

**RANCANG BANGUN SISTEM PERGERAKAN  
ROBOT PENGANTAR KOPI MENUJU *POWER  
STATION* TERDEKAT DI ATAS KAPAL PESIAR**



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan  
Program Pendidikan Diploma IV

ADAM ANDIKA WISESA

NIT : 08 20 001 1 07

**PROGRAM STUDI  
TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL**

**PROGRAM DIPLOMA IV PELAYARAN  
POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA  
TAHUN 2025**

**RANCANG BANGUN SISTEM PERGERAKAN  
ROBOT PENGANTAR KOPI MENUJU *POWER  
STATION* TERDEKAT DI ATAS KAPAL PESIAR**



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan  
Program Pendidikan Diploma IV

ADAM ANDIKA WISESA

NIT : 08 20 001 1 07

**PROGRAM STUDI  
TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL**

**PROGRAM DIPLOMA IV PELAYARAN  
POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA  
TAHUN 2025**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Adam Andika Wisesa

Nomor Induk Taruna : 08 20 001 1 07

Program Studi : Diploma IV Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul:

“RANCANG BANGUN SISTEM PERGERAKAN ROBOT PENGANTAR  
KOPI MENUJU *POWER STATION* TERDEKAT DI ATAS KAPAL PESIAR”

Merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam KIT tersebut, kecuali tema yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide saya sendiri. Jika pernyataan diatas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya.

SURABAYA, 21-03 - 2025



ADAM ANDIKA WISESA  
NIT. 08.20.001.1.07

**PERSETUJUAN SEMINAR HASIL  
KARYA ILMIAH TERAPAN**

**Judul : RANCANG BANGUN SISTEM PERGERAKAN ROBOT  
PENGANTAR KOPI MENUJU POWER STATION  
TERDEKAT DI ATAS KAPAL PESIAR**

**Nama Taruna : Adam Andika Wisesa**

**NIT : 08 20 001 1 07**

**Program Studi : Diploma IV Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal**

**Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan**

Surabaya, 18-12-2024

Menyetujui :

Pembimbing I



EDI KURNIAWAN, S.ST., M.T.  
Penata (III / c)  
NIP. 198312022019021001

Pembimbing II



AKHMAD KASAN GUPRON, M.Pd.  
Penata Tk. 1 (III / d)  
NIP. 198005172005021003

Mengetahui :

Ketua Prodi Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal  
Politeknik Pelayaran Surabaya



DIRHAMSYAH, S.E., M.Pd.  
Penata Tk. I (III/d)  
NIP. 197504302002121002

**PENGESAHAN SEMINAR HASIL  
KARYA ILMIAH TERAPAN**

**RANCANG BANGUN SISTEM PERGERAKAN ROBOT  
PENGANTAR KOPI MENUJU *POWER STATION* TERDEKAT  
DI ATAS KAPAL PESIAR**

Disusun dan Diajukan Oleh :

**ADAM ANDIKA WISESA**  
NIT. 08.20.001.1.07  
D-IV TRKK

Telah dipresentasikan didepan Panitia Ujian Karya Ilmiah Terapan  
Politeknik Pelayaran Surabaya  
Pada Tanggal 17 Februari 2025



Menyetujui

Dosen Penguji I

**(ANTONIUS EDY  
KRISTIYONO, M.Pd., M.Mar.E.)**  
Penata (III/d)  
NIP. 196905312003121001

Dosen Penguji II

**(FARIS NORANDI, S.Si.T., M.Sc.)**  
Penata Tk. I (III/d)  
NIP. 198411182008121003

Dosen Penguji III

**(EDI KURNIAWAN, S.ST., M.T.)**  
Penata (III/c)  
NIP. 198312022019021001

Mengetahui :

Ketua Prodi Teknologi Rekayasa  
Kelistrikan Kapal

**(DIRHAMSYAH, S.E., M.Pd.)**  
Penata Tk. I (III/d)  
NIP. 197504302002121002

## KATA PENGANTAR

Puja dan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas segala limpah rahmat, kasih karunia dan berkat yang diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir dengan judul “Rancang Bangun Sistem Pergerakan Robot Pengantar Kopi Menuju Power Station Terdekat Di Atas Kapal Pesiar”. Penelitian tugas akhir ini adalah dalam maksud untuk menyelesaikan program studi Diploma 4 di Politeknik Pelayaran Surabaya.

Penulis menyadari adanya kekurangan dalam penyajian materi dan teknik penulisan dalam karya ilmiah terapan ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan koreksi dan saran untuk meningkatkan kualitas proposal ini.

Pada kesempatan ini penulis ingin berterima kasih kepada:

1. Bapak Moejiono, M.T M.Mar.E selaku Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya yang telah menyediakan sarana dan prasarana untuk kelancaran penyelesaian KIT.
2. Bapak Edi Kurniawan, S.ST.,M.T. dan Bapak Akhmad Kasan Gupron, M.Pd. selaku dosen pembimbing yang telah mendidik dengan baik dan sabar.
3. Bapak Akhmad Kasan Gupron, M.Pd selaku Ketua Prodi DIV TRKK yang telah membantu membimbing dan mendidik secara sabar.
4. Kedua orang tua saya yang selalu memberikan semangat dan doa.
5. Rekan seperjuangan taruna – taruni Politeknik Pelayaran Surabaya.
6. *Ceria Football Club* sebagai wadah saya untuk menyalurkan hobi sepak bola yang dapat menghilangkan rasa jenuh dan menumbuhkan semangat dalam mengerjakan KIT.

Saya menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan proposal ini. Kritik dan saran yang membangun sangat saya harapkan dan semoga penelitian ini akan bermanfaat bagi semua pihak.

SURABAYA, 2025

ADAM ANDIKA WISESA  
NIT. 08.20.001.1.07

## ABSTRAK

ADAM ANDIKA WISESA, (2024) “Rancang Bangun Sistem Pergerakan Robot Pengantar Kopi Menuju *Power Station* Terdekat Di Atas Kapal Pesiar”. Dibimbing oleh Bapak Edi Kurniawan, S.ST.,M.T. dan Bapak Akhmad Kasan Gupron, M.Pd.

Penelitian ini berfokus pada perancangan jalur terdekat ke stasiun *docking* untuk pengisian daya sistem pengiriman kopi robotik di atas kapal pesiar. Dengan meningkatnya permintaan akan layanan yang lebih efisien dan inovatif di industri maritim, robot otonom semakin banyak digunakan untuk tugas-tugas seperti pengantaran kopi kepada penumpang. Namun, robot ini menghadapi tantangan unik di lingkungan kapal yang terbatas dan dinamis, terutama dalam hal manajemen daya dan pengisian ulang. Tujuan dari penelitian ini adalah menciptakan sistem pengisian daya yang efisien menggunakan powerbank dan teknologi *Internet of Things* (IoT) untuk meminimalkan waktu henti dan memastikan operasi robot berjalan terus-menerus dengan intervensi manusia yang minimal. Dengan memanfaatkan sensor seperti MPU 6050 untuk mendeteksi gerakan dan TCS 3200 untuk pengenalan warna, robot dapat menavigasi jalur terpendek secara otomatis menuju *docking station* untuk pengisian daya dan *Internet of Things* untuk melakukan *monitoring* kapasitas baterai secara *real-time*. Hal ini membantu mengurangi waktu yang dihabiskan untuk tugas-tugas non-operasional dan meningkatkan efisiensi keseluruhan sistem. Penelitian ini tidak hanya meningkatkan kemampuan robot untuk beroperasi secara otonom di lingkungan yang kompleks, tetapi juga memberikan solusi yang fleksibel dan dapat diskalakan untuk industri maritim dalam mengintegrasikan robotika canggih ke dalam operasi layanan mereka. Hasil penelitian ini berkontribusi pada peningkatan adopsi sistem otonom di sektor maritim, khususnya dalam meningkatkan efisiensi layanan di atas kapal, mengurangi kebutuhan intervensi manusia, dan memastikan pengantaran layanan kepada penumpang secara lebih lancar.

**Kata kunci :** *powerbank*, navigasi jalur terpendek, sensor TCS 3200, sensor MPU 6050, pemantauan baterai *real-time*.

## **ABSTRACT**

ADAM ANDIKA WISESA, (2024) “*Designing the Shortest Route to a Power Station Robotic Coffee Delivery Onboard a Cruise Ship*”. Supervised by Mr. Edi Kurniawan, S.ST.,M.T. and Mr. Akhmad Kasan Gupron, M.Pd.

*This research focuses on designing the shortest path to a docking station for the charging system of a robotic coffee delivery system on a cruise ship. With the growing demand for more efficient and innovative services in the maritime industry, autonomous robots are increasingly being used for tasks such as delivering coffee to passengers. However, these robots face unique challenges in the confined and dynamic environment of a ship, particularly in terms of power management and recharging. The goal of this research is to create an efficient charging system using a power bank and Internet of Things (IoT) technology to minimize downtime and ensure continuous robot operation with minimal human intervention. By utilizing sensors such as the MPU 6050 for motion detection and the TCS 3200 for color recognition, the robot can autonomously navigate the shortest path to the docking station for charging, while IoT enables real-time battery capacity monitoring. This helps reduce the time spent on non-operational tasks and improves the overall efficiency of the system. This research not only enhances the robot’s ability to operate autonomously in complex environments but also provides a flexible and scalable solution for the maritime industry to integrate advanced robotics into their service operations. The results of this study contribute to the increased adoption of autonomous systems in the maritime sector, particularly in improving service efficiency on board, reducing the need for human intervention, and ensuring smoother service delivery to passengers.*

**Keywords :** *powerbank, shortest path navigation, TCS 3200 module, MPU 6050 module, real-time battery monitoring.*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN COVER.....</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>PERSETUJUAN SEMINAR HASIL KARYA ILMIAH TERAPAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>PENGESAHAN SEMINAR HASIL.....</b>	<b>iv</b>
<b>KARYA ILMIAH TERAPAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>vi</b>
<b><i>ABSTRACT</i>.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Batasan Penelitian.....	3
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
A. Penelitian Terdahulu.....	6
B. Landasan Teori.....	7
1. Rancang Bangun.....	7
2. Robot.....	8
3. Sistem Gerak Robot.....	10

4. Kapal Pesiar .....	11
5. <i>Power Station</i> .....	12
6. ESP32.....	13
7. Motor DC .....	14
8. <i>Driver Motor</i> .....	15
9. <i>Internet of Things</i> .....	16
10. Baterai LiPo 12V .....	17
11. <i>Buck Converter</i> .....	18
12. <i>Buzzer</i> .....	19
13. <i>Liquid Crystal Display (LCD)</i> .....	20
14. <i>Encoder</i> .....	20
15. Sensor Ultrasonik HC-SR04 .....	21
16. <i>Printed Circuit Board (PCB)</i> .....	22
17. Sensor Warna TCS 3200.....	22
18. Sensor <i>Gyroscope</i> MPU6050.....	23
19. Sensor Tegangan.....	24
20. <i>Powerbank</i> .....	25
21. Sensor Kompas .....	26
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>27</b>
A. Perancangan Sistem.....	27
B. Perancangan Alat .....	28
1. Blok Diagram.....	28
2. <i>Flowchart</i> .....	31
3. <i>Wiring</i> .....	33

C. Rencana Pengujian.....	34
1. Pengujian Statis.....	35
2. Pengujian Dinamis.....	38
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>41</b>
A. Hasil Penelitian.....	41
1. Pengujian Statis.....	41
2. Pengujian Dinamis.....	51
B. Analisa Penelitian.....	61
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>63</b>
A. Kesimpulan.....	63
B. Saran.....	64
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>65</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>69</b>
<b>RANCANGAN ANGGARAN BIAYA (RAB).....</b>	<b>83</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Robot beroda .....	10
Gambar 2.2 Robot berkaki .....	11
Gambar 2.3 Kapal pesiar.....	12
Gambar 2.4 Bentuk fisik modul ESP32 .....	14
Gambar 2.5 Motor DC .....	14
Gambar 2.6 Bentuk fisik IC L298 & modul <i>driver motor</i> L298N.....	15
Gambar 2.7 Baterai <i>LiPo 12V</i> .....	18
Gambar 2.8 Rangkaian dasar <i>DC-DC buck converter</i> .....	18
Gambar 2.9 <i>Buzzer</i> .....	19
Gambar 2.10 <i>Liquid Crystal Display (LCD)</i> .....	20
Gambar 2.11 Komponen dalam <i>encoder</i> .....	21
Gambar 2.12 Sensor ultrasonik HC-SR04 .....	21
Gambar 2.13 <i>Printed Circuit Board (PCB)</i> .....	22
Gambar 2.14 Sensor warna TCS 3200.....	23
Gambar 2.15 Sensor <i>gyroscope</i> MPU 6050.....	24
Gambar 2.16 Sensor tegangan.....	25
Gambar 2.17 <i>Powerbank</i> .....	26
Gambar 2.18 Sensor kompas.....	26
Gambar 3.1 Diagram Perancangan Sistem.....	27
Gambar 3.2 Diagram perancangan alat.....	28
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> .....	32
Gambar 3.4 <i>Wiring</i> robot pengantar kopi .....	33
Gambar 3.5 Desain 3D robot pengantar kopi.....	40

Gambar 3.6 Denah lintasan pengujian robot pengantar kopi.....	40
Gambar 4.1 Pengujian baterai LiPo 12V .....	42
Gambar 4.2 Pengujian <i>buck converter</i> .....	42
Gambar 4.3 Pengujian sensor tegangan .....	43
Gambar 4.4 Pembacaan derajat kemiringan sensor MPU 6050.....	48
Gambar 4.5 Pengukuran derajat kemiringan busur derajat dilihat dari (a) jauh (b) dekat.....	48
Gambar 4.6 ESP32 Sebelum terkoneksi dengan <i>WiFi</i> .....	50
Gambar 4.7 ESP32 Sesudah terkoneksi dengan <i>WiFi</i> .....	50
Gambar 4.8 Tampilan LCD.....	51
Gambar 4.9 Denah lintasan robot pengantar kopi.....	52
Gambar 4.10 Jaringan internet ( <i>hotspot</i> seluler) dan robot pengantar kopi.....	59

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Review penelitian sebelumnya .....	6
Tabel 2.2 Spesifikasi ESP32 .....	13
Tabel 2.3 Spesifikasi sensor <i>gyroscope</i> MPU 6050.....	23
Tabel 3.1 Komunikasi antar pin.....	34
Tabel 4.1 Kalibrasi dan pengujian warna oleh sensor TCS3200 .....	44
Tabel 4.2 Perbandingan sensor MPU 6050 dengan busur derajat .....	49
Tabel 4.3 Percobaan robot menuju power station.....	53
Tabel 4.4 Pengujian waktu pengisian daya baterai .....	55
Tabel 4.5 Pengujian daya tahan baterai.....	57
Tabel 4.6 Pengujian kualitas komunikasi robot .....	59
Tabel 5.1 Rancangan Anggaran Biaya (RAB).....	83

# **BAB I PENDAHULUAN**

## **A. Latar Belakang**

Industri pelayaran kapal penumpang, terutama kapal pesiar, telah mengalami perkembangan pesat dalam beberapa dekade terakhir (Smith, 2021). Peningkatan ini sejalan dengan tingginya permintaan dari konsumen untuk mendapatkan pengalaman perjalanan yang lebih efisien, nyaman, dan inovatif. Dalam menghadapi tantangan ini, banyak perusahaan kapal pesiar yang mulai mengadopsi teknologi canggih, termasuk penggunaan robot pengantar otomatis untuk menyediakan layanan pengantaran makanan dan minuman kepada penumpang. Penggunaan robot pengantar ini diharapkan dapat mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manusia, mempercepat waktu layanan, dan menciptakan pengalaman baru yang menarik bagi penumpang.

Penerapan robot pengantar di kapal pesiar menghadapi tantangan-tantangan tertentu, terutama dalam hal penyediaan sistem pengisian daya yang efisien dan tidak mengganggu operasional robot (Chen & Liu, 2019). Lingkungan kapal penumpang memiliki karakteristik yang berbeda dengan lingkungan darat, seperti ruang yang terbatas, infrastruktur yang tetap, serta pergerakan kapal yang dinamis. Sistem pengisian daya yang sering digunakan di darat mungkin tidak efektif di atas kapal. Misalnya, jika pengisian daya robot harus dilakukan secara manual dan sering, hal ini akan mengganggu operasional robot, mengurangi efisiensi, dan memerlukan intervensi manusia yang justru ingin diminimalkan.

Penggunaan stasiun pengisian daya tetap di atas kapal juga menghadapi

keterbatasan, seperti penempatan stasiun yang mungkin tidak strategis dan terbatasnya ruang untuk instalasi tambahan (Wang & Zhao, 2022). Lokasi stasiun pengisian daya yang jauh dari area operasional robot akan menambah waktu yang dibutuhkan bagi robot untuk kembali dan mengisi daya, yang akhirnya mengurangi produktivitas robot dalam melayani penumpang.

Untuk mengatasi tantangan ini, penggunaan *powerbank* sebagai sumber daya pengisian yang portabel dan fleksibel menjadi salah satu solusi yang dapat diterapkan. *Powerbank* memungkinkan pengisian daya dilakukan di mana saja tanpa memerlukan infrastruktur tetap yang kompleks. Dengan menggunakan *powerbank*, robot dapat diisi daya langsung di tempat, sehingga meminimalkan waktu yang hilang dan meningkatkan efisiensi operasional (Davis, 2023). Namun, untuk mengoptimalkan penggunaan *powerbank* sebagai sumber daya, diperlukan sistem manajemen pengisian daya yang cerdas dan terintegrasi.

Oleh karena itu, penerapan sistem *charging* berbasis *Internet of Things* dengan penggunaan *powerbank* di kapal pesiar menawarkan berbagai keuntungan, termasuk fleksibilitas dalam pengisian daya, pengurangan intervensi manual, peningkatan efisiensi operasional, dan dapat memonitoring daya baterai robot secara *real-time* (Roberts & Thompson, 2022). Sistem ini tidak hanya menjawab tantangan pengisian daya robot pengantar di lingkungan yang kompleks seperti kapal, tetapi juga sejalan dengan tren global menuju otomatisasi dan digitalisasi dalam industri pariwisata dan perhotelan.

Penelitian ini berfokus pada perancangan jarak terdekat menuju power

station untuk melakukan pengisian daya dan implementasi sistem *charging* menggunakan *powerbank* berbasis teknologi *Internet of Things* untuk robot pengantar kopi di kapal pesiar. Sistem ini diharapkan mampu mengoptimalkan pengisian daya robot, memperpanjang waktu operasional tanpa intervensi manual, dan merencanakan jarak terdekat robot ke *power station* untuk melakukan pengisian daya.

Berdasarkan latar belakang di atas, judul yang diambil oleh penulis adalah **“RANCANG BANGUN SISTEM PERGERAKAN ROBOT PENGANTAR KOPI MENUJU *POWER STATION* TERDEKAT DI ATAS KAPAL PESIAR”**.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan dengan latar belakang masalah diatas maka perumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang sistem untuk menemukan jarak terdekat robot pengantar kopi menuju ke *power station* untuk melakukan pengisian daya menggunakan *powerbank* di atas kapal pesiar?
2. Bagaimana memastikan bahwa sistem ini dapat memantau status baterai secara *real-time* dan mengoptimalkan penggunaan *powerbank* untuk pengisian daya?

## **C. Batasan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka batasan masalah dalam perencanaan jalur terdekat ke *power station* untuk pengisian daya robot pengantar kopi di atas kapal pesiar adalah sebagai berikut :

1. Daya robot menggunakan baterai LiPo dengan kapasitas 12V

2. Pengujian dilakukan di lintasan khusus yang berbentuk *Letter U* dengan ukuran 2 X 2 meter.
3. Menggunakan *powerbank* dengan kapasitas 2.000 mAh sebagai alat untuk mengisi daya baterai robot.
4. Menggunakan sensor TCS sebagai sensor pemindai warna (9 warna) : hijau muda, merah, ungu, *pink*, *orange*, kuning, biru muda, hijau dan hitam.
5. *Buzzer* sebagai sinyal indikasi peringatan proses pengisian daya.
6. Sensor MPU 6050 untuk mendeteksi perubahan, gerakan, akselerasi dan rotasi robot.

#### **D. Tujuan Penelitian**

Tujuan Penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang sistem untuk menemukan jarak terdekat robot pengantar kopi menuju ke *power station* untuk melakukan pengisian daya menggunakan *powerbank* di atas kapal pesiar.
2. Memastikan bahwa sistem ini dapat memantau status baterai secara *real-time* dan mengoptimalkan penggunaan *powerbank* untuk pengisian daya.

#### **E. Manfaat Penelitian**

Pada penelitian ini akan dijelaskan beberapa bahasan yang diharapkan dapat bermanfaat bagi para pembaca, yaitu :

1. Sistem pengisian daya otomatis ini dapat meningkatkan efisiensi operasional robot pengantar kopi, mengurangi waktu henti karena kehabisan daya, serta memastikan layanan pengantaran kopi di kapal dapat berjalan tanpa gangguan.

2. Dengan teknologi *Internet of Things*, sistem pengisian daya dapat diintegrasikan dengan sistem manajemen energi kapal, memberikan pengelolaan daya yang lebih baik, dan memungkinkan *monitoring* jarak jauh terhadap status baterai dan lokasi robot.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### A. Penelitian Terdahulu

Penelitian ini merujuk pada referensi yang tertulis pada tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Review penelitian sebelumnya

Penulis	Judul	Hasil	Perbedaan
Luthfi Iqbal Santoso, Dian Samodrawati (2022).	Rancang Bangun Stasiun Pengisian Daya Baterai <i>Smartphone</i> Berbasis Panel Surya	Jurnal penelitian tersebut membahas tentang perancangan stasiun pengisian daya untuk <i>smartphone</i> di tempat umum dengan memanfaatkan energi terbarukan dari panel surya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menciptakan solusi praktis di tempat-tempat umum seperti taman dan pantai yang tidak memiliki fasilitas pengisian daya baterai secara luas. Penelitian ini menggunakan panel surya sebagai sumber energi yang dikonversi menjadi listrik melalui efek <i>photovoltaik</i> . Sistem terdiri dari panel surya 10 WP, baterai 7,5 Ah, mikrokontroler Arduino Uno, serta berbagai modul pendukung seperti <i>relay</i> , inverter, dan sensor LDR. Sensor LDR berfungsi untuk mendeteksi intensitas cahaya dan mengaktifkan atau <i>menon-aktifkan</i> proses pengisian daya sesuai dengan kondisi pencahayaan.	Berdasarkan penelitian yang pernah diangkat, dijelaskan bahwa pada penelitian sebelumnya menggunakan <i>smartphone</i> sebagai objek penelitian pengisian daya oleh panel surya sebagai sumber energi yang dikonversi menjadi listrik dan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno untuk mengaktifkan dan <i>menon-aktifkan</i> proses pengisian daya sesuai dengan kondisi pencahayaan. Sedangkan pada penelitian ini penulis menggunakan robot pengantar kopi diatas kapal sebagai objek penelitian pengisian daya dengan <i>powerbank</i> dan menggunakan ESP 32 sebagai mikrokontroler untuk merencanakan jarak terdekat robot menuju <i>power station</i> , serta aplikasi <i>kondular</i> untuk monitoring daya baterai.
Syahda Luthfi, Muhammad Rivai (2020).	Rancang Bangun Stasiun Pengisian Daya Nirkabel Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno	Hasil dari jurnal ini menjelaskan tentang pengembangan stasiun pengisian daya nirkabel otomatis menggunakan teknologi <i>Resonant Inductive Coupling</i> dengan frekuensi 91 kHz untuk mengisi baterai robot yang beroperasi di area berbahaya. Sistem ini menggunakan mikrokontroler	Berdasarkan penelitian yang pernah diangkat, dijelaskan bahwa pada penelitian sebelumnya menggunakan teknologi <i>Resonant Inductive Coupling</i> dengan frekuensi 91 kHz untuk mengisi baterai robot yang beroperasi di area

Penulis	Judul	Hasil	Perbedaan
		<p>Arduino Uno untuk mengontrol proses pengisian daya, dan inverter <i>H-Bridge</i> digunakan untuk menghasilkan arus bolak-balik dari sumber daya DC. Selain itu, modul ultrasonik digunakan untuk mendeteksi posisi robot saat pengisian daya, dan modul <i>bluetooth</i> berfungsi sebagai sistem umpan balik untuk mengoptimalkan efisiensi pengisian daya. Pengisian daya dilakukan menggunakan metode <i>Constant Current-Constant Voltage (CC-CV)</i>, yang mempercepat pengisian daya sambil menjaga keawetan baterai. Hasil pengujian menunjukkan bahwa efisiensi pengisian daya bisa mencapai minimal 50% pada jarak kurang dari 20 cm antara pemancar dan penerima.</p>	<p>berbahaya. Serta Arduino Uno sebagai mikrokontroler untuk mengontrol proses pengisian daya dan modul <i>bluetooth</i> berfungsi sebagai sistem umpan balik untuk mengoptimalkan efisiensi pengisian daya. Perbedaan dengan penelitian ini penulis berfokus untuk menentukan jalur terdekat robot menuju <i>power station</i> guna melakukan pengisian daya. ESP 32 sebagai mikrokontroler untuk menentukan jarak terdekat menuju ke <i>power station</i> dan aplikasi <i>kondular</i> untuk monitoring daya baterai robot.</p>

Sumber: Dokumen Penelitian (2024)

## B. Landasan Teori

Landasan teori adalah sumber teori yang mendasari sesuatu penelitian.

Landasan teori berisi definisi dan konsep yang sudah disusun secara rapi dan sistematis tentang variabel suatu penelitian. Berikut merupakan landasan teori yang digunakan antara lain:

### 1. Rancang Bangun

Rancang bangun sangat berkaitan dengan perancangan sistem yang merupakan menciptakan dan membuat suatu aplikasi ataupun satu kesatuan untuk merancang dan membangun sebuah aplikasi yang belum ada pada suatu instansi atau objek tersebut (Mulyanto, Handani, & Hasmawati, 2020). Menurut KBBI (Kamus Besar Bahasa Indonesia), kata “rancang” merupakan kata dasar dari “merancang” yang berarti mengatur

segala suatu (sebelum bertindak, mengerjakan, atau melakukan sesuatu) atau merencanakan. Menurut Jogianto dikutip dalam Jurnal JINTEKS Vol. 2 No. 1 (2020), rancang bangun (desain) adalah tahap dari setelah analisis dari siklus pengembangan sistem yang merupakan pendefinisian dari kebutuhan-kebutuhan fungsional, serta menggambarkan bagaimana suatu sistem dibentuk yang dapat berupa penggambaran, perencanaan dan pembuatan sketsa atau pengaturan dari beberapa elemen yang terpisah ke dalam satu kesatuan yang utuh dan berfungsi, termasuk menyangkut mengkonfigurasi dari komponen-komponen perangkat lunak dari suatu sistem.

## 2. Robot

Kata robot berasal dari bahasa *Czech*, *robot*, yang berarti ‘pekerja’ (Satria & Wati, 2019). Kata robot diperkenalkan dalam bahasa Inggris pada tahun 1921 oleh Wright Karel Capek pada sebuah drama, *Rossum's Universal Robots* (R.U.R). robot adalah mesin hasil rakitan karya manusia, tetapi bekerja tanpa mengenal lelah.

Beberapa Jenis Robot Berdasarkan Bentuknya Robot dibuat agar mempunyai tujuan, fungsi, dan manfaat agar dapat mempermudah manusia dalam melakukan tugas-tugas tertentu. Robot dibangun dengan berbagai bentuk mulai dari yang kecil hingga yang besar sesuai dengan fungsinya masing-masing. Berikut adalah beberapa jenis robot berdasarkan bentuknya:

### a. *Turtle Robot*

Nama *turtle* dipakai karena bentuk robot ini mirip rumah kura-

kura.

b. *Vehicle Robot*

Robot jenis ini berbentuk seperti kendaraan yang dilengkapi dengan roda dan bergerak seperti sebuah mobil. Perbedaannya dengan mobil, robot ini mampu diprogram.

c. *Rover Robot*

Bentuk robot ini cenderung pendek dan juga dilengkapi dengan roda seperti jenis *vehicle*. Robot jenis ini juga dilengkapi beberapa fungsi, misalnya kemampuan untuk mendeteksi api, mendeteksi objek, mengangkat beban, dan fungsi lainnya. *Robot rover* biasanya dibuat untuk keperluan “penjelajahan” tempat-tempat tertentu dalam rangka penelitian, seperti penjelajahan planet mars (*sprit robot* milik NASA).

d. *Walker Robot*

Pergerakan robot ini tidak menggunakan roda, namun menggunakan kaki. Biasanya robot ini berbentuk mirip serangga dan memiliki 4 kaki atau lebih.

e. *Arm Robot*

Robot ini berupa lengan yang biasanya digunakan untuk mengambil dan memindahkan barang. Lengan ini dapat terpasang pada robot yang bergerak atau pada sebuah tempat yang statis. Jenis robot ini banyak dijumpai di ruang produksi suatu pabrik manufaktur.

f. *Android Robot*

Robot ini didesain menyerupai manusia dan mempunyai

kemampuan untuk berkomunikasi dengan manusia. Untuk mendukung kemampuan tersebut, robot *android* dilengkapi dengan berbagai macam sensor.

### 3. Sistem Gerak Robot

Gerak benda tegar merupakan konsep yang paling mendasar dalam mempelajari gerak robot (Hartono & TN Nizar, 2019). Secara umum, gerak benda tegar terdiri dari gerak rotasi terhadap suatu garis lurus dan diikuti dengan gerak translasi pada garis lurus tersebut. *Mobile robot* merupakan sebuah robot yang mampu bergerak dari suatu tempat ke tempat lain karena memiliki sebuah alat gerak untuk berpindah posisi. Berikut ini merupakan klasifikasi robot menurut alat gerak yaitu berupa robot beroda dan robot berkaki.

#### a. Sistem Robot Beroda

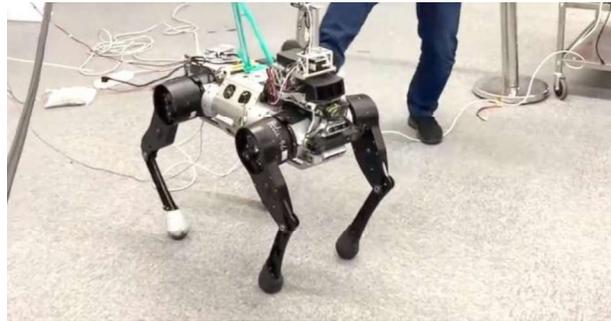
Robot beroda merupakan robot yang bergerak dengan menggunakan roda. Roda merupakan teknik paling efisien untuk menggerakkan sebuah robot saat melintasi suatu arena dengan permukaan datar. Robot dapat dibuat dengan menggunakan berbagai macam roda, misalnya dengan menggunakan beroda dua, beroda empat atau beroda enam bahkan beroda *caterpillar*. Berikut ini pada Gambar 2.1 merupakan contoh dari robot beroda.



**Gambar 2.1** Robot beroda  
Sumber : <https://ecadio.com/>

b. Sistem Robot Berkaki

Robot berkaki merupakan robot yang bergerak dengan menggunakan kaki seperti manusia. Robot berkaki sangat mudah beradaptasi dengan arena yang tidak menentu, misalnya untuk menaiki tangga. Untuk melewati arena yang tidak menentu robot berkaki sangat baik dipilih karena robot berkaki lebih mudah beradaptasi bila dibandingkan menggunakan roda seperti untuk menaiki tangga. Berikut ini pada Gambar 2.2 merupakan contoh dari sistem robot berkaki.



**Gambar 2.2** Robot berkaki  
Sumber : <https://pandaily.com/>

4. Kapal Pesiar

Perusahaan pelayaran yang menyediakan pelayanan keagenan kapal harus dapat melaksanakan tugasnya sesuai dengan permintaan pihak kapal (Supriyanta & Syafii, 2018). Selain itu agen juga harus mempersiapkan fasilitas apa saja yang dibutuhkan kapal ketika sandar sampai dengan dengan bertolak. Terdapat banyak sekali jenis-jenis kapal salah satunya adalah kapal pesiar.

Kapal pesiar merupakan sebuah kapal yang memiliki fungsi sebagai sarana rekreasi dan hiburan kepada para penumpangnya. Kapal pesiar juga

merupakan kapal yang dilengkapi dengan berbagai fasilitas seperti ruang kamar, *restaurant*, *cafe*, bar, *casino*, diskotik, kolam renang dan berbagai sarana lainnya layaknya sebuah hotel bertaraf internasional. Kapal pesiar memiliki rute perjalanan yang bisa menghabiskan waktu sehari-hari, berminggu- minggu bahkan bisa berbulan-bulan. Ini semua tergantung dari pilihan paket wisata dari kapal pesiar itu. Selama dalam perjalanan, para penumpang kapal pesiar akan disuguhkan dengan berbagai hiburan-hiburan tanpa henti selama 24 jam.



**Gambar 2.3** Kapal pesiar

Sumber : <https://www.dream.co.id/>

##### 5. *Power Station*

Dalam konteks robot pengantar kopi di atas kapal pesiar, *power station* berfungsi sebagai stasiun pengisi daya baterai bagi robot (Zhang, Li, & Tan, 2020). Stasiun ini penting untuk memastikan robot tetap beroperasi dengan lancar, karena robot akan kembali ke stasiun pengisian ketika daya baterainya berkurang. Dengan sistem ini, robot dapat mengisi daya untuk meningkatkan efisiensi operasional. Selain berperan dalam pengisian daya, stasiun pengisi daya ini juga dapat diintegrasikan dengan sistem manajemen energi yang cerdas. Sistem ini memungkinkan pengaturan waktu pengisian daya berdasarkan kebutuhan operasional

robot dimana robot akan menuju ke *power station* saat kapasitas baterainya 20%. Dengan teknologi ini, masa pakai baterai robot bisa lebih lama, sehingga mengurangi frekuensi penggantian baterai serta biaya operasional keseluruhan.

## 6. ESP 32

**Tabel 2.2** Spesifikasi ESP32

Spesifikasi	Keterangan
Tegangan	3.3 Volt
Prosesor	Tensilica L108 32 Bit
Kecepatan Prosesor	Dual 160MHz
RAM	520 Kb
GPIO	34
ADC	7
Dukungan 802.11	11b/g/n/e/i
Bluetooth	BLE (Bluetooth Low Energy)
SPI	3
I2C	2
UART	3

Sumber : <https://elibrary.unikom.ac.id/>

ESP32 adalah *chip* dengan *WiFi* 2.4 GHz dan *bluetooth* dengan desain teknologi 40 nm yang dirancang untuk daya dan kinerja radio terbaik yang menunjukkan ketahanan, keserbagunaan dan keandalan dalam berbagai aplikasi dan skenario daya (Putra & Nugroho, 2020). ESP32 merupakan sebuah modul mikrokontroler dengan fitur mode ganda yakni *WiFi* dan *bluetooth* yang digunakan untuk mempermudah pengguna dalam membuat berbagai sistem aplikasi dan proyek berbasis *Internet of Things*. ESP32 adalah mikrokontroler yang diperkenalkan oleh *Espressif System* dan merupakan penerus dari ESP8266, ESP32 memiliki banyak fitur tambahan dan keunggulan dibandingkan generasi sebelumnya. Pada ESP32 terdapat inti CPU serta *Wi-Fi* yang lebih cepat, GPIO yang lebih banyak, dan dukungan terhadap *Bluetooth 4.2*, serta konsumsi daya yang

rendah, sehingga sangat cocok untuk membuat beberapa proyek-proyek elektronika berbasis *Internet of Things*. Bentuk fisik Modul ESP32 dapat dilihat pada Gambar 2.4.



**Gambar 2.4** Bentuk fisik modul ESP32

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

## 7. Motor DC

Motor arus searah, sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung yang tidak langsung / *direct-unidirectional* (Chapman, 2004). Motor DC digunakan pada penggunaan khusus dimana diperlukan penyalaan *torque* yang tinggi atau percepatan yang tetap untuk kisaran kecepatan yang luas.

Keuntungan penggunaan motor DC adalah sebagai pengendali kecepatan, yang tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya. Motor DC umumnya dibatasi untuk penggunaan berkecepatan rendah, penggunaan daya rendah hingga sedang, ini dikarenakan karena sering terjadi masalah dengan perubahan arus listrik mekanis pada ukuran yang lebih besar. Motor DC juga relatif lebih murah daripada motor AC.

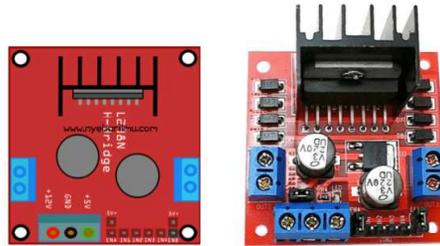


**Gambar 2.5** Motor DC

Sumber: <https://www.researchgate.net>

## 8. *Driver Motor*

Modul *driver motor* L298N adalah *driver motor* DC yang paling banyak digunakan atau dipakai di dunia elektronika (Suprayitno, Widoretno, & Yufron, 2020). *Driver* berfungsi untuk mengendalikan kecepatan serta arah perputaran motor DC. Peranti ini tampak pada Gambar 2.6.



**Gambar 2.6** Bentuk fisik IC L298 & modul *driver motor* L298N  
 Sumber : <https://www.nyebarilmu.com/>

IC L298 adalah sebuah IC jenis *h-bridge* yang berfungsi mengendalikan beban-beban induktif berbasis kumparan seperti *relay*, *motor stepper*, motor DC dan *solenoid*. IC L298 tersusun dari dari transistor-transistor logika (TTL) dengan gerbang nand dan *transistor* daya yang berfungsi untuk mempermudah dalam menentukan arah putaran suatu motor dc maupun *motor stepper*.

Di pasaran sudah terdapat modul *driver motor* yang menggunakan ic ini, sehingga pemasangannya lebih praktis karena *pin I/O* nya telah terpasang dengan rapi dan mudah dipakai. Modul *driver motor* L298N ini memiliki kelebihan yaitu dalam hal ketepatan dalam menjalankan motor sehingga motor lebih mudah untuk dikendalikan.

## 9. *Internet of Things*

*Internet of Things* adalah konsep dimana objek fisik dilengkapi dengan sensor, perangkat lunak, dan teknologi lainnya untuk berkomunikasi dan bertukar data dengan perangkat lain melalui internet (Fauzi & Haryanto, 2018). Agar *board* ESP32 dapat terhubung dengan perangkat dan aplikasi *Internet of Things* lainnya maka diperlukan suatu *Platform Internet of Things*, *Platform Internet of Things* merupakan sistem *hardware* dan *software* untuk mengelola perangkat *Internet of Things* untuk mengumpulkan, menyimpan, memvisualisasikan, dan menganalisis data dari perangkat tersebut. Adapun contoh *Platform Internet of Things* yang sering digunakan diantaranya: *Blynk*, *Thingspeak*, *Ubidots*, *Mydevices*, dan lain lain.

Fungsi dari *Platform Internet of Things* di atas bervariasi, meskipun semua *Platform Internet of Things* akan memiliki *dashboard* untuk menampilkan data, namun pada praktiknya beberapa *Platform Internet of Things* hanya memiliki *dashboard*, yang hanya mampu menampilkan data dari perangkat. Sebagai dasar untuk membuat *Platform Internet of Things* maka *Platform* yang cocok untuk digunakan para pemula adalah *Blynk* dan *Ubidots*. *Blynk* digunakan untuk menampilkan data dari perangkat *smartphone* dan *Ubidots* digunakan untuk memvisualisasikan dan menyimpan data dari ESP32 ke dalam *database cloud*.

#### 10. Baterai LiPo 12V

Baterai LiPo 12V adalah jenis baterai *lithium polymer* yang memiliki tegangan nominal 12 *volt* (Xu, 2017). Baterai ini terdiri dari beberapa sel *lithium polymer* yang disusun secara seri untuk mencapai tegangan yang diinginkan, biasanya tiga atau empat sel dengan tegangan masing-masing sekitar 3,7V. Baterai LiPo terkenal karena kerapatan energi yang tinggi, ringan, dan kemampuannya untuk memberikan arus besar, sehingga sering digunakan dalam aplikasi yang memerlukan daya tinggi dan efisiensi, seperti *drone*, model *remote control*, dan perangkat elektronik portabel lainnya.

Baterai LiPo memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan baterai lainnya, seperti baterai NiMH atau baterai NiCd. Salah satu keunggulan utamanya adalah kapasitas energi yang lebih besar dalam ukuran yang lebih kecil dan bobot yang lebih ringan, menjadikannya ideal untuk perangkat yang membutuhkan mobilitas dan performa tinggi. Berdasarkan kelebihan tersebut maka jenis baterai ini sering digunakan untuk pembuatan robot. Untuk menjaga kapasitas baterai ini maka pengisian daya hendaknya dilakukan sebelum kapasitas 15% untuk mengurangi penuaan pada baterai dan tidak dilakukan sebelum kapasitas 30% untuk mengoptimalkan penggunaan robot agar tidak sering melakukan *charging* (Villagrossi & Dinon, 2023).

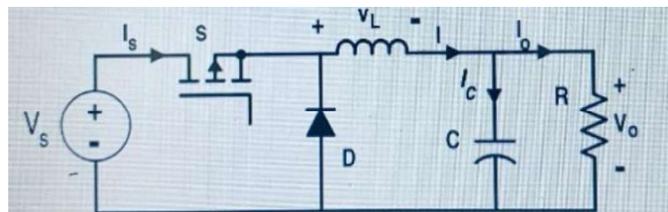


**Gambar 2.7** Baterai *LiPo* 12V

Sumber : <https://www.researchgate.net>

### 11. *Buck Converter*

*DC-DC buck converter* merupakan sebuah alat yang berfungsi untuk menurunkan tegangan keluaran dari generator agar sesuai dengan tegangan keluaran yang diinginkan (Musyafa & Ibrohim, 2013). Tegangan keluaran ini nantinya akan disimpan di baterai, sehingga membutuhkan nilai tegangan keluaran yang konstan. Rangkaian dasar untuk *DC-DC buck converter* ditunjukkan seperti Gambar 2.8.



**Gambar 2.8** Rangkaian dasar *DC-DC buck converter*

Sumber : <https://www.researchgate.net>

*DC-DC buck converter* menggunakan komponen penyimpanan energi seperti induktor dan kapasitor untuk mengontrol aliran energi dari generator menuju beban dengan menggunakan saklar *on-off* secara kontinyu. Saklar adalah sebuah alat elektronik yang beroperasi dalam dua keadaan. Keadaan *conduction mode (on)* terjadi pada saat keluaran generator dihubungkan pada sebuah induktor. Saat keadaan *cut-off mode (off)*, keluaran dari generator tidak dihubungkan dari induktor. *DC-DC*

*buck converter* juga berisi sebuah dioda bias maju yang dapat menyediakan arah balik untuk arus dalam keadaan *cut-off*.

## 12. *Buzzer*

*Buzzer* adalah suatu komponen elektronika yang dapat menghasilkan getaran suara berupa gelombang bunyi (Mardiati, Ashadi, & Sugihara, 2016). *Buzzer* elektronika akan menghasilkan getaran suara ketika diberikan sejumlah tegangan listrik dengan taraf tertentu sesuai dengan spesifikasi bentuk dan ukuran *buzzer* elektronika itu sendiri. Pada umumnya, *buzzer* elektronika ini sering digunakan sebagai alarm karena penggunaannya yang cukup mudah yaitu dengan memberikan tegangan *input* maka *buzzer* elektronika akan menghasilkan getaran suara berupa gelombang bunyi yang dapat didengar manusia. Pada dasarnya, setiap *buzzer* memerlukan *input* berupa tegangan listrik yang kemudian diubah menjadi getaran suara atau gelombang bunyi yang memiliki frekuensi berkisar antara 1 - 5 KHz. Jenis *buzzer* yang sering digunakan dan ditemukan dalam rangkaian adalah *buzzer* yang berjenis *Piezoelectric* (*Piezoelectric Buzzer*).



**Gambar 2.9** *Buzzer*

Sumber : <https://sariteknologi.com/>

### 13. *Liquid Crystal Display (LCD)*

Penampil (*display*) elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi untuk menampilkan angka, huruf atau simbol-simbol lainnya (Subagyo & Suprianto, 2017). *Liquid Crystal Display (LCD)* adalah salah satu *display* elektronika yang umum digunakan. LCD dibuat dengan *CMOS logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya melainkan memantulkan cahaya yang ada di sekitarnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *backlit*. Jumlah karakter yang dapat ditampilkan oleh sebuah LCD tergantung dari spesifikasi yang dimiliki. Bentuk LCD dapat dilihat pada Gambar 2.10.

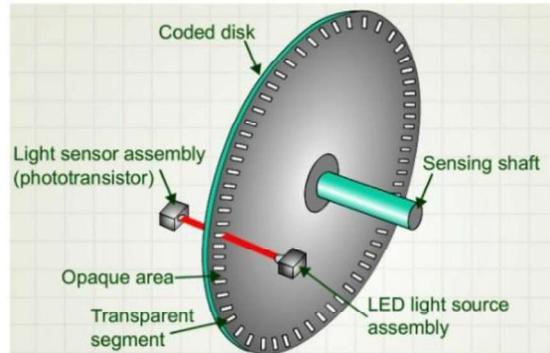


**Gambar 2.10** *Liquid Crystal Display (LCD)*

Sumber : <http://www.lESElektronika.com/>

### 14. *Encoder*

*Encoder* adalah perangkat sensor yang memberikan umpan balik berupa perubahan gerakan menjadi sinyal listrik yang dapat dibaca oleh jenis perangkat kontrol tertentu dalam sistem kontrol gerakan, seperti penghitung atau *Programmable Logic Controller (PLC)* (Romadhon, Amperawan, & Nawawi, 2023). *Encoder* mengirimkan sinyal umpan balik yang dapat digunakan untuk menentukan posisi, hitungan, kecepatan, atau arah. Perangkat kontrol dapat menggunakan informasi ini untuk mengirim perintah untuk fungsi tertentu.



**Gambar 2.11** Komponen dalam *encoder*  
 Sumber : <https://ipcsautomation.com/>

#### 15. Sensor Ultrasonik HC-SR04

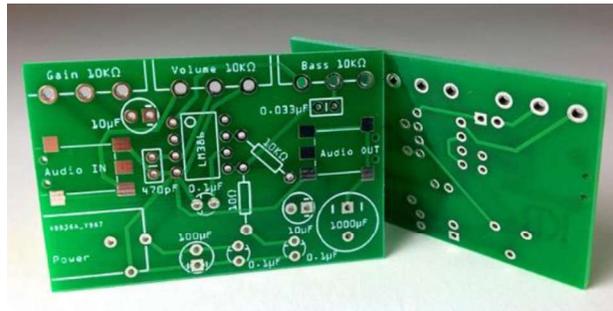
HC-SR04 merupakan sensor ultrasonik siap pakai, satu alat yang berfungsi sebagai pengirim, penerima, dan pengontrol gelombang ultrasonik (Yudha & Sani, 2017). Alat ini bisa digunakan untuk mengukur jarak benda dari 2cm - 4m dengan akurasi 3mm. Dengan demikian, untuk menghitung jarak yang hanya maksimal 4 m maka rumus di atas harus dimodifikasi atau disesuaikan satuannya. Sensor Ultrasonik HC-SR04 memancarkan gelombang ultrasonik pada frekuensi 40 000 Hz yang merambat melalui udara dan jika ada suatu benda atau halangan pada *range* pancaran gelombang, gelombang ultrasonik tersebut akan memantul kembali ke modul.



**Gambar 2.12** Sensor ultrasonik HC-SR04  
 Sumber : <https://www.e-gizmo.net/>

## 16. Printed Circuit Board (PCB)

PCB adalah papan rangkaian yang digunakan sebagai tempat penghubung jalur konduktor dan penyusunan letak komponen-komponen elektronika (Sonksank, Huda, & Budayawan, 2015). Industri elektronik PCB berkembang pesat sehingga ada bermacam-macam tipe PCB dilihat dari berbagai sudut pandang. PCB dilihat dari susunan lapis digolongkan menjadi 3 jenis yaitu, lapis tunggal, lapis ganda dan multi lapis. Dilihat dari bahan baku pembuatan PCB digolongkan menjadi 2, yaitu PCB keras dan PCB lunak. Sedangkan dari teknologi pengelupasan lapisan tembaga, ada dua jenis, yaitu pengelupasan mesin dan pengelupasan dengan larutan kimia.



**Gambar 2.13** Printed Circuit Board (PCB)

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

## 17. Sensor Warna TCS 3200

Sensor warna TCS3200 adalah sensor terprogram yang terdiri dari 64 buah *photodiode* sebagai pendeteksi intensitas cahaya pada warna obyek serta *filter* frekuensi sebagai *transducer* yang berfungsi untuk mengubah arus menjadi frekuensi (Sari, Handayani, Siregar, & Isnu, 2018). Selain itu sensor tersebut memiliki lensa fokus yang berguna untuk mempertajam pendeteksian *photodiode* terhadap intensitas cahaya dengan jarak pembacaan 2 mm dari lensa IC. Sensor warna TCS3200 dapat membaca 4

mode warna yaitu, merah, hijau, biru dan *clear* melalui 64 buah *photodiode* yang terbagi menjadi 4 bagian yaitu 16 *photodiode* untuk warna merah, 16 *photodiode* untuk warna hijau, 16 *photodiode* untuk warna biru dan 16 *photodiode* lainnya untuk pembacaan warna *clear*.



**Gambar 2.14** Sensor warna TCS 3200

Sumber : <https://deu.grandado.com/>

#### 18. Sensor *Gyroscope* MPU 6050

**Tabel 2.3** Spesifikasi sensor *gyroscope* MPU 6050

Spesifikasi	Keterangan
VDD	2.375V-3.46V
VLOGIC	1.71V to VDD
Serial Interface Supported	I2C
Pin 8	VLOGIC
Pin 9	AD0
Pin 23	SCL
Pin 24	SDA

Sumber : <https://eprints.uny.ac.id/>

Berdasarkan *datasheet* sensor MPU6050 adalah perangkat sensor yang terdapat *3-axis accelerometer* (sensor percepatan), *3-axis gyroscope* (sensor keseimbangan) atau yang dikenal dengan 6DOF (*Degrees of Freedom*), suhu, dan *magnetometer* (Rahman, Nantan, & Alfira, 2022). Sensor MPU6050 merupakan salah satu jenis alat elektronik yang digunakan sebagai pengukur inersia atau yang disebut dengan IMU (*Inertial Measurement Unit*) yang dapat mengukur kecepatan, orientasi, dan gaya gravitasi. Nilai yang dihasilkan sensor didapat dari gerakan tiga

sumbu yaitu x, y, dan z. Sensor ini mampu membaca kemiringan sudut berdasarkan data sensor yang termuat pada modul MPU6050. Akses modul sensor ini menggunakan jalur data I2C.



**Gambar 2.15** Sensor *gyroscope* MPU 6050

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

#### 19. Sensor Tegangan

Sensor tegangan adalah perangkat atau modul yang digunakan untuk mengukur, memonitor dan menghitung besar kecilnya suplai tegangan pada suatu rangkaian elektronika (Taif, Abbas, & Jamil, 2019). Sensor ini bisa digunakan untuk mendeteksi dan mengukur tegangan AC atau pun DC sesuai dengan fitur dan kemampuan yang dimilikinya. *Input* dari sensor ini adalah berupa tegangan listrik. Sementara *output*-nya adalah berupa *switch*, sinyal *analog* maupun modul *alarm*. Beberapa sensor jenis ini bahkan dapat mengeluarkan *output* berupa sinyal dalam bentuk gelombang *sinus* atau *pulse* tertentu, seperti sinyal PWM, AM dan FM.

Pada jenis sensor tegangan DC, umumnya terdiri dari dari *pin input* dan *pin output*. *Pin input* terdiri dari 2 buah pin positif dan negatif yang bisa dihubungkan dengan perangkat atau rangkaian elektronika yang hendak diukur. Sedangkan *pin output* dapat berupa data *analog* yang bisa

diteruskan ke modul lainnya sesuai kebutuhan.



**Gambar 2.16** Sensor tegangan  
Sumber : <https://digiwarestore.com/>

## 20. *Powerbank*

*Powerbank* adalah sebagai pengisi daya gadget saat kita sedang berada diluar dan jauh dari sumber listrik (Apriani, Rachmatullah, Sukamto, & Apriani, 2018). Fungsi *powerbank* dapat disebut juga sebagai penyimpan daya atau dapat dianalogikan sebagai baterai cadangan, namun untuk penggunaannya kita tidak perlu mencopot baterai *handphone*, kita cukup menancapkan kabel seperti saat kita melakukan pengisian menggunakan *charger* biasa. *Powerbank* ini sendiri mempunyai fungsi untuk mengisi kembali ponsel atau *gadget* anda saat *gadget* anda mulai kehabisan daya saat anda berada di luar ruangan yang tidak terdapat stop kontak atau colokan listrik. Jika kita lihat dari fungsi *powerbank* ini, alat ini bisa juga di sebut *portable charger* karena alat ini dapat di gunakan untuk mengisi ulang baterai ponsel atau gadget kapan pun dan dimana pun anda berada. *Powerbank* ini sangat cocok untuk orang yang mempunyai suatu bisnis, cocok untuk orang-orang lapangan yang jarang berada di dalam ruangan, dan juga cocok untuk orang-orang yang sering ada dalam perjalanan. *Powerbank* ini adalah benda mungil yang mempunyai berbagai macam

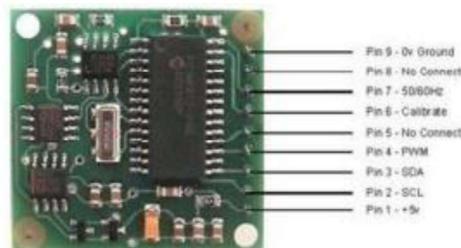
kapasitas daya, mulai dari 3000 *mAh* sampai 11000 *mAh*.



**Gambar 2.17** Powerbank  
Sumber : <https://sandberg.it/>

## 21. Sensor Kompas

Sensor kompas merupakan sensor penunjuk arah elektronik yang mampu mendeteksi medan magnet bumi, yaitu kutub utara dan selatan bumi. Sensor kompas sering dipakai dalam aplikasi robot sebagai penunjuk arah atau sudut orientasi robot 399 (Georgiou & Dai, 2010). Salah satu sensor kompas yang sering dipakai adalah modul CMPS03, seperti terlihat pada Gambar 2.18. Di dalam aplikasi robot, modul kompas ini digunakan sebagai referensi sudut hadap robot saat berada di posisi tertentu. Informasi arah yang diberikan oleh CMPS03 tersebut digunakan sebagai acuan oleh robot untuk bergerak ke arah berikutnya sesuai dengan target yang sudah ditentukan. Modul kompas ini menggunakan sensor KMZ51 *Philips* untuk mendeteksi medan magnet bumi. Tegangan kerja modul ini adalah 5 *volt* dengan konsumsi arus 15 mA. Data kompas dapat diakses menggunakan koneksi PWM atau I2C.



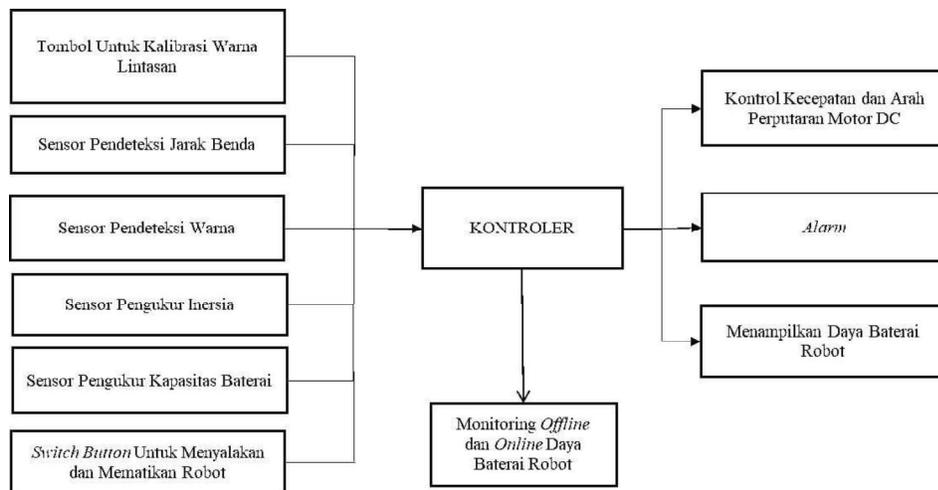
**Gambar 2.18** Sensor kompas  
Sumber : <https://www.nn-digital.com/>

### BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi tentang metode dan alur penelitian. Alur penelitian yang dijelaskan pada bab ini disertai dengan perancangan sistem, perancangan alat yang terdiri dari blok diagram, diagram alir dan *wiring* serta rencana pengujian yang dijelaskan secara rinci, sistematis, dan urut sesuai dengan langkah yang telah ditentukan. Pada penelitian ini penulis menggunakan metode eksperimen. Metode eksperimen adalah pendekatan yang digunakan dalam penelitian untuk menguji hipotesis melalui percobaan yang terkontrol. Dalam penelitian eksperimen, peneliti mencoba mengamati hubungan sebab-akibat dengan memanipulasi variabel tertentu dan mengamati efeknya terhadap variabel lain.

#### A. Perancangan Sistem

Kerangka perancangan sistem dapat dilihat pada diagram dibawah ini.



**Gambar 3.1** Diagram Perancangan Sistem  
Sumber : Dokumen Penelitian (2024)

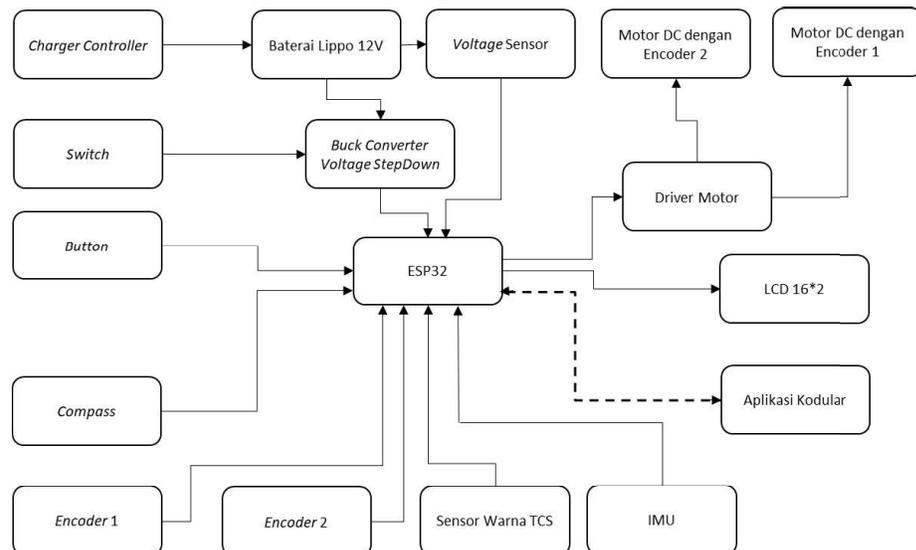
Diagram ini menunjukkan sebuah sistem yang dirancang untuk mendesain jalur terdekat bagi robot pengantar kopi di kapal pesiar menuju *power station* untuk melakukan pengisian daya. Robot dilengkapi dengan sensor navigasi dan

sistem pemetaan agar memperoleh rute terpendek dan dapat menghindari rintangan. Kontroler mengawasi kondisi baterai robot dan memerintahkan kapan robot harus menuju *power station*. Setelah pengisian daya, robot kembali beroperasi. Sistem ini dirancang untuk meminimalkan waktu tempuh dan memastikan robot selalu siap digunakan.

## B. Perancangan Alat

Berikut ini adalah skema perancangan alat pada robot pengantar kopi di atas kapal, setiap komponen akan memainkan peran penting dalam memastikan robot dapat beroperasi dengan efisien dalam lingkungan kapal yang bergerak dan dinamis. Diagram perancangan alat dapat dilihat di gambar 3.2.

### 1. Blok Diagram



**Gambar 3.2** Diagram perancangan alat  
Sumber : Dokumen Penelitian (2024)

Berikut adalah penjelasan rinci bagaimana masing-masing komponen bekerja untuk mendukung fungsi robot pengantar kopi di atas kapal:

- a. *Charger Controller & Battery Li-Po 12V*: Baterai *Li-Po* 12V memberikan daya utama bagi robot. Kapal cenderung beroperasi

dalam waktu lama, sehingga robot perlu baterai yang tahan lama dan dapat diisi ulang dengan aman. *Charger controller* memastikan pengisian baterai dilakukan dengan efisien dan aman di lingkungan kapal yang kadang tidak stabil.

- b. *Buck Converter Voltage Step Down*: Komponen ini menurunkan tegangan baterai 12V ke level yang lebih aman dan sesuai untuk mikrokontroler ESP32 dan komponen lain yang membutuhkan tegangan lebih rendah (biasanya 5V atau 3.3V). Ini memastikan robot dapat bekerja dengan stabil tanpa kelebihan daya.
- c. *Voltage Sensor*: Sensor tegangan ini akan memantau level daya baterai secara *real-time* dan mengirimkan informasi ini ke ESP32. Jika daya baterai mulai menurun, sistem dapat memperingatkan pengguna melalui LCD atau mengaktifkan mode hemat daya. Hal ini sangat penting di kapal agar robot tidak kehabisan daya di tengah operasi.
- d. Aplikasi Kodular: Sebagai aplikasi kendali jarak jauh pada robot. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk memesan kopi dari jarak jauh.
- e. ESP32: Sebagai pusat kendali, ESP32 menerima data dari semua sensor dan mengendalikan motor serta komponen lainnya. ESP32 juga bisa terhubung ke jaringan *Wi-Fi* kapal, sehingga data tentang status robot, seperti posisi atau level baterai, dapat dipantau secara jarak jauh oleh kru.

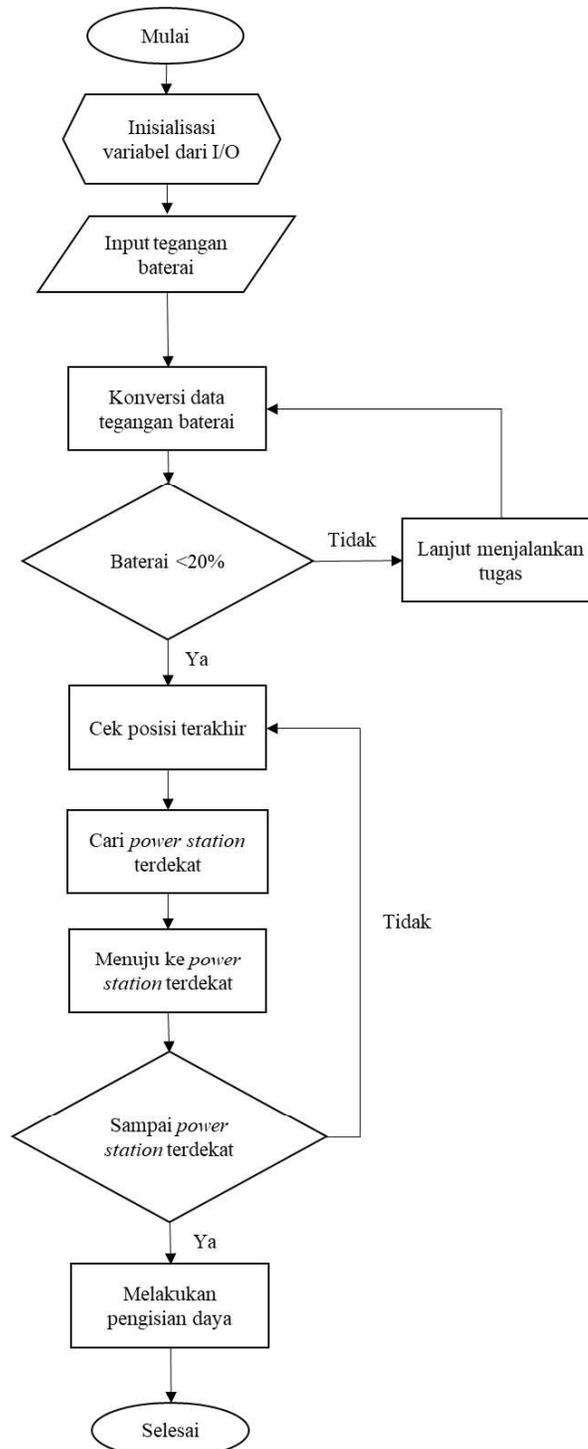
- f. *Motor DC* dengan *Encoder 1*: *Motor DC* ini sebagai penggerak robot. Dengan *encoder 1* yang terpasang di roda sebelah kanan, robot dapat mengukur jarak yang akan ditempuh dan memastikan kecepatan serta arah gerak khususnya disebelah kanan dengan presisi.
- g. *Motor DC* dengan *Encoder 2*: *Motor DC* ini sebagai penggerak robot. Dengan *encoder 2* yang terpasang di roda sebelah kiri. Robot dapat mengukur jarak yang akan ditempuh dan memastikan kecepatan serta arah gerak khususnya disebelah kiri dengan presisi.
- h. *Driver Motor*: Komponen ini mengendalikan arus dan tegangan yang masuk ke motor. *Driver motor* ini memungkinkan robot mengatur kecepatan, mengubah arah, atau bahkan berhenti dengan halus, sehingga robot bisa menghindari tabrakan atau bergerak dengan aman di antara penumpang dan furnitur kapal.
- i. LCD 16 x 2: LCD berfungsi untuk menampilkan informasi penting seperti level baterai, status motor, status jaringan, atau instruksi kepada kru kapal. Ini memungkinkan operator atau pengguna di kapal untuk memantau kondisi robot dengan cepat.
- j. *Button*: Tombol ini dapat digunakan sebagai kontrol manual untuk melakukan perintah kalibrasi warna lintasan pengujian.
- k. *Switch Button*: Tombol *switch* dapat digunakan sebagai kontrol manual untuk menyalakan dan mematikan robot.
- l. *Compass*: Kompas berfungsi untuk menjaga arah gerak robot di lingkungan kapal. Karena kapal bergerak dan bergoyang di atas air,

kompas membantu robot tetap berada di jalur yang benar meskipun lingkungan berubah.

- m. *Encoder 1: Encoder 1* yang terletak pada roda kanan robot memastikan robot bergerak dengan presisi. Ini sangat penting untuk memastikan robot mencapai tujuannya dengan akurat tanpa meleset dari jalur, meskipun mungkin ada gangguan dari pergerakan kapal.
- n. *Encoder 2: Encoder 2* yang terletak pada roda kiri robot memastikan robot bergerak dengan presisi. Ini sangat penting untuk memastikan robot mencapai tujuannya dengan akurat tanpa meleset dari jalur, meskipun mungkin ada gangguan dari pergerakan kapal.
- o. *Sensor Warna TCS*: Sensor warna ini bisa digunakan untuk mendeteksi tanda warna atau garis di lantai kapal, yang digunakan sebagai panduan jalur robot. Di atas kapal, jalur robot mungkin ditandai dengan warna tertentu agar robot dapat mengenali area tertentu untuk berhenti, berbelok, atau menunggu.
- p. *Inertial Measurement Unit (IMU)*: IMU mengukur akselerasi dan rotasi robot. Di kapal yang selalu bergerak, IMU memungkinkan robot untuk menyesuaikan posisinya dan menjaga keseimbangan, memastikan robot tidak terguling atau melaju terlalu cepat saat kapal miring atau bergoyang.

## **2. Flowchart**

Blok diagram perancangan alat diatas bekerja sesuai dengan tahapan diagram alir (*flowchart*). Berikut *flowchart* dapat dilihat pada gambar 3.3.



**Gambar 3.3** Flowchart

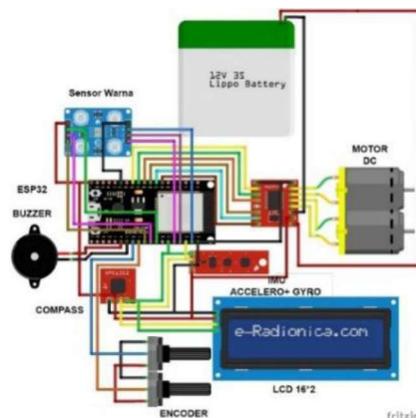
Sumber : Dokumen Penelitian (2024)

Diagram alir tersebut menggambarkan proses perencanaan jalur terdekat untuk sistem robot pengantar kopi pada kapal pesiar ketika robot

perlu mengisi daya di *power station*. Proses dimulai dengan inialisasi variabel dari *input/output* (I/O) yang digunakan untuk memonitor tegangan baterai robot. Tegangan baterai diukur, lalu dikonversi menjadi data digital yang dapat dianalisis. Sistem kemudian memeriksa apakah kapasitas baterai berada di bawah 20% dimana persentase baterai full atau 100% adalah 12,6V sedangkan baterai 20% adalah 10,5V. Batas baterai 20% dipilih karena alasan keamanan operasional dan efisiensi. Dengan sisa daya ini, robot memiliki cukup waktu untuk menuju *power station* tanpa risiko kehabisan baterai di tengah jalan. Selain itu, menjaga baterai tidak sampai habis mencegah kerusakan akibat pengosongan penuh yang bisa memperpendek umur baterai. Batas ini juga memungkinkan pengisian daya yang lebih efisien dan membantu menjaga performa robot tetap optimal. Jika kapasitas baterai masih mencukupi, robot akan melanjutkan tugasnya. Namun, jika kapasitas baterai kurang dari 20%, sistem akan mulai mencari solusi untuk pengisian daya.

### 3. *Wiring*

Dalam penelitian ini *wiring* robot pengantar kopi dapat dilihat pada gambar 3.4.



**Gambar 3.4** *Wiring* robot pengantar kopi  
Sumber : Dokumen Penelitian (2024)

Berikut rangkaian komunikasi antar pin berdasarkan *wiring* robot pengantar kopi di atas dapat dilihat pada tabel 3.1.

**Tabel 3.1** Komunikasi antar pin

<b>Component</b>	<b>Pin on Component</b>	<b>Pin on ESP32</b>	<b>Description</b>
<b>Motor Driver (Motor A)</b>			
Enable Motor A (ENA)	ENA	GPIO 25	Motor A PWM speed control
Motor A Control (IN1)	IN1	GPIO 27	Motor A direction control
Motor A Control (IN2)	IN2	GPIO 14	Motor A direction control
<b>Motor Driver (Motor B)</b>			
Enable Motor B (ENA)	ENB	GPIO 26	Motor B PWM speed control
Motor B Control (IN1)	IN3	GPIO 12	Motor B direction control
Motor B Control (IN2)	IN4	GPIO 13	Motor B direction control
<b>Motor Encoder (Motor 1)</b>			
Encoder A (Motor 1)	Encoder A	GPIO 32	Motor 1 encoder signal A
Encoder B (Motor 1)	Encoder B	GPIO 33	Motor 1 encoder signal B
<b>Motor Encoder (Motor 2)</b>			
Encoder A (Motor 2)	Encoder A	GPIO 34	Motor 2 encoder signal A
Encoder B (Motor 2)	Encoder B	GPIO 35	Motor 2 encoder signal B
<b>Compass (12C)</b>			
SDA (12C Data)	SDA	GPIO 21	12C data line for compass
SCL (12C Clock)	SCL	GPIO 22	12C clock line for compass
VCC	VCC	3.3V	Power supply for compass (3.3V)
GND	GND	GND	Ground
<b>LCD (12C)</b>			
SDA (12C Data)	SDA	GPIO 21 (Shared)	12C data line for LCD
SCL (12C Clock)	SCL	GPIO 22 (Shared)	12C clock line for LCD
VCC	VCC	5V	Power supply for LCD (5V)
GND	GND	GND	Ground
<b>IMU (12C)</b>			
SDA (12C Data)	SDA	GPIO 21 (Shared)	12C data line for IMU
SCL (12C Clock)	SCL	GPIO 22 (Shared)	12C clock line for IMU
VCC	VCC	3.3V	Power supply for IMU (3.3V)
GND	GND	GND	Ground

Sumber : Dokumen Penelitian (2024)

### C. Rencana Pengujian

Untuk menguji robot pengantar kopi di atas kapal, diperlukan rencana pengujian yang mencakup pengujian statis (dimana robot diuji tanpa bergerak) dan dinamis (dimana robot diuji selama bergerak). Berikut adalah rencana pengujian lengkap yang mencakup kedua jenis pengujian :

## 1. Pengujian Statis

Pengujian statis dilakukan untuk memeriksa komponen sistem robot tanpa melakukan pergerakan fisik. Ini bertujuan untuk menguji kelistrikan, perangkat keras, dan perangkat lunak secara terpisah.

### a. Pengujian Komponen Elektronik

#### 1) Pengujian Battery *Li-Po* 12V:

- a) Isi penuh baterai menggunakan *charger controller*.
- b) Gunakan multimeter untuk mengukur tegangan *output* baterai, pastikan tegangannya mendekati 12V.
- c) Nyalakan robot dan pantau seberapa cepat baterai berkurang selama periode waktu tertentu (misal 1 jam).

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan baterai bekerja sesuai spesifikasi dan kapasitas daya.

#### 2) Pengujian *Buck Converter*:

- a) Hubungkan *Buck Converter* ke baterai *Li-Po* 12V.
- b) Ukur *output* tegangan menggunakan multimeter pada titik keluaran *converter* (misal 5V atau 3.3V tergantung sistem).
- c) Pastikan tidak ada fluktuasi tegangan yang signifikan saat robot beroperasi.

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan *Buck Converter* menurunkan tegangan ke level yang tepat.

#### 3) Pengujian *Voltage Sensor*:

- a) Hubungkan sensor ke baterai *Li-Po* dan ESP32.

- b) Baca data tegangan dari sensor melalui ESP32, tampilkan di LCD atau *interface* komputer.
- c) Bandingkan hasil pembacaan dengan multimeter untuk memastikan akurasinya.

Pengujian ini bertujuan untuk memverifikasi akurasi pembacaan tegangan oleh sensor.

4) Pengujian LCD 16 x 2:

- a) Program ESP32 untuk menampilkan data (misalnya tegangan baterai) di LCD.
- b) Pastikan karakter pada LCD terbaca dengan jelas di berbagai kondisi pencahayaan.

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan LCD menampilkan informasi dengan benar.

b. Pengujian Sensor

1) Pengujian *Compass*:

- a) Tempatkan kompas dan ESP32 di lingkungan tanpa gangguan elektromagnetik.
- b) Putar kompas ke berbagai arah dan catat pembacaan dari kompas.
- c) Bandingkan hasilnya dengan kompas manual atau alat navigasi lain untuk memastikan keakuratan.

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan kompas berfungsi baik dan akurat dalam menentukan arah.

2) Pengujian IMU:

- a) Program ESP32 untuk menerima data akselerasi dan rotasi dari IMU.
- b) Goyangkan robot atau tempatkan dalam kondisi miring dan periksa apakah IMU mendeteksi perubahan orientasi dengan benar.

Pengujian ini bertujuan untuk memverifikasi respons IMU terhadap pergerakan dan perubahan orientasi.

3) Pengujian Sensor Warna TCS:

- a) Letakkan beberapa objek berwarna berbeda di depan sensor warna (merah, biru, hijau, dll.).
- b) Baca data yang dikirim sensor dan pastikan warna terdeteksi dengan benar.

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan sensor warna dapat mendeteksi warna dengan tepat.

4) Pengujian *Encoder*:

- a) Putar motor secara manual dan baca nilai dari *encoder*.
- b) Bandingkan putaran fisik motor dengan pembacaan dari *encoder* (misalnya, setiap 10 putaran motor, *encoder* harus melaporkan jumlah putaran yang benar).

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan akurasi pembacaan putaran motor oleh *encoder*.

c. Pengujian Koneksi *Wi-Fi*

1) Pengujian Koneksi *Wi-Fi*:

- a) Hubungkan ESP32 ke jaringan *Wi-Fi* di kapal.
- b) Periksa kekuatan sinyal di berbagai bagian kapal dengan menggunakan alat monitoring sinyal *Wi-Fi*.
- c) Coba kirim data dari ESP32 ke *server* atau perangkat lain melalui jaringan untuk memastikan koneksi stabil.

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan koneksi *Wi-Fi* berfungsi di seluruh area kapal.

**2. Pengujian Dinamis**

Pengujian dinamis dilakukan untuk memeriksa kinerja sistem saat robot bergerak dan beroperasi dalam kondisi nyata. Ini mencakup pengujian navigasi, stabilitas, dan ketahanan robot di atas kapal.

a. Pengujian robot menuju *power station*

Tujuan: memastikan robot mampu mendeteksi level baterai rendah dan menuju *power station* untuk pengisian daya.

1) Prosedur:

- a) Operasikan robot hingga baterai mencapai kapasitas di bawah 20%.
- b) Amati apakah robot secara otomatis menuju *power station* terdekat.

2) Hasil yang diharapkan: Robot berhasil mendeteksi baterai rendah dan menuju *power station* tanpa intervensi manual.

b. Pengujian waktu pengisian daya

Tujuan: mengukur waktu yang dibutuhkan robot untuk mengisi daya.

1) Prosedur:

- a) Hubungkan robot ke *power station* untuk mengisi daya.
- b) Catat waktu pengisian hingga baterai penuh.

- 2) Hasil yang diharapkan: mengetahui waktu yang dibutuhkan robot untuk mengisi daya hingga penuh.

c. Pengujian daya tahan baterai

Tujuan: mengukur durasi operasional robot dalam satu siklus baterai penuh.

1) Prosedur:

- a) Isi baterai robot hingga penuh.
- b) Operasikan robot secara terus-menerus di lintasan simulasi.
- c) Catat durasi hingga baterai robot kurang dari 20%.

- 2) Hasil yang diharapkan: mengetahui waktu yang dibutuhkan robot untuk beroperasi hingga baterai kurang dari 20%.

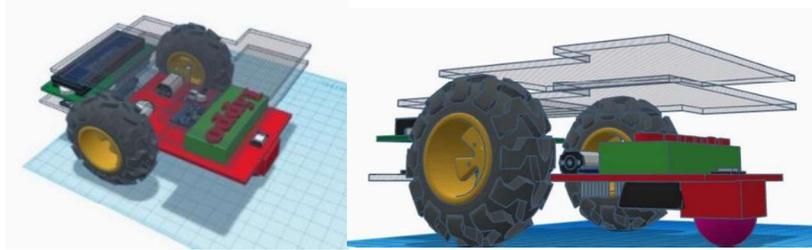
d. Pengujian kualitas komunikasi robot

Tujuan: mengetahui kualitas komunikasi robot pada jarak tertentu.

1.) Prosedur:

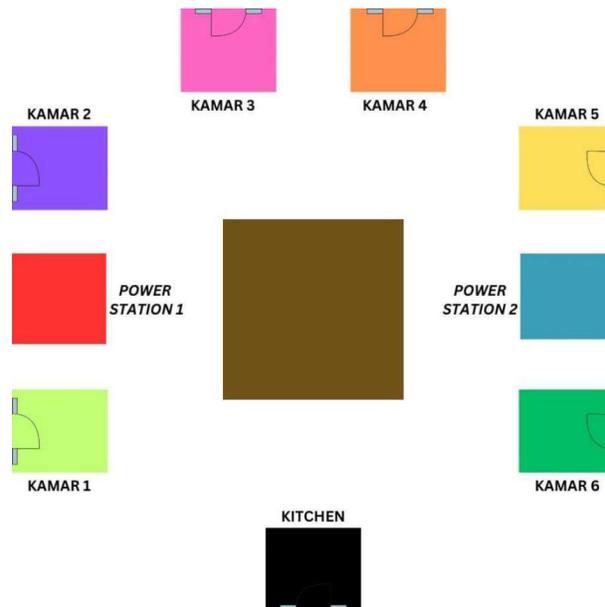
- a.) Nyalakan robot
- b.) Sambungkan robot pada koneksi *WiFi*
- c.) Posisikan wifi pada jarak tertentu
- d.) Amati pergerakan dan respon robot terhadap jarak *WiFi*

- 2.) Hasil yang diharapkan: mengetahui kualitas komunikasi robot terhadap jarak koneksi *WiFi*



**Gambar 3.5** Desain 3D robot pengantar kopi  
Sumber : Dokumen Penelitian (2024)

Gambar 3.5 diatas adalah desain 3D robot pengantar kopi tampak dari atas dan dari samping dengan memperlihatkan komponen yang digunakan. Denah lintasan pengujian robot pengantar kopi dapat dilihat pada gambar 3.6. Terdapat *kitchen* sebagai *homebase*, 6 kamar dan 2 *power station*.



**Gambar 3.6** Denah lintasan pengujian robot pengantar kopi  
Sumber : Dokumen Penelitian (2024)