



**MARLIN**

Marine and Fisheries Science Technology Journal

Tersedia online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/marlin>

e-mail: [jurnal.marlin@gmail.com](mailto:jurnal.marlin@gmail.com)

Volume 6 Nomor 1 Februari 2025

p-ISSN 2716-120X

e-ISSN 2715-9639

**PROTOTYPE INSTRUMEN PENGUKUR KUALITAS AIR LEPAS PASANG PADA  
UNMANNED SURFACE VEHICLE (USV)**

**PROTOTYPE OF A MOUNTED WATER CHECKER INSTRUMENT FOR UNMANNED  
SURFACE VEHICLE (USV)**

Muhammad Romdonul Hakim<sup>1)\*</sup>, Yuni Ari Wibowo<sup>1)</sup>, Ameilia Clarisanda<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Politeknik Kelautan dan Perikanan, Pangandaran

Teregistrasi I tanggal: 02 Mei 2025; Diterima setelah perbaikan tanggal: 07 Mei 2025;  
Disetujui terbit tanggal: 09 Mei 2025

**ABSTRAK**

Hadirnya wahana *Unmanned Surface Vehicle* (USV) membuat survei kualitas air pada wilayah perairan yang luas menjadi lebih mudah dan cepat serta dapat meminimalkan risiko pada pengambilan data di wilayah yang berbahaya. Namun, dikarenakan USV sering mengalami kerusakan terutama pada bagian propulsinya dan sulit dalam melakukan perawatan sensor maka diperlukan instrumen pengukur kualitas air yang dapat dilepas pasang. Penelitian ini bertujuan prototipe instrumen pengukur kualitas air yang dapat dilepas pasang pada USV dan mengukur seberapa efektifnya kinerja sensor pada instrumen tersebut. Pengukuran suhu menggunakan sensor suhu DS18B20, pH Module 4502C, TDS Meter DFRobot, dan GPS Ublox Neo-8M. Sedangkan, sistem komunikasi datanya menggunakan modul *Long Range* (LoRA) Ebyte E32 433T20D sebagai sistem dengan frekuensi gelombang radio 433 MHz. Hasil pengukuran menunjukkan tingkat akurasi sensor sudah sangat baik bahkan melebihi tingkat akurasi pada spesifikasi teknisnya namun untuk akurasi GPS masih rendah karena pengambilan data dilakukan pada kondisi cuaca berawan, Begitu juga dengan kekuatan transmisi sinyal hanya optimal pada jarak <1.300 m. Di sisi lain, tingkat presisi sensor masih kurang baik sehingga pengukuran data menjadi tidak stabil dan berubah-ubah. Hasil olahan data kualitas air mampu divisualisasikan secara spasial karena terdapat data koordinat untuk setiap parameter kualitas air yang diukur.

**KATA KUNCI: Pengukur Kualitas Air; Instrumen Lepas Pasang; Wahana Permukaan Tanpa Awak**

DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/marlin.V5.I1.2025.47-58>

\*Korespondensi penulis:  
e-mail : [anugerah.hakim@gmail.com](mailto:anugerah.hakim@gmail.com)

47



## Abstract

The deployment of Unmanned Surface Vehicles (USVs) has significantly simplified water quality surveys in vast aquatic areas, enabling faster data collection while minimizing risks in hazardous environments. However, frequent propulsion system failures and challenges in sensor maintenance necessitate the development of a detachable water quality measurement instrument. This study aims to prototype a modular water quality monitoring device for USVs and evaluate the performance of its integrated sensors, including the DS18B20 temperature sensor, pH Module 4502C, DFRobot TDS Meter, and Ublox Neo-8M GPS. Data transmission is facilitated by a Long Range (LoRa) communication system using the Ebyte E32 433T20D module operating at a 433 MHz radio frequency. Test results indicate that the sensors exhibit excellent accuracy, surpassing their technical specifications, though GPS accuracy remains suboptimal due to cloudy weather conditions during data acquisition. Similarly, LoRa signal transmission is effective only within a range of <1,300 meters. However, sensor precision requires further improvement, as measurements displayed instability and fluctuations. The collected water quality data can be spatially visualized, as each parameter is geotagged with coordinate data.

**Keywords:** Water Checker; Mounted Instrument; Unmanned Surface Vehicle

## PENDAHULUAN

Kualitas air merupakan faktor yang sangat penting bagi kelangsungan organisme yang hidup di perairan. Pengukuran kualitas air secara berkala merupakan kebutuhan kritis dalam berbagai aplikasi hidrologi, mulai dari pemantauan lingkungan hingga manajemen sumber daya perairan. Parameter seperti suhu, pH, dan *Total Dissolved Solids* (TDS) menjadi indikator utama yang harus dipantau secara *real-time* untuk menjamin validitas data (Safitri et al., 2022). Namun, pengambilan sampel di perairan luas seperti danau, sungai, atau wilayah pesisir sering kali menghadapi kendala teknis karena memerlukan pengukuran multi-titik yang memakan waktu dan berisiko bagi personel survei (Azmar & Perbani, 2016).

Wahana USV merupakan suatu wahana survei tanpa awak yang dapat dikendalikan baik secara manual jarak jauh maupun otomatis dengan Meningkatkan

kan lokasi waypoint target. Salah satu kelebihan dari USV adalah ukurannya yang *compact* menyebabkan wahana ini dapat dimobilisasi dengan cepat ke berbagai area perairan berbahaya untuk melakukan kegiatan survei kualitas air dan menghasilkan data secara *real-time* baik dengan komunikasi berbasis internet maupun dengan *Long Range* (LoRA). Dengan demikian, peran manusia secara langsung dapat diminimalkan sehingga risiko pengambilan data bagi para surveyor dapat berkurang secara signifikan (Khoirudin & Aryawan, 2019; Ramadhan & Aryawan, 2017; Siswandi et al., 2012). Di sisi lain, USV memiliki kekurangan diantaranya adalah mudah mengalami kerusakan pada sistem penggerak dan sensor yang terpasang secara terintegrasi (*on board*) rentan terhadap kerusakan karena terkena air, kotoran lumpur, atau interferensi elektromagnetik (Suja et al., 2017).

Oleh karena itu, dengan membuat instrumen pengukur kualitas air yang bersifat "*mounted*" maka akan membuat

sensor menjadi lebih mudah untuk dilepaskan dari USV yang bermasalah dan dipasangkan pada USV lain sehingga kegiatan survei menjadi tidak terganggu. Lebih lanjut, dengan *mounted water checker* maka sensor akan lebih mudah untuk dibersihkan setiap sehabis melaksanakan survei karena dapat dilepas dari USV sehingga umur sensor menjadi lebih lama dan akurasi dapat terus dijaga. Penelitian ini bertujuan untuk membuat prototipe instrumen pengukur kualitas air yang bersifat "mounted" serta melakukan pengujian terhadap kinerja sensor suhu, pH, TDS dan GPS yang digunakan.

## BAHAN DAN METODE

### Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari - April tahun 2024 di PT. OC Enviro, Cimahi. Jawa Barat (tempat perancangan alat) dan di Embung Pangandaran, Jawa Barat untuk pengujian alat.

### Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat dan Bahan  
Table 1. Tools and Materials

No.	Jenis	Fungsi
<b>A</b>	<b>Alat</b>	
1	Solder	<u>Menghubungkan komponen elektronik dengan timah</u>
2	Voltmeter	<u>Mengukur tegangan listrik pada rangkaian</u>
3	Laptop	<u>Memprogram mikrokontroler</u>
<b>B</b>	<b>Bahan</b>	
1	Arduino Board	<u>Mengontrol perangkat elektronik</u>
2	DS18B20	<u>Sensor pengukur suhu air</u>
3	pH Module 4502C	<u>Sensor pengukur pH air</u>
4	TDS Meter DFRobot	<u>Sensor pengukur kadar TDS dalam air</u>
5	GPS Ublox Neo-8M	<u>Menentukan posisi koordinat</u>
6	SD Card Logger	<u>Menyimpan output data ke dalam SD Card</u>
7	Real Time Clock (RTC)	<u>Menyediakan data waktu dan tanggal</u>
8	LCD 20x4	<u>Menampilkan hasil pengukuran real-time</u>
9	Tactical Box	<u>Menjaga sensor dan perangkat elektronik dari air dan debu</u>
10	Modul LoRA Ebyte E32433T20D	<u>Mentransmisikan sinyal jarak jauh</u>

### Prosedur Penelitian

Pengumpulan data dilakukan dengan pendekatan eksperimen melalui pengujian alat. Pengambilan data dilakukan di Embung Pangandaran dengan luasan 4,1 hektar. Instrumen diletakkan di atas USV yang mengambil data dengan lintasan zigzag setiap interval 15 detik. Pola lintasan survei ditunjukkan pada Gambar 1. Data yang didapat pada penelitian ini berupa data suhu, pH, TDS, koordinat dan jarak jangkauan transmisi LoRA. Pengukuran data suhu air didapatkan dengan menggunakan sensor DS18B20 dan data referensi dari termometer digital. Pengukuran data pH didapatkan dari pH Module 4502C dengan data referensi

larutan pH *buffer* 9,18 dan 6,86. Pengukuran kadar TDS didapatkan dari sensor TDS Meter buatan DFRobot dengan data referensi dari instrumen TDS standar laboratorium (TDS-2). Posisi koordinat didapatkan dari sensor GPS Ublox Neo-8M dengan referensi pembandingan menggunakan koordinat dari *Google Earth*. Sedangkan, jangkauan transmisi sinyal LoRa didapatkan dengan cara instrumen receiver pengamat dibawa bergerak menjauhi instrumen transmitter secara bertahap setiap 100 m. Data-data tersebut kemudian dianalisis dari setiap perlakuan untuk melihat tingkat presisi dan akurasi.



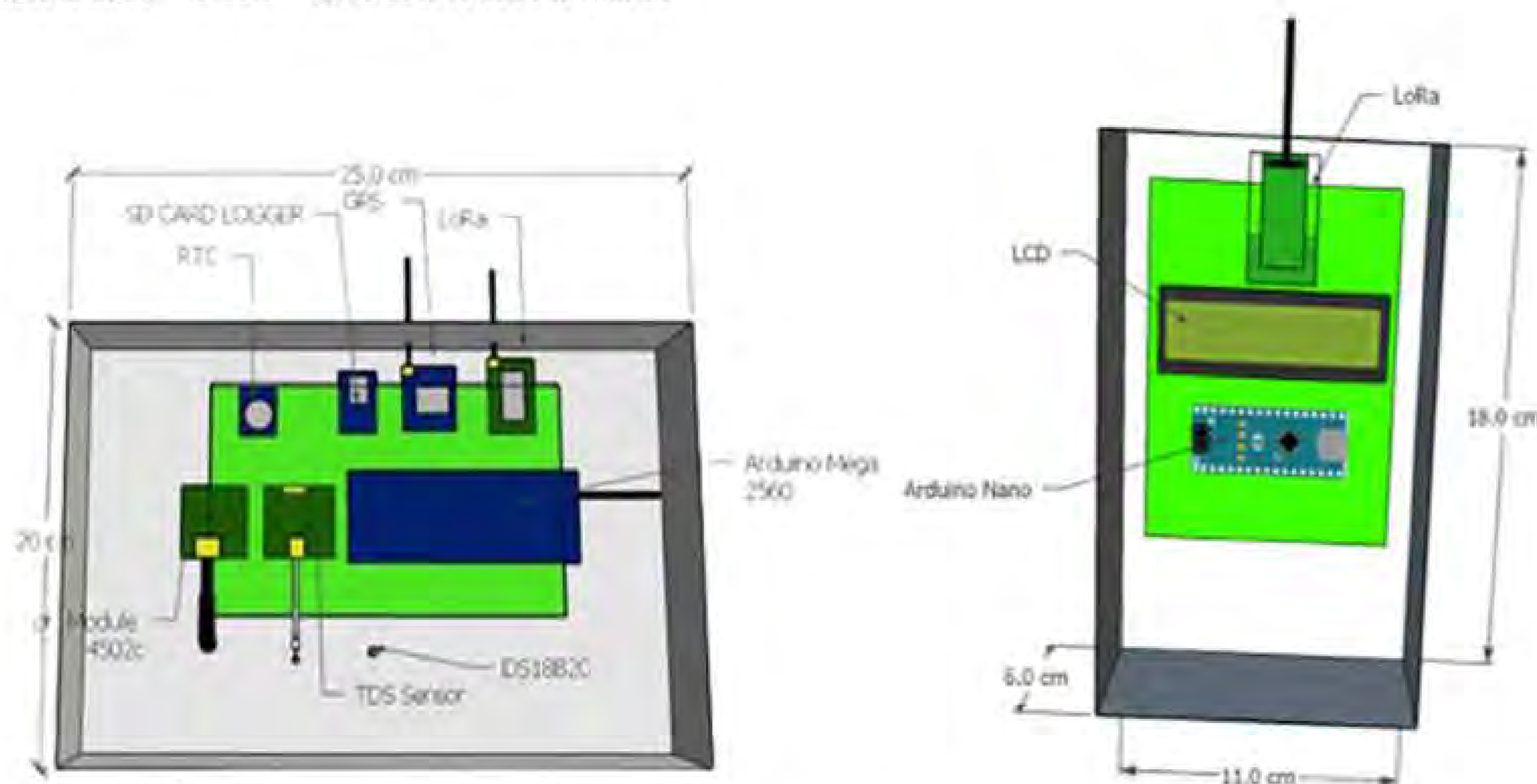
Gambar 1. Lintasan Survei USV untuk Pengujian Alat  
 Figure 1. USV Survey Track for Instrument Testing

**HASIL DAN BAHASAN**

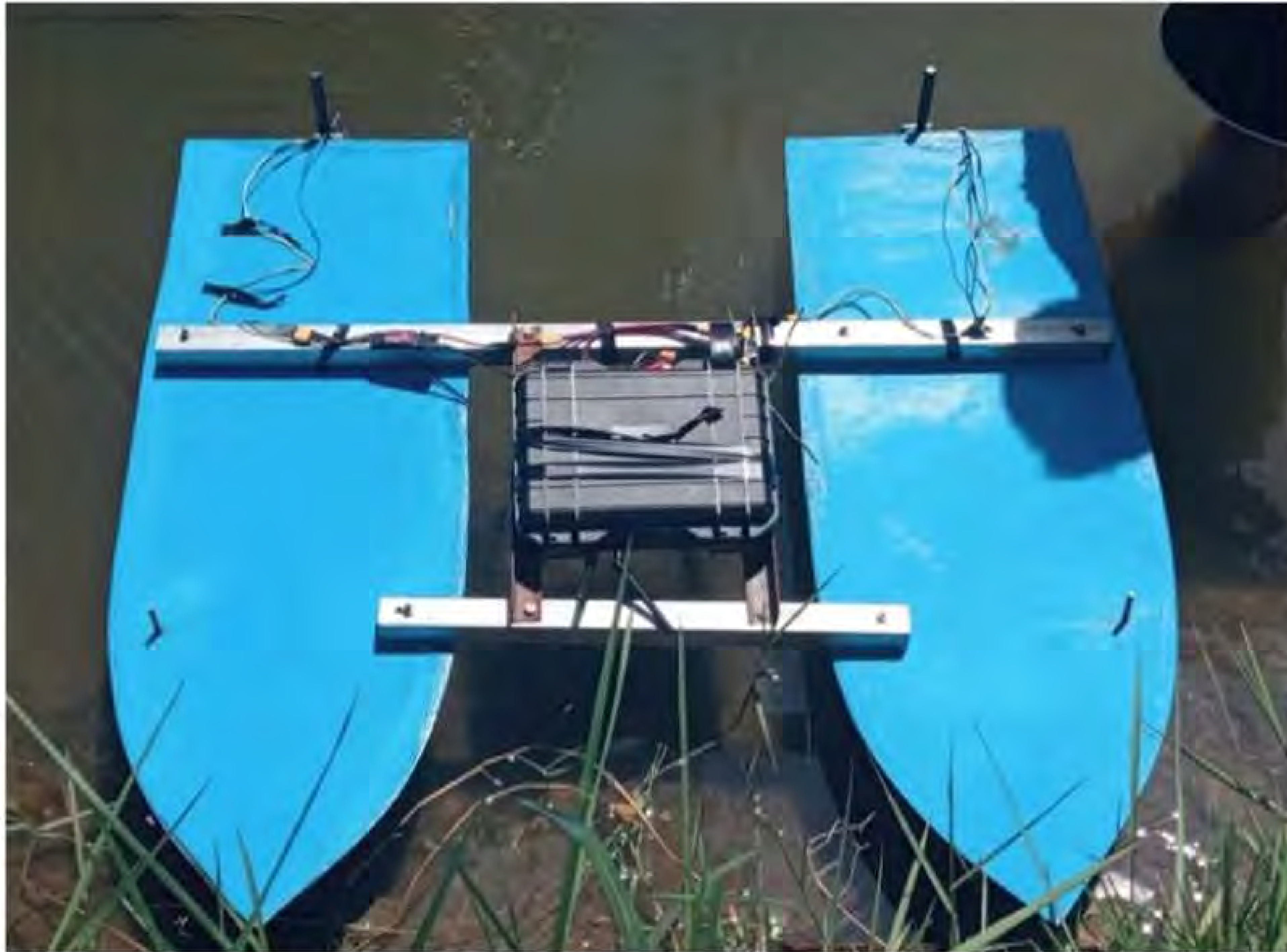
**Perancangan Desain dan Pembuatan Prototipe**

Desain prototipe dibuat menggunakan perangkat lunak Sketch Up (Gambar 2) dengan tujuan mengurangi kesalahan pada pembuatan prototipe akibat dimensi yang tidak sesuai. Prototipe alat ini terbagi menjadi dua bagian. Pertama adalah bagian transmitter yang dilengkapi dengan sensor-sensor pengukur parameter kualitas air dan SD Card Logger untuk penyimpanan data ke SD Card. Pada bagian ini menggunakan

tactical box dengan ukuran dimensi panjang x lebar x tinggi berturut-turut sebesar 25 cm x 20 cm x 4,5 cm. Penggunaan tactical box ini penting untuk menjaga agar sensor dan komponen elektronika tidak terkena air pada saat diletakkan di atas wahana USV (Gambar 3). Sedangkan, pada bagian yang kedua adalah bagian receiver yang dilengkapi dengan LCD Display 20 x 4 untuk menampilkan data secara real-time yang diletakkan di dalam project box berdimensi panjang x lebar x tinggi berturut-turut sebesar 18 cm x 11 cm x 6 cm.



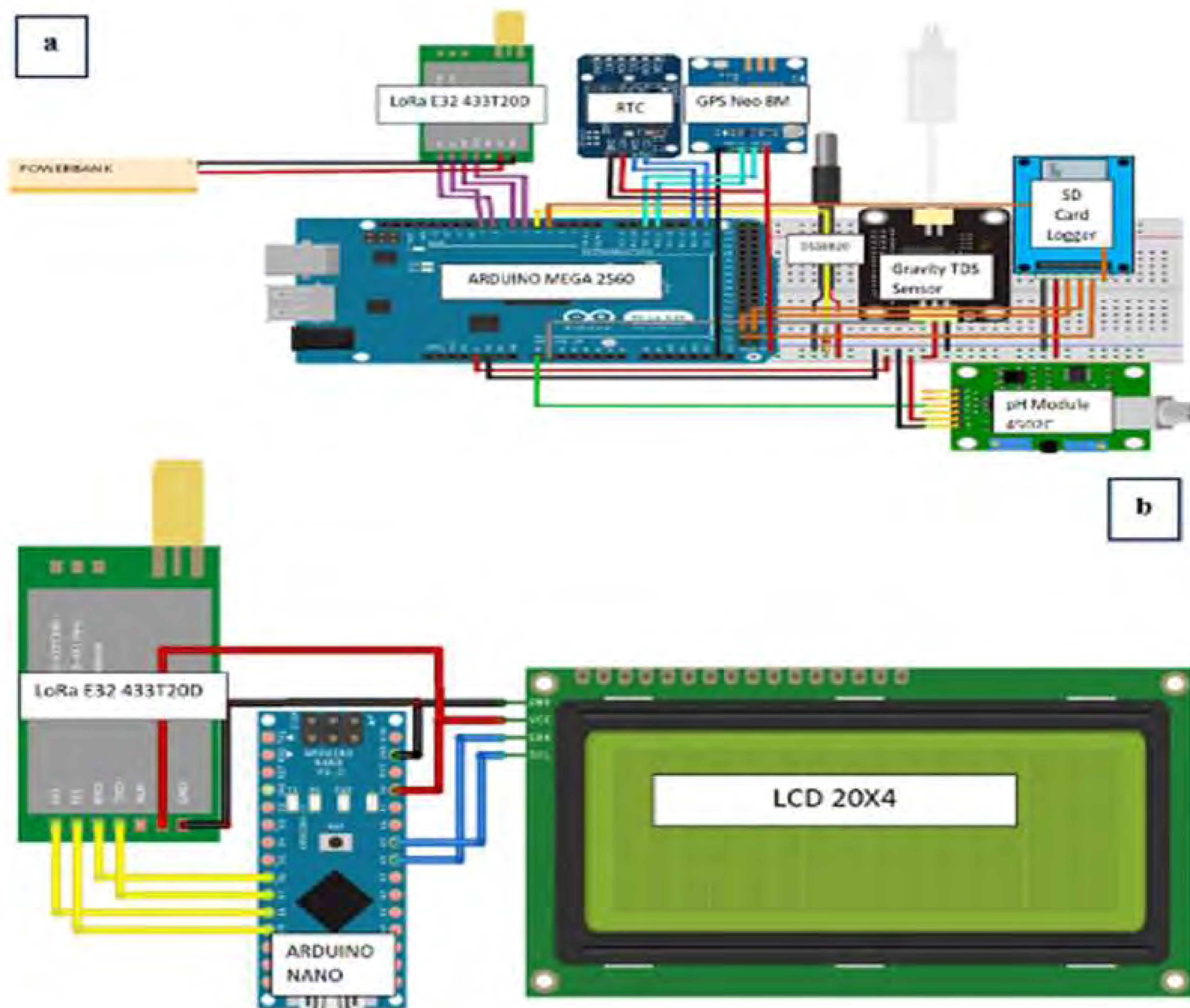
Gambar 2. Desain Prototipe Pengukur Kualitas Air Mounted: Bagian Transmitter (Kiri) dan Bagian Receiver (Kanan)  
 Figure 2. Design of a Mounted Water Checker Instrument Design of a Mounted Water Checker Prototype: Transmitter Unit (Left) and Receiver Unit (Right)



Gambar 3. Peletakan Instrumen Pada USV  
 Figure 3. Instrument Mounting on USV

Setelah membuat desain alat maka selanjutnya membuat desain rangkaian komponen elektronik *water checker*

portabel menggunakan perangkat lunak *fritzing* (Gambar 4).



Gambar 4. Desain rangkaian elektronik: a) transmitter dan b) receiver

Figure 4. Design of electronic circuits: a) transmitter and b) receiver

Pada Gambar 4 terlihat pada bagian *transmitter* dan *receiver* menggunakan mikrokontroler yang berbeda, yaitu Arduino Mega 2560 dan Arduino Nano. Kelebihan Arduino Mega 2560 memiliki banyak *port* sehingga dapat mengakomodasi pemasangan banyak sensor, sedangkan kelebihan Arduino Nano adalah ukurannya yang ringkas cocok untuk instrumen *receiver* yang didesain berukuran kompak sehingga mudah untuk dibawa ke mana pun. Pada kedua bagian, baik *transmitter* maupun *receiver*, menggunakan perangkat LoRa yang sama yaitu Ebyte E32 433T20D sebagai sistem komunikasinya dengan frekuensi gelombang radio 433 MHz.

**Mekanisme Kerja Alat**

Instrumen *mounted water checker* ini dilengkapi dengan empat buah sensor, yaitu: sensor suhu DS18B20, pH Module 4502C, TDS Meter DFRobot, dan GPS Ublox Neo-8M. Sensor DS18B20 merupakan sensor yang mampu mendeteksi suhu dari -55°C hingga 125°C dengan akurasi ± 0,5°C (Dallas Semiconductor, 2002). Sensor pH Module 4502C adalah sensor yang digunakan untuk mengukur tingkat keasaman pada suatu larutan dengan rentang pengukuran antara 0 hingga 14 dengan akurasi ± 0,1. Sensor DFRobot TDS Meter merupakan sensor yang mampu mengukur padatan terlarut total di dalam air pada rentang pengukuran 0 hingga 1000 ppm dengan akurasi ± 10% (DFRobot, 2019). Sedangkan, sensor GPS Ublox Neo-8M mampu menerima sinyal satelit dari sistem navigasi GPS, GLONASS, BeiDou, Galileo, dan QZSS dengan akurasi pengukuran posisi ± 2,5 meter (U-Blox, 2016). u-blox M8 concurrent GNSS modules. Data Sheet, 15. Keempat sensor kemudian diatur agar

dapat mengambil data *in situ* setiap 15 detik selama USV bergerak di atas permukaan air. Selanjutnya, data disimpan ke dalam SD Card melalui SD Card Logger yang dipasangkan dengan RTC sehingga waktu pengambilan data aktual dapat ikut terekam. Selain, data tersebut disimpan ke dalam SD Card juga dikirimkan secara *real-time* ke instrumen pengamat melalui komunikasi LoRa sehingga data dapat dipantau pada layar LCD 20x4 *monochrome*.

**Kalibrasi Alat**

Kalibrasi dilakukan agar dapat mengetahui seberapa besar nilai *error* yang terjadi ketika sensor mengambil data sehingga kinerja suatu alat ukur dapat dievaluasi validitasnya. Dalam hal ini sensor akan diuji coba dan dibandingkan dengan alat ukur atau larutan referensi. Nilai yang tertera pada referensi akan dijadikan sebagai acuan dan selisihnya akan dimasukkan ke dalam *syntax* sebagai nilai konstanta untuk memperbaiki estimasi dari nilai sensor yang digunakan. Pengkalibrasian pada keempat sensor adalah sebagai berikut: 1) sensor suhu DS18B20 dibandingkan dengan termometer digunakan untuk mengukur tiga suhu air; 2) sensor pH Module 4502C dibandingkan dengan larutan pH *buffer* 6,86 dan 9,18; 3) sensor TDS Meter DFRobot dibandingkan dengan TDS-3 (TDS meter standar laboratorium) untuk mengukur kadar TDS pada air laut dan air mineral; dan 4) sensor GPS Ublox Neo-8M dibandingkan dengan koordinat tiga posisi gedung Politeknik Kelautan dan Perikanan Pangandaran pada *Google Earth*. Hasil kalibrasi pada keempat sensor berturut-turut ditunjukkan pada Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4, dan Tabel 5.

Tabel 2. Hasil Kalibrasi Sensor Suhu  
 Table 2. Calibration Results of the Temperature Sensor

No.	Sampel	Nilai (°C)		Error (%)
		Sensor DS18B20	Termometer (Referensi)	

1	Air I	45,37	45,40	0,07
		45,21	45,40	0,42
		45,16	45,40	0,53
2	Air II	31,12	31,00	0,49
		31,02	31,00	0,06
		30,90	31,00	0,32
3	Air III	10,46	10,30	1,55
		10,38	10,30	0,78
		10,31	10,30	0,10

Pada Tabel 2 terlihat bahwa pengukuran suhu dengan menggunakan sensor DS18B20 menunjukkan hasil yang kurang presisi pada tiga buah sampel air dengan suhu yang berbeda. Pada tiga kali ulangan untuk sampel yang sama menunjukkan hasil pengukuran yang menurun dari pengukuran awal berbeda dengan hasil pengukuran dengan menggunakan termometer yang menunjukkan hasil yang konsisten. Nilai *error* tertinggi ditunjukkan pada pengukuran sampel Air III ulangan

kesatu (1,55%), sedangkan nilai *error* terkecil ditunjukkan pada pengukuran sampel air II ulangan ketiga (0,06%). Rata-rata nilai *error* hasil pengukuran sensor suhu DS18B20 adalah sebesar 0,47% dengan rata-rata selisih suhu adalah sebesar 0,11 °C. Hasil ini menunjukkan sensor suhu DS18B20 masih bekerja dengan baik karena masih berada di bawah ambang batas akurasi yaitu sebesar  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ .

Tabel 3. Kalibrasi Sensor pH

Table 3. Calibration Results of the pH Sensor

No.	Larutan Referensi	Sensor pH	Error (%)
1	pH Buffer 9,18	9,16	0,22
		9,18	0,0
		9,18	0,0
2	pH Buffer 6,86	6,87	0,15
		6,86	0,0
		6,86	0,0

Tabel 3 menunjukkan bahwa pengukuran pH menggunakan pH Module 4502C sudah menunjukkan hasil pengukuran yang cenderung presisi dimana nilai pengukuran mulai stabil pada ulangan kedua dan ketiga sehingga nilai *error*nya bisa mencapai 0%. Rata-rata

*error* untuk kedua larutan pH *buffer* untuk kedua ulangan adalah sebesar 0,06% dengan rata-rata selisih hasil pengukuran pH sebesar 0,005. Hasil pengukuran ini menunjukkan nilai yang lebih baik mengingat akurasi sensor ini sebesar  $\pm 0,1$ .

Tabel 4. Kalibrasi Sensor TDS

Table 4. Calibration Results of the TDS Sensor

No.	Sampel	Nilai		Error (%)
		Sensor TDS DFRobot	TDS-3 (Referensi)	

1	Air Laut	811	808	0,4
		808	808	0,0
		808	808	0,0
2	Air Mineral	33	32	3,1
		33	32	3,1
		32	32	0,0

Pada Tabel 4 ditunjukkan bahwa pengukuran menggunakan sensor TDS DFRobot cenderung presisi dari tiga kali ulangan pada kedua sampel 66,7% menunjukkan nilai yang sama pada setiap sampel yang diukur. Hasil pengukuran pada sampel air mineral menunjukkan nilai error pengukuran yang lebih tinggi dibandingkan pada sampel air

laut, dengan rata-rata error 2,1% dibandingkan 0,1% untuk tiga kali ulangan. Rata-rata error total adalah sebesar 1,1% dan akurasi pengukurannya sebesar 98,9%. Hasil pengukuran kadar TDS air dengan sensor TDS keluaran pabrikan DFRobot sangat baik karena diatas dari akurasinya yang sebesar ± 10%.

Tabel 5. Hasil Kalibrasi Pengukuran Titik Koordinat

Table 5. Calibration Results of Coordinate Point Measurements

No.	Lokasi Marking	GPS Ublox NEO-8M		Google Earth		Selisih (m)
		Lintang	Bujur	Lintang	Bujur	
1	Gedung Kuliah	-7,678597	108,685322	-7,677410	108,679775	34,46
2	Ruang Makan	-7,678597	108,683521	-7,678639	108,683450	8,14
3	Flat Dosen	-7,678575	108,683804	-7,678584	108,683797	2,63

Pada Tabel 5 terlihat bahwa untuk tiga kali pengukuran titik koordinat yang tersebar di depan gedung kuliah; belakang ruang makan; dan di depan flat dosen kampus PKPP, menunjukkan akurasi pengukuran yang lebih rendah dari akurasi spesifikasi sensor GPS Ublox Neo-8M (± 2,5 m). Semua titik pengamatan melenceng jauh dari titik referensi yang ada di Google Earth, dengan nilai selisih jarak terbesar adalah di depan gedung kuliah sejauh 34,46 m dan selisih jarak terkecil adalah di depan flat dosen yaitu

sejauh 2,63 m. Dengan demikian, rata-rata akurasi dari sensor GPS Ublox Neo-8M adalah sekitar 15,1 m. Rendahnya akurasi hasil pengukuran koordinat ini dipengaruhi oleh kondisi cuaca yang berawan sehingga penerimaan sinyal satelit menjadi kurang optimal.

**Pengujian Alat**

Hasil pengujian jangkauan kekuatan transmisi sinyal LoRa pada prototipe *mounted water checker* ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Pengujian Kekuatan Transmisi Sinyal  
Table 6. Signal Transmission Strength Testing

No.	Jarak (m)	Kekuatan Sinyal
1	100	Normal
2	200	Normal
3	300	Normal



4	400	Normal
5	500	Normal
6	600	Normal
7	700	Normal
8	800	Normal
9	900	Normal
10	1000	Normal
11	1100	Normal
12	1200	Normal
13	1300	<u>Mulai terjadi delay</u>
14	1400	<u>Sinyal hilang</u>

Pada Tabel 6 terlihat bahwa komunikasi LoRa antara *transmitter* yang berada pada instrumen USV dan *receiver* pada instrumen pengamat paling optimal hanya pada jarak <1.300 m. Transmisi sinyal mulai terjadi gangguan berupa delay pada jarak 1.300 dan benar-benar hilang pada jarak 1.400 m. Pada spesifikasi teknis modul LoRa Ebyte E32-433T20D seharusnya dapat mencapai  $\pm 3$  km namun pada pengujian di lapangan hanya mencapai jarak kurang dari setengahnya (Chengdu Ebyte Electronic Technology Co Ltd., 2019). Pengujian jarak jangkauan sinyal LoRa dilakukan di sepanjang jalan *Grand Pangandaran* yang banyak ditumbuhi oleh pepohonan. Hal ini disebabkan karena transmisi sinyal LoRa sebaiknya

dipasang tinggi agar sinyalnya tidak terhalang oleh pepohonan, bangunan atau pun objek penghalang lainnya. Meskipun, sinyal LoRa memiliki berbagai kelebihan karena konsumsi dayanya yang rendah dan tidak memerlukan fasilitas internet namun sinyal LoRa sangat sensitif terhadap objek penghalang (Abdillah et al., 2021; Tan et al., 2019; Widiyanto et al., 2019). Pada kondisi transmisi sinyal normal tampilan data hasil pengukuran real-time dapat dipantau secara stabil tanpa kendala pada instrumen pengamat seperti ditunjukkan pada Gambar 5.

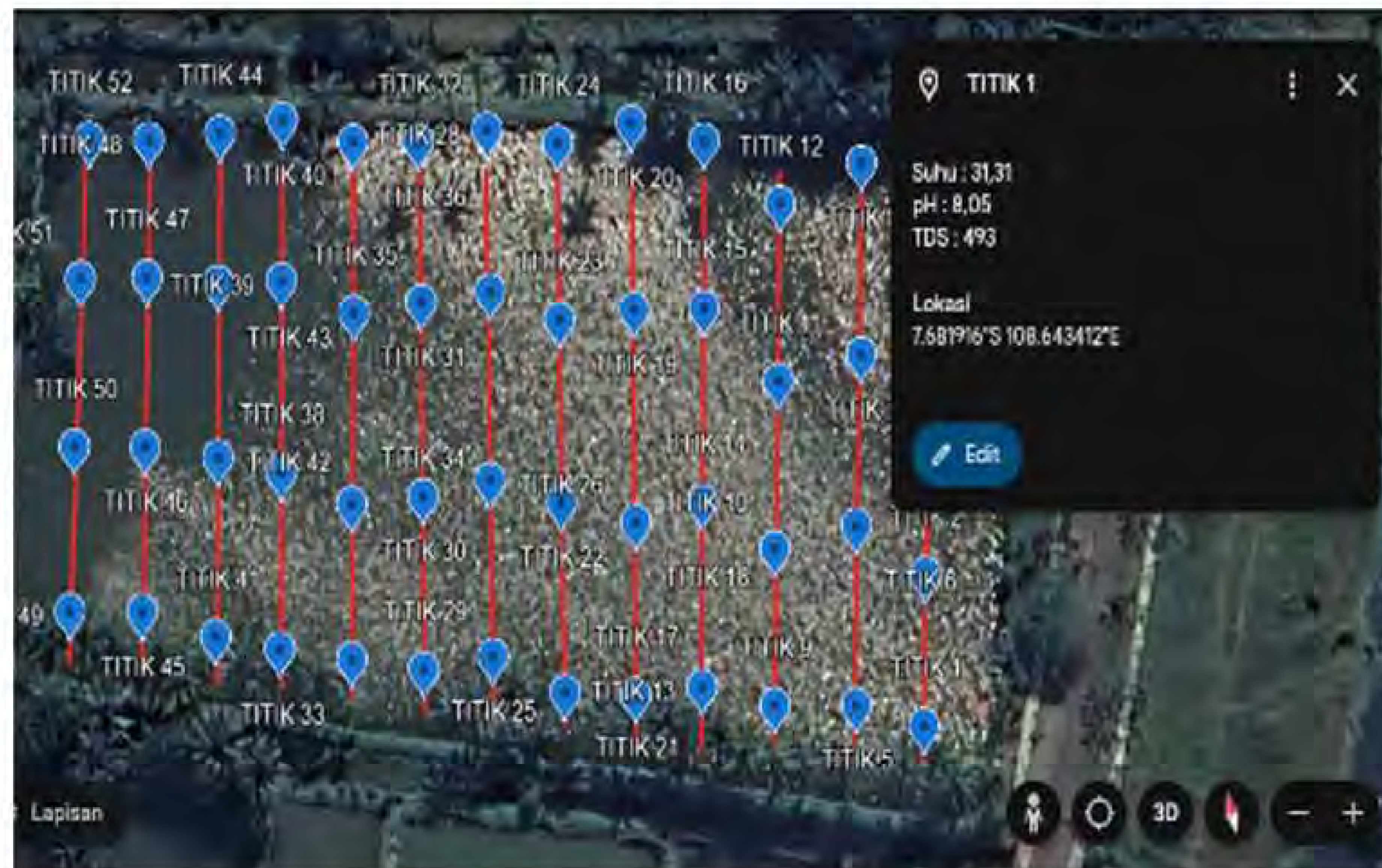


Gambar 5. Tampilan Data Pengukuran Real-time pada instrumen pengamat

*Figure 5. Real-time Measurement Display on the Observation Instrument*

Hasil pengukuran data menggunakan USV di Embung Pangandaran ditunjukkan pada Gambar 6. Pada gambar tersebut terlihat bahwa pada *track survey* yang dibuat *zigzag* dengan interval pengambilan data setiap 15 detik maka didapatkan 52 titik stasiun

pengambilan data. Data koordinat beserta data parameter kualitas air kemudian diinputkan ke dalam *Google Earth* sehingga didapatkan visualisasi data spasial kualitas air di Embung Pangandaran.



Gambar 6. Tampilan Data Spasial Kualitas Air di Embung Pangandaran

Figure 6. Spatial Water Quality Data Display at Pangandaran Reservoir

Selain transmisi data secara *real-time* melalui LoRa, prototipe ini dilengkapi dengan modul *SD Card Logger* yang berfungsi sebagai penyimpan data lokal. Setelah setiap sensor mengambil data maka data tersebut akan tersimpan di dalam *SD Card*. Pada *SD Card* tertulis nama file dengan format ".txt" yang berisikan semua data dari sensor yang sudah disimpan dan waktu pengambilan datanya. Setiap data suhu, pH, TDS, dan koordinat yang diambil setiap 15 detik disimpan bersama *timestamp* dari RTC sehingga memudahkan analisis temporal dan spasial. Dalam pengujian di Embung Pangandaran, selama satu kali *trip* operasi USV, sistem berhasil menyimpan 52 data titik pengukuran selama 13 menit waktu operasi dengan total ukuran file hanya 4 Kb. Hal ini menunjukkan efisiensi penggunaan memori yang sangat baik, walaupun hanya dengan kapasitas *SD Card* 32 Gb, memungkinkan survei multi hari tanpa

perlu penggantian *SD Card*. Lebih lanjut, kecepatan penulisan data ke *SD Card* (rata-rata 0,5 detik per penyimpanan) tidak mengganggu interval pengambilan data 15 detik, sehingga tidak terjadi *data loss* selama operasi. Dengan demikian, *SD Card* dapat berfungsi sebagai *backup* yang handal ketika sinyal LoRa terputus di jarak >1.300 m.

## KESIMPULAN

Pada penelitian ini telah berhasil dibuat sebuah prototipe instrumen *mounted water checker* yang berbasis LoRa sebagai sistem komunikasinya dengan jarak optimal jangkauan sinyal <1.300 m. Instrumen ini kemudian dipasangkan pada sebuah USV dan berhasil mengambil data suhu, pH, TDS dan koordinat dengan interval setiap 15 detik. Data dapat dilihat secara

*real-time* melalui instrumen pengamat, sedangkan data yang tersimpan di dalam SD Card dapat diolah menjadi data spasial sebaran kualitas air. Tingkat akurasi untuk sensor suhu DS18B20, pH Module 4502C dan TDS DFRobot sudah sangat baik melebihi standar akurasi spesifikasi teknisnya, tetapi khusus untuk sensor GPS Ublox Neo-8M masih rendah akurasi disebabkan karena kondisi cuaca berawan yang membuat penerimaan sinyal satelit navigasi menjadi kurang optimal. Adapun, terkait tingkat presisi sensor yang paling baik adalah pada sensor pH dan TDS dengan masing-masing presisi hingga 66,7% untuk tiga kali ulangan.

#### PERSANTUNAN

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. OC Enviro yang telah memfasilitasi dalam proses perancangan dan pembuatan prototipe pada penelitian ini,

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, W., Saripurna, D., Yakub, S., Studi Sistem Komputer, P., & Triguna Dharma, S. (2021). Analisis Kinerja LoRa (Long Range) berdasarkan Jarak dan Spreading Factor pada Area Rural. *Jurnal CyberTech*, 4(4), 1-13.
- Azmar, Z. B., & Perbani, N. R. C. (2016). Studi Awal Desain Hull USV (Unmanned Surface Vehicle) untuk Pengukuran Batimetri di Perairan Tenang. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 2016(1), 42-51.
- Dallas Semiconductor. (2002). DS18B20 Temperature Sensor. Dallas Semiconductor Datasheets, 1-27.
- DFRobot. (2019). Gravity: Analog TDS Sensor/Meter For Arduino SKU: SEN0244. *DFRobot Electronic*, 1-7.
- Khoirudin, M. H., & Aryawan, W. D. Capstone Design Kapal Tanpa Awak sebagai Media Survei Tingkat Kualitas Air di Suatu Perairan. *Jurnal Teknik ITS*, 8(1), 13-18.
- Ramadhan, F., & Aryawan, W. D. (2017). Pembuatan Detail Desain Unmanned Surface Vehicle (USV) untuk Monitoring Wilayah Perairan Indonesia. *Jurnal Teknik ITS*, 6(2).
- Safitri, R. N., Ningtyas, S. R. A., Hermawan, W. G., Pramitasari, T. A., & Rachmawati, S. (2022). Dampak Kualitas Air pada Kawasan Keramba Budidaya Ikan Air Tawar di Waduk Cengklik, Boyolali. *Envoist Journal*, 2(2), 84-91.
- Siswandi, B., Santoso, H. A., & Musriyadi, B. (2012). Perencanaan Unmanned Surface Vehicle (USV) Ukuran 3 Meter Tipe Serbu Cepat. *Jurnal Teknik ITS*, 1(1), 224-229.
- Suja, M. J. J., Sulistiyanti, S. R., & Komarudin, M. (2017). Sistem Navigasi pada Unmanned Surface Vehicle untuk Pemantauan Daerah Perairan. *Electrician-Jurnal Rekayasa Dan Teknolgi Elektro*, 11(1), 32-43.
- Tan, Z. A., Rahman, M. T. A., Rahman, A., Hamid, A. F. A., Amin, N. A. M., Munir, H. A., & Zabidi, M. M. M. (2019). Analysis on LoRa RSSI in Urban, Suburban, and Rural Area for Handover Signal Strength-Based Algorithm. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 705(1-6).
- U-Blox. (2016). U-blox M8 concurrent GNSS modules. *Data Sheet*, 15.
- Widianto, E. D., Faizal, A. A., Eridani, D., Augustinus, R. D. O., & Pakpahan, M. S. (2019). Simple LoRa Protocol: Protokol Komunikasi LoRa Untuk Sistem Pemantauan Multisensor. *TELKA - Telekomunikasi, Elektronika, Komputasi Dan Kontrol*, 5(2), 83-92.

