the water surface and when diving 50cm, with average speed of 0,366 m/s. The ballast system can function to fill and remove water in the ballast tube. The time required to fill and remove the tube with a volume of 60cm³ is 5 seconds.

Kata Kunci: *Frequency 2,4GHz, ESC (Electronic Speed Controller) Microcontroller, Wireless, ROV (Remotely Operated Vehicle), Ballast System*



DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	v
DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Landasan Teori	2
1.2.1. Daya Apung	2
1.2.2. Sistem <i>Ballast</i>	5
1.2.3. <i>Pulse Width Modulation (PWM)</i>	5
1.2.4. Mikrokontroler ESC (<i>Electronic Speed Controller</i>)	6
1.2.6. Remote Control	7
1.2.7. Kamera Pada ROV (<i>Remotely Operated Vehicle</i>)	8
1.2.8. Motor Pendorong <i>Brushless</i>	9
1.2.9. Motor Servo	10
1.2.10. Komunikasi Nirkabel	11
1.3. Tujuan dan Kegunaan Penelitian	12
1.4. Batasan Penelitian	12
BAB II METODE PENELITIAN	13
2.1. Waktu dan Tempat	13
2.2. Prosedur Penelitian	13
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN	16
3.1. Hasil	16
3.1.1. Pengujian Sistem Pemantauan	17
3.1.2. Pengujian Kerangka ROV	18
3.1.3. Pengujian dan Pengukuran Catu Daya ROV	19
3.1.4. Pengujian Tegangan Motor Pendorong (<i>Brushless</i>)	19
3.1.5. Pengujian Gerak ROV saat di Darat dan di Air	20
3.2. Pembahasan	28
3.2.1. Desain	28
3.2.2. Daya Apung	29
3.2.3. Suplai Daya	32
3.2.4. <i>Binding</i>	33
3.2.5. Pergerakan ROV	34
IV DAN SARAN	36
.....	36
.....	36
.....	38
.....	40



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Daya Apung Benda	3
Gambar 1. 2 Hukum Archimedes	4
Gambar 1. 3 <i>Bouyancy</i> pada ROV	4
Gambar 1. 4 Menyelam secara statis dengan bantuan sistem <i>ballast</i>	5
Gambar 1. 5 PWM FrSky L9R <i>Long-Range</i>	6
Gambar 1. 6 Papan Mikrokontroler ESC Hobbywing Xrotor Micro 65A	7
Gambar 1. 7 Taranis X9D Plus	8
Gambar 1. 8 <i>Action Cam</i>	9
Gambar 1. 9 Motor <i>Brushless</i>	10
Gambar 1. 10 Motor Servo	10
Gambar 1. 11 Alur kerja Transistor Efek-Medan	11
Gambar 2. 1 Diagram Blok Sistem	13
Gambar 2. 2 Bagan <i>Transmitter</i> dan <i>Receiver</i>	14
Gambar 2. 3 Sistem Pemantauan	15
Gambar 3. 1 Tampak Depan ROV	16
Gambar 3. 2 Tampak Atas ROV	16
Gambar 3. 3 Interface GoPro Quick	17
Gambar 3. 4 GoPro Quick Mulai Merekam	17
Gambar 3. 5 ROV dikedalaman 50 cm	18
Gambar 3. 6 Pengukuran Tegangan Input (baterai) menggunakan Multimeter	19
Gambar 3. 7 Tegangan <i>Droop</i>	20
Gambar 3. 8 ROV saat bermanuver di Air	21
Gambar 3. 9 Grafik Perbandingan Waktu terhadap Putaran Sudut	23
Gambar 3. 10 Grafik Kecepatan ROV pada Permukaan Air	24
Gambar 3. 11 Grafik Kecepatan ROV pada Kedalaman 20 cm	24
Gambar 3. 12 Waktu Tempuh ROV	25
Gambar 3. 13 Tabung <i>ballast</i> (<i>syringe</i>)	25
Gambar 3. 14 Grafik Volume Air Masuk (ml)	26
Gambar 3. 15 ROV berada pada posisi tenggelam	27
Gambar 3. 16 Grafik Volume Air Keluar (ml)	27
Gambar 3. 17 ROV saat berada pada posisi melayang	28
Gambar 3. 18 Desain ROV pada <i>software</i> Autodesk Fusion 360	29
Gambar 3. 19 Dimensi Sayap Penyangga Kanan ROV	29
Gambar 3. 20 Dimensi <i>Main Body</i> (tabung)	30
Gambar 3. 21 Dimensi Dome Kamera	30
aian Regulator 5v-12v	33
<i>Mixer</i> pada Remot Kontrol taranis X9D Plus	33
Mekanik <i>Ballast</i>	34
ian ROV pada Kolam <i>Floom</i>	35



DAFTAR TABEL

1. Pengujian Sistem Kedap Air pada Bodi ROV pada Kedalaman 50cm	18
2. Pengukuran Tegangan Rangkaian Catu Daya ROV	19
3. Pengukuran Tegangan Input dan Output Motor Pendorong (<i>Brushless</i>) ...	20
4. Pengujian Sistem Gerak ROV saat di Darat	21
5. Pengujian Sistem Gerak ROV saat di Air	22
6. Pengujian Waktu Tempuh ROV Terhadap Sudut Putar pada Kedalaman 20 cm	22
7. Pengujian Gerak ROV Maju dan Mundur pada Permukaan Air	23
8. Pengujian Gerak ROV Maju dan Mundur pada Kedalaman 20 cm	23
9. Pengujian ROV untuk mencapai posisi Tenggelam dan Terapung	25
10. Pengujian Sistem Ballast Saat Memasukkan Air	26
11. Pengujian Sistem Ballast Saat Mengeluarkan Air	27



DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
ACCST	<i>Advanced continuous channel shifting technology</i>
AMOBA	Alat Monitor dan Observasi Bawah Air
BLDC	<i>Brushless direct current motor</i>
BPSK	<i>Binary Phase Shift Keying</i>
CW	<i>Clock wise</i>
CCW	<i>Counter clocskwise</i>
DC	<i>Direct Current</i>
ESC	<i>Electronic speed controller</i>
Fa	Gaya ke atas
FOV	<i>Field of View</i>
G	percepatan gravitasi (N/kg)
GHz	<i>Gigahertz</i>
LED	<i>Light Emittting Diode</i>
MCS-51	Mikroprosessor Intel
ρ	Massa jenis zat cair
ρ_b	Massa jenis benda
PDB	<i>Power distribution unit</i>
ρ_r	Massa jenis zat cair
PWM	<i>Pulse Width Modulation</i>
QPSK	<i>Quadrat Phase Shift Keying</i>
Rc	Remot Kontrol
ROV	<i>Remotely operated vehicle</i>
RTT	<i>Roundtrip-time</i>
UAV	<i>Unmanned aerial vehicle</i>
V	Volume
WLAN	<i>Wireless local-area network</i>



DAFTAR LAMPIRAN

1. Surat Izin Penggunaan Laboratorium.....	40
2. Dokumentasi Penelitian	40
3. Lembar Asistensi Skripsi.....	42



BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Survey dan eksplorasi bawah air yang telah dilakukan masih menggunakan cara konvensional, yaitu penyelam terjun langsung ke dalam air kemudian melakukan survey dan eksplorasi tanpa bantuan alat apapun. Kendala yang biasa dijumpai penyelam adalah susahnya medan penyelaman yang berakibat tidak maksimalnya eksplorasi yang dilakukan (Kurniawan, 2017).

Teknologi yang dapat digunakan dalam proses pemantauan kondisi bawah air adalah ROV atau *remotely operated vehicle*. ROV merupakan sebuah robot penjelajah bawah air yang dikendalikan oleh operator menggunakan sistem pengendali roV dengan perangkat *remote control* (Robert D., 2014).

Penggunaan underwater ROV memiliki efisiensi yang lebih jika dibandingkan dengan penyelam. Manusia memiliki keterbatasan untuk menjelajahi air yang dalam, hal tersebut dikarenakan tekanan air dapat membahayakan penyelam, serangan dari biota air yang tidak diperkirakan pun memiliki resiko yang tinggi bagi penyelam juga menjadi kendala besar. Pemanfaatan robotika dalam bidang kelautan dan perkapalan diharapkan dapat membantu dalam eksplorasi bawah air. Robot yang biasa digunakan untuk membantu eksplorasi adalah robot bawah air (Koli, 2015).

Observasi bawah laut dengan menggunakan seorang ahli selam atau penyelam memiliki resiko yang cukup berbahaya. Karena manusia memiliki keterbatasan untuk mampu menahan tekanan kedalaman air yang sangat besar. Kondisi laut pada kedalaman puluhan meter atau ratusan meter memiliki suhu dan pencahayaan yang sangat minim menyebabkan jarak pandang sangat terbatas. Selain itu kondisi topografi laut yang tidak dapat dijangkau oleh manusia seperti gua laut kecil dan bangkai kapal. Indonesia memiliki wilayah perairan dangkal yang sangat luas. Sejauh ini pengamatan biota laut beserta lingkungan di sekitarnya sangat tergantung jam terbang ilmuwan yang bisa menyelam. ROV dianggap ideal untuk eksplorasi bawah air dibandingkan dengan metode tradisional, sehingga dengan memanfaatkan wahana ini dapat menambah kemampuan jelajah yang lebih dalam dan mengurangi resiko cedera pada manusia. Pemasangan kabel optik antar pulau, pengecekan pipa didalam danau atau laut, observasi terumbu karang, observasi biota laut, dan masih banyak yang lain (Koli, 2015).

Pada Perancangan ROV berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Made Santo Gitakarma, Ketut Udy Ariawan, Nyoman Arya Wigrha dengan judul "*Alat Bantu Survey Bawah Air Menggunakan AMOBA, Robot Berbasis ROV*" robot bawah air ini dikendalikan oleh sebuah remote *Play Station 2* yang dihubungkan dengan



meter ke mikrokontroler MCS-51 selaku pusat kendali robot. air dipasang pada robot sebagai aktuator yang berfungsi untuk di dalam air. Penggunaan RC (*Remote Control*) dengan media yang efisien karena dapat menghambat gerakan robot. an RC (*Remote Control*) tanpa kabel (*wireless*) dianggap lebih dapat bergerak tidak terbatas oleh kabel (Mulyana, 2016).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Yanuar Chandra dengan judul “Rancang Bangun Sistem Ballast pada ROV (*Remotely Operated Vehicle*)” dibuatlah sebuah sistem ballast pada robot bawah air yang dapat membuat robot mengapung, melayang dan tenggelam di dalam air. Sistem ballast yang dibuat menggunakan sistem pompa air. Sistem *ballast* ini akan mengurangi gaya tekan ke atas dari robot (Mulyana, 2016).

Teknologi komunikasi nirkabel yang dibangun terutama dari sensor nirkabel sangatlah penting untuk dikembangkan, komponen utama untuk komunikasi nirkabel adalah rangkaian elektromagnetik. Konfigurasi rangkaian elektromagnetik untuk teknik telekomunikasi nirkabel telah terbukti sangat meningkatkan kemampuan sistem komunikasi jarak jauh untuk menghasilkan kualitas koneksi yang lebih baik dan perlindungan interferensi yang lebih kuat, serta dapat mengurangi keterbatasan gerak robot pada penelitian ini karena tidak menggunakan kabel yang dapat menghambat pergerakan (Mujahidin, 2021).

Setelah mengumpulkan semua pengukuran ini, kami menyoroti beberapa masalah. Di satu sisi, kami mengamati bahwa modulasi (kecepatan transfer data) dengan kinerja yang lebih baik adalah BPSK (*Binary Phase Shift Keying*) dan QPSK (*Quadrat Phase Shift Keying*). Keduanya memiliki kurang dari 30% sinyal yang hilang untuk jarak yang lebih pendek dari 16 cm. Ada juga 30% paket yang hilang ketika modulasi QPSK digunakan pada jarak 17 cm. Selain itu, kami mengamati bahwa nilai RTT (*Roundtrip-time*) untuk 16 cm adalah sekitar 25 ms ketika node sensor nirkabel bekerja pada 2,432 GHz. Dengan demikian, berlawanan dengan apa yang kami duga sebelumnya (semakin tinggi frekuensi, semakin tinggi redaman), tampaknya kinerja sistem komunikasi sedikit meningkat ketika bekerja pada 2,432 GHz, dibandingkan dengan hasil pengukuran yang diperoleh ketika bekerja pada 2,412 GHz (Lloret, 2012). Penelitian ini menunjukkan frekuensi nirkabel 2.4GHz dapat berfungsi di bawah air tetapi jangkauannya terbatas dan tergolong dangkal, sehingga sistem frekuensi 2.4GHz perlu ditingkatkan agar dapat menambah jangkauan kedalaman.

Berdasarkan uraian diatas, maka skripsi ini berjudul “RANCANG BANGUN PROTOTYPE ROBOT BAWAH AIR ROV (*REMOTELY OPERATED VEHICLE*) MENGGUNAKAN SISTEM NIRKABEL”

1.2. Landasan Teori

1.2.1. Daya Apung

Daya apung adalah tekanan ke atas suatu zat cair (fluida) pada suatu benda yang tercelup sebagian atau seluruhnya ke dalam zat cair tersebut. Hal ini terjadi karena adanya reaksi zat cair terhadap berat benda yang dicelupkan ke dalamnya. Daya apung suatu benda dirumuskan dalam hukum archimedes.

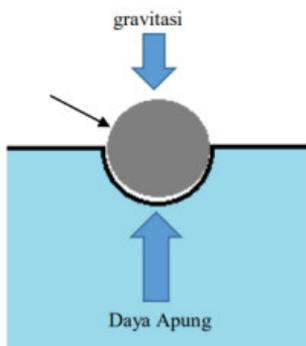


hukum archimedes, setiap benda yang tercelup sebagian atau seluruhnya akan terangkat keatas oleh gaya yang sama dengan berat fluida yang dipindahkan (Musa, 2021). Sebuah benda yang tenggelam sebagian dalam suatu fluida akan mendapatkan gaya angkat ke atas yang sama dengan berat fluida yang dipindahkan. Besarnya gaya ke atas ini dirumuskan dituliskan dalam persamaan (1.1) :

$$F_a = \rho \cdot v \cdot g \quad (1.1)$$

Dimana :

- F_a = gaya ke atas (N)
 v = volume benda yang tercelup (m^3)
 ρ = massa jenis zat cair (kg/m^3)
 g = percepatan gravitasi (m/s^2)



Gambar 1. 1 Daya Apung Benda
 Sumber : (Abidin, 2018)

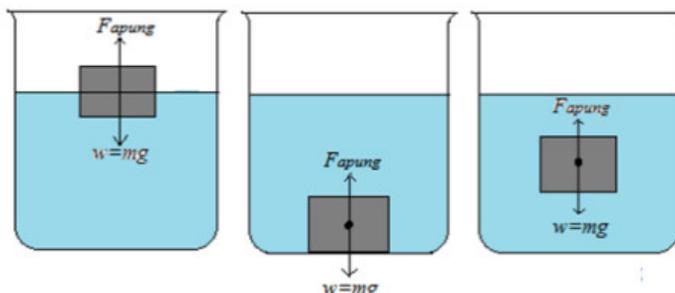
Hukum ini juga bukan suatu hukum fundamental karena dapat diturunkan dari hukum newton juga.

- Bila gaya archimedes sama dengan gaya berat W maka resultan gaya = 0 dan benda melayang
- Bila $F_a > W$ maka benda akan terdorong keatas akan terapung.
- Bila $F_a < W$ maka benda akan terdorong kebawah dan tenggelam.

Berdasarkan Gambar 1. diatas, sebuah benda yang tercelup ke dalam zat cair akan mengalami dua gaya, yaitu gaya gravitasi atau gaya berat (W) dan gaya ke atas (F_a) dari zat cair itu. Berikut ini adalah syarat benda dikatakan mengapung, tenggelam, dan melayang (Dyaksa, 2017)

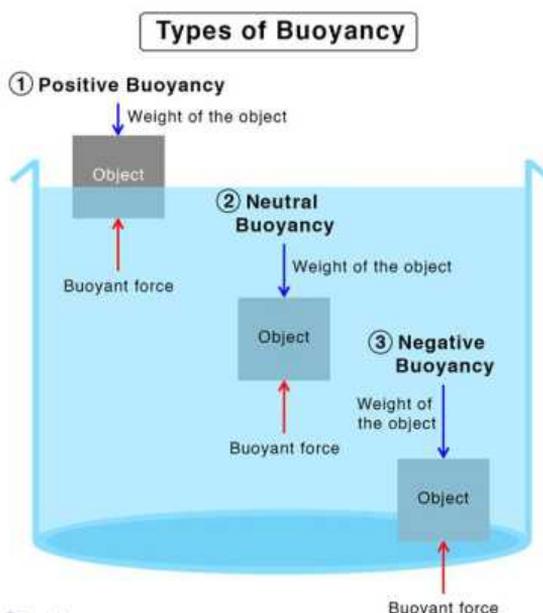
- Mengapung : massa jenis benda harus lebih kecil dari masa jenis zat cair.
- Melayang : massa jenis benda harus sama dengan dari masa zat cair.
- Tenggelam : massa jenis benda harus lebih besar dari massa zat cair.





Gambar 1. 2 Hukum Archimedes
Sumber : (Dyaksa, 2017)

Bouyancy adalah suatu faktor yang sangat penting di dalam penyelaman. Selama melakukan pergerakan dalam air penyelam harus dapat mempertahankan posisi netral (*Bouyancy Neutral*). Keadaan mengapung "*Bouyancy Positif*" terjadi ketika berat kapal lebih kecil dari gaya apung sehingga dapat menyebabkan kapal selam naik ke permukaan. Keadaan "*Bouyancy Negatif*" terjadi ketika berat kapal selam lebih besar dari gaya apung dan menyebabkan kapal selam tenggelam. "*Bouyancy Neutral*" mengacu pada keadaan di mana berat kapal selam sama dengan gaya apung, sehingga keadaan kapal selam melayang (Purnomo, 2015).

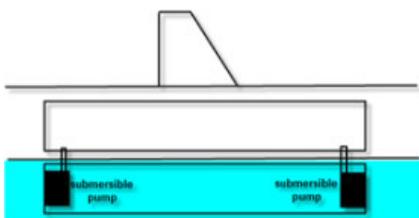


Gambar 1. 3 *Bouyancy* pada ROV
Sumber : (Bohm, 2005)



1.2.2. Sistem *Ballast*

Pada dasarnya ada dua cara untuk menenggelamkan kapal selam, yaitu penyelaman dinamis dan penyelaman statis. Sistem dinamis adalah metode penyelaman dengan menggunakan sirip, yang disebut *hidroplane*. Dibantu dengan kecepatan dari kapal selam tersebut untuk membantu pergerakan kapal selam agar dapat menyelam dan mengapung di air. Sedangkan untuk kapal selam statis yaitu memiliki proses penyelaman dengan cara mengubah berat dari kapal selam misalnya dengan cara mengisi tabung *ballast* yang bertujuan untuk melakukan pergerakan penyelaman dan untuk melakukan pergerakan mengapung, dilakukan dengan memompa air dari tabung *ballast* keluar dari ROV (Mulyana, 2016). Pada sistem tabung *ballast* pada rancang bangun ROV menggunakan sistem penyelaman statis. Berikut ini adalah contoh gambar proses penyelaman secara statis dengan menggunakan salah satu model sistem *ballast* yaitu dengan sistem pompa.



Gambar 1. 4 Menyelam secara statis dengan bantuan sistem *ballast*
Sumber : (Edi Mulyana, November 2016)

1.2.3. *Pulse Width Modulation (PWM)*

Pulse Width Modulation (PWM) secara umum adalah sebuah cara memanipulasi lebar sinyal yang dinyatakan dengan pulsa dalam suatu perioda, untuk mendapatkan tegangan rata-rata yang berbeda. Beberapa contoh aplikasi PWM adalah pemodulasian data untuk telekomunikasi, pengontrolan daya atau tegangan yang masuk ke beban, regulator tegangan, *audio effect* dan penguatan, serta aplikasi-aplikasi lainnya. Aplikasi PWM berbasis mikrokontroler biasanya berupa pengendalian kecepatan motor DC (*direct current*), pengendalian motor servo, pengaturan nyala terang *LED* dan lain sebagainya (Lubis, 2022).

Sinyal analog pada PWM yang memiliki *amplitude* dan frekuensi dasar tetap, yang mengalami perubahan hanya pada lebar pulsa dan memiliki siklus kerja (*duty cycle*) bervariasi antara 0% sampai 100% sesuai dengan kecepatan yang diinginkan, semakin besar persentasinya maka semakin cepat perputaran motor tersebut. PWM menghasilkan tegangan keluaran yang bervariasi, mulai dari nilai dengan tegangan maksimal, sifat kenaikan tegangan adalah linier. Jika menurunkan lebar pulsa, dapat digunakan untuk mengatur kecepatan motor yang mengalir pada motor (Suhendra, 2018).





Gambar 1. 5 PWM FrSky L9R *Long-Range*

Sumber : <https://www.frsky-rc.com/>

Receiver FrSky L9R Long-Range mengalami peningkatan standar dalam kinerja jarak jauh 2,4 GHz. Receiver L9R memiliki sensitivitas penerimaan yang menggandakan jangkauan receiver FrSky X Series yang sudah ada, dengan spesifikasi :

1. Dimensi: 46.25 x 26.6 x 14.2mm
2. Berat: 19g
3. Channel: 1-9ch untuk konvensional, 1-12 SBUS port
4. Kisaran Voltase: 4.0-10V
5. Kisaran Jangkauan: dua kali lebih besar dari seri X FrSky

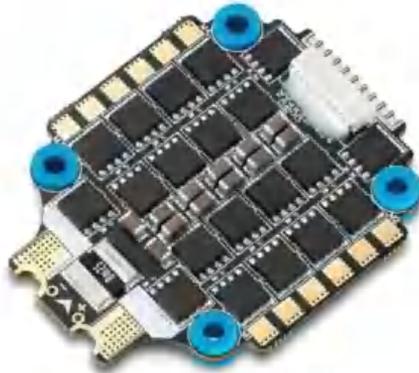
Penggunaan PWM FrSky L9R *Long-Range* dapat menambah jangkauan pengoperasian karena sistem PWM frekuensi 2.4GHz ini telah ditingkatkan dari versi 2.4GHz standar untuk jangkauan yang lebih luas.

1.2.4. Mikrokontroler ESC (*Electronic Speed Controller*)

ESC merupakan sebuah komponen yang ada pada sistem propulsi UAV yang digunakan untuk mengatur kecepatan dari BLDC motor. ESC ini akan mengatur intensitas arus listrik yang mengalir menuju BLDC. Dengan teknologi seperti ini transportasi yang berkembang dapat menjangkau tempat ataupun wilayah yang sebelumnya sulit dijangkau. Contohnya seperti UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*), dengan ukuran yang lebih kecil dibandingkan pesawat komersial, UAV dapat lebih mudah menjangkau daerah terpencil. Saat ini UAV juga sudah mulai dikembangkan dari yang menggunakan sistem propulsi tidak elektrik menjadi elektrik. Untuk sistem propulsi elektrik ini membutuhkan sebuah ESC (*Electronic Speed Controller*), ESC berperan penting dalam mengatur putaran pada BLDC (*Brushless DC*) motor (Zuhri, 2022).



ESC memiliki peran penting dalam mengatur putaran yang diinginkan dari operator UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) dapat mengatur dari UAV. Kemudian dengan mengatur putaran dari BLDC juga anyanya menjadi lebih efisien dan juga terhindar dari *overheating*. mengatur kecepatan dari BLDC maka ESC juga akan mengalami apabila dibiarkan secara terus menerus maka akan membuat rusak karena *overheating* (Zuhri, 2022).



Gambar 1. 6 Papan Mikrokontroler ESC Hobbywing Xrotor Micro 65A

Sumber : <https://www.hobbywing.com/>

ESC 60A Micro 4-in-1 ini dilengkapi dengan teknologi 32bit terbaru, serta *firmware* BLHeli32, DShot1200, FET (*field effect transistor*) yang lebih besar, pin langsung untuk kapasitor, dan pilihan konektor ESC yang bisa dihubungkan langsung pada bantalan solder sebagai pengontrol penerbangan.

Support code yang ada pada ESC Hobbywing ini mendukung fitur untuk mencegah kehilangan sinkronisasi ataupun mencegah terjadinya hal tersebut. Terdapat parameter yang dapat disetel yang dapat membuat kode berjalan dengan baik, bahkan dalam situasi yang berat sekalipun, meskipun pengaturan *default* (bawaan) akan bekerja sangat baik dalam lingkungan pengoperasian normal.

1.2.6. Remote Control

Remote control yang digunakan adalah *remote control* Taranis X9D Plus 2.4GHz, yang memiliki sinyal output dalam bentuk *pulse position modulation* (PPM). Memiliki 16 kanal masing-masing memiliki range nilai 1000 sampai 2000 milidetik. Dengan amplitudo sebesar 4 V (Dyaksa, 2017).





Gambar 1. 7 Taranis X9D Plus
Sumber : <https://www.frsky-rc.com/>

Remote Control Taranis berfungsi sebagai *transmitter* (pemancar) untuk mengirimkan sinyal perintah ke *receiver* (penerima) sesuai dengan kebutuhan. Aspek yang paling penting untuk setiap *transmitter* adalah mempertahankan koneksi yang kokoh dengan *receiver*. FrSky terkenal dengan teknologi *frequency hopping ACCST* yang memanfaatkan seluruh pita 2.4GHz sehingga menghasilkan jangkauan dan keandalan yang sangat baik.

1.2.7. Kamera Pada ROV (*Remotely Operated Vehicle*)

Perkembangan teknologi saat ini, penggunaan *action camera* untuk pengumpulan data menjadi sesuatu yang populer. *Action camera* atau Kamera Aksi adalah perangkat kamera yang dirancang dengan tombol dan fungsi yang simpel untuk mengabadikan berbagai momen. Berbagai jenis *action camera* seperti GoPro Hero dan Xiaomi Yi telah beredar dipasaran dengan harga yang terjangkau. Pada dasarnya *action camera* yang merupakan kamera digital dengan karakteristik ringan, berdimensi kecil, tahan air, dan *field of view* (FOV) yang lebar dikembangkan untuk kegiatan olahraga maupun fotografi dasar laut.

Berdasarkan karakteristiknya, penggunaan *action camera* mulai meluas untuk kegiatan pengumpulan data menggunakan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV), *mobile mapping sistem*, maupun kegiatan fotogrametri lainnya (Hartadi, 2018).





Gambar 1. 8 Action Cam

Sumber : <https://gopro.com/en/us/>

Action Cam GoPro Hero 8 memiliki 12MP sensor, 1080/240p-4K/60p *bit-rate* untuk perekaman, *Hypersmooth 2.0* stabilisasi video, *waterproof*, serta dilengkapi konektivitas *Wi-Fi* dan *Bluetooth* untuk menunjang aktivitas pemantauan.

1.2.8. Motor Pendorong *Brushless*

Seiring dengan perkembangan zaman, kebutuhan akan motor yang memiliki efisiensi tinggi, torsi yang tinggi, kecepatan yang tinggi dan dapat divariasikan, dan biaya perawatan yang rendah semakin meningkat. Hanya saja motor yang digunakan secara umum saat ini, yakni motor DC dan motor induksi, belum dapat memenuhi kebutuhan tersebut. Motor DC memiliki efisiensi yang tinggi karena penggunaan tegangan DC pada rotor untuk menggerakkan motor tersebut. Hanya saja motor DC memiliki biaya perawatan yang tinggi. Biaya perawatan yang tinggi ini muncul akibat digunakannya brush dalam komutasi motor DC. Brush pada motor DC ini cepat mengalami kerusakan (Saputra, 2013).

Hal ini terjadi karena pada saat motor berputar, pada brush, akan timbul *arching* (melengkung) akibat proses komutasi. Oleh karena itu untuk memenuhi kebutuhan akan efisiensi tinggi, torsi yang tinggi, kecepatan yang tinggi dan dapat divariasikan, dan biaya perawatan yang rendah maka digunakan motor *brushless* DC motor (BLDC). Sistem ini digunakan sebagai pendorong ROV yang terdiri dari dua motor *brushless*, motor *brushless* yang dikombinasikan dengan *propeller* atau kipas baling-baling untuk menghasilkan daya dorong.





Gambar 1. 9 Motor *Brushless*
Sumber : (M. Abdul Hamid Koli, 2015)

Alih-alih menggunakan komutator mekanis seperti yang ditemukan pada motor DC tradisional, motor DC *brushless* menggunakan pergantian elektronik, sehingga menghasilkan motor dengan perawatan yang minim (Pratama, 2018).

1.2.9. Motor Servo

Motor Servo merupakan aktuator yang terdiri atas motor dan serangkaian gir yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup, dimana posisi dari motor servo akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada didalam motor servo. Motor servo terdiri dari sebuah motor, rangkaian gear, potensiometer, serta rangkaian control. *Potensiometer* pada motor servo berfungsi sebagai penentu batas sudut dari putaran servo. Motor servo biasanya hanya bergerak mencapai sudut tertentu saja dan tidak secara kontinyu (Rinaldy, 2013).



Gambar 1. 10 Motor Servo
Sumber : (Rinaldy, 2013)



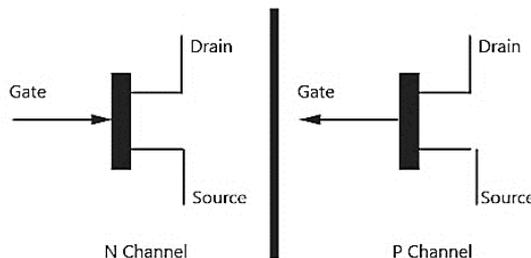
sematkan 1 buah servo dengan material gearbox terbuat dari aran maksimal 360 derajat kontinyu, dengan torsi sebesar 7 kg
 ➤ *actuator* yang disematkan ke spuit untuk mengontrol pengisian dalam tangki *ballast* guna mengatur kedalaman ROV.

1.2.10. Komunikasi Nirkabel

Wireless (nirkabel) yaitu koneksi antar suatu perangkat dengan perangkat lainnya tanpa menggunakan kabel atau metode untuk mengirimkan sinyal melalui suatu ruangan bukannya menggunakan kabel. Gelombang radio dan sinar infra merah biasa digunakan untuk komunikasi wireless. Dalam sistem komunikasi *wireless* terdapat perangkat atau bagian umum dari gelombang yang berperan dan menjadi bagian utuh dari sistem komunikasi ini, yaitu :

1. Gelombang Elektromagnetik.
2. Gelombang Mikro.
3. Gelombang Radio.
4. Infra Merah.
5. Satelit (Mulyana, 2016).

Dengan penggunaan *transmitter* dan *receiver* pada pengiriman sinyal operator ke robot dengan media transmisi gelombang radio, sistem yang terdapat pada *transmitter* remot kontrol, PWM *receiver*, dan ESC yang digunakan tersemat sistem FET (*field of transistor*) transistor efek-medan. FET (*field of transistor*) merupakan jenis transistor yang menggunakan medan listrik untuk mengendalikan konduktifitas suatu kanal (*channel*) dari jenis pembawa muatan tunggal dalam bahan semikonduktor. Disebut Efek Medan karena pengoperasian transistor jenis ini tergantung pada tegangan (medan listrik) yang terdapat pada *Input* (masukan) pada gerbangnya.



FET

Field Effect Transistor FET

Gambar 1. 11 Alur kerja Transistor Efek-Medan

Sumber : <https://www.mahirelektro.com/>



Optimized using
trial version
www.balesio.com

n metode dalam elektronika untuk mengatur atau papan atau tingkat daya dari suatu sinyal dengan cara pun bukaan dari sinyal tersebut. Jika lebar masukan pengendali anjang dibandingkan siklus pulsa keseluruhan, beban akan a-rata yang lebih tinggi dan berjalan dengan kecepatan atau gi. Sebaliknya, jika lebar masukan lebih pendek dibandingkan

siklus pulsa keseluruhan, perangkat akan menerima energi rata-rata yang lebih rendah dan berjalan dengan kecepatan atau daya yang lebih rendah

1.3. Tujuan dan Kegunaan Penelitian

Berdasarkan latar belakang diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Membuat *prototype* ROV (*remotely operated vehicle*) secara nirkabel menggunakan PWM 2.4GHz *Long-Range*.
2. Memberikan informasi berupa kondisi bawah air pada sistem pemantauan ROV.
3. Membuat sistem kendali untuk mengontrol pergerakan ROV dan menjaga kestabilan dalam air.
4. Mengetahui kemampuan PWM 2.4GHz di bawah air.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai referensi tugas akhir dalam pembuatan atau pengembangan model *prototype*.

1.4. Batasan Penelitian

Batasan masalah diperlukan bila penelitian ini terlalu luas sehingga perlu ditentukan batasan-batasan dalam penyelesaian permasalahan dalam penelitian ini. Penelitian ini dibatasi oleh beberapa hal, yaitu :

1. Sistem kendali ROV (*remotely operated vehicle*) untuk dapat menahan posisi di dalam air ini berdasarkan posisi secara vertikal terhadap sumbu z di dalam air.
2. Mikrokontroler yang digunakan adalah ESC (*electronic speed controller*) *Board* Hobbywing Xrotor Micro 65A untuk mengatur kecepatan rotasi motor pendorong.
3. Motor yang digunakan adalah Motor *Brushless Xnova* 2206-2300KV (kilovolt).
4. Jenis baterai yang digunakan adalah baterai Li-Po 3 *cell* dengan tegangan 12,3 volt yang dapat bertahan selama 4 jam saat kondisi ROV dinyalakan tanpa menggunakan motor pendorong dan motor servo.
5. Jenis transmisi pada ROV ini menggunakan frekuensi 2,4 GHz yang terdapat pada remot kontrol Taranis X9D Plus sebagai *transmitter* dan PWM FrSky L9R *long-range* sebagai *receiver* dengan operasi daya pabrikan sebesar 1000 mW.
6. Pada sistem pemantauan kamera yang digunakan adalah jenis *action cam* yang tersemat sistem *interface* yang dapat terhubung secara nirkabel ke *smartphone*.



yang dilakukan hanya berupa pengujian sistem pemantauan, kerangka ROV, pengukuran catu daya dan tegangan motor dan pengujian sistem penggerak ROV.

BAB II METODE PENELITIAN

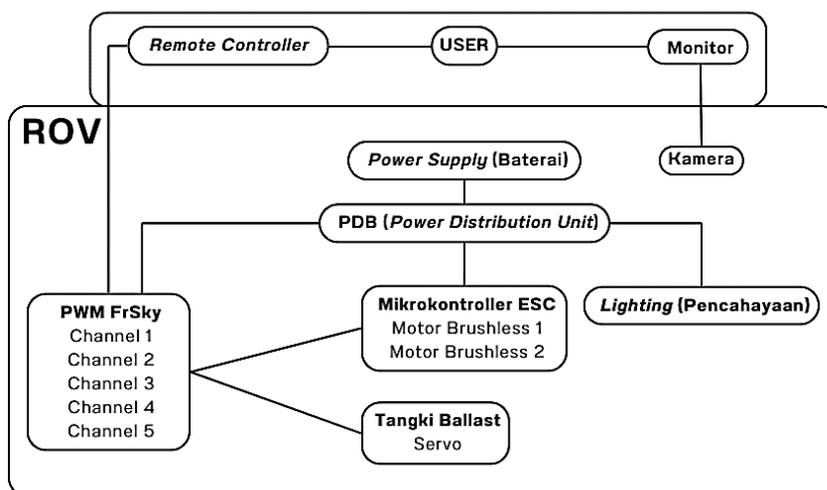
2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini bertempat di Laboratorium Riset Produksi Bangunan Lepas Pantai dan Pekerjaan Bawah Air (OPART) Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanddin, Gowa, dengan waktu penelitian dilaksanakan mulai dari bulan Januari 2024.

2.2. Prosedur Penelitian

1. Diagram Blok Sistem

Rancangan robot bawah air ROV ini adalah robot yang dilengkapi dengan dua buah motor penggerak (*brushless*) yang dipadukan dengan *propeller* atau baling-baling, motor servo, mikrokontroler ESC, pengendali arah (*remote controller*), kamera pemantau (*action cam*), lampu atau sistem pencahayaan (*lighting*), dan baterai kering 2200mAh 12.3V. Diagram blok sistem dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Diagram Blok Sistem

2. Perancangan Model dan Komponen Elektronika

Pada penelitian ini sistem nirkabel digunakan mengatasi hal yang melatar belakangi dilakukannya penelitian ini, yaitu menggunakan kendali nirkabel

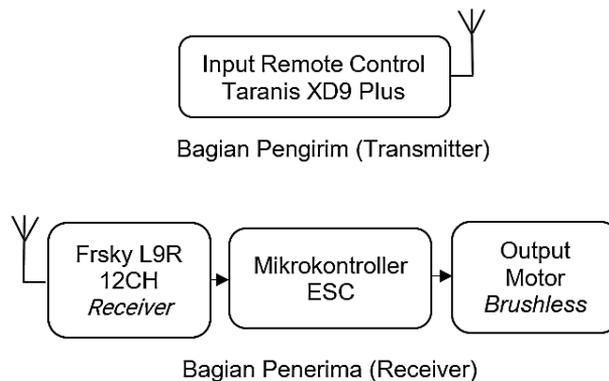


dengan frekuensi kerja 2,4GHz *Long-Range* pada sistem nirkabel. Selain itu, sistem ini juga dilengkapi dengan kamera, mikrokontroler ESC (*Electronic Speed Controller*) sebagai kendali, serta 2 (dua) buah motor *brushless* dipasang sebagai motor penggerak. Sistem ini juga menggunakan sistem kedalaman untuk mengatur kedalaman ROV ke atas dan ke bawah, karena untuk mendukung eksplorasi bawah air yang lebih dalam. ROV ini juga bisa bermanuver dengan *mobile* (bebas) seperti maju, mundur, kanan, belok kiri, mengapung, melayang dan tenggelam. ROV

ini juga disematkan kamera *action cam* yang dapat menampilkan gambar secara *real-time*.

Pada perancangan model prosedur desain robot mini ROV. Perancangan terdiri dari perancangan perangkat keras (*hardware*) meliputi komponen elektronika ROV. Pada perancangan perangkat keras yaitu merancang dengan mempertimbangkan beberapa faktor seperti bentuk, dimensi, bahan pada robot ROV serta sistem *ballast* yang akan diterapkan yang dapat mempengaruhi fleksibilitas dan kemampuan ROV dalam melakukan pemantauan di bawah air.

Sedangkan pada perancangan komponen elektronika penggerak ROV terdiri dari 2 bagian yaitu bagian pengirim (*transmitter*) yakni *remote control* Taranis X9D Plus dan bagian penerima (*receiver*). Bagan pengirim dan penerima dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Bagan *Transmitter* dan *Receiver*

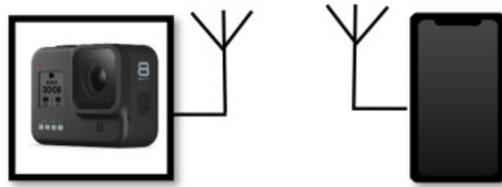
Berdasarkan bagan bagian pengirim (*transmitter*) diatas merupakan input berupa remote control yang memiliki modul *transmitter* RF internal ISRM-S-X9 untuk komunikasi jarak jauh dan antena sebagai media pengirimnya. Remote control ini akan memberikan masukan pada PWM Frsky L9R yang terhubung dengan Mikrokontroller ESC (*Electronic Speed Controller*), untuk meneruskan input perintah dari remot.

Pada bagan bagian penerima (*receiver*) terdapat antena sebagai penangkap sinyal, modul Frsky L9R sebagai media komunikasi jarak jauh tanpa kabel, Mikrokontroller ESC (*Electronic Speed Controller*), output ROV yang dapat dikendalikan motor *brushless* dan pompa air pada sistem *ballast*.

2. Sistem Pemantauan Pada *Prototype* ROV (*Remotely Operated Vehicle*)



pemantauan *prototype* ROV ini, kamera *action cam* dapat tersambung melalui koneksi nirkabel *bluetooth* ke *smartphone* yang menggunakan aplikasi *GoPro Quick*. Kamera tersebut dapat memberikan informasi kepada *user operator* ROV berupa gambar yang ditampilkan pada *smartphone* secara *livestream* (siaran langsung), seperti pada Gambar



Gambar 2. 3 Sistem Pemantauan

4. *Binding* (Pengikatan) Remot dengan Moduli PWM (*Pulse Width Modulation*) dan Mikrokontroller

Pada perancangan robot mini ROV ini digunakan remote control Taranis X9D dengan *transmitter* sebagai input untuk menggerakkan ROV dan PWM Frsky L9R yang terhubung Mikrokontroller ESC (*Electronic Speed Controller*) sebagai *receiver* yang menjadi kendali dari robot ROV (*processor*) yang terhubung dengan motor *brushless*. Kedua sistem tersebut tidak bekerja jika tidak dilakukan proses *binding*. *Binding* berfungsi untuk mengkonfigurasi *receiver controller* analog yakni PWM Frsky L9R sehingga dapat berkomunikasi dengan kendali Taranis X9D. Prosedur ini dilakukan agar remot dapat bekerja secara nirkabel

5. Pengujian Robot Mini ROV

Model akan diuji di fasilitas Kolam *Floom* dan *Basin* Laboratorium Pantai Teknik Kelautan Universitas Hasanuddin. Pengujian dilakukan dengan 4 (empat) tahapan. Pertama pengujian komponen elektronik. Pengujian ini bertujuan untuk melihat respon ROV atau *receiver* ketika perintah diberikan yang dikirimkan melalui *remote control*. Selanjutnya, setelah pengujian komponen pada ROV seperti *seal* kedap air dan perangkat elektronik berhasil tahap kedua dilakukan pengujian manuver pada robot mini ROV saat bergerak maju, mundur, dan berbelok pada jarak tertentu guna melihat kecepatan dan waktu tempuh ROV dalam jarak tertentu. Pada tahap ketiga pengujian terhadap kerja dari motor servo pada saat memasukan dan mengeluarkan air kedalam tabung *ballast*. Pada tahap terakhir adalah pengujian sistem pemantauan robot mini ROV dalam menampilkan hasil video secara *real-time*.

6. Analisa Data

Analisa data dapat dilakukan setelah dilakukannya pengujian robot mini ROV seperti *output* robot ROV apakah sesuai dengan perintah *input* yang diberikan pada perangkat elektronik kemudian melihat jarak yang dapat dilakukan robot mini ROV saat bermanuver, waktu dan kedalaman yang diperlukan sistem memasukkan dan mengeluarkan air dari tabung *ballast*, daya, serta kemampuan robot mini ROV ini dalam melakukan dengan sistem nirkabel secara *real-time*.

