

## **Desain dan Analisis Sistem Instrumentasi Pemantauan Perairan Berbasis Telemetri Pada Prototipe *Unmanned Surface Vehicle* (USV)**

**Dananjaya Ariateja<sup>1\*</sup>, Uvi Desi Fatmawati<sup>1</sup>, Iqbal Ahmad Dahlan<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Militer, Universitas Pertahanan RI

\*Corresponding author, e-mail: dananjaya.ariateja@idu.ac.id

### **Abstrak**

Kemajuan teknologi khususnya di bidang kendali jarak jauh baik otomatis maupun non-otomatis sangat pesat. Hal tersebut dapat dilihat dari kemampuan teknologi yang dapat bekerja di darat, udara, maupun perairan. Indonesia sebagai salah satu negara kepulauan terbesar di dunia yang mempunyai batas darat, udara dan laut yang luas, harus mempunyai teknologi tersebut untuk mengantisipasi potensi terjadinya masalah-masalah yang membahayakan warga negara dan negara. Sejauh ini di Indonesia sudah menjangkau teknologi tersebut, contohnya teknologi pesawat tak berawak sebagai misi pemantauan perbatasan melalui udara dan keperluan foto udara. Selanjutnya ada robot darat yang digunakan untuk menjinakkan bom yang dikendalikan jarak jauh. Untuk melengkapi hal tersebut, maka peneliti melakukan penelitian terkait dengan prototipe kendaraan air tak berawak yang dikendalikan secara jarak jauh. Penelitian yang dilakukan membahas pembuatan prototipe kendaraan air tanpa awak dan stasiun kendali yang dapat saling berkomunikasi satu sama lain. Prototipe ini dibuat menggunakan mikrokontroler Arduino Nano, sedangkan sistem kendali utama menggunakan aplikasi berbasis desktop yang dijalankan melalui laptop. Berdasarkan hasil uji coba di lapangan, pengiriman data sensor ke Arduino maupun ke stasiun kendali melalui media *RF-module* berjalan dengan baik. Jarak transmisi pengiriman data sensor dan kendali navigasi mencapai kurang lebih 250 meter, sedangkan jarak pengiriman gambar kamera IP mencapai kurang lebih 9 meter.

**Keyword:** kendaraan air tanpa awak, mikrokontroler, *RF-module*, sistem kendali, aplikasi desktop

### **Abstract**

*Technological advances, especially in the field of remote control, both automatic and non-automatic, are very rapid. This can be seen from the technological capabilities that can work on the land, air, and water. Indonesia as one of the largest archipelagic countries in the world that have borders such as land, air, and vast seas must have this technology to anticipate the potential for problems that endanger citizens and the state. So far, Indonesia has reached this technology, for example, drone technology as a border monitoring mission through the air and aerial photography purposes. Ground robots are used to defuse remote controlled bombs. To complete this, the researchers conducted research related to a remotely-controlled prototype of an unmanned water vehicle. The research conducted discusses the manufacture of prototypes of unmanned surface vehicles and control stations that can communicate with each other. This prototype is controlled by the Arduino Nano microcontroller module, while the main control system uses a desktop-based application that is run via a laptop. Based on the test results, sending sensor data to Arduino and to the control station via the RF-module media went well. The transmission distance of transmitting sensor data and navigation control reaches approximately 250 meters, while the transmission distance of IP camera images reaches approximately 9 meters.*

**Keywords:** *unmanned surface vehicle, microcontroller, RF-modules, control system, desktop application*

## **PENDAHULUAN**

Indonesia secara geografis merupakan sebuah negara kepulauan dengan dua pertiga luas lautan lebih besar daripada daratan. Indonesia menempati urutan kedua setelah Kanada sebagai negara yang memiliki garis pantai terpanjang di dunia. Hal ini bisa terlihat dengan adanya garis pantai di hampir setiap pulau di Indonesia, kurang lebih 81.000 km [1]. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pertahanan laut kita harus kuat untuk menjaga kedaulatan negara Indonesia, menjaga kekayaan laut

Indonesia dari pencurian, serta mencegah terjadinya penyelundupan barang-barang ilegal melalui jalur laut yang terkadang sangat sulit untuk diawasi [2]. Oleh karena itu dibutuhkan teknologi tepat guna untuk mengatasi masalah-masalah tersebut, salah satunya dengan pengembangan teknologi kendaraan tanpa awak. Di Indonesia sendiri teknologi kendaraan tak berawak sudah banyak dikembangkan dengan misi-misi tertentu misalnya seperti pengintaian, foto udara, penjaga perbatasan suatu wilayah dan sebagainya [3]. Secara khusus, teknologi kendaraan tak berawak yang beroperasi di perairan memungkinkan otomatisasi banyak tugas berbahaya yang sebelumnya dilakukan secara manual, baik di bawah air (*Remotely Operated Underwater Vehicle/ROV*) maupun di permukaan (*Unmanned Surface Vehicle/USV*). Faktanya, robot tersebut adalah alat utama yang memungkinkan manusia untuk mengeksplorasi, mengoperasikan, melindungi, dan melakukan eksploitasi laut yang berkelanjutan [4]. USV merupakan sebuah robot yang beroperasi di atas permukaan air. Kendaraan air tak berawak mampu memainkan peran di skenario pengawasan (*surveillance*) untuk patroli perbatasan laut suatu negara [5]. USV menjadi salah satu solusi yang dapat diaplikasikan di wilayah laut. Kendaraan ini menawarkan keuntungan untuk operasi patroli laut secara rutin. Dengan muatan sensor tambahan untuk pengawasan dan komunikasi kinerja yang tinggi, kendaraan ini diharapkan dapat menggantikan patroli angkatan laut di masa depan [6].

Penelitian terkait pernah dilakukan oleh [7] tentang prinsip-prinsip desain kendaraan permukaan air tak berawak yang dikembangkan di Akademi Angkatan Laut Portugis. Penelitian ditujukan untuk memberikan wawasan tentang pemilihan sensor-sensor yang tepat, jenis motor yang digunakan, perangkat keras, dan komponen-komponen lainnya dalam perakitan sebuah robot air. Selain itu juga membahas tentang perangkat lunak yang digunakan untuk keperluan navigasi dan pengambilan keputusan. Penelitian yang dilakukan oleh [8] tentang sistem kendali USV yang dikendalikan dari jarak jauh melalui media internet dengan protokol (*message queuing telemetry transport*) MQTT. Mereka menganalisis respon kontrol kecepatan kemudi dan motor, serta memantau kinerja sensor kompas, GPS, dan kamera.

Sementara itu, pada penelitian ini dibuat suatu desain dan analisis sistem pemantauan perairan berbasis telemetri. Di mana pada prototipe kendaraan air tak berawak dipasang beberapa alat instrumentasi berupa sensor-sensor yang saling terintegrasi. Alat-alat instrumentasi tersebut mengirimkan data-data informasi yang diperoleh ke stasiun kendali. Data-data yang diambil meliputi video *real-time* yang ditangkap oleh kamera, temperatur air yang dihasilkan oleh sensor suhu kedap air, arah berjalannya kendaraan air tak berawak yang dapat diketahui melalui sensor kompas, serta kondisi sekitar yang dapat diketahui melalui sensor ultrasonik. Sistem yang dibuat masih bersifat *non-autonomous*, maka untuk mengendalikan dan mendapatkan data-data informasi atas sensor yang digunakan adalah melalui modul *transmitter-receiver* 433 MHz yang dipasang di stasiun kendali dan prototipe kendaraan air tak berawak.

## METODE

### A. Material

#### 1. Arduino Nano

Arduino Nano adalah sebuah papan kecil yang terintegrasi. Bekerja berdasarkan mikrokontroler ATmega328. Perangkat ini berfungsi sebagai pusat kendali rangkaian elektronik. Arduino Nano dirancang dan diproduksi oleh Gravitech [9].



Gambar 1. Arduino Nano [9]

## 2. Digital Thermometer DS18B20

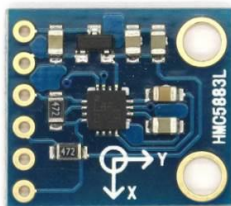
Sensor suhu DS18B20 merupakan sensor yang memiliki kemampuan tahan air (*waterproof*). DS18B20 digunakan untuk mengukur suhu pada tempat yang sulit atau basah [10]. Pada penelitian ini, DS18B20 digunakan untuk mengukur suhu air yang dilalui prototipe.



Gambar 2. Sensor Suhu DS18B20 [10]

## 3. Kompas Digital HMC5883L

HMC5883L merupakan sebuah sensor yang menggunakan efek medan magnet bumi untuk mempengaruhi jarum magnet yang bebas sehingga jarum dapat menunjukkan arah garis medan, yakni arah kutub magnet utara dan selatan. Sensor ini disebut magnetometer atau kompas digital 3-axis dengan komunikasi antarmuka I2C [11]. Pada penelitian ini, sensor kompas digunakan untuk mengetahui arah prototipe USV saat berjalan.



Gambar 3. Sensor Kompas HMC5883L [11]

## 4. Sensor Ultrasonik HC-SR04

HC-SR04 berfungsi untuk mendeteksi jarak, dengan tingkat akurasi yang tinggi serta deteksi yang stabil [12]. Pada penelitian ini, HC-SR04 digunakan untuk mengetahui jarak prototipe USV dengan benda lain dari samping kanan dan samping kiri.



Gambar 4. Sensor Ultrasonik HC-SR04 [12]

## 5. Motor DC

Motor DC merupakan jenis motor yang menggunakan tegangan searah sebagai sumber tenaganya. Dengan adanya beda tegangan pada kedua terminal tersebut, motor akan berputar pada satu arah, dan bila polaritas dari tegangan tersebut dibalik maka arah putaran motor akan terbalik pula [13]. Pada penelitian ini motor DC yang digunakan menjadi komponen penggerak utama prototipe USV.



Gambar 5. Motor DC [13]

## 6. Motor Servo

Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik *loop* tertutup (servo), sehingga dapat di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros keluaran motor [14]. Pada penelitian ini, motor servo digunakan sebagai kemudi untuk navigasi prototipe USV.



Gambar 6. Motor Servo [14]

## 7. Baterai Lithium Polymer

Baterai LiPo (*Lithium Polymer*) termasuk baterai rechargeable yang di dalamnya terdiri atas beberapa sel identik jenis polimer kering yang di susun secara paralel untuk meningkatkan tampungan arus listrik [15]. Pada penelitian ini, baterai LiPo digunakan sebagai catu daya utama prototipe USV.



Gambar 7. Baterai LiPo [15]

## 8. RF Modul KYL-1020U

KYL-1020U merupakan *Transmitter* sekaligus *Receiver* untuk komunikasi data serial *wireless multichannel* yang mensupport TTL, RS232, dan RS485. Modul ini bekerja pada frekuensi 433 MHz, memiliki 8 kanal, dengan *baud rate* standar perusahaan 9600 bps. Jarak transmisi modul ini adalah maksimal 500 meter pada area terbuka [16]. Pada penelitian ini, modul ini digunakan untuk media transmisi pengiriman dan penerimaan data.



Gambar 8. KYL-1020U [16]

## 9. Baling-baling (*Propeller*)

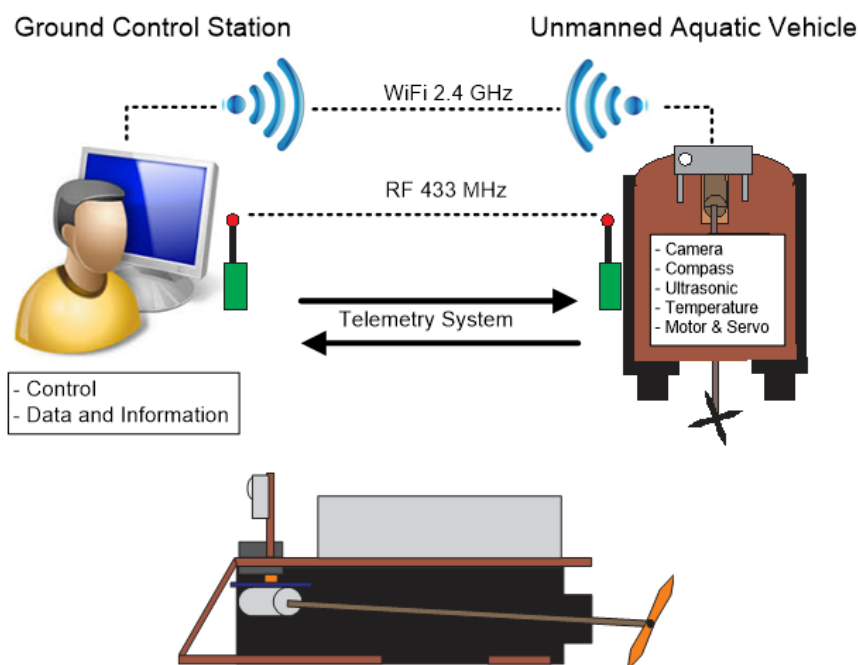
*Propeller* merupakan suatu komponen yang dapat memindahkan tenaga dengan mengkonversi gerakan rotasi menjadi daya dorong untuk menggerakkan prototipe USV yang dibuat [17].



Gambar 9. Propeller [17]

## B. Gambaran Umum Prototipe

Terdapat dua bagian utama pada prototipe yang dibangun, yaitu stasiun kendali dan kendaraan air tanpa awak. Kedua bagian tersebut dapat saling berkomunikasi menggunakan media *Radio Frequency* dan Wi-Fi. Pada stasiun kendali terdapat *Graphic User Interface* (GUI) yang dapat dioperasikan oleh operator. Di dalam GUI terdapat panel kendali yang digunakan untuk mengendalikan prototipe kendaraan air tanpa awak dan panel sensor yang digunakan untuk mendapatkan data-data informasi dari hasil pembacaan sensor. Pada prototipe kendaraan air tanpa awak terdapat beberapa sensor seperti kompas, ultrasonik, temperatur air, dan kamera. Selain itu juga dilengkapi dengan motor penggerak utama yang memiliki torsi besar untuk dapat menggerakkan *propeller* di dalam air. Gambaran umum prototipe disajikan pada Gambar 10.

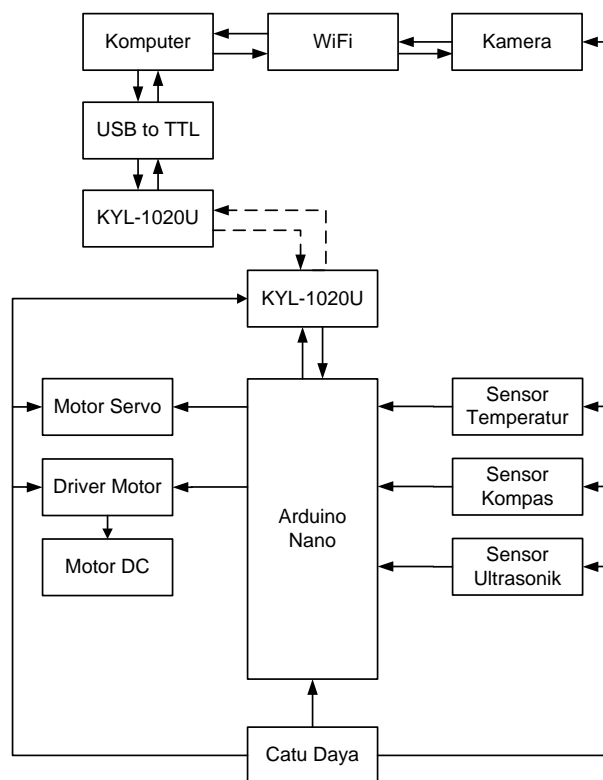


Gambar 10. Gambaran Umum Sistem

Mekanik yang dibuat pada prototipe USV menggunakan dua buah komponen dasar yaitu motor DC dan motor Servo. Motor DC digunakan sebagai penggerak utama yang tersambung langsung dengan baling-baling (*propeller*). Sambungan tersebut dibuat memanjang dengan tujuan agar motor DC terhindar dari air, dan baling-baling dapat masuk ke dalam air. Sedangkan motor Servo digunakan untuk mengerakkan arah Motor DC yaitu ke kiri atau ke kanan. Bahan pendukung lainnya adalah *impraboard* yang digunakan untuk *body* dasar, *styrofoam* dan botol air mineral untuk media apung saat berada di air, serta *acrylic* yang dijadikan box digunakan untuk menempatkan perangkat keras. Perangkat keras disusun menjadi satu di dalam sebuah box agar terhindar dari cipratan air. Box tersebut diletakkan di atas *impraboard* yang menjadi landasan.

## C. Diagram Blok Sistem

Diagram blok berfungsi untuk memudahkan dalam memahami bagian-bagian apa saja yang terdapat dalam suatu sistem serta memudahkan dalam melakukan analisis kerusakan. Diagram blok sistem ditunjukkan pada Gambar 11.

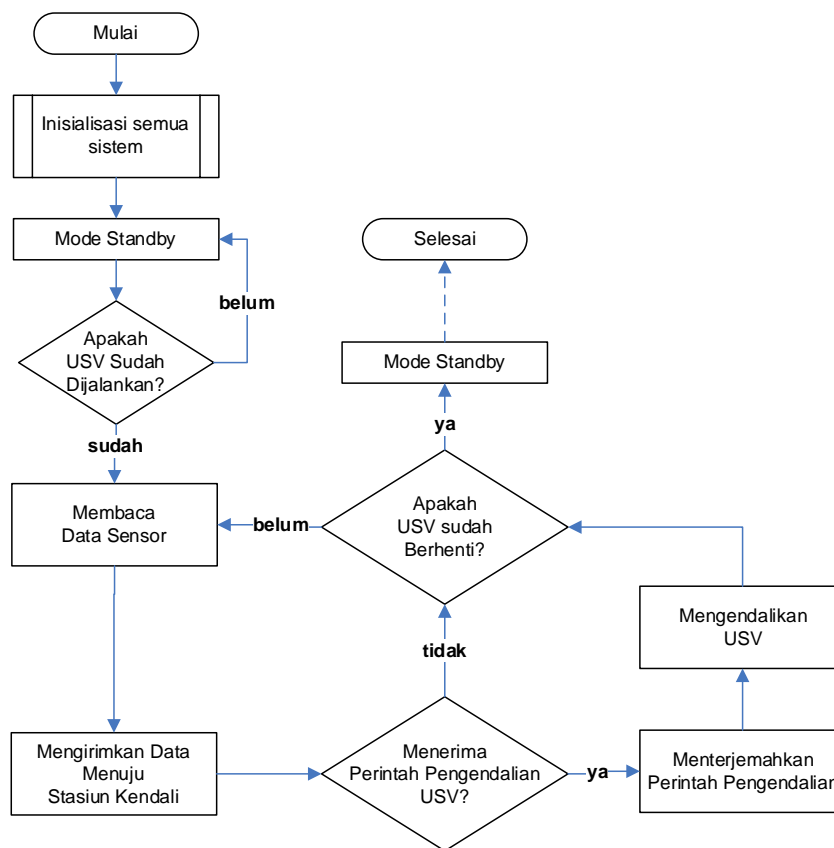


Gambar 11. Diagram Blok Sistem

Berdasarkan gambar di atas dapat dijelaskan bahwa semua piranti terintegrasi menjadi satu kesatuan yang membentuk sebuah sistem. Piranti-piranti tersebut bekerja sesuai dengan fungsi dan peranan masing-masing. Jika terdapat salah satu piranti yang tidak bekerja, maka akan terjadi sebuah kesalahan fatal yang dapat menimbulkan putusnya komunikasi antara prototipe kendaraan air tanpa awak dan stasiun kendali. Catu daya yang digunakan untuk memenuhi semua kebutuhan sistem menggunakan baterai *lithium polymer* 11,1 V / 3s 1300mAh.

#### D. Diagram Alir Sistem

Diagram alir atau *flowchart* merupakan sebuah diagram dengan simbol-simbol grafis yang menyatakan aliran algoritma atau proses. Diagram alir dapat memberi solusi dalam penyelesaian masalah yang ada di dalam proses atau algoritma tersebut. Adapun diagram alir yang dibuat dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 12. Secara umum, proses pembacaan diagram alir dimulai dari inisialisasi semua sistem, aktivitas ini berjalan ketika prototipe USV di aktifkan. Lalu masuk ke dalam mode *standby*, menunggu perintah dari operator. Dalam mode *standby* ini instrumentasi sensor sudah bekerja (mengirimkan data sensor) dan prototipe USV siap untuk dijalankan. Ketika prototipe USV sudah dijalankan, maka akan tampak ada perubahan data pada panel sensor, terutama jarak sisi kanan, sisi kiri, dan sensor kompas. Begitupun dengan panel navigasi, yang bertugas mengendalikan jalannya prototipe USV.



Gambar 12. Diagram Alir Sistem

## HASIL DAN PEMBAHASAN

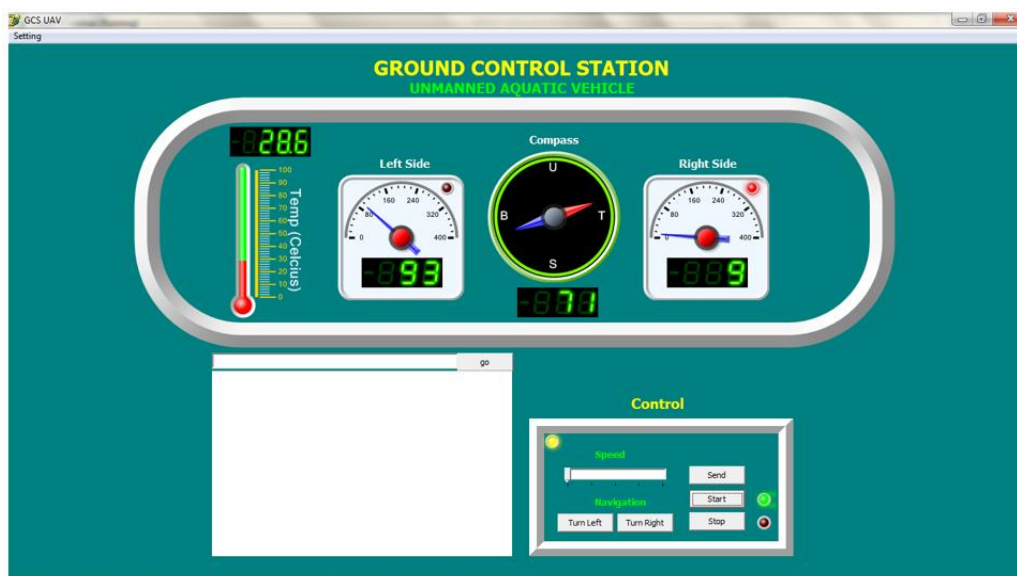
### A. Hasil Pengujian Sensor

Data pengujian sensor diambil melalui komunikasi data serial Arduino IDE dan Stasiun Kendali. Adapun data-data yang diperoleh serial Arduino IDE ditampilkan pada Gambar 13 berikut.

```
COM3
*71 286 33 70#
*71 286 33 70#
*71 286 33 88#
*71 286 34 88#
*71 286 46 67#
*71 286 45 68#
*71 286 38 77#
*71 286 35 78#
*71 286 33 79#
```

Gambar 13. Data Pengujian Sensor Melalui Serial Monitor

Berdasarkan gambar di atas dapat dijelaskan bahwa paket data diawali dengan tanda “\*” dan diakhiri dengan tanda “#”. Hal tersebut bertujuan untuk memudahkan dalam pengolahan data di stasiun kendali. Kolom pertama merupakan nilai pembacaan sensor kompas, kolom kedua merupakan nilai pembacaan sensor suhu, sedangkan kolom ketiga dan keempat merupakan nilai pembacaan sensor ultrasonik (sisi kanan dan sisi kiri).

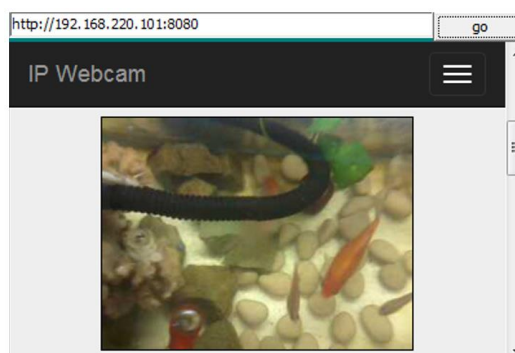


Gambar 14. Data Pengujian Sensor Melalui Stasiun Kendali

Gambar 14 di atas menunjukkan data pengujian sensor yang ditampilkan di *Ground Control Station* (GCS). Berdasarkan Gambar 14 diperoleh pengukuran suhu air sebesar  $28,6^{\circ}\text{C}$ , jarak sisi kiri dengan objek lain sejauh 93 cm, jarak sisi kanan dengan objek lain sejauh 9 cm, dan kompas menunjukkan arah di  $71^{\circ}$ .

## B. Hasil Pengambilan Gambar dari Kamera IP

Pengujian pengambilan gambar dari kamera IP dilakukan dengan mengakses alamat IP yang sudah disediakan. Aplikasi yang dibuat terhubung dengan *Google Chromium*, sehingga ketika mengetikkan alamat IP yang sesuai, dapat langsung terhubung ke kamera IP. Objek yang diambil adalah pemandangan di dalam aquarium. Gambar 15 berikut menunjukkan hasil pengambilan gambar dari kamera IP.



Gambar 15. Hasil Pengujian Kamera IP

## C. Hasil Pengujian Navigasi

Pengujian navigasi dilakukan di kondisi perairan yang tenang (tanpa adanya arus) dengan media danau buatan (embung). Operator menjalankan navigasi melalui aplikasi desktop yang di pasang di laptop. Hasil pengujian navigasi adalah sebagai berikut:

1. Komunikasi antara UAV dan GCS berjalan dengan baik.
2. Hasil pengiriman data sensor berjalan dengan baik.
3. Hasil pengiriman data gambar berjalan dengan baik.



4. Hasil pengujian jalan maju berjalan dengan baik.
5. Pengujian kendali belok kanan dan belok kiri berjalan dengan baik, namun sudut belok besar.



Gambar 16. Pengujian Navigasi Prototipe USV



Gambar 17. Tampilan Stasiun Kendali Saat Uji Navigasi

Pengujian navigasi prototipe USV ditampilkan pada Gambar 16, sedangkan tampilan aplikasi stasiun kendali saat uji navigasi ditunjukkan pada Gambar 17. Pada saat uji navigasi, operator dapat mengatur kecepatan motor dan mengarahkan prototipe USV menggunakan panel kendali. Temperatur air terbaca  $28,8^{\circ}\text{C}$ . Sisi kanan berjarak 76 cm dari objek lain, sedangkan sisi kiri berjarak 26 cm dari objek lain. Apabila jarak prototipe USV dengan benda sekitarnya kurang dari 25 cm, maka lampu indikator untuk peringatan akan menyala. Sensor kompas menunjukkan arah  $146^{\circ}$ .

## PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian dan hasil pengujian yang dilakukan dalam pembuatan instrumentasi pemantauan perairan berbasis telemetri pada prototipe *Unmanned Surface Vehicle* (USV), maka dapat ditarik kesimpulan bahwa pengiriman data sensor ke Arduino maupun ke stasiun kendali melalui media *RF-module* KYL-1020U berjalan dengan baik. Pengiriman gambar maupun video kamera ke stasiun kendali melalui media Wi-Fi berjalan dengan baik. Pengendalian navigasi prototipe USV untuk jalan maju dengan pengaturan kecepatan berjalan dengan baik. Pengendalian navigasi prototipe USV untuk belok kanan dan belok kiri kurang berjalan dengan baik (sudut putar lebar). Jarak transmisi pengiriman data sensor dan navigasi mencapai  $\pm 250$  meter, sedangkan jarak pengiriman gambar kamera IP hanya  $\pm 9$  meter.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Siswanto, "Pendidikan Budaya Bahari Memperkuat Jati Diri Bangsa," *J. Pendidik. ILMU Sos.*, vol. 27, no. 2, 2018.
- [2] R. Ryachudu, *The Indonesian Defence White Paper*. Jakarta: Ministry of defence of the republic of Indonesia, 2015.
- [3] I. Suroso, "Analisis Peran Unmanned Aerial Vehicle Jenis Multicopter dalam Meningkatkan Kualitas Dunia Fotografi Udara di Lokasi Jalur Selatan Menuju Calon Bandara Baru di Kulonprogo," *J. Fotogr. Telev. Animasi*, vol. 14, no. 1, 2018.
- [4] G. Bruzzone, R. Ferretti, and A. Odetti, "Unmanned Marine Vehicles," *J. Mar. Sci. Eng.*, vol. 9, no. 3, 2021.
- [5] P. M. Laso, D. Brosset, and M.-A. Giraud, "Secured Architecture for Unmanned Surface Vehicle Fleets Management and Control," in *2018 IEEE 16th Intl Conf on Dependable, Autonomic and Secure Computing, 16th Intl Conf on Pervasive Intelligence and Computing, 4th Intl Conf on Big Data Intelligence and Computing and Cyber Science and Technology Congress (DASC/PiCom/DataCom/CyberSciTech)*, 2018, pp. 373–375.
- [6] B. Huaxiong, C. Gao, and Y. Ma, "Research on the Legal Status of Unmanned Surface Vehicle," *J. Phys. Conf. Ser.*, 2018, doi: 10.1088/1742-6596/1069/1/012004.
- [7] P. Lopes, P. Pires, and M. Moreira, "Design Challenges of a Maritime Multipurpose Unmanned Vehicle," 2018.
- [8] R. Atmoko, D. Yang, M. Alfiani, and L. Subiyanto, "Controlling Unmanned Surface Vehicle Using MQTT Protocol," *J. Comput. Networks, Archit. High Perform. Comput.*, vol. 1, no. 2, 2019.
- [9] E. A. Prasetyo, "Arduino Nano," *arduinoindonesia.id*, 2019. <https://www.arduinoindonesia.id/2019/01/arduino-nano.html> (accessed Jul. 07, 2021).
- [10] I. Rozaq and N. DS, "Uji Karakterisasi Sensor Suhu Ds18b20 Waterproof Berbasis Arduino Uno Sebagai Salah Satu Parameter Kualitas Air," in *Seminar Nasional Teknologi dan Informatika*, 2017, pp. 303–309.
- [11] A. R. Putri, P. Nurrahayu, and A. Anas, "Robot Navigation Control System using HMC5883L," *J. Adv. Res. Electr. Eng.*, vol. 3, no. 1, pp. 61–66, 2019.
- [12] F. Puspasari, I. Fahrurrozi, T. P. Satya, G. Setyawan, M. Fauzan, and E. Admoko, "Sensor Ultrasonik HCSR04 Berbasis Arduino Due untuk Sistem Monitoring Ketinggian," *J. Fis. dan Apl.*, vol. 15, no. 2, pp. 36–39, 2019.
- [13] M. R. Djalal and H. HR, "Speed Control Series Dc Motor Using Ant Colony Optimization," *J. Fak. Tek. Univ. Muhammadiyah Purwokerto*, vol. 20, no. 2, pp. 105–115, 2019.
- [14] A. I. Salim, Y. Saragih, and R. Hidayat, "Implementasi Motor Servo SG 90 Sebagai Penggerak Mekanik Pada E. I. Helper (ELECTRONICS INTEGRATION HELMET WIPER)," *J. Electro Luceat*, vol. 6, no. 2, pp. 236–244, 2020.
- [15] L. Long, S. Wang, M. Xiao, and Y. Meng, "Polymer electrolytes for lithium polymer batteries," *J. Mater. Chem. A*, vol. 4, no. 26, 2016.
- [16] S. Muslimin, "Analisis Pulse Motor Servo Sebagai Penggerak Utama Lengan Robot Berjari Berbasis Mikrokontroler," *PROTON*, vol. 10, no. 1, pp. 1–5, 2018.
- [17] A. Zain, B. Adietya, and M. Iqbal, "Analisa Perbandingan Propeller Berdaun 4 Pada Kapal Trimaran Untuk Mengoptimalkan Kinerja Kapal Menggunakan Metode CFD," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 6, no. 1, pp. 178–188, 2018.

## Biodata Penulis

**Dananjaya Ariateja, S.T., M.Eng.**, lahir di Bantul, 27 Oktober 1993. Menyelesaikan S1 pada jurusan Teknik Elektro Universitas Teknologi Yogyakarta tahun 2015 dan pendidikan Pascasarjana (S2) Magister Teknik Elektro bidang Sistem Isyarat Elektronis pada tahun 2018. Sejak tahun 2020 menjadi Dosen di jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Militer Universitas Pertahanan Republik Indonesia.

**Uvi Desi Fatmawati, S.Si., M.Eng.**, Sejak tahun 2020 menjadi Dosen di jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Militer Universitas Pertahanan Republik Indonesia.

**Iqbal Ahmad Dahlan, S.T., M.T.**, Sejak tahun 2020 menjadi Dosen di jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Militer Universitas Pertahanan Republik Indonesia.