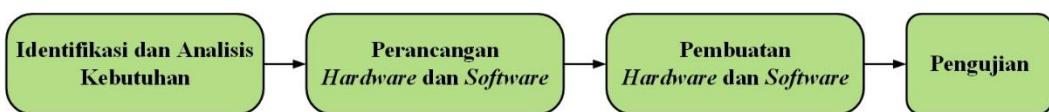


BAB III

KONSEP RANCANGAN

ASRO (*Amphibious Spy Robot*): prototipe robot amfibi pengintai dengan *first person view* dan sistem navigasi berbasis sensor kompas merupakan robot pengintai untuk bidang militer yang dapat melintasi dua medan, yaitu daratan dan perairan yang juga dibekali dengan sensor kompas sebagai masukan untuk membaca sudut pada sistem navigasi agar mengetahui arah mata angin saat robot beroperasi. Dalam pembuatan proyek akhir ini terdapat beberapa langkah yaitu identifikasi dan analisis kebutuhan komponen, perancangan dan implementasi *hardware* dan *software*, serta tahap terakhir melakukan pengujian untuk mengatahui kinerja robot.



Gambar 40. Blok Diagram Proyek Akhir

A. Identifikasi Kebutuhan

Identifikasi kebutuhan proyek akhir ASRO (*Amphibious Spy Robot*): prototipe robot amfibi pengintai dengan *first person view* dan sistem navigasi berbasis sensor kompas dibagi menjadi 2 bagian, yaitu:

1. *Hardware*

Perancangan *hardware* terdapat dua bagian, yaitu perancangan mekanik dan perancangan elektronik dengan penjelasan sebagai berikut:

a) Mekanik

(1) Kerangka robot

- (a) Akrilik
- (b) *Belt* roda
- (c) Sekrup dan *spacer*

(2) Lain-lain

- (a) *VR Box*
- (b) *Black box* 15cm x 10cm

b) Elektronik

- (1) Untuk kontrol I/O yang digunakan pada robot membutuhkan Arduino Uno R3 yang berbasis mikrokontroler ATMega328.
- (2) Untuk kendali robot membutuhkan stik PS2 *wireless* sebagai masukan kontrol robot.
- (3) Untuk penguat tegangan dan arus dalam menggerakkan motor DC membutuhkan *motor driver* L298N.
- (4) Untuk penggerak utama pada robot membutuhkan motor DC.
- (5) Untuk penggerak robot lengan membutuhkan 4 buah motor servo.
- (6) Untuk *monitoring* situasi medan operasi secara langsung membutuhkan kamera FPV dan *receiver* ROTG.
- (7) Untuk sistem navigasi membutuhkan sensor kompas *magnetometer 3 axis* sebagai masukan untuk membaca sudut agar bisa mengetahui arah mata angin.

- (8) Untuk catu daya robot membutuhkan baterai *Lithium Polymer* (Li-Po).
- (9) Untuk menstabilkan tegangan membutuhkan modul regulator XL4005.
- (10) Untuk pencahayaan robot saat beroperasi di daerah gelap membutuhkan LED.
- (11) Untuk memberikan tanda bahwa robot siap beroperasi membutuhkan *buzzer*.

2. *Software*

- a) *Software* Arduino IDE
- b) *Software* CorelDraw
- c) *Software* SolidWorks

B. Analisis Kebutuhan

Berdasarkan identifikasi kebutuhan diatas, maka diperoleh analisis kebutuhan terhadap sistem yang akan dirancang adalah sebagai berikut:

1. *Hardware*

- a) Mekanik
 - (1) Kerangka robot

Dalam pembuatan proyek akhir ini, kerangka robot digunakan sebagai dudukan dari seluruh sistem dan komponen yang digunakan pada robot.

- (a) Akrilik yang digunakan memiliki tebal 2 mm dan berfungsi sebagai bahan mekanik utama sekaligus dudukan dari semua bahan yang digunakan.
- (b) *Belt* roda berfungsi sebagai penggerak roda agar dapat beroperasi di segala medan.
- (c) Sekrup dan *spacer* berfungsi untuk mengencangkan dan sebagai dudukan dari kerangka robot.

(2) Lain-lain

- (a) VR *box* berfungsi sebagai dudukan *smartphone* untuk menampilkan gambar dari layar hasil tangkapan kamera FPV agar dapat terlihat dengan tampilan *first person view*.
- (b) Kotak plastik hitam berukuran 15cm x 10cm berfungsi sebagai tempat peletakan dari semua komponen elektronik.

b) Elektronik

Perancangan perangkat elektronik dari keseluruhan komponen digunakan setelah diidentifikasi kemudian di analisis sebagai berikut:

(1) Arduino Uno R3

Arduino Uno R3 berfungsi sebagai *board* yang berbasis ATMega328 untuk pusat kontrol I/O dari sistem robot.

(2) Stik PS2 *wireless*

Stik PS2 *wireless* 2.4 GHz berfungsi sebagai unit masukan untuk sistem kontrol robot dengan kisaran jarak 35 meter.

(3) *Motor driver L298N*

Motor driver L298N berfungsi sebagai penguat arus dan tegangan pada pin keluaran mikrokontroler untuk menggerakkan motor DC dengan spesifikasi tegangan operasional 5V, tegangan eksternal 12V dan arus maksimal 2A.

(4) Motor DC

Motor DC berfungsi sebagai penggerak robot. Pada robot, motor DC yang digunakan memiliki spesifikasi 630 RPM *geared* 1:18 torsi 4 Kg.

(5) Motor servo

Motor servo berfungsi sebagai penggerak robot lengan, yaitu motor servo SG90 untuk *gripper*, motor servo MG90 untuk servo rotasi X dan servo rotasi Y, dan motor servo MG996 untuk poros lengan (*shaft*).

(6) Kamera FPV dan *Receiver* ROTG

Kamera FPV berfungsi sebagai perangkat untuk mengambil data berupa gambar di medan operasi. Kemudian data hasil tangkapan akan dikirimkan ke *receiver* ROTG dan akan ditampilkan pada layar *smartphone* melalui aplikasi Go FPV.

(7) Sensor kompas *magnetometer 3 axis*

Sensor kompas berfungsi sebagai masukan pada sistem navigasi untuk membaca sudut agar dapat mengetahui arah mata angin saat beroperasi.

(8) Baterai *Lithium Polymer* (Li-Po)

Baterai *Lithium Polymer* (Li-Po) berfungsi untuk memberikan suplai tegangan pada seluruh rangkaian elektronik.

(9) Modul Regulator XL4005

Modul regulator XL4005 berfungsi untuk menstabilkan tegangan dari baterai.

(10) LED

LED berfungsi untuk memberikan penerangan saat robot beroperasi di daerah gelap. LED yang digunakan memiliki spesifikasi 3 watt.

(11) *Buzzer*

Buzzer berfungsi sebagai indikator suara untuk menandakan bahwa mikrokontroler telah selesai menginisialisasi pin dan variabel serta robot telah siap untuk beroperasi.

2. *Software*

Pada bagian ini terdiri dari dua *software*, yaitu Arduino IDE, CorelDraw dan SolidWorks dengan penjelasan sebagai berikut:

a) *Software* Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah sebuah perangkat lunak untuk mengembangkan dan menuliskan *listing program* serta memasukkannya pada *chip* mikrokontroler ATMega328, untuk membangun suatu sistem. Arduino IDE yang digunakan pada proyek akhir ini adalah versi 1.8.5.

b) *Software CorelDraw*

CorelDraw adalah sebuah program komputer yang melakukan *editing* pada garis vektor. Aplikasi ini dibuat oleh Corel, sebuah perusahaan *software* yang berkantor pusat di Ottawa, Kanada. CorelDraw yang digunakan dalam proyek akhir ini adalah versi X7.

c) *Software SolidWorks*

SolidWorks adalah salah satu CAD *software* yang digunakan untuk merancang *part* dengan tampilan 3D untuk merepresentasikan rancangan mekanik robot secara keseluruhan. SolidWorks yang digunakan dalam pembuatan proyek akhir ini adalah versi 2016.

Kebutuhan komponen utama dan komponen penunjang dapat dilihat pada tabel 8:

Tabel 8. Kebutuhan Komponen

No	Fungsi	Komponen	Spesifikasi
1.	Catu daya	Baterai Li-Po	3 cell, 1800 mAh
		Baterai Li-Po	2 cell, 1000 mAh
		DC-DC Step Down	XL4005
2.	Input	Stik PS2 Wireless	Frekuensi 2,4 GHz
		Sensor Kompas	3 Axis
		Kamera FPV	5,8 GHz 40 Channel
3.	Process	Mikrokontroler	Arduino Uno R3
		Motor Driver	L298N
4.	Output	Motor DC	630 RPM, Torsi \pm 4 Kg
		Motor Servo	SG90, MG90, MG996
		LED	3 Watt
		Buzzer	5V
		Receiver Kamera FPV	ROTG
5.	Lain-lain	VR Box	Shinecon
		Box Panel	15cm x 10cm

C. Perancangan Sistem

Perancangan sistem ASRO (*Amphibious Spy Robot*): prototipe robot amfibi pengintai dengan *first person view* dan sistem navigasi berbasis sensor kompas terdiri dari perancangan *hardware* dan *software*.

1. *Hardware*

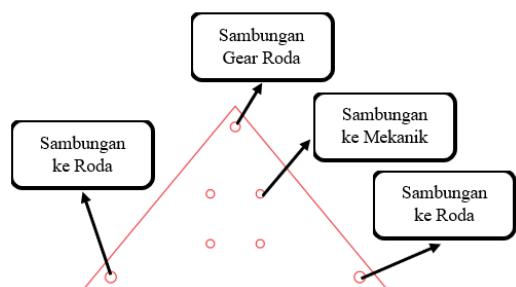
Pada proyek akhir ini dibutuhkan perancangan *hardware* yang meliputi perancangan mekanik secara keseluruhan.

a) Rancangan mekanik

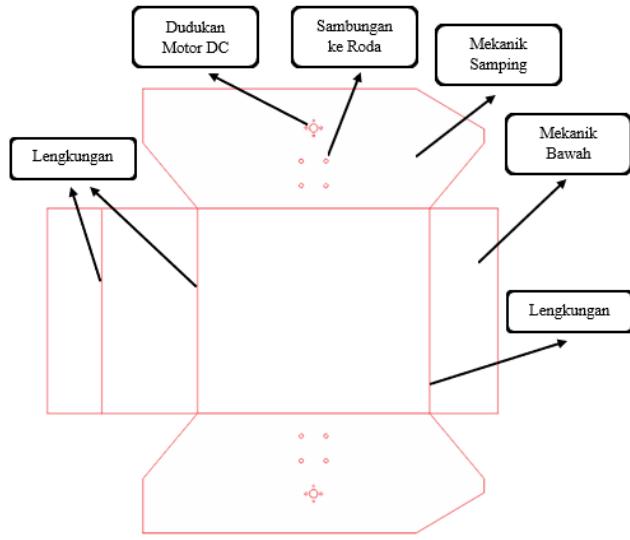
Pada perancangan desain mekanik dibagi menjadi dua bagian, yaitu desain rancangan kerangka dan desain rancangan 3D.

(1) Rancangan kerangka

Rancangan kerangka diperlukan untuk membangun mekanik robot dengan ukuran dan dudukan komponen agar dapat presisi dan pergerakan robot dapat berjalan sempurna tanpa mengalami kendala. Rancangan kerangka yang telah dibuat kemudian di potong menggunakan mesin pemotong laser.



Gambar 41. Sambungan Mekanik Roda



Gambar 42. Mekanik Utama Robot

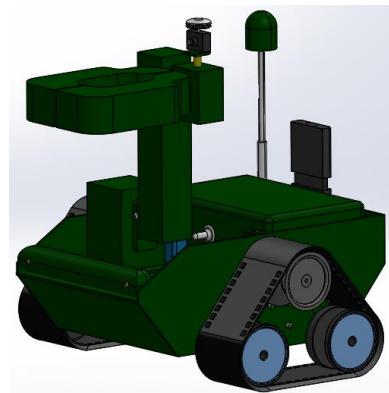
Berikut penjelasan dari keseluruhan rancangan kerangka pada mekanik robot:

- (a) Sambungan ke mekanik merupakan sambungan dari dudukan roda ke kerangka robot.
- (b) Sambungan gear roda merupakan sambungan untuk pemasangan gear roda.
- (c) Sambungan roda merupakan sambungan untuk pemasangan roda.
- (d) Sambungan ke roda merupakan sambungan dari kerangka robot ke dudukan roda.
- (e) Dudukan motor DC merupakan lubang untuk memasangkan motor DC yang kemudian dipasangkan baut.
- (f) Mekanik samping merupakan kerangka mekanik samping yang terdiri dari dua buah, yaitu samping kanan dan kiri.

- (g) Mekanik bawah merupakan kerangka mekanik bawah yang berfungsi sebagai alas utama dari robot.
- (h) Lengkungan merupakan kerangka mekanik yang dibengkokkan.

(2) Rancangan 3D

Rancangan 3D diperlukan sebagai acuan dalam membangun suatu alat, dalam hal ini robot amfibi pengintai. Terdapat beberapa *part* yang dibuat dalam proyek akhir ini, yaitu kerangka robot dan *part* untuk robot lengan yang kemudian dilakukan *assembly* menjadi satu kesatuan mekanik.

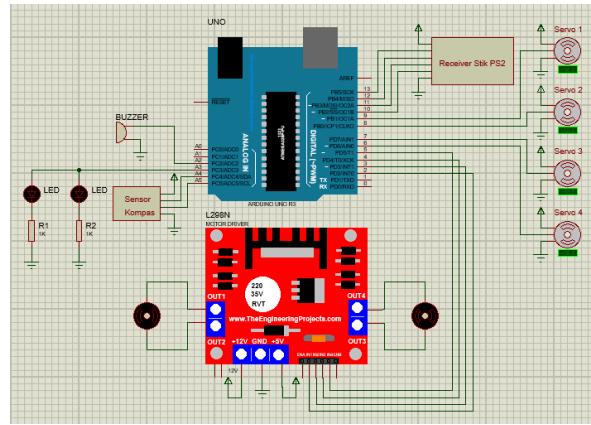


Gambar 43. Rancangan 3D Robot

b) Rancangan elektronik

Sistem elektronik ASRO terdiri dari beberapa komponen. Pin 3, 5, 6, 9 Arduino Uno R3 disambungkan ke *motor driver*. Pin 2, 4, 7, 8 disambungkan ke motor servo sebagai penggerak robot lengan. Pin 10, 11, 12, 13 dihubungkan ke *receiver stik PS2 wireless*. Pin analog disambungkan ke sensor dan komponen pendukung yang lain yaitu

A4 (SDA) dan A5 (SCL) dihubungkan pada sensor kompas sebagai sistem navigasi. Pin A2 disambungkan ke *buzzer* dan Pin A3 disambungkan ke LED. Berikut desain dari rangkaian elektronik menggunakan *software Proteus*:



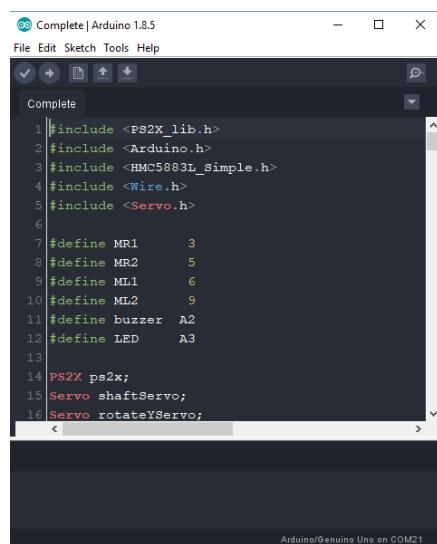
Gambar 44. Skema Elektronik

Tabel 9. Pin yang digunakan pada Arduino Uno R3

Pin	Pin No	Tipe Pin	Fungsi
Digital	2	I/O	Servo poros robot lengan
	3	I/O	IN1 <i>motor dirver</i> L298N
	4	I/O	Servo rotasi Y robot lengan
	5	I/O	IN2 <i>motor dirver</i> L298N
	6	I/O	IN3 <i>motor dirver</i> L298N
	7	I/O	Servo rotasi X robot lengan
	8	I/O	Servo gripper robot lengan
	9	I/O	IN4 <i>motor dirver</i> L298N
	10	I/O	<i>Pin Clock receiver</i> stik PS2
	11	I/O	<i>Pin Attention receiver</i> stik PS2
Analog	12	I/O	<i>Pin Command receiver</i> stik PS2
	13	I/O	<i>Pin Data receiver</i> stik PS2
	A2	I/O	<i>Buzzer</i>
	A3	I/O	LED
	A4	SDA	SDA Sensor Kompas
	A5	SCL	SCL Sensor Kompas

2. Software

Pada perancangan *software* merupakan pembuatan sistem dengan membuat *listing program* yang akan dimasukkan ke dalam mikrokontroler ATMega328 pada Arduino Uno. Pada tahapan ini, *software* yang digunakan adalah Arduino IDE. Dalam pemograman Arduino ini sendiri menggunakan bahasa pemograman C. *Listing program* Arduino ini dikenal dengan nama *sketch*. Dalam setiap sketch memiliki dua buah fungsi penting yaitu “*void setup()* {}” dan “*void loop()* {}”. Berikut ini adalah gambar potongan *listing program* dari sistem:



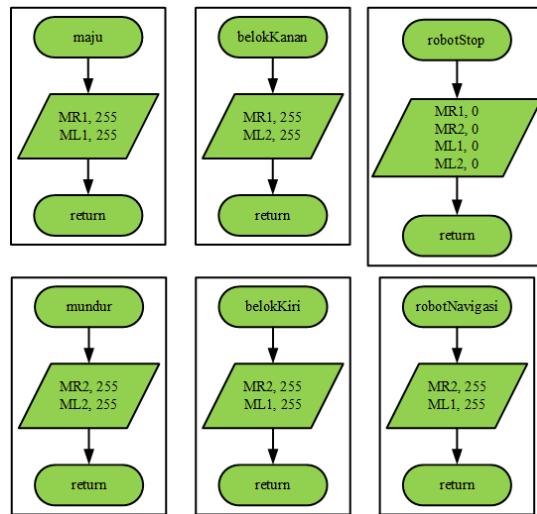
```
Complete | Arduino 1.8.5
File Edit Sketch Tools Help
Complete
1 #include <PS2X_lib.h>
2 #include <Arduino.h>
3 #include <HMC5883L_Simple.h>
4 #include <Wire.h>
5 #include <Servo.h>
6
7 #define MR1 3
8 #define MR2 5
9 #define ML1 6
10 #define ML2 9
11 #define buzzer A2
12 #define LED A3
13
14 PS2X ps2x;
15 Servo shaftServo;
16 Servo rotateYServo;
```

Gambar 45. Inisialisasi Pin Listing Program Arduino IDE

3. Diagram alur (*flowchart*)

Pada perancangan suatu sistem dibutuhkan suatu teknik perancangan yang mempunyai struktur yang baik dengan diawali diagram alur (*flowchart*). Diagram alur digunakan untuk menggambarkan sistem kerja dari alat yang dibuat. Berikut adalah diagram alur (*flowchart*) ASRO:

a) *Flowchart subroutine* gerak motor

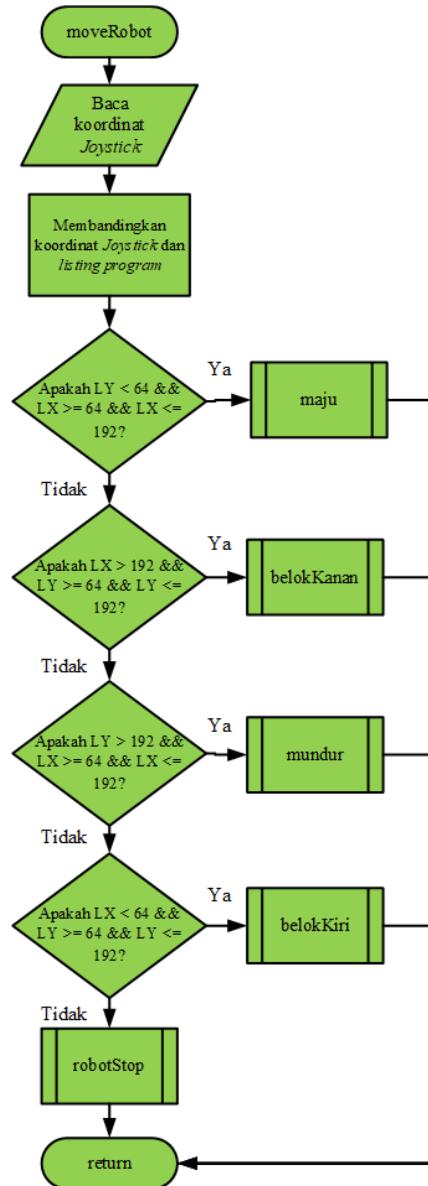


Gambar 46. Flowchart Subroutine Gerak Motor

Alur algoritma *subroutine* gerak motor:

- (1) Jika *subroutine* maju dipanggil, motor kanan maju dan motor kiri maju.
- (2) Jika *subroutine* belokKanan dipanggil, motor kanan mundur dan motor kiri maju.
- (3) Jika *subroutine* mundur dipanggil, motor kanan mundur dan motor kiri mundur.
- (4) Jika *subroutine* belokKiri dipanggil, motor kanan maju dan motor kiri mundur.
- (5) Jika *subroutine* robotStop dipanggil, motor kanan berhenti dan motor kiri berhenti.
- (6) Jika *subroutine* robotNavigasi dipanggil, motor kanan maju dan motor kiri mundur.

b) *Flowchart subroutine gerak robot*



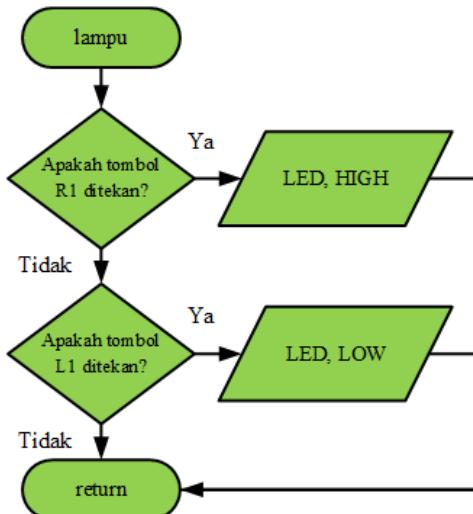
Gambar 47. Flowchart Subroutine Gerak Robot

Alur algoritma *subroutine* gerak robot:

- (1) Jika *subroutine* `moveRobot` dipanggil, eksekusi *listing program*.
- (2) Melakukan pembacaan koordinat *joystick*.
- (3) Membandingkan koordinat *joystick* dan syarat di *listing program*.

- (4) Jika koordinat *joystick* LY < 64 && LX >= 64 && LX <= 192,
memanggil *subroutine* maju.
- (5) Jika koordinat *joystick* LX > 192 && LY >= 64 && LY <= 192,
memanggil *subroutine* belokKanan.
- (6) Jika koordinat *joystick* LY > 192 && LX >= 64 && LX <= 192,
memanggil *subroutine* mundur.
- (7) Jika koordinat *joystick* LX < 64 && LY >= 64 && LY <= 192,
memanggil *subroutine* belokKiri.

c) *Flowchart subroutine lampu*

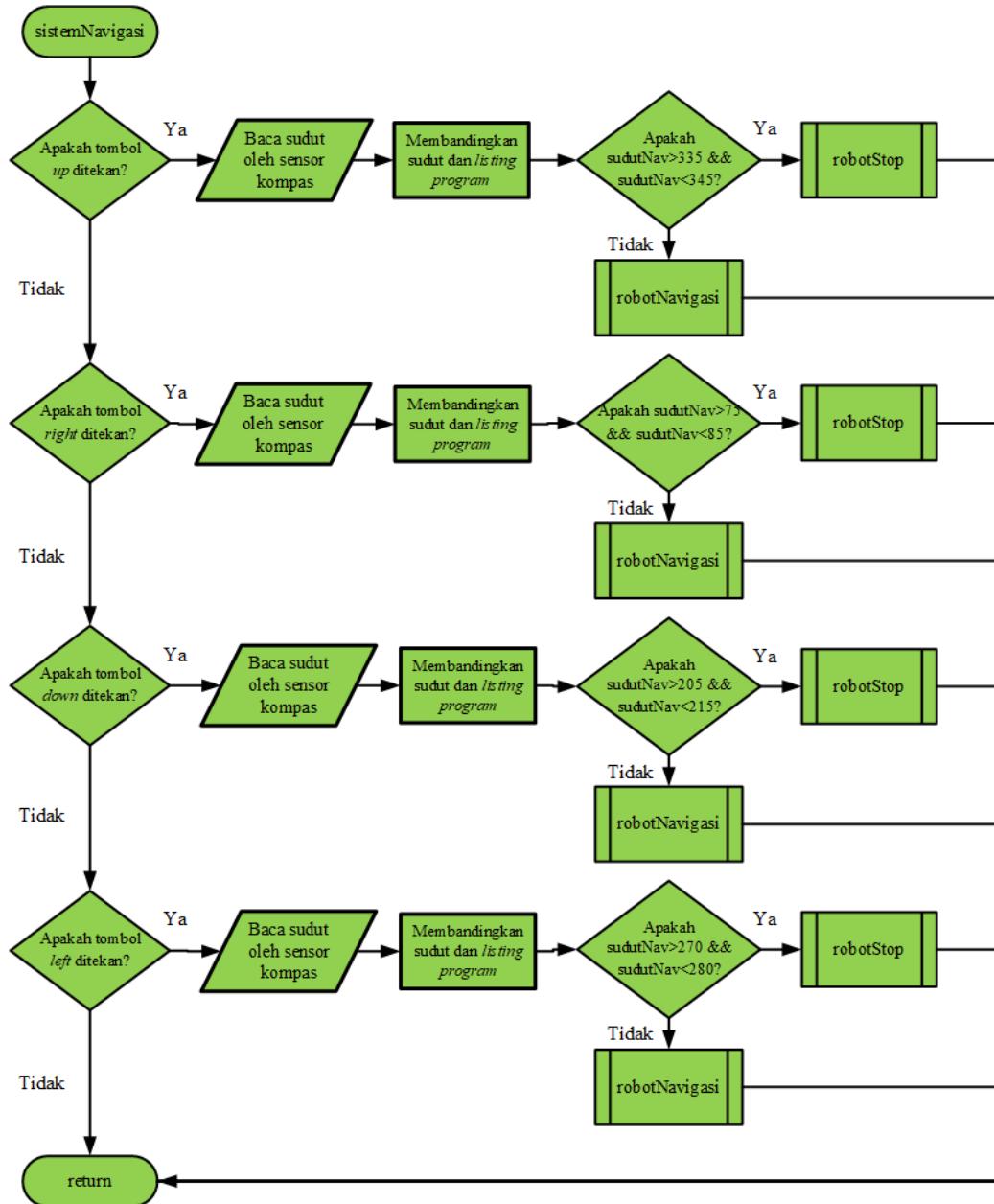


Gambar 48. Flowchart Subroutine Lampu

Alur algoritma *subroutine* lampu:

- (1) Jika *subroutine* lampu dipanggil, eksekusi *listing program*.
- (2) Jika tombol R1 ditekan, LED berlogika HIGH.
- (3) Jika tombol L1 ditekan, LED berlogika LOW.

d) Flowchart subroutine sistem navigasi



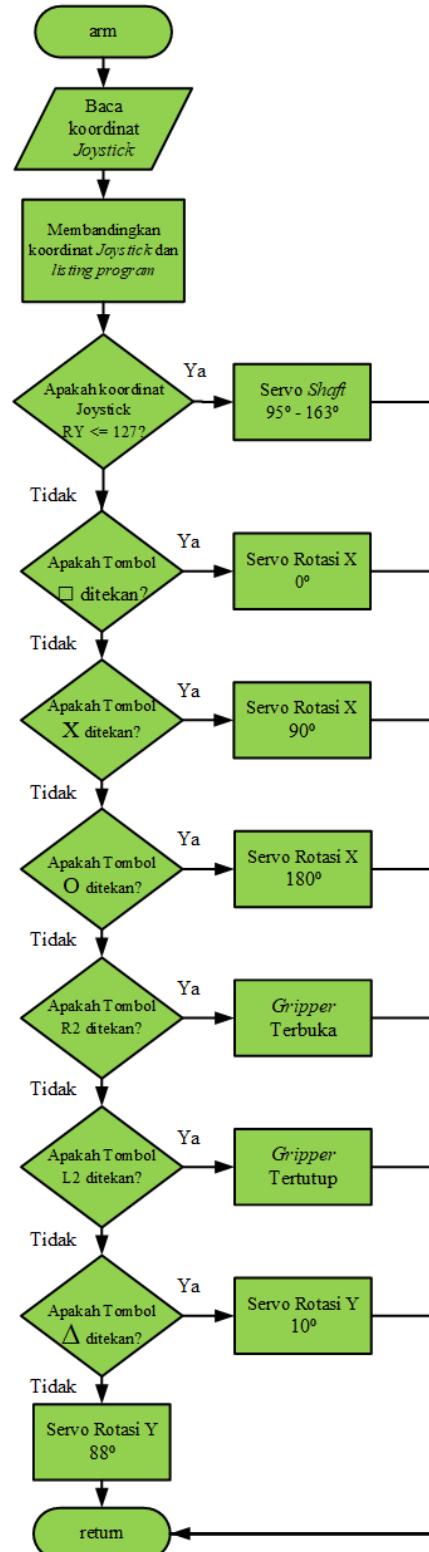
Gambar 49. Flowchart Subroutine Sistem Navigasi

Alur algoritma *subroutine* sistem navigasi:

- (1) Jika *subroutine* sistemNavigasi dipanggil, eksekusi *listing program*.

- (2) Jika tombol *up* ditekan, melakukan pembacaan sudut oleh sensor kompas.
- (3) Membandingkan sudut dan syarat di *listing program*.
- (4) Jika sudutNav $> 335 \ \&\& \ sudutNav < 345$, memanggil *subroutine* robotStop. Jika tidak, panggil *subroutine* robotNavigasi.
- (5) Jika tombol *right* ditekan, melakukan pembacaan sudut oleh sensor kompas.
- (6) Membandingkan sudut dan syarat di *listing program*.
- (7) Jika sudutNav $> 75 \ \&\& \ sudutNav < 85$, memanggil *subroutine* robotStop. Jika tidak, panggil *subroutine* robotNavigasi.
- (8) Jika tombol *down* ditekan, melakukan pembacaan sudut oleh sensor kompas.
- (9) Membandingkan sudut dan syarat di *listing program*.
- (10) Jika sudutNav $> 205 \ \&\& \ sudutNav < 215$, memanggil *subroutine* robotStop. Jika tidak, panggil *subroutine* robotNavigasi.
- (11) Jika tombol *left* ditekan, melakukan pembacaan sudut oleh sensor kompas.
- (12) Membandingkan sudut dan syarat di *listing program*.
- (13) Jika sudutNav $> 270 \ \&\& \ sudutNav < 280$, memanggil *subroutine* robotStop. Jika tidak, panggil *subroutine* robotNavigasi.

e) *Flowchart subroutine robot lengan*

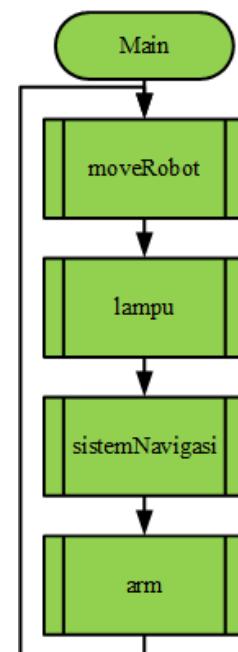


Gambar 50. Flowchart Subroutine Robot Lengan

Alur algoritma *subroutine* robot lengan:

- (1) Jika *subroutine* arm dipanggil, eksekusi *listing program*.
- (2) Melakukan pembacaan koordinat *joystick*.
- (3) Membandingkan koordinat *joystick* dan syarat di *listing program*.
- (4) Jika koordinat *joystick* RY ≤ 127 , servo *shaft* bergerak ke sudut $95^\circ - 163^\circ$.
- (5) Jika tombol \square ditekan, servo rotasi X bergerak ke sudut 0° .
- (6) Jika tombol X ditekan, servo rotasi X bergerak ke sudut 90° .
- (7) Jika tombol O ditekan, servo rotasi X bergerak ke sudut 180° .
- (8) Jika tombol Δ ditekan, servo rotasi Y bergerak ke sudut 10° . Jika tidak, servo rotasi Y bergerak ke sudut 88°

f) *Flowchart main program*

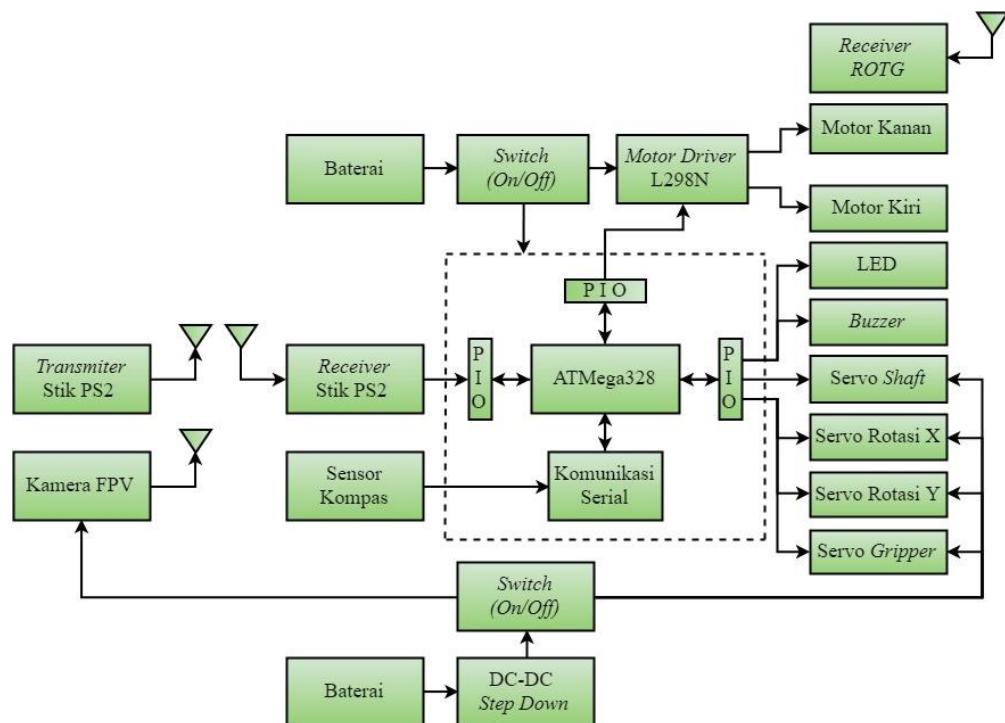


Gambar 51. Flowchart Main Program

Alur algoritma *subroutine* sistem navigasi:

- (1) Eksekusi *main program*.
- (2) Memanggil *subroutine* moveRobot.
- (3) Memanggil *subroutine* sistemNavigasi.
- (4) Memanggil *subroutine* lampu.
- (5) Memanggil *subroutine* arm.

D. Blok Diagram



Gambar 52. Blok Diagram Sistem Keseluruhan

Blok diagram sistem keseluruhan dari robot ini terdiri dari empat blok yang meliputi blok catu daya, blok *input*, blok *process*, dan blok *output*. Penjelasan bagian-bagian tiap blok akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Blok catu daya

Pada robot terdapat dua catu daya yang digunakan, yaitu baterai LiPo 3s 1800 mAh dan baterai LiPo 2s 1000 mAh. Baterai yang pertama digunakan sebagai supplai tegangan pada sistem dan penggerak robot. Kemudian pada baterai kedua dilewatkan pada rangkaian DC-DC *step down* untuk menstabilkan tegangan di kisaran 5V sebagai suplai tegangan pada kamera FPV dan servo sebagai penggerak robot lengan.

2. Blok *input*

Pada bagian ini terdapat *receiver* stik PS2 yang berfungsi menerima data yang dikirimkan oleh *transmitter* stik PS2, kemudian akan diolah oleh mikrokontroler. Pada sistem robot juga terdapat sensor kompas sebagai masukan untuk membaca arah mata angin pada sistem navigasi. Selain itu juga terdapat kamera FPV yang pengiriman datanya menggunakan frekuensi sebagai informasi masukan berupa gambar. Selanjutnya dari blok masukan akan dikirimkan ke blok *process* untuk diolah.

3. Blok *process*

Blok *input* yang sudah diterima kemudian akan diproses oleh mikrokontroler ATMega328 untuk mengambil keputusan berdasarkan hasil dari pembacaan sensor kompas dan kontrol robot dengan masukan dari stik PS2 *wireless*, sehingga setiap variabel yang ada pada sistem akan diproses berdasarkan perintah pada *listing program*.

4. Blok *output*

Pada bagian blok *output* terdiri dari motor DC sebagai penggerak robot, LED sebagai lampu penerangan saat robot beroperasi di daerah gelap, *buzzer* sebagai indikator saat robot telah selesai menginisialisasi semua variabel dan siap beroperasi, motor servo sebagai penggerak robot lengan yang terdiri dari servo *shaft*, servo rotasi X, servo rotasi Y, dan servo *gripper*, serta *receiver* ROTG untuk menerima data berupa gambar dari kamera FPV pada *smartphone* secara *real time*.

E. Langkah Pembuatan Alat

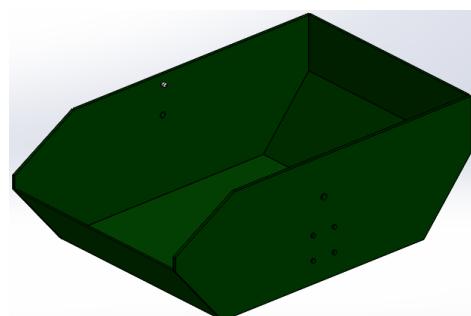
Tugas akhir ASRO (*Amphibious Spy Robot*): diperlukan beberapa tahapan dalam pembuatannya. Adapun tahapannya sebagai berikut:

1. Pembuatan rangkaian
 - a) Menyiapkan komponen yang akan digunakan berupa arduino uno, *receiver* stik PS2 *wireless*, *motor driver* L298N, motor DC, motor servo, sensor kompas, DC-DC *step down*, LED, dan *buzzer*.
 - b) Membuat jalur pada PCB lubang menggunakan tenol dari komponen ke *pin* arduino yang dipakai.
 - c) Menyambung dan menyusun kabel pada *receiver* stik PS2 *wireless* yang kemudian dihubungkan ke arduino uno.
 - d) Menyambung dan menyusun kabel pada *motor driver* L298N yang kemudian dihubungkan ke arduino uno dan motor DC.

- e) Menyambung dan menyusun kabel pada sensor kompas yang kemudian dihubungkan ke arduino uno.
- f) Menyambung dan menyusun kabel pada LED yang kemudian dihubungkan ke arduino uno.
- g) Menyambung dan menyusun kabel pada *buzzer* yang kemudian dihubungkan ke arduino uno.
- h) Menyambung dan menyusun kabel pada baterai 1 sebagai catu daya sistem dan penggetak robot.
- i) Menyambung dan menyusun kabel dari baterai 2 ke DC-DC *step down* sebagai catu daya kamera FPV dan servo untuk robot lengan.

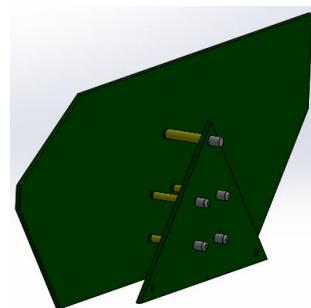
2. Membuat mekanik

- a) Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan berupa *software* CorelDraw, gergaji, bor, lem paralon, lem G, lem bakar, akrilik dengan tebal 2 mm, dan mur baut 3 mm.
- b) Membuat desain mekanik menggunakan *software* coreldraw.
- c) Melakukan *cutting* laser pada akrilik 2 mm sesuai desain.
- d) Menyambung mekanik bagian bawah yang berfungsi sebagai pengapung robot saat berada di air menggunakan lem paralon.



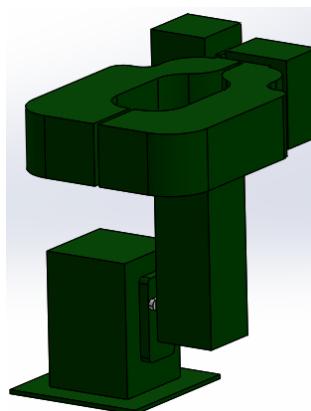
Gambar 53. Mekanik Apung saat di Air

- e) Membuat dudukan berupa L siku dengan memanaskan akrilik 2 mm dan membengkokkannya.
- f) Memasang mekanik dengan mur baut 3 mm.
- g) Menghubungkan dudukan roda ke mekanik utama menggunakan *spacer*.



Gambar 54. Sambungan Mekanik Utama ke Dudukan Roda

- h) Menyambung bagian-bagian robot lengan menggunakan lem G dan lem bakar.



Gambar 55. Mekanik Robot Lengan

- i) Memasangkan semua bagian menjadi satu kesatuan, yaitu mekanik utama, mekanik robot lengan, dan dudukan komponen.

3. Membuat *listing program* menggunakan *tools* pemrograman arduino IDE.
4. Memasukan program ke arduino uno.
5. Memasang catu daya pada arduino uno.
6. Melakukan pengujian sensor, kontrol, dan kamera.
7. Merakit semua komponen rangkaian ke dalam *box panel*.
8. Memasang rangkaian kedalam mekanik.
9. Melakukan pengujian alat.

F. Spesifikasi Alat

Hasil prototipe ASRO telah mampu berfungsi sebagai robot amfibi pengintai. Adapun detail terkait prototipe yang telah dikembangkan tersaji pada tabel 10 berikut:

Tabel 10. Spesifikasi Teknis

Indikator	Spesifikasi	Indikator	Spesifikasi
CPU	ATmega328P	Motor DC	630 RPM ± 4 Kg
Baterai 1	3s 1800 mAh	Daya Jelajah	160 Menit
Baterai 2	2s 1000 mAh	Kecepatan di Darat	79 cm/s
Kontrol	Stik PS2	Kecepatan di Air	21 cm/s
Jangkauan Kontrol	± 30 Meter	Sudut Kemiringan	10°
Kamera	FPV 5,8 GHz	Bahan	Akrilik 2mm
<i>Receiver</i> Kamera	ROTG	Daya Tahan	60° C - 95° C
Aplikasi	Go FPV	Dimensi	25 x 25 x 30 cm
Sensor	Kompas	Berat	1,6 Kg

Terdapat dua prinsip kerja yaitu, ASRO merupakan robot amfibi pengintai yang dapat melintasi dua medan yaitu daratan dan perairan dengan kecepatan masing-masing 79 cm/sekon dan 21 cm/sekon. Selain itu, robot ini

juga memiliki sistem navigasi menggunakan sensor kompas sebagai penunjuk arah saat robot beroperasi. Semua masukan yang terbaca oleh sensor akan di proses oleh mikrokontroler untuk mengambil keputusan berdasarkan *listing program* yang telah dibuat.

G. Pengujian Alat

Pengujian proyek akhir ini dilakukan untuk memperoleh data penelitian dengan menggunakan dua pengujian, yaitu:

1. Uji Fungsional

Pengujian ini dilakukan dengan cara menguji setiap rangkaian yang terdapat pada robot. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah setiap bagian dari perangkat yang telah bekerja sesuai dengan fungsi yang diharapkan. Bagian-bagian yang di uji antara lain pengujian tegangan arduino uno R3 dan DC-DC *step down*, arus pada robot, catu daya, *driver motor* L298N, motor DC, robot lengan, sensor kompas, lintasan robot, dan kecepatan robot. Dari data pengujian yang dilakukan ini akan diketahui kinerja dari sistem yang dibuat.

2. Uji Unjuk Kerja

Pengujian unjuk kerja proyek akhir ini dilakukan dengan cara melihat unjuk kerja alat. Hal-hal yang perlu diamati antara lain pengujian keseluruhan alat dengan menguji gaya apung robot saat beroperasi di medan air, jarak jangkauan yang dapat diraih dan respon navigasi robot untuk melakukan pencarian arah mata angin saat beroperasi.

H. Tabel Uji Alat

Untuk mengetahui kinerja dan memperoleh data, maka akan dilakukan pengujian dengan penjelasan sebagai berikut:

1. Fungsional

Pengujian kinerja dan fungsi dari setiap rangkaian yang digunakan pada alat, yaitu:

a) Pengujian tegangan

Pengujian tegangan bertujuan untuk mengetahui perubahan nilai tegangan saat sebelum dan setelah menerima beban pada Arduino Uno R3 dan DC-DC *Step Down*.

Tabel 11. Rencana Pengujian Tegangan Tanpa Beban

No	Pengukuran	V-Out	Alat Ukur	Selisih	Error (%)
1.	Arduino Uno R3	3,3 V			
		5 V			
2.	DC-DC <i>Step Down</i>	5 V			

Tabel 12. Rencana Pengujian Tegangan dengan Beban

No	Pengukuran	V-Out	Alat Ukur	Selisih	Error (%)
1.	Arduino Uno R3	3,3 V			
		5 V			
2.	DC-DC <i>Step Down</i>	5 V			

b) Rencana pengujian arus pada robot

Pengujian arus bertujuan untuk mengetahui berapa arus yang mengalir pada rangkaian untuk mengoperasikan robot.

Tabel 13. Rencana Pengujian Arus pada Robot

No	Baterai (2s 1000 mAh)		Baterai (3s 1800 mAh)	
	Kondisi	Arus (Ampere)	Kondisi	Arus (Ampere)
1.	<i>Standby</i>		<i>Standby</i>	
2.	Servo <i>shaft</i> _{operasi}		Motor _{operasi}	
3.	Servo rotasi X _{operasi} 0°		Navigasi _{operasi}	
4.	Servo rotasi X _{operasi} 180°		-	
5.	Servo rotasi Y _{operasi}		-	
6.	Servo <i>gripper</i> buka		-	
7.	Servo <i>gripper</i> tutup		-	

c) Pengujian catu daya

Pengujian catu daya bertujuan untuk mengetahui seberapa lama daya tahan baterai dalam mengoperasikan robot.

Tabel 14. Rencana Pengujian Catu Daya

No	Baterai (2s 1000 mAh)		Baterai (3s 1800 mAh)	
	Tegangan	Waktu	Tegangan	Waktu
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				

d) Pengujian rangkaian *motor driver* L298N

Pengujian ini untuk mengetahui apakah rangkaian *driver* yg digunakan dapat bekerja dengan baik. Rangkaian yang digunakan sebagai *motor driver* adalah rangkaian yang menggunakan IC L298.

Tabel 15. Rencana Pengujian Rangkaian Motor Driver L298N

<i>Enable</i>	<i>Input 1</i>	<i>Input 2</i>	Kondisi Motor
V_{en} = 0 Volt			
V_{en} = 5 Volt			

e) Pengujian putaran motor DC

Pengujian putaran motor DC bertujuan untuk mengetahui kesesuaian putaran motor DC dan gerakan yang diinginkan.

Tabel 16. Rencana Pengujian Putaran Motor DC

Gerakan yang diinginkan	Putaran Roda	
	Motor Kanan	Motor Kiri
Maju		
Mundur		
Belok Kanan		
Belok Kiri		

f) Pengujian robot lengan

Pengujian robot lengan bertujuan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan robot lengan untuk mencapai sudut tertentu. Pengujian yang dilakukan yaitu waktu tempuh dari posisi sudut minimal ke sudut maksimal dan posisi sudut maksimal ke sudut minimal, serta kemampuan *gripper* untuk membawa beban.

Tabel 17. Rencana Pengujian Robot Lengan

Servo - n	Rentang Pergerakan	Waktu (Min-Max)	Waktu (Max-Min)	Beban
Servo 1 (<i>Shaft</i>)	95° – 163°			
Servo 2 (Rotasi X)	0° – 90°			
	90° – 180°			
	0° – 180°			
Servo 3 (Rotasi Y)	10° – 88°			
Servo 4 (<i>Gripper</i>)	45° – 90°			

g) Pengujian keakuratan sensor kompas

Pengujian keakuratan sensor kompas bertujuan untuk mengetahui tingkat keakuratan sensor dengan pembacaan nilai derajat kompas sebenarnya.

Tabel 18. Rencana Pengujian Keakuratan Sensor Kompas

No	Arah	Sudut	Sensor Kompas	Selisih	Akurasi (%)
1.	Utara	0°/360°			
2.	Timur	90°			
3.	Selatan	180°			
4.	Barat	270°			
Rata-rata					

h) Pengujian lintasan robot

Pengujian area lintasan robot bertujuan untuk mengetahui sejauh mana robot dapat berjalan pada berbagai macam lintasan.

Tabel 19. Rencana Pengujian Lintasan Robot

No	Jenis Lintasan	Pergerakan Robot		Syarat
		Maju	Mundur	
1.				
2.				

i) Pengujian kecepatan robot

Pengujian kecepatan robot bertujuan untuk mengetahui kecepatan daya laju robot saat beroperasi di medan darat dan air.

Tabel 20. Rencana Pengujian Kecepatan Robot

No	Jenis Medan	Pengujian Ke-	Pergerakan Robot	Jarak Tempuh
1.	Darat	1		
		2		
		3		
		Rata-rata		
2.	Darat	1		
		2		
		3		
		Rata-rata		
3.	Air	1		
		2		
		3		
		Rata-rata		
4.	Air	1		
		2		
		3		
		Rata-rata		

3. Unjuk Kerja

Pada pengujian ini seluruh komponen dirangkai menjadi satu kesatuan pada robot. Setelah itu dilakukan pengujian dengan mengoperasikan robot di medan darat dan air. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kinerja alat apakah telah sesuai dengan yang diharapkan. Berikut rencana pengujian unjuk kerja robot:

a) Pengujian gaya apung robot

Pengujian gaya apung robot bertujuan untuk mengetahui kemampuan robot untuk beroperasi di medan air.

Tabel 21. Pengujian Gaya Apung Robot

No	Lokasi	Keterangan	Foto
1.			
2.			

b) Pengujian jangkauan robot

Pengujian jangkauan robot bertujuan untuk mengetahui seberapa jauh robot dapat di kontrol dan melakukan *monitoring*.

Tabel 22. Rencana Pengujian Jangkauan Robot

No	Kondisi	Jarak (Meter)	Stik PS2 (Kontrol)		Kamera (Monitoring)	
			Diterima	Ditolak	Diterima	Ditolak
1.	Tanpa Penghalang	0-15				
		30				
		50				
		75				
2.	Ada Penghalang	0-15				
		30				
		50				
		75				

c) Pengujian respon navigasi robot

Pengujian respon navigasi robot bertujuan untuk mengetahui respon robot dalam menentukan arah dan melakukan navigasi.

Tabel 23. Rencana Pengujian Respon Navigasi Robot

No	Pengujian Ke-	Berputar	Respon
1.	1	90 ^o	
	2		
	3		
	Rata-rata		
2.	1	180 ^o	
	2		
	3		
	Rata-rata		
3.	1	270 ^o	
	2		
	3		
	Rata-rata		