Edu Elektrika Journal Vol 12 No 1
Januari – Juni 2024

E-ISSN 2723-5602
P-ISSN 2252-7095

https://journal.unnes.ac.id/journals/eduel/index

Rancang Bangun Prototype Robot Bawah Air ROV Gurindam Mababot

Hollanda Arief Kusuma[1], Maulana Azhar[2], Faiz Noor Zufayri[3], Rafli Hidayat[4], dan Carel Candigia Sahid Ilhami[5]

[1,2,3,4,5]*Universitas Maritim Raja Ali Haji*

Jl. Daeng Kamboja, Senggarang, Kec. Tj. Pinang Kota, Kota Tanjung Pinang, Kepulauan Riau 29115, Indonesia.

hollandakusuma@umrah.ac.id[1], 2101010001@student.umrah.ac.id[2], 2101010030@student.umrah.ac.id[3], 2001020061@student.umrah.ac.id[4], 2101010015@student.umrah.ac.id[5]

Abstrak— Dalam jurnal ini menyajikan desain, pengembangan, dan pengujian Gurindam Mababot, Kendaraan Pengoperasian Jarak Jauh (ROV) bawah air yang canggih. ROV Gurindam Mababot telah dirancang khusus untuk melakukan berbagai tugas di lingkungan bawah air yang menantang, seperti eksplorasi, inspeksi, dan pengumpulan data.Proses desain difokuskan pada optimalisasi kinerja, daya tahan, dan kemampuan manuver robot. Teknik rekayasa canggih diterapkan untuk memastikan kemampuan ROV bertahan dalam kondisi bawah air yang keras dan menjaga stabilitas selama pengoperasian. Integrasi sensor canggih dan sistem komunikasi semakin meningkatkan kemampuan robot untuk eksplorasi bawah air dan akuisisi data yang efektif. Tahap pengujian melibatkan evaluasi ketat untuk menilai kinerja Gurindam Mababot dalam berbagai skenario bawah air. Pengujian tersebut mencakup kemampuan manuver, stabilitas, dan daya tahan, memastikan bahwa ROV memenuhi persyaratan untuk misi bawah air jangka panjang. Hasilnya menunjukkan efektivitas Gurindam Mababot dalam melaksanakan tugas kompleks dan mengumpulkan data berharga di berbagai lingkungan bawah air. Selanjutnya tulisan ini membahas potensi penerapan ROV Gurindam Mababot. Kemampuannya membuatnya cocok untuk aplikasi seperti eksplorasi laut dalam, inspeksi infrastruktur bawah air, pemantauan lingkungan, serta operasi pencarian dan penyelamatan. Fleksibilitas dan kemampuan beradaptasi ROV Gurindam Mababot menjadikannya aset berharga dalam berbagai skenario bawah air, berkontribusi terhadap kemajuan di bidang robotika bawah air. Kesimpulannya, makalah ini menyajikan desain, pengembangan dan pengujian ROV Gurindam Mababot. Desain inovatif, kekokohan, dan kemampuan canggih dari robot bawah air ini menjadikannya alat yang menjanjikan untuk tugas eksplorasi dan inspeksi bawah air. Temuan dan wawasan yang dibagikan dalam makalah ini berkontribusi pada pengembangan robotika bawah air dan membuka jalan bagi kemajuan masa depan dalam bidang ini.

Kata kunci— Remotely Operated Vehicle (ROV), Robotika bawah air.

Abstract— This journal presents the design, development and testing of the Gurindam Mababot, an advanced underwater Remotely Operated Vehicle (ROV). The Gurindam Mababot ROV has been specifically designed to perform a variety of tasks in challenging underwater environments, such as exploration, inspection and data collection. The design process focused on optimizing the robot's performance, durability and maneuverability. Advanced engineering techniques are applied to ensure the ROV's ability to survive harsh underwater conditions and maintain stability during operation. The integration of advanced sensors and communication systems further enhances the robot's capabilities for effective underwater exploration and data acquisition. The testing phase involved rigorous evaluation to assess Gurindam Mababot's performance in various underwater scenarios. The testing covered maneuverability, stability and endurance, ensuring that the ROV meets the requirements for long-term underwater missions. The results demonstrate the effectiveness of Gurindam Mababot in carrying out complex tasks and collecting valuable data in a variety of underwater environments. Next, this paper discusses the potential application of the Gurindam Mababot ROV. Its capabilities make it suitable for applications such as deepsea exploration, underwater infrastructure inspection, environmental monitoring, and search and rescue operations. The flexibility and adaptability of the Gurindam Mababot ROV makes it a valuable asset in a variety of underwater scenarios, contributing to advances in the field of underwater robotics. In conclusion, this paper presents the design, development and testing of the Gurindam Mababot ROV. The innovative design, robustness and advanced capabilities of this underwater robot make it a promising tool for underwater exploration and inspection tasks. The findings and insights shared in this paper contribute to the development of underwater robotics and pave the way for future advances in this field.

Keywords— Remotely Operated Vehicle (ROV), Underwater robotics.

Diterima: 9 Desember 2024 | Disetujui: 11 November 2026 |Dipublikasi: 12 November 2026

This is an open access article under the CC BY-4.0 license

E-ISSN 2723-5602
P-ISSN 2252-7095
https://journal.unnes.ac.id/journals/eduel/index

I. PENDAHULUAN

Penggunaan teknologi robot telah banyak dilakukan di berbagai sektor kehidupan. Ada yang digunakan dalam industri, pengamatan, pendidikan, dan sebagainya. Perkembangan teknologi robot sangat tergantung pada penggunaan chip Mikrokontroler sebagai otak dan pusat kendali robot.

Ada beberapa tipe robot yang secara umum dibagi menjadi dua kelompok yakni robot manipulator dan robot yang dapat bergerak (mobile robot). Robot manipulator dicirikan dengan memiliki lengan (arm robot) dan banyak digunakan untuk robot industri. Sedangkan mobile robot merupakan robot yang dapat bergerak berpindah tempat meskipun nantinya robot tersebut juga dipasang manipulator. Robot yang dapat bergerak atau mobile robot dapat dikelompokkan lagi menjadi tiga yaitu robot daratan (ground robot), robot air (underwater robot), dan robot terbang (aerial robot) (Mulyana et al., 2016).

Adapun yang akan dibahas pada laporan makalah ini ialah jeni robot bawah air (Underwater Robot) dengan jenis ROV. ROV (Remotely Operated Vehicle) menurut Marine Technology Society ROV Committee's dalam "Operational Guidelines for ROVs" (1984) dan The National Research Council Committee's dalam "Undersea Vehicles and National Needs" (1996) pada dasarnya sebuah robot bawah laut yang dikendalikan oleh operator ROV, untuk tetap dalam kondisi yang aman, pada saat ROV bekerja di lingkungan yang berbahaya (Gitakarma, 2015).

Dalam konteks ini, kami ingin memperkenalkan ide pengembangan robot yang memiliki klaim originalitas yang unik. Robot yang kami sebut Robot Gurindam Mababot adalah jenis ROV (Remotely Operated Vehicle) yang menggunakan 6 unit underwater thruster dan dirancang khusus untuk menyelesaikan misi Autonomy Challenge (Liu et al., 2017).

ROV telah lama digunakan dalam eksplorasi bawah air, pemeliharaan infrastruktur, dan penelitian kelautan. Namun, penggunaan ROV dalam konteks misi otonom yang kompleks masih terbatas. Oleh karena itu, kami mengusulkan pengembangan Robot Gurindam Mababot sebagai robot ROV yang memiliki kemampuan otonom yang tinggi dalam menyelesaikan misi Autonomy Challenge.

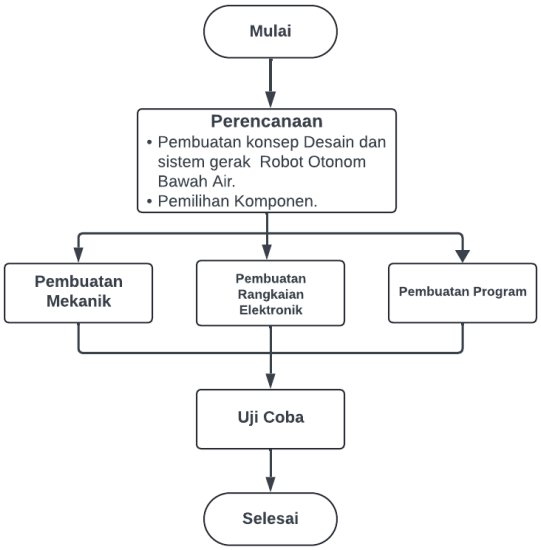
Keunikan utama dari Robot Gurindam Mababot terletak pada penggunaan 6 unit underwater thruster yang memungkinkan robot untuk melakukan manuver yang presisi dan responsif di dalam air. Dengan konfigurasi ini, robot dapat mengatasi tantangan lingkungan yang sulit dan menavigasi dengan cepat dan akurat. Selain itu, dengan menggunakan teknologi ROV, Robot Gurindam Mababot dapat dioperasikan dari jarak jauh, memungkinkan robot ini untuk menjalankan misi otonom dengan efisien dan efektif.

Melalui pengembangan Robot Gurindam Mababot, kami berharap dapat memberikan kontribusi baru dalam pengembangan robot ROV yang memiliki kemampuan otonom yang tinggi. Robot ini didesain khusus untuk menyelesaikan misi Autonomy Challenge, yang melibatkan tugas-tugas kompleks dan tantangan lingkungan yang beragam (Rahmanto et al., 2015). Kami meyakini bahwa kombinasi antara teknologi ROV dan penggunaan 6 unit underwater thruster dalam Robot Gurindam Mababot memberikan solusi yang inovatif dan orisinal dalam pengembangan robotika otonom.

Dengan demikian, pengembangan Robot Gurindam Mababot adalah upaya kami untuk menggabungkan konsep robotika, penggunaan ROV, dan otonomi dalam menghadapi misi Autonomy Challenge.

II. METODE PENGEMBANGAN

A. Perancangan Robot Bawah Air



Gambar 1. Struktur Membangun Robot Bawah Air

Pengembangan Robot Gurindam Mababot melibatkan serangkaian tahapan yang terstruktur untuk membangun robot bawah air yang handal. Tahapan-tahapan ini mencakup perencanaan, desain, konstruksi, pengujian, dan penyelesaian robot. Setiap tahapan memiliki peran penting dalam memastikan bahwa Robot Gurindam Mababot dapat menjalankan misi Autonomy Challenge dengan sukses.

Tahap pertama dalam pengembangan adalah perencanaan. Pada tahap ini, kami mengidentifikasi tujuan dan kebutuhan robot serta merumuskan spesifikasi yang jelas. Kami melakukan penelitian tentang teknologi ROV dan underwater thruster yang ada, serta mempelajari misi Autonomy Challenge yang harus dijalankan oleh robot. Selain itu, kami juga mengidentifikasi kendala dan tantangan yang mungkin muncul selama pengembangan.

Setelah perencanaan, tahap desain dimulai. Pada tahap ini, kami merancang struktur robot, termasuk badan, thruster, dan sistem kontrol. Kami mempertimbangkan aspek-aspek seperti kestabilan, daya serap kejut, dan ketahanan terhadap lingkungan bawah air. Selain itu, kami merancang sistem kontrol yang memungkinkan robot untuk beroperasi secara otonom sesuai dengan misi yang ditentukan.

Setelah desain selesai, tahap konstruksi dimulai. Pada tahap ini, kami menggunakan material yang tahan terhadap korosi dan tekanan air untuk membangun kerangka robot. Selain itu, kami memasang 6 unit underwater thruster sesuai dengan

This is an open access article under the CC BY-4.0 license

E-ISSN 2723-5602
P-ISSN 2252-7095
https://journal.unnes.ac.id/journals/eduel/index

desain yang telah direncanakan. Proses ini melibatkan keahlian teknik dan perakitan yang cermat untuk memastikan robot dapat berfungsi dengan baik di dalam air.

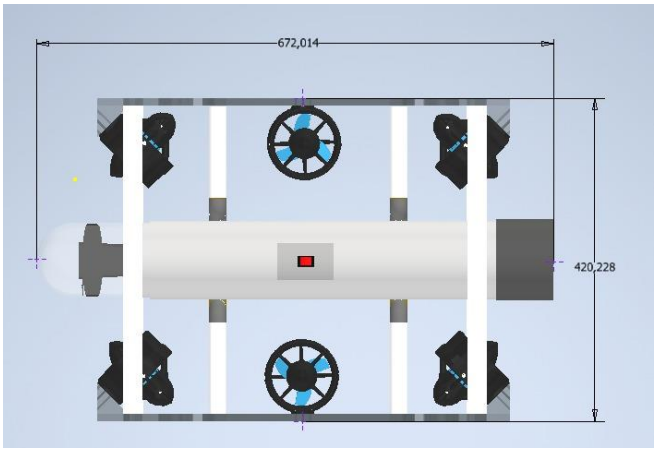
Setelah konstruksi selesai, robot menjalani serangkaian pengujian. Pengujian meliputi pengujian struktur robot untuk memastikan kekuatan dan kestabilannya. Selain itu, sistem kontrol diuji untuk memastikan responsifitas dan keandalannya. Robot juga diujikan di dalam air untuk memeriksa kemampuan navigasi, manuver, dan kinerja secara keseluruhan. Pengujian ini membantu kami mengidentifikasi masalah dan melakukan perbaikan yang diperlukan.

Setelah pengujian, dilakukan penyelesaian dan optimalisasi. Kami memperbaiki dan memperkuat komponen yang mungkin mengalami keausan atau kerusakan selama pengujian. Kami juga melakukan penyetelan dan peningkatan pada sistem kontrol untuk meningkatkan kinerja dan kehandalan robot. Tujuan tahap ini adalah untuk memastikan bahwa Robot Gurindam Mababot siap untuk menjalankan misi Autonomy Challenge dengan optimal.

Melalui tahapan-tahapan ini, kami berhasil membangun Robot Gurindam Mababot dengan perencanaan yang matang, desain yang baik, dan pengujian yang komprehensif. Dengan adanya Robot Gurindam Mababot, kami berharap dapat memberikan kontribusi baru dalam pengembangan robotika bawah air dan memajukan teknologi dalam bidang ini.

B. Desain Robot

1) Desain Frame dan Hull



Gambar 2. Desain Frame dan Hull Robot Gurindam Mababot

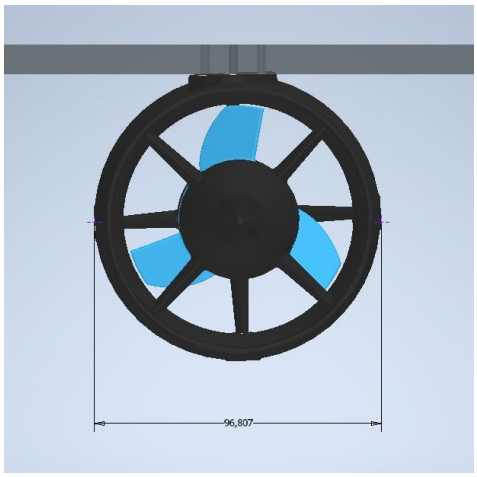
Perancangan pada Desain robot Guridanm Mababot ini menggunakan bantuan dari software Autodesk Inventor, terlihat pada Gambar 2 merupakan model desain Robot Gurindam Mababot dengan ukuran sebagai berikut:

- Panjang robot = 67,2014 cm
- Lebar robot = 42,0228 cm
- Tinggi = 27,9924 cm

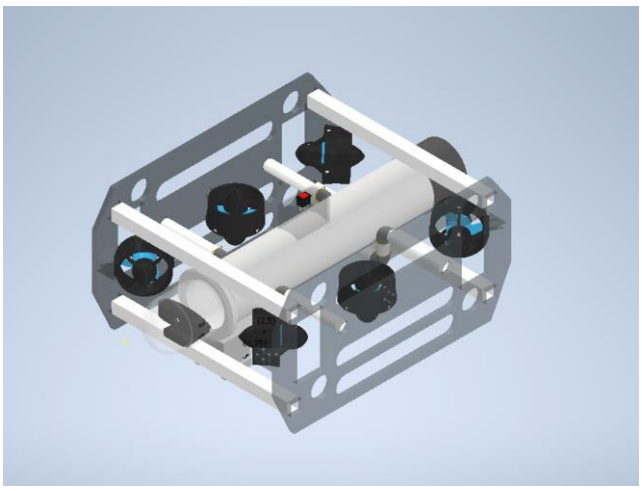
Konsep desain yang digunakan oleh robot bawah air Gurindam Mababot ini memiliki keunggulan dalam hal kesederhanaan dan kemudahan dalam proses perakitan dan penyelesaian. Alasan utama di balik penggunaan konsep desain seperti ini adalah untuk membuat robot ini "bringable", atau mudah dibawa dan dipindahkan. Dengan menggunakan konsep desain yang simpel dan mudah di bongkar pasang, robot ini dapat dengan mudah dibongkar menjadi bagian-bagian yang lebih kecil untuk memudahkan transportasi dan perpindahan. Hal ini sangat penting dalam konteks penggunaan di dalam air, di mana aksesibilitas dan mobilitas sering kali menjadi faktor krusial.

Selain itu, konsep desain yang simpel juga memungkinkan robot ini untuk lebih mudah dalam perawatan dan perbaikan. Dengan membagi robot menjadi bagian-bagian yang terpisah, jika terjadi kerusakan pada salah satu komponennya, komponen tersebut dapat langsung diganti tanpa harus memperbaiki keseluruhan robot.

2) Desain Penggerak Robot



Gambar 3. Desain Under Water Thruster



Gambar 4. Tampak Perspektif Desain Robot

Pada robot bawah air Gurindam Mababot, peletakan empat thruster atau penggeraknya secara strategis memberikan kemampuan manuver 4 DOF atau empat derajat kebebasan pada robot ini. Hal ini merupakan alasan penting mengapa robot ini mampu menjangkau tempat-tempat yang berintangan atau sulit diakses (Wu, 2018).

Dengan enam thruster yang berukuran diameter 9,68 cm ditempatkan dengan strategi yang tepat, robot ini dapat melakukan gerakan maju dan mundur (surge), gerakan naik dan

This is an open access article under the CC BY-4.0 license

E-ISSN 2723-5602
P-ISSN 2252-7095
https://journal.unnes.ac.id/journals/eduel/index

turun (heave), gerakan miring ke kiri dan kanan (sway), serta gerakan putar atau rotasi (yaw). Kemampuan ini memberikan robot kemampuan manuver yang sangat fleksibel dan memungkinkannya untuk bergerak dengan leluasa di dalam lingkungan bawah air yang kompleks.

Penggunaan empat derajat kebebasan ini, robot dapat dengan mudah menghindari rintangan atau hambatan yang ada di sekitarnya. Robot dapat bergerak maju dan mundur untuk mendekati atau menjauhi objek, naik dan turun untuk menyesuaikan kedalaman, miring ke kiri dan kanan untuk menghindari rintangan, serta melakukan gerakan putar untuk mengubah arah secara efisien.

C. Spesifikasi robot bawah air yang dibangun

Berikut ini Spesifikasi komponen yang digunakan pada Robot Bawah Air Gurindam Mababot.

TABEL I. KOMPONEN SISTEM KENDALI KRBAI

No	Nama Komponen	Jumlah	Satuan
1.	ESP32 Devkit V4	1	Pcs
2.	Raspberry PI V4	1	Pcs
3.	Relay DC 2 Channel	6	Pcs
4.	ESC 50A Hobbywings	6	Pcs
5.	Batterai LiPo 14,5 V	1	Pcs
6.	Batterai LiPo 7,4 V	1	Pcs
7.	Transmitter FS-IA6	1	Pcs
8.	Remote Control Flysky-IA6	1	Pcs
9.	Webcam Logitech Full HD C920 Pro	1	Pcs
10.	Underwater Thuster T200	6	Pcs
11.	Sensor MPU-6050	1	Pcs

1) ESP32 Devkit V4

ESP32 Devkit V4 adalah salah satu modul pengembangan yang populer berbasis pada mikrokontroler ESP32. Mikrokontroler tersebut merupakan produk dari Espressif Systems, sebuah perusahaan yang mengkhususkan diri dalam desain dan produksi sistem-on-a-chip (SoC) dan modul Wi-Fi yang terintegrasi (Yusi Yosep, 2023).

TABEL II. SPESIFIKASI ESP32 DEVKIT V4

Parameter	Spesifikasi
Mikrokontroler	ESP32
Arsitektur	Dual-core Xtensa LX6
Kecepatan Clock	Hingga 240 MHz
Memori Program	4 MB flash memory
Memori RAM	520 KB
Wi-Fi	802.11 b/g/n
Bluetooth	Versi 4.2 atau lebih tinggi
GPIO	34 GPIO, 4x SPI, 3x UART, 2x I2C, 2x I2S, RMT, LED PWM, 1 host SD/eMMC/SDIO, 1 Slave SDIO/SPI, TWAI®, 12-bit ADC, Ethernet
Kristal terintegrasi	40 MHz crystal
SPI flash 1 terintegrasi	4 MB
Voltase kerja/Power supply	3.0 V ~ 3.6 V
Arus kerja	Average: 80 mA
minimum arus power supply	500 mA
Suhu rekomendasi saat beroperasi	–40 °C ~ +85 °C



Gambar 5. ESP32 DevKitC V4

2) Raspberry Pi V4

Raspberry Pi 4 adalah komputer papan tunggal yang dikembangkan oleh Raspberry Pi Foundation. Ini adalah generasi terbaru dari seri Raspberry Pi yang populer. Raspberry Pi 4 menawarkan kinerja yang lebih tinggi, peningkatan konektivitas, dan fitur-fitur baru yang memungkinkan pengguna untuk menjalankan berbagai proyek elektronik dan komputasi (Faudzi et al., 2015).

TABEL III. SPESIFIKASI RASPBERRY PI 4

Parameter	Spesifikasi
Prosesor	Broadcom BCM2711 quad-core ARM Cortex-A72 64-bit
Kecepatan Clock	Hingga 1,5 GHz
Memori RAM	2 GB, 4 GB, atau 8 GB LPDDR4
Grafis	Prosesor grafis VideoCore VI
Video Playback	4K hingga 60 fps
USB	2 x USB 3.0, 2 x USB 2.0
Ethernet	Port Ethernet Gigabit
Wi-Fi	802.11ac
Bluetooth	Versi 5.0
Penyimpanan	Kartu microSD
Antarmuka	2 x HDMI, GPIO (40-pin), MIPI CSI, MIPI DSI
Sistem Operasi	Raspbian, Ubuntu, Distribusi Linux lainnya.



Gambar 6. Raspberry Pi 4

This is an open access article under the CC BY-4.0 license

E-ISSN 2723-5602
P-ISSN 2252-7095
https://journal.unnes.ac.id/journals/eduel/index

3) Logitech Full HD C920 Pro

Logitech Full HD C920 Pro merupakan webcam beresolusi tinggi dengan kemampuan merekam video. Sensor pada kamera tersebut adalah CMOS dengan teknologi RightLight 2 dengan mengoptimalkan kualitas gambar dalam berbagai kondisi cahaya. Webcam yang digunakan berfungsi sebagai menangkap objek berupa warna benda didasar air yang akan dikomputasi oleh Raspberry Pi 4 lalu disimpan di penyimpanan data yang diolah oleh machine learning.

TABEL IV. SPESIFIKASI LOGITECH FULL HD C920 PRO/C930C 10890

Parameter	Spesifikasi
Tipe	USB Webcam
Resolusi Maks	1080 pixels
Tipe Antarmuka	USB 3.0
Resolusi Video	Full HD
Frame Rate	30 Fps



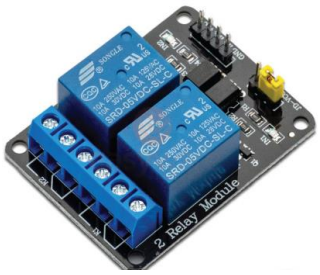
Gambar 7. Logitech Full HD C920 Pro

4) Relay DC 2 Channel

Relay DC 2 Channel adalah sebuah perangkat elektronik yang berfungsi sebagai saklar elektromagnetik untuk mengendalikan aliran listrik pada rangkaian DC (arus searah). Relay ini memiliki dua saluran (channel) yang dapat digunakan secara independen untuk mengontrol dua sirkuit listrik terpisah. Setiap saluran pada Relay DC 2 Channel dapat menghubungkan atau memutuskan aliran listrik pada sirkuit yang terhubung ke relay tersebut.

TABEL V. SPESIFIKASI RELAY DC 2 CHANNEL

Parameter	Spesifikasi
Relay Type	Low Level Trigger
Logic Input (V)	3.3 ~ 5 V
Trigger Voltage (VDC)	5
Switching Voltage (VAC)	250@10A
Switching Voltage (VDC)	30@10A



Gambar 8. 2 Channel Relay 5V

5) ESC 50A Hobbywings

ESC 50A Hobbywings adalah pengendali kecepatan elektronik dengan kapasitas arus 50A yang digunakan dalam robot bawah air Gurindam Mababot. Ini memungkinkan kontrol presisi terhadap kecepatan motor dan dilengkapi dengan fitur perlindungan seperti proteksi lonjakan tegangan dan suhu berlebih. ESC ini penting untuk mengoptimalkan performa motor dan memberikan kontrol yang handal.

TABEL VI. SPESIFIKASI UNTUK ESC 50A HOBBYWINGS

Parameter	Spesifikasi
Constant Current	50A
Burst Current	(>10s) 60A
BEC Mode	Switch mode
BEC Output	5V at 5A
Battery Cell	2-6 cells Lipo, or 5-18 cells
Refresh Rate	50Hz-432Hz
Dimension	68x25x12mm
Weight	43g
Maximum speed	70000 RPM (6 poles motor)



Gambar 9. ESC 50A Hobbywings

6) Underwater Thuster T200

Underwater Thruster Brushless 560KV adalah penggerak bawah air yang menggunakan motor brushless dengan rating kV 560KV. Dirancang khusus untuk robot bawah air Gurindam Mababot, thruster ini memberikan daya dorong yang kuat dan efisien (Javier et al., 2023).

Dengan desain tahan air dan teknologi brushless yang handal, thruster ini mampu menghasilkan kecepatan putaran tinggi dan manuverabilitas yang baik di dalam air. Sebagai komponen utama dalam sistem propulsi, Underwater Thruster Brushless 560KV memungkinkan robot Gurindam Mababot untuk bergerak dengan lincah dan efektif dalam menjalankan tugas-tugasnya di lingkungan bawah air.

This is an open access article under the CC BY-4.0 license

E-ISSN 2723-5602
P-ISSN 2252-7095
https://journal.unnes.ac.id/journals/eduel/index

TABEL VII. UNDERWATER THRUSTER BRUSHLESS 560KV

Parameter	Spesifikasi
Speed	6000 RPM
Voltage	24 Volts, 12 Volts
Material	Plastic, Metal
Item Weight	278 Grams
Dimensions	76x56x25
Firmware	No



Gambar 10. Underwater Thruster Brushless 560KV

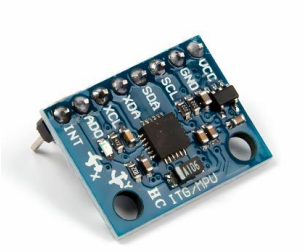
7) Sensor MPU-6050

Sensor MPU-6050 adalah sebuah sensor inersial yang digunakan dalam sistem kendali robot bawah air Gurindam Mababot. Sensor ini menggabungkan akselerometer dan gyroscope dalam satu paket, yang memungkinkan pengukuran kecepatan putar dan percepatan dalam tiga sumbu.

Dengan menggunakan MPU-6050, sistem kendali robot dapat memperoleh data yang diperlukan tentang orientasi dan gerakan robot di dalam air. Sensor ini membantu dalam menjaga stabilitas, navigasi, dan kontrol yang presisi pada robot bawah air Gurindam Mababot, memungkinkan robot untuk beroperasi dengan lebih akurat dan efisien di dalam lingkungan bawah air.

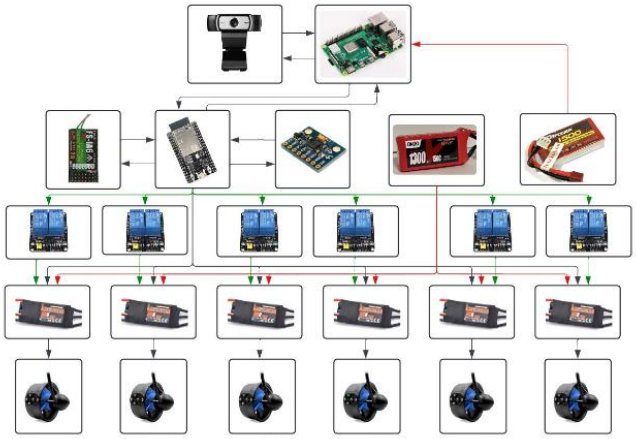
TABEL VIII. SPESIFIKASI UNTUK SENSOR MPU-6050

Parameter	Spesifikasi
Use the chip	MPU-6050
Power supply	3-5 V
Communication modes	Standard IIC
Chip built-in	16bit AD converter, 16-bit data output
Gyroscope range	250 500 1000 2000 / s
Acceleration range	2, 4, 8, 16g
Pin pitch	2.54 mm



Gambar 11. Sensor MPU-6050

D. Rancangan Kendali Robot Bawah Air



Gambar 12. Alur Electrical Robot Bawah Air

Sistem kendali robot bawah air Gurindam Mababot didasarkan pada rangkaian elektrikal yang terdiri dari beberapa komponen penting. Berikut adalah alur sistem kendalinya:

- ESP32 Devkit V4: Komponen ini berfungsi sebagai otak utama sistem kendali. ESP32 mengendalikan operasi keseluruhan robot dan berkomunikasi dengan komponen lainnya melalui antarmuka yang sesuai.
- Raspberry Pi V4: Raspberry Pi berperan sebagai sistem komputasi dalam robot. Ia menjalankan program dan algoritma kendali, serta berfungsi sebagai penghubung antara komponen lain dalam robot.
- Transmitter FS-IA6 dan Remote Control Flysky-IA6: Transmitter dan remote control berfungsi sebagai perangkat kendali eksternal untuk mengendalikan gerakan dan fungsi robot bawah air. Mereka berkomunikasi secara nirkabel dengan receiver di robot.
- Webcam Logitech Full HD C920 Pro: Webcam digunakan untuk mengambil gambar dan video di bawah air. Data dari webcam dapat digunakan untuk navigasi, pemetaan, atau tujuan pemantauan.
- Sensor MPU-6050: Sensor inersial ini memberikan informasi tentang orientasi dan gerakan robot. Data dari sensor ini digunakan untuk menjaga stabilitas, navigasi, dan kontrol yang presisi.
- Underwater Thruster T200: Thruster bawah air bertanggung jawab untuk memberikan daya dorong yang diperlukan agar robot dapat bergerak di dalam air dengan kecepatan dan arah yang diinginkan.
- ESC 50A Hobbywings: Electronic Speed Controller (ESC) bertanggung jawab atas pengaturan kecepatan dan arah putaran motor thruster. ESC menerima sinyal dari komponen kendali (ESP32 atau Raspberry Pi) dan mengubahnya menjadi daya yang sesuai untuk menggerakkan thruster.
- Relay DC 2 Channel: Relay digunakan untuk mengontrol kecepatan dan arah putaran ESC 50A Hobbywings. Relay menerima sinyal dari komponen kendali (ESP32 atau Raspberry Pi) dan mengatur daya yang diberikan ke ESC.

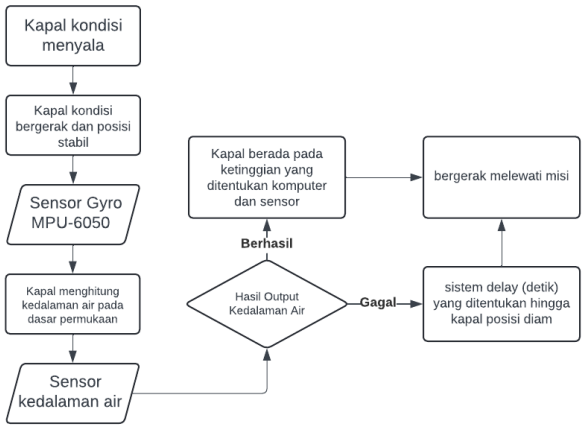
This is an open access article under the CC BY-4.0 license

E-ISSN 2723-5602
P-ISSN 2252-7095
https://journal.unnes.ac.id/journals/eduel/index

- Batterai LiPo 14,5V dan Batterai LiPo 7,4V: Baterai LiPo menyediakan daya untuk menggerakkan semua komponen dalam robot. Baterai LiPo 14,5V digunakan untuk mengoperasikan thruster dan memberikan daya yang cukup besar untuk menjaga robot tetap bergerak di dalam air. Baterai LiPo 7,4V digunakan untuk mengoperasikan komponen lain dalam robot, seperti ESP32, Raspberry Pi, dan sensor lainnya.

Dalam alur sistem kendali elektrikal, ESP32 atau Raspberry Pi sebagai otak utama mengumpulkan data dari sensor, menerima perintah dari remote control atau transmitter, dan mengatur kontrol pada thruster, ESC, dan komponen lainnya agar robot bawah air Gurindam Mababot dapat bergerak dan berfungsi dengan baik di dalam air.

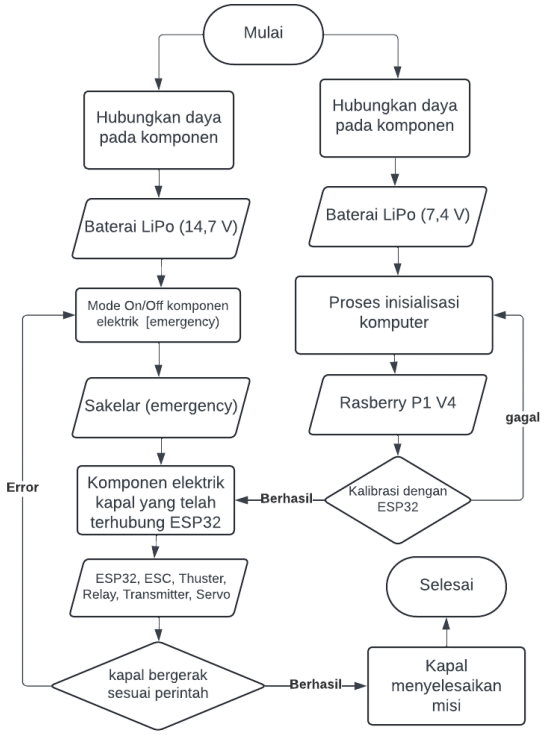
E. Sensor System



Gambar 13. Flowchart Sensor System

Robot KRBAI sendiri menggunakan sistem otomatis saat bergerak sesuai perintah yang dikombinasikan langsung dengan beberapa sensor. Sistem gerak pada Robot KRBAI perlu diperhatikan stabilitas saat melakukan sebuah perintah dengan menggunakan Sensor MPU-6050 sebagai inputan untuk mendapatkan informasi tentang gerakan objek dalam tiga dimensi (x, y, dan z) yang merupakan gabungan kombinasi antara acccelerometer dan gytoscope, terutama dalam pelacakan gerakan, pengukuran orientasi, navigasi, stabilisasi pada Robot. Lalu inputan kedua berupa sensor (kedalaman air) untuk menghubungkan dengan sistem kendali atau komputer yang mengendalikan ROV. Informasi kedalaman yang diterima dari sensor tersebut untuk mencegah tabrakan dengan dasar kolam sehingga saat mengambil keputusan Robot tersebut mampu menghindari bahaya potensial

F. Power System



Gambar 14. Flowchart Power Sistem Robot KRBAI

Pada power sistem Robot KRBAI ini menggunakan 2 buah Baterai Lipo yang bernilai 14,7 Volt dan 7,4 Volt. Baterai Lipo 7,4 Volt digunakan untuk menyuplai daya untuk Raspberry P1 V4 sedangkan Baterai Lipo 14,7 V digunakan untuk menghidupkan komponen elektrik lainnya seperti: ESP32, ESC, Thruster, Relay, Trasnmitter dan Servo. Baterai Lipo 14,7 Volt yang diberikan tombol Emergency untuk mematikan seluruh komponen elektrik ketika terjadi Error system.

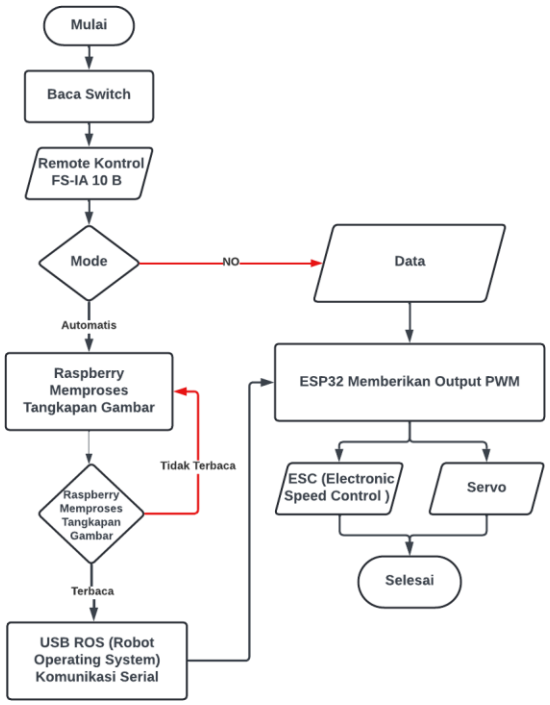
G. Flowchart Autonomous Robot KRBAI

Proses identifikasi tangkapan gambar dengan color filter memiliki konsep kerja yang mudah dilakukan kalibrasi sehingga akan mempermudah saat diaplikasikan kepada robot bawah air ini karena metode yang digunakan hanya blocking pixel dan nyesuaikan hue, saturation, value sesuai dengan warna dan objek yang akan ditetapkan sehingga tidak akan membaca objek yang tidak sesuai kriteria, apabila objek tidak teridentifikasi oleh sistem komputasi Raspberry P1 V4 akan memberikan keputusan kepada ESP32 yaitu diam atau berhenti dan apabila kondisi robot bawah air sedang start maka Raspberry P1 V4 akan memberikan perintah pada ESP32 untuk terus bergerak, jika objek gambar serta warna teridentifikasi maka Raspberry P1 V4 akan mengirimkan perintah kepada ESP32 untuk bermanuver dengan pengontrolan Underwater Thruster Brushless melalui ESC, penggunaan servo digunakan untuk membawa bola kemudian menjatuhkan bola ke dalam

This is an open access article under the CC BY-4.0 license

E-ISSN 2723-5602
P-ISSN 2252-7095
https://journal.unnes.ac.id/journals/eduel/index

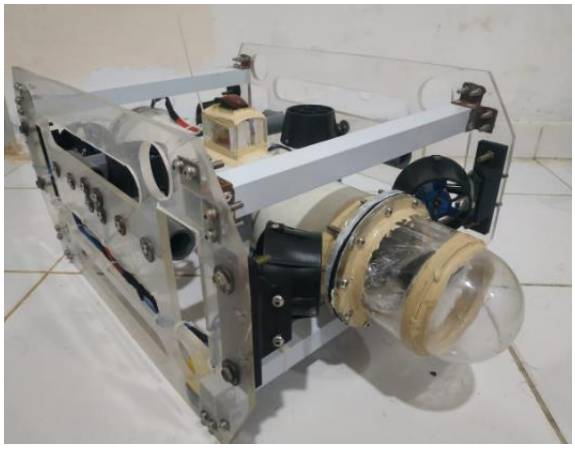
bucket sehingga robot bawah air akan mampu menyelesaikan misi dengan cepat dan tepat.



Gambar 15. Flowchart Autonomous Robot KRBAI

III. HASIL PENGEMBANGAN

A. Hasil Implementasi

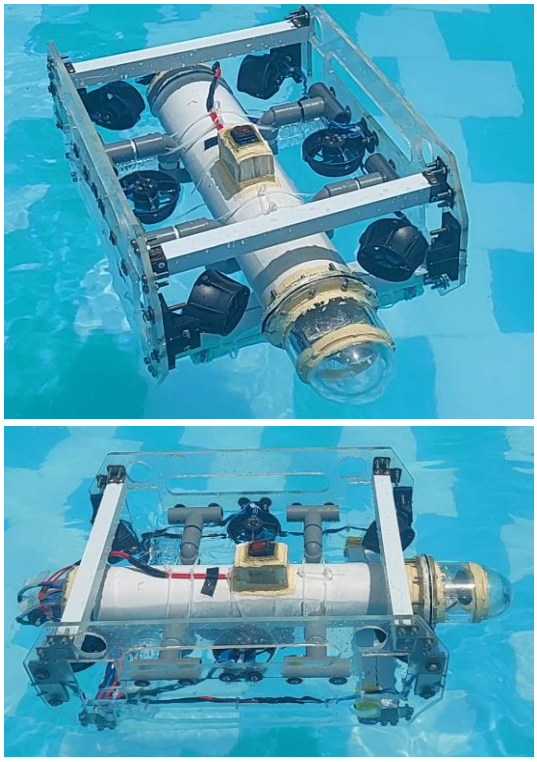


Gambar 16. Robot Bawah Air Gurindam Mababot

Setelah melakukan rancang bangun Robot Bawah Air Gurindam Mababot dengan terlebih dahulu dilakukan pendesain robot tampak pada gambar 16, persentase progress dari pembuatan Robot Bawah Air Gurindam Mababot yaitu 80%.

Telah dilakukan percobaan dalam berbagai aspek pada Robot Bawah Air Gurindam Mababot ini seperti pergerakan, sistem Autonomous dan keamanan safety robot yang sudah diuji dengan pemasangan tombol emergency dan pemasangan pelindung komponen yang terlindung dari kebocoran jika terjadi hal tersebut.

B. Hasil Uji Coba



Gambar 17. Pengujian Robot Bawah Air Gurindam Mababot

Setelah dilakukan pengujian secara berkala Robot Bawah Air Gurindam Mababot ini sudah mencapai persentase kesiapan sebesar 80% yang kemungkinan dapat bertambah nilai persentasenya dikarenakan pada robot ini hanya perlu dilakukan pengujian secara berkala agar robot dapat menyelesaikan misi dengan sempurna khususnya pada bagian kestabilan robot sehingga kami menggunakan system ballast supaya robot dapat stabil dengan sempurna dan bergerak secara fleksibel serta mengurangi tingkat kegagalan (eror) robot yang dapat dilakukan dengan menganalisa setiap pergerakan pada Robot Bawah Air Gurindam Mababot.

Tingkat safety pada robot ini sangat aman dikarenakan robot menggunakan bahan tahan dari kebocoran dan komponen dilapisi dengan bahas yang mudah menyerap air serta menggunakan tombol emergency yang berfungsi dengan baik ketika terjadi eror pada robot.

IV. PENUTUP

Dalam Laporan Makalah ini telah dibahas mengenai desain, pengembangan, dan pengujian Gurindam Mababot, sebuah robot bawah air jenis Remotely Operated Vehicle (ROV). Robot ini dirancang khusus untuk melakukan berbagai tugas dalam lingkungan bawah air yang menantang, seperti eksplorasi, inspeksi, dan pengumpulan data.

Melalui proses desain yang cermat, Gurindam Mababot didesain untuk memiliki performa yang optimal, daya tahan yang tinggi, dan kemampuan manuver yang baik. Teknik-

This is an open access article under the CC BY-4.0 license

E-ISSN 2723-5602
P-ISSN 2252-7095
https://journal.unnes.ac.id/journals/eduel/index

teknik rekayasa terkini diterapkan untuk memastikan ROV ini mampu bertahan dalam kondisi bawah air yang keras dan tetap stabil saat beroperasi. Integrasi sensor dan sistem komunikasi canggih juga meningkatkan kemampuan robot ini dalam menjalankan eksplorasi bawah air dan akuisisi data yang efektif.

Tahap pengujian melibatkan evaluasi yang ketat untuk menguji performa Gurindam Mababot dalam berbagai skenario bawah air. Pengujian meliputi manuverabilitas, stabilitas, dan daya tahan, sehingga ROV ini dapat memenuhi persyaratan untuk misi bawah air yang berkepanjangan. Hasil pengujian menunjukkan efektivitas Gurindam Mababot dalam menjalankan tugas-tugas kompleks dan mengumpulkan data berharga dalam berbagai lingkungan bawah air.

Secara keseluruhan, penelitian ini menyajikan desain, pengembangan, dan pengujian Gurindam Mababot ROV. Desain inovatif, kekokohan, dan kemampuan canggih dari robot bawah air ini membuatnya menjadi alat yang menjanjikan untuk eksplorasi dan inspeksi bawah air. Temuan dan wawasan yang dibagikan dalam penelitian ini berkontribusi pada pengembangan terus-menerus dalam bidang robotika bawah air dan membuka jalan untuk kemajuan di masa depan.

Referensi

Faudzi, A. M., Tian-Qiong, O., Xuan, W. L., & Kit, T. W. (2015). Development of ROV based water tank cleaning robot. *Jurnal Teknologi, 72*(2), 103–110. https://doi.org/10.11113/jt.v72.3894

Gitakarma, M. S. (2015). Alat Bantu Survey Bawah Air Menggunakan Amoba, Robot Berbasis ROV. *JST (Jurnal Sains dan Teknologi), 3*(2). https://doi.org/10.23887/jst-undiksha.v3i2.4476

Javier, S., Cárdenas, L., Luis, J., Ávila, O., & Reyes-duke, A. M. (2023). *Streamlining sub-aquatic ROV fabrication through mathematical modeling, CAD and CFD analysis for enhanced performance.*

Liu, Z., et al. (2017). Design of the Miniaturized ROV Structure and Control System. *3*(12), 194–201.

Mulyana, E., Adiningsih, N. U., & Fauzi, C. A. (2016). Rancang Bangun Robot Bawah Air Menggunakan Sistem Ballast Berbasis ROV (Remotely Operated Vehicle) Dengan Frekuensi 433 MHz. *TELKA – Telekomun. Elektron. Komputasi dan Kontrol, 2*(2), 126–137. https://doi.org/10.15575/telka.v2n2.126-137

Rahmanto, A. I., Triwiyatno, A., & Setiyono, B. (2015). *Perancangan Stabilisasi Sudut Orientasi Pitch Pada Remotely Operated Vehicle (ROV) Dengan Metode Kontrol Proporsional Integral Derivatif.* 1–7.

Wu, C. (2018). *6-DoF Modelling and Control of a Remotely Operated Vehicle.* 91.

Yusi Yosep. (2023). RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI KEDALAMAN DENGAN WEBSOCKET UNTUK OLAH GERAK VERTIKAL PADA AUTONOMOUS UNDERWATER VEHICLE (AUV). *J. Eng. Res.*

This is an open access article under the CC BY-4.0 license