

RANCANG BANGUN PROTOTIPE ROBOT BAWAH AIR

Akhmad Taufik¹⁾, Remigius Tandioga¹⁾, Amirullah²⁾, Mirna Santi²⁾

¹⁾ Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

²⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Prodi S1 Terapan Teknik Mekatronika Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRAK

The purposes of this research are to design and to make a prototype of a waterproof underwater robot and to create a mechanism for data communication between the controller (smartphone) and the microcontroller built in the underwater robot using bluetooth device. This research began with the design of mechanical and electronic systems. Then, the assembly of the mechanical and electronic system based on the previous design. After that the mechanical and electronic system testing is carried out. The next stage is programming and testing the program. The final stages of this research is testing the overall robot system, especially the watertight testing. Assembly and testing of hardware components both mechanical and electronic robots have been carried out. Watertight testing by submerging the robot into water for approximately 5 minutes has also been carried out. The test results show that the underwater robot can be in the water without experiencing water seepage into the body of robot. The data communication between the controller and the microcontroller of robot using bluetooth device can be done at a maximum distance of 10 m.

Keywords: *underwater robot, bluetooth*

1. PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki wilayah perairan laut yang sangat luas. Namun demikian, wilayah perairan tersebut khususnya dalam laut belum dimanfaatkan secara optimal, khususnya dalam bidang riset dan aplikasi riset baik untuk kebutuhan masyarakat maupun untuk kebutuhan industri. Saat ini, pengambilan data, sampel, atau keperluan lainnya di bawah laut masih dilakukan dengan cara konvensional yaitu memanfaatkan tenaga penyelam (manusia). Aktivitas ini tentunya dapat dilakukan oleh manusia sampai pada kedalaman tertentu dan waktu yang sangat terbatas. Dengan demikian diperlukan sentuhan teknologi untuk memaksimalkan jangkauan eksplorasi, riset, atau berbagai keperluan manusia di bawah laut khususnya pada daerah-daerah yang ekstrim atau berbahaya.

Perkembangan teknologi terutama robotika dalam berbagai bidang menjadi bagian penting dalam kehidupan manusia. Penggunaan robot dalam beberapa hal dapat menggantikan peran manusia. Salah satu solusi untuk membantu manusia dalam melakukan kegiatan eksplorasi, riset, atau berbagai keperluan di bawah laut adalah dengan menggunakan robot bawah air (*underwater robot*).

Robot bawah air (*underwater robot*) merupakan salah satu teknologi robot yang sangat diperlukan untuk eksplorasi bawah air. Pada umumnya robot bawah air masih menggunakan kabel sebagai penghubung robot dengan pengendali. Namun demikian, pada saat robot beroperasi dalam air maka kabel tersebut dapat menjadi beban dan menambah kerja robot di bawah air. [1]

Pemanfaatan robot bawah air ini dalam bidang kelautan diharapkan dapat memberikan hasil yang lebih baik dalam kegiatan eksplorasi, riset, dan berbagai kegiatan positif lainnya di bawah laut. Aktuator yang digunakan pada robot bawah air dapat berupa brushless DC motor dan servo motor. Brushless DC motor (BLDC motor) yang juga dikenal sebagai electronically commutated motors (ECMs) adalah tipe motor sinkron yang memakai sumber listrik arus searah sebagai tenaganya. Arus searah yang digunakan umumnya bersumber dari arus bolak-balik yang kemudian disearahkan dengan inverter. [2] Motor servo adalah komponen elektronika yang berupa motor yang memiliki sistem feedback atau umpan balik guna memberikan informasi posisi putaran motor aktual yang diteruskan pada rangkaian kontrol mikrokontroler. Pada dasarnya motor servo banyak digunakan sebagai aktuator yang membutuhkan posisi putaran motor yang presisi. [3]

Robot bawah air yang digunakan untuk aktivitas di bawah laut harus memiliki *body* yang kedap air dan harus dapat bergerak stabil di dalam air. *Body* robot yang kedap air menjadi sebuah keharusan agar komponen-komponen yang ada di dalam robot tidak mengalami kerusakan akibat terkena air yang dapat menyebabkan kerusakan sistem. Namun demikian, kondisi tersebut tidaklah mudah untuk dicapai karena sifat,

¹ Korespondensi penulis: Akhmad Taufik, Telp 089612952852, akhmad_taufik@poliupg.ac.id

karakteristik dan kondisi air laut tidaklah sama dengan sifat, karakteristik dan kondisi air di tempat yang biasa seperti di dalam kolam atau di dalam wadah sempit (terbatas) lainnya.

Untuk komunikasi data antara kontroller (komputer atau smartphone) dengan mikrokontroller pada robot bawah air dapat dilakukan dengan kabel maupun tanpa kabel. Komunikasi tanpa kabel dapat dilakukan dengan menggunakan modul *bluetooth* HC-06. Jarak transfer (komunikasi data) rata-rata adalah 10-15 m. [4]. Pentingnya penggunaan teknologi robotika untuk eksplorasi, riset dan berbagai keperluan lainnya (seperti pencarian objek dan penyelamatan atau SAR (*Search and Rescue*)) dalam air serta berbagai tantangan yang akan ditemui dalam pembuatannya mendorong kami untuk melaksanakan penelitian rancang bangun robot bawah air (*underwater robot*).

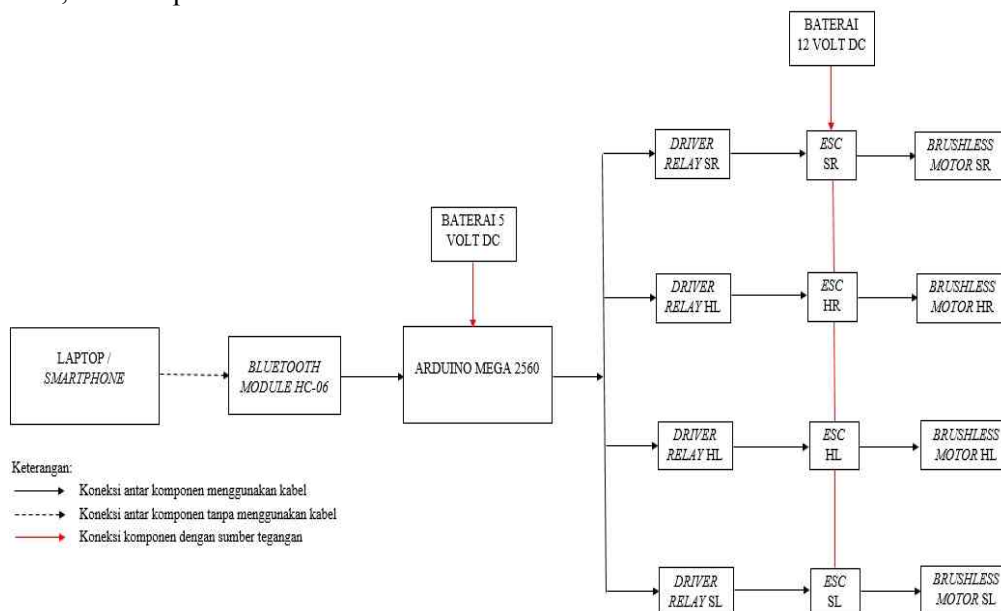
2. METODE PENELITIAN

Tahapan-tahapan utama dari penelitian dasar ini adalah (i) perancangan sistem mekanik dan elektronik, (ii) perakitan sistem mekanik dan elektronik, (iii) pengujian sistem mekanik dan elektronik, (iv) pembuatan dan pengujian program, (v) pengujian kekedapan robot bawah air di dalam air (vi) pengambilan data, dan (vii) pembuatan laporan dan publikasi. Gambar 1 menunjukkan rancangan mekanik robot bawah air yang dibuat. Gambar 2 menunjukkan diagram blok rangkaian robot bawah air tersebut. Gambar 3 menunjukkan diagram alir program utama robot bawah air tersebut.



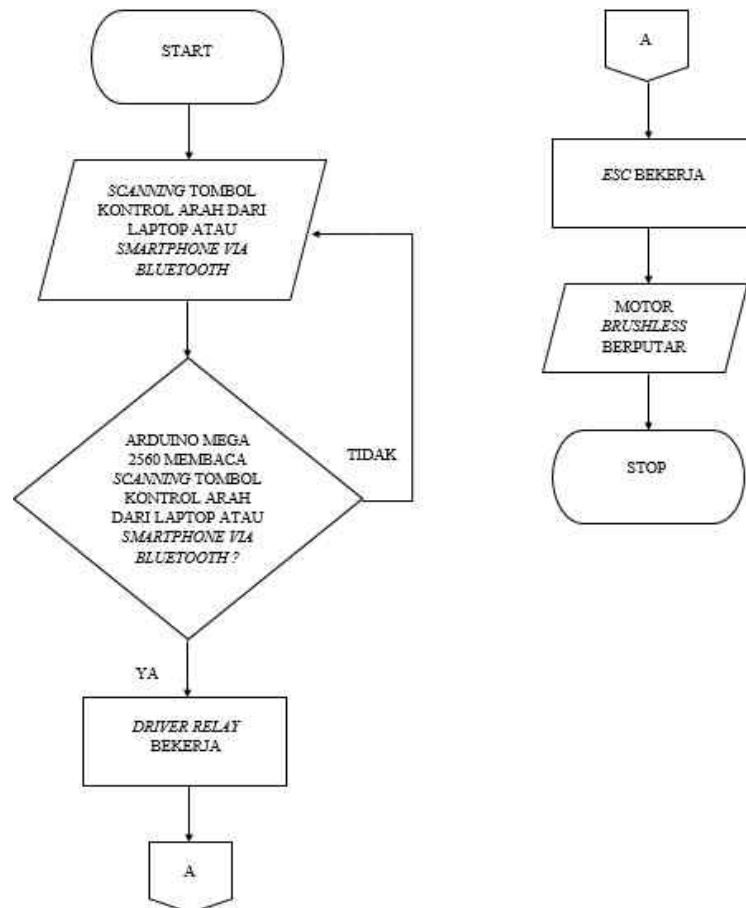
Gambar 1. Rancangan robot bawah air

Pengujian awal kekedapan air dilakukan dengan variasi bahan lapisan body robot. Selanjutnya pengujian kekedapan air (mekanik) dilakukan dengan menenggelamkan robot bawah air tersebut ke dalam kolam sedalam 1,5 m dari permukaan air selama 300 detik.



SR (*Surge Right*): Gerakan horizontal, letak komponen berada di sisi kanan robot
 SL (*Surge Left*): Gerakan horizontal, letak komponen berada di sisi kiri robot
 HR (*Heave Right*): Gerakan vertikal, letak komponen berada di sisi kanan robot
 HL (*Heave Left*): Gerakan vertikal, letak komponen berada di sisi kiri robot

Gambar 2. Diagram blok rangkaian robot bawah air



Gambar 3. Diagram alir program utama robot bawah air

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Perancangan Mekanik

Berdasarkan hasil perancangan robot bawah air berbasis arduino Mega 2560, alat yang dirancang mampu kedap terhadap air. Robot tersebut memiliki ukuran panjang keseluruhan yaitu 700 mm dan lebar yaitu 430 mm. Beberapa komponen utama yang digunakan yaitu pipa pvc dan akrilik untuk body robot serta panel box untuk penempatan rangkaian elektronik robot. Gambar 4 menunjukkan hasil perancangan mekanik robot bawah air.

Dimensi pipa PVC untuk body robot adalah panjang 500 mm dan lebar 165,1 mm. Tempat lampu penerangan dalam air (*lighting*) memiliki diameter 76,2 mm, panjang 150 mm dan lebar 110 mm. Tempat motor untuk gerakan vertikal robot memiliki diameter 76,2 mm, panjang 120 mm dan lebar 135 mm. Adapun tempat motor untuk gerakan horizontal memiliki diameter 76,2 mm, panjang 150 mm dan lebar 138 mm, ukuran penyeimbang robot memiliki diameter 76,2 mm, panjang 500 mm dan lebar 138 mm. Panel box robot bawah air terbuat dari akrilik dengan beberapa rangkaian di dalamnya seperti rangkaian kontrol dan rangkaian aktuator.



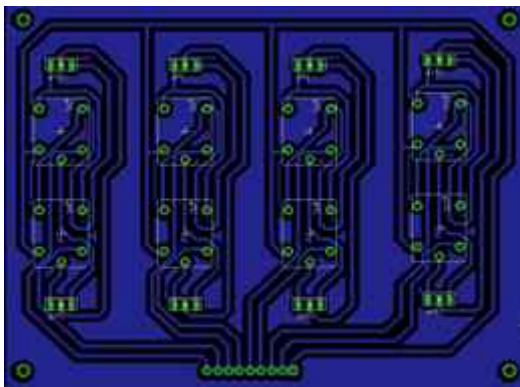
(a) tampak atas (b) tampak depan (c) tampak samping

Gambar 4. Hasil perancangan mekanik robot bawah air

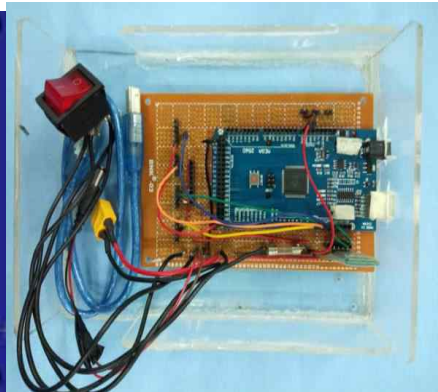
3.2 Hasil Perancangan Elektronika

Pada rangkaian elektronika pengontrolan robot bawah air menggunakan Arduino Mega 2560 dan relay 12 V yang berfungsi untuk mengubah arah putaran motor *Clock Wise* (CW) menjadi *Counter Clock Wise* (CCW) atau sebaliknya. Sumber tegangan ada dua yaitu baterai 5 volt dan baterai li-po 12 volt yang dipasang untuk menyuplai tegangan masuk ke arduino kemudian didistribusikan ke komponen-komponen lainnya. Adapun jenis motor sebagai penggerak robot yang digunakan adalah motor *Brushless* 12 volt. Kecepatan pada motor *brushless* diatur melalui *Electric Speed Control* (ESC) sebagai yang juga merupakan driver motor.

Pembuatan rangkaian elektronika dibuat menggunakan aplikasi Eagle kemudian dicetak dipapan PCB, serta pemasangan komponen-komponen elektronika yang dipakai seperti resistor, LED, pin header dan relay. Gambar 5 dan Gambar 6 menunjukkan *layout board* elektronika robot bawah air dan hasil perakitan elektronika robot bawah air.



Gambar 5. *Layout board* elektronika robot bawah air



Gambar 6. Hasil perakitan elektronika robot bawah air

3.3 Hasil Perancangan Perangkat Lunak

Program untuk robot bawah air ini dibuat dengan menggunakan aplikasi arduino IDE dan *bluetooth HC-05*. Program ini digunakan untuk melakukan komunikasi data serial antara komputer/smartphone dengan robot bawah air.

3.4 Perhitungan Robot Bawah Air

a) Massa Robot (m_r [kg])

Setelah dilakukan pengukuran maka diketahui massa robot adalah sebesar 1,20 kg.

b) Berat Robot (W_r [N])

Berdasarkan massa robot di atas maka berat robot adalah 12 N.

c) Volume Robot (V_r [m³])

Setelah dilakukan perhitungan volume bagian-bagian robot, diperoleh volume total robot bawah air sebesar $2.229,24 \times 10^{-6} \text{ m}^3$

d) Massa Jenis Robot Bawah Air (ρ_r [kg/m³])

Berdasarkan massa dan volume robot, diperoleh massa jenis robot berikut:

$$\rho_r = \frac{m}{V} \qquad \rho_r = \frac{1,2}{2,22924 \times 10^{-6}} \qquad \rho_r = 540 \text{ kg/m}^3$$

jadi, massa jenis robot adalah 540 kg/m³. Karena massa jenis robot lebih kecil dari massa jenis air (1.000 kg/m³) maka kondisi normal robot di atas air adalah terapung. Untuk membuat massa jenis robot sama dengan massa jenis air maka diperlukan tambahan beban agar robot dapat melayang di dalam air. Beban tambahan yang diperlukan oleh robot untuk berada pada posisi melayang sebagai berikut:

$$\rho_{zc} = \frac{m_r + m_x}{V} \qquad 1.000 = \frac{1,2 + m_x}{2,22924 \times 10^{-6}} \qquad m_x = 1,03 \text{ kg}$$

jadi, massa beban tambahan yang diperlukan oleh robot agar robot dapat melayang di dalam air adalah 1,03 kg. Nilai ini akan menjadi pertimbangan untuk menambahkan beban pada robot bawah air. Selanjutnya mekanisme naik turun robot di dalam air dapat dilakukan dengan menambah dan mengurangi air ke dalam lambung khusus robot dan dibantu dengan aktuator motor brushless DC yang memutar propeller.

3.4 Hasil Pengujian kedap air (mekanik) dan elektronik

Pada robot bawah air ini, smartphone mengirim perintah berupa sinyal dalam bentuk tipe data *byte* dan *char* kemudian bluetooth menerima sinyal tersebut dan mengirimkannya ke arduino. Arduino akan

memproses data berupa program yang telah dibuat menggunakan program arduino, selanjutnya arduino mengirim sinyal ke *Electric Speed Control* (ESC). Setelah sinyal diproses maka ESC mengelola sinyal dari mikrokontroler arduino kemudian dikirim ke relay sebagai keluaran sehingga dapat menggerakkan aktuator (motor). Selain itu, terdapat relay yang berfungsi untuk mengatur arah putaran motor.

Pengujian awal kedap air dilakukan dengan variasi bahan lapisan body robot. Selanjutnya pengujian kedap air (mekanik) dilakukan dengan menenggelamkan robot bawah air tersebut ke dalam kolam sedalam 1,5 m dari permukaan air selama 300 detik. Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian kedap air *body* robot bawah air dengan variasi bahan lapisan. Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian kedap air robot bawah air setelah direndam selama 300 detik.

Tabel 2. Hasil pengujian kedap air *body* robot bawah air dengan variasi bahan lapisan

Percobaan	Bahan Lapisan	kondisi
1	Isolasi pipa	bocor
2	Lem lilin	bocor
3	Isolasi pipa + lem lilin	bocor
4	Red silicon	bocor
5	Red silicon + isolasi pipa	bocor
6	Epoxy	kedap

Tabel 3. Hasil pengujian kedap air robot bawah air selama 300 detik

Percobaan	Waktu [s]	Kondisi
1	30	Kedap
2	60	Kedap
3	90	Kedap
4	120	kedap
5	150	kedap
6	180	kedap
7	210	Kedap
8	240	Kedap
9	270	Kedap
10	300	Kedap

3.4.2 Hasil Pengujian Program dan Komunikasi Serial

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah port pada arduino berfungsi dengan baik atau tidak. Pengetesan rangkaian arduino dilakukan dengan meng-*upload* program yang telah dibuat. Pengujian juga dilakukan menggunakan *bluetooth HC-05* sebagai jalur komunikasi serial tanpa kabel antara smartphone dan robot bawah air. Built in LED sebagai indikator koneksi *bluetooth*. Dari pengujian tersebut diperoleh bahwa jarak efektif jangkauan komunikasi via *bluetooth* sebesar 10 meter. Jika jarak controller dan robot bawah air lebih dari 10 meter maka kualitas koneksinya semakin berkurang dan akhirnya terputus. Tabel 4 menunjukkan hasil pengujian respon *Bluetooth HC-05*.

Tabel 4 Pengujian respon *Bluetooth HC-05*

Percobaan	Jarak (m)	Koneksi <i>Bluetooth</i>
1	2	terhubung
2	4	terhubung
3	6	terhubung
4	8	terhubung
5	10	terhubung
6	12	tidak terhubung

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian terapan ini sebagai berikut:

1. Perakitan dan pengujian komponen-komponen hardware baik mekanik maupun elektronik robot telah dilakukan. Pengujian kedap air terhadap body robot juga telah dilakukan. Robot bawah air tersebut dapat berada di dalam air tanpa mengalami rembesan air ke dalam body robot.

2. Komunikasi data antara komputer dan robot dengan menggunakan *bluetooth* dapat dilakukan pada jarak maksimal 10 m.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Junan, Poekoel, dan Putro, Muhammad Dwisanto. *Rancang Bangun Robot Bawah Air*. Manado: Universitas Sam Ratulangi, 2018.
- [2] Pratama, Putra HP, dkk. *Perancangan Motor listrik BLDC 10 KW untuk Sepeda Motor Listrik*. Mataram: FT Universitas Mataram, 2016.
- [3] Agus Faudin, "Cara mengakses Motor Servo menggunakan Arduino, 31 Agustus 2017. [Online], URL: <https://www.nyebarilmu.com/cara-mengakses-motor-servo-menggunakan-arduino/> [diakses 21 Pebruari 2019]
- [4] K.A. Pamungkas, dkk. "Aplikasi Android dan Mikrokontroler Arduino pada Kontrol Smarthome dengan Komunikasi Bluetooth", *Jurnal Ilmiah NERO*, Vol. 2, No. 3, 2016.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami tujukan kepada semua pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini khususnya kepada pihak pimpinan PNUP dan pihak P3M PNUP yang telah mengorganisir kegiatan penelitian dosen PNUP. Penelitian ini dibiayai oleh DIPA PNUP sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian dengan nomor 020/PL10.13/PL/2019 Tanggal 1 April 2019.