Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi e-ISSN: 2549-4236, p-ISSN: 1411-8939
Lembaga Penellitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Vol 24, No 3 (2024): Oktober, 2536-2547
DOI: 10.33087/jiubj.v24i3.5598

Immersea: Sistem *Monitoring* Terpadu Kondisi Air Penunjang Budidaya Rumput Laut Berbasis *Internet of Thing* dan *Artificial Intelligence* Secara *Real Time*

Muhammad Zaki Raihansyah, Sufadi Alim, V. Karocelli Leo Priyantama, Diva Dinanti Febrianti, Yossie Rendy Tegar Manggala, Hamdana Putra
Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya
Correspondence: muhammadzakiraihansyah@student.ppns.ac.id, sufadialim@student.ppns.ac.id, vkarocelli@student.ppns.ac.id, ddinanti@student.ppns.ac.id, yossierendy@student.ppns.ac.id, hamdana.putra@ppns.ac.id

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk membantu para petani rumput laut mengoptimalkan budidaya rumput laut di Indonesia, dengan menggunakan alat bernama Immersea berbasis *Internet of Things* dan *Artificial Intelligence*, petani dapat memantau kondisi kualitas air secara *real-time* melalui *smartphone* dan mendapatkan referensi tambahan untuk tindakan yang tepat sesuai kondisi air. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kombinasi deskriptif dan eksperimen dengan percobaan dalam skala prototipe. Pengujian dilakukan pada tambak rumput laut di Kecamatan Jabon, Sidoarjo. Hasil penelitian menemukan bahwa pembacaan sensor dapat diamati pada aplikasi *smartphone* secara *real-time* dengan kecepatan pengiriman data 30 detik/data, dan pengiriman data untuk kontrol arah alat adalah ±35 detik/data.

Kata kunci: *IoT, Artificial Intelligence, Monitoring, Real-time.*

Abstract. *This research aims to help seaweed farmers optimize seaweed cultivation in Indonesia, by using a tool called Immersea based on the Internet of Things and Artificial Intelligence, farmers can monitor water quality conditions in real-time via smartphone and get additional references for appropriate action. water conditions. The research method used is a combination of descriptive and experimental methods with experiments on a prototype scale. Tests were carried out in seaweed ponds in Jabon District, Sidoarjo. The research results found that sensor readings can be observed on a smartphone application in real-time with a data transmission speed of 30 seconds/data, and data transmission for tool direction control is ±35 seconds/data.*

Keywords: *IoT, Artificial Intelligence, Monitoring, Real-time.*

PENDAHULUAN

Potensi wilayah Indonesia sebagai negara maritim yang beragam Rumput laut adalah salah satu sumber daya laut yang mempunyai potensi luas untuk dikembangkan (Darmawati dkk, 2023). Berdasarkan data Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP), produksi rumput laut di Indonesia mencapai 9,12 juta ton dengan nilai Rp28,48 triliun pada 2021 (Widi, 2022). Pemerintah terus berupaya untuk mengembangkan hilirisasi industri pengolahan rumput laut di Tanah Air. Menteri Kelautan dan Perikanan Sakti Wahyu Trenggono menuturkan bahwa Presiden Jokowi menargetkan untuk membuat proyek percontohan komoditas rumput laut di sejumlah wilayah di Indonesia. Indonesia memiliki potensi wilayah yang besar dalam upaya hilirisasi rumput laut yaitu sekitar 12 juta hektare (Trenggono, 2023)

Dalam budidaya rumput laut di Indonesia, beberapa jenis rumput laut yang dibudidayakan memiliki potensi yang besar dan tersebar luas di perairan laut Indonesia, seperti eucheuma, sargasum, gracilaria, tubrinaria, gelidium, dan hypnea (Munaeni, 2023). Jenis rumput laut tersebut, rumput laut yang banyak di ekspor dari Indonesia adalah jenis gracilaria. Gracilaria merupakan jenis rumput laut merah yang dapat dijumpai hampir di semua perairan tropik seperti Indonesia. Di Indonesia Gracilaria digunakan sebagai bahan baku pabrik agar-agar di dalam negeri dan juga merupakan komoditas ekspor (Sendari, 2023).

Disamping peluang dan kondisi rumput laut yang ada, terdapat masalah dalam budidaya rumput laut, kendala melibatkan pengawasan dan perekaman historis kondisi lingkungan budidaya, kesenjangan teknologi, dan kurangnya data penunjang yang dimiliki terkait kondisi air untuk mengambil keputusan menjadi hambatan dalam budidaya rumput laut. Menurut Hasibuan (2015) terdapat beberapa kesenjangan yang perlu diperhatikan. Salah satunya, penguasaan teknologi di industri hulu rumput laut masih

rendah karena kurangnya akses dan pelatihan yang memadai. Selain itu, kondisi air yang kurang optimal juga berdampak negatif pada kualitas rumput laut yang dihasilkan, dan memberikan dampak buruk pada masyarakat yang bergantung pada hasil budidaya tersebut. Oleh karena itu, pemahaman dan penanganan masalah ini menjadi sangat penting untuk mengoptimalkan potensi budidaya rumput laut di Indonesia.

IMMERSEA adalah sistem *monitoring* terpadu kondisi air penunjang budidaya rumput laut berbasis *Internet of Things* dan *Artificial Intelligence* Secara *Real Time.* Immersea menyediakan data dan rekomendasi tindakan untuk petani mengambil keputusan. Perangkat ini terintegrasi aplikasi *smartphone*, memudahkan pemantauan dan pengelolaan air. Data dari sistem ini memberikan referensi tambahan bagi petani dalam mengambil tindakan tepat sesuai kondisi air.

Kajian Teori

Kondisi Petani Budidaya Rumput Laut

Hasibuan (2015) mencatat tantangan permasalahan teknologi pada pengelolaan sumber daya manusia petani rumput laut dengan kesenjangan yang seperti tertera dalam Tabel 1.

Tabel 1
Analisis Kesenjangan Penerapan Teknologi di Sektor Industri Rumput Laut, Termasuk Aspek Teknologi dalam Manajemen Sumber Daya Manusia.

Indikator Penilaian	Standar Ideal	Industri Hulu	Industri Medium
Penguasaan Teknologi	Program pelatihan kompetensi berlangsung baik	Rendah	Cukup

Sumber: Hasibuan (2015)

Peraturan Badan Standardisasi Nasional Nomor 4 Tahun 2023

Menurut regulasi Badan Standardisasi Nasional Nomor 4 Tahun 2023, air dianggap memenuhi standar teknis yang dibutuhkan untuk budidaya rumput laut seperti yang tercantum dalam Tabel 2.

Tabel 2
Cara budi daya ikan yang baik (CBIB) Bagian 2: Rumput Laut

Indikator	Pengertian	Alat Penilaian (Verifier)
Kualitas air di lokasi budi daya rumput laut dapat mendukung produksi rumput laut yang aman dikonsumsi manusia sesuai persyaratan teknis budi daya rumput laut	Kualitas perairan seharusnya sesuai dengan persyaratan teknis untuk budidaya Tidak mengandung bahan cemaran/ kontaminan yang berbahaya yang dapat mengkontaminasi produk	Hasil uji kontaminan (SNI budi daya rumput laut; Permen LH No. 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut) khususnya logam berat atau sesuai risiko

Sumber: BSN (2023)

Kep.Men LH No. 51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut

Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 mengenai standar mutu air laut yang diuraikan dalam Tabel 3.

Tabel 3
Baku Mutu Air Laut Untuk Biota Laut

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu
1.	Suhu[c]	°C	alami[3(c)]
2.	pH[d]	-	7-8.5[(d)]
3.	Salinitas[e]	%o	alami[3(e)]
4.	Oksigen Terlarut (DO)	Mg/l	>5

(Sumber: KMNLH, 2004)

Persyaratan Kualitas Air (SNI 7579.2:2010 dan SNI 7579.3:2010)

Standar kualitas air untuk budidaya rumput laut sesuai dengan SNI 7579.2:2010 dan SNI 7579.3:2010 seperti yang tercantum dalam Tabel 4.

Tabel 4
Persyaratan Kualitas Air untuk Budidaya

No.	Parameter	Satuan	Kisaran
1.	Suhu	°C	26-32
2.	Salinitas	Mg/l	28-34
3.	pH	-	7-8.5

Sumber: SNI (2010)

Sensor DO (Analog Dissolved Oxygen Sensor / Meter Kit SKU: SEN0237)

Sensor tersebut berperan dalam menilai jumlah oksigen yang terlarut di dalam air. Sensor ini dilengkapi dengan empat pin input, termasuk

Analog Signal Output, VCC (3.3-5.5 V), GND, *Probe Cable Connector*. *Probe* yang digunakan adalah *probegalvanik* yang tidak butuh waktu polarisasi dan bisa diakses sesuai kebutuhan (Setiowati dkk., 2022).



Sumber: Setiowati dkk (2022)

Gambar 1
Sensor DO Meter Kit SKU: SEN0237

Sensor Suhu (Sensor Suhu DS18B20)

Sensor suhu DS18B20 memiliki ketahanan terhadap air, sehingga ideal untuk digunakan di lingkungan yang mungkin terpapar air. Sensor ini dirancang untuk beroperasi dalam rentang suhu yang luas, mulai dari -55 °C hingga 125 °C, membuatnya sangat ideal untuk berbagai aplikasi yang membutuhkan pemantauan suhu yang akurat dan andal (Siswanto & Rony, 2018).



Sumber: Siswanto & Rony (2018)

Gambar 1
Sensor Suhu DS18B20

Sensor Konduktivitas (Sensor Konduktivitas / Salinitas / TDS / Kadar Garam)

Sensor konduktivitas mengukur tingkat konduktivitas listrik dalam larutan, yang berkaitan dengan konsentrasi zat terlarut seperti garam. Berguna untuk mengukur salinitas, TDS (*Total Dissolved Solids*), dan kadar garam dalam air (Zulkarnaen dkk., 2021).



Sumber: Zulkarnaen dkk (2021)

Gambar 3
Sensor Konduktivitas / Salinitas / TDS / Kadar Garam

Sensor pH (Sensor pH PH4502C)

Sensor PH-4502C adalah komponen penting untuk memantau tingkat pH dalam air atau larutan, dan umumnya digunakan untuk membaca nilai pH yang terkandung dalam cairan. Sensor ini mendeteksi nilai pH dan mengirimkan keluaran dalam bentuk tegangan, yang kemudian diubah menjadi nilai pH menggunakan rumus yang disediakan dalam sistem. Sensor ini merupakan bagian penting dari sistem pengukur pH mikrokontroler dan memainkan peran kunci dalam memberikan pembacaan pH yang akurat untuk tujuan pemantauan dan kontrol (Wibisono & Cahyono, 2022).



Sumber: Marinostore (2024)

Gambar 4
Sensor pH PH4502C

ESP 32U

ESP-32U didesain untuk mengendalikan dan merekam seluruh IC dan port, memungkinkan pengguna mengontrol fungsi driver dan perangkat yang terhubung. ESP-32U juga mampu terhubung ke internet secara nirkabel dan sangat mendukung dalam pengembangan aplikasi serta sistem web *Internet of Things* (Setiowati dkk., 2022).



Sumber: Setiowati dkk (2022)

Gambar 2
ESP 32U

Baterai VRLA 12V

Baterai Valve Regulated Lead Acid (VRLA) merupakan jenis baterai yang sering digunakan untuk menyimpan energi listrik dari sumber energi terbarukan. Salah satu keunggulan utamanya adalah tidak memerlukan perawatan rutin dan memiliki umur pakai yang panjang, yang secara ekonomis dapat menghemat biaya (Sutrisno dkk., 2019).



Sumber: Panel Surya Jakarta (2024)

Gambar 3.
Baterai VRLA 12V

Solar Panel 100WP *Polycrystalline*

Solar Panel 100WP *Polycrystalline* adalah jenis panel surya dengan daya 100 *watt peak* (Wp) yang terbuat dari material polikristalin (Sugiarta dkk., 2021).

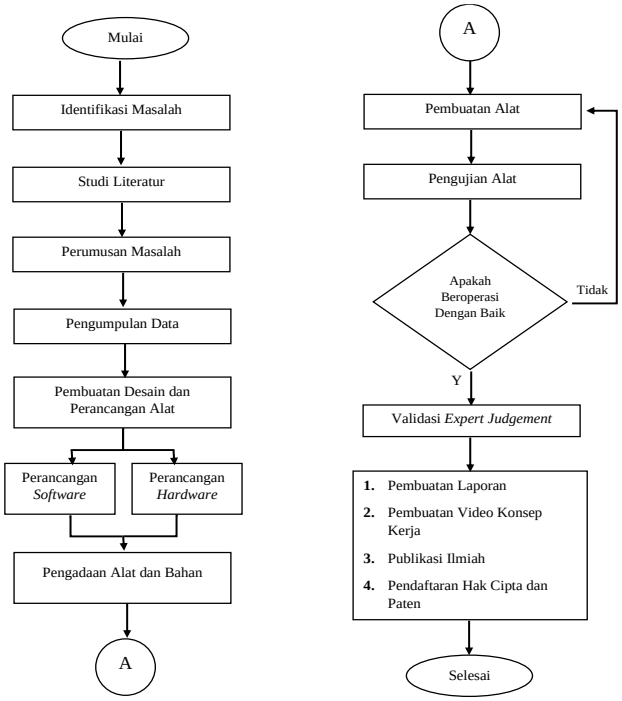


Sumber: Panel Surya Jakarta (2024)

Gambar 7
***Solar Panel* 100WP**

METODE

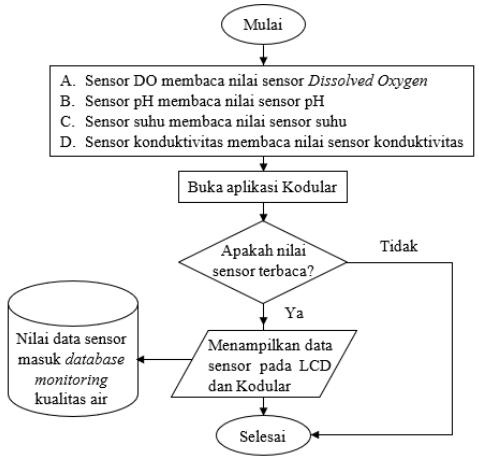
Tahapan pelaksanaan Program Kreativitas Mahasiswa Karsa Cipta (PKM-KC) yang diusulkan dengan judul IMMERSEA: Sistem *Monitoring* Terpadu Kondisi Air Penunjang Budidaya Rumput Laut Berbasis *Internet of Things* dan *Artificial Intelligence* Secara *Real Time.*



Sumber: data olahan

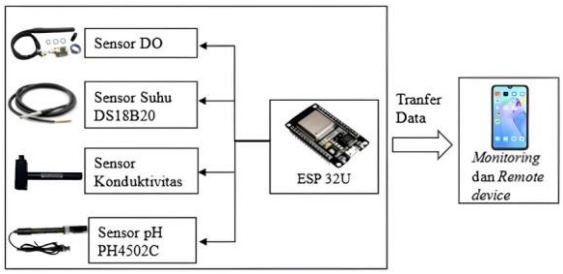
Gambar 8
***Flowchart* Pelaksanaan Program**

Langkah selanjutnya adalah mengumpulkan informasi relevan dari berbagai sumber seperti buku, jurnal, dokumentasi penelitian, video, wawancara, dan referensi lainnya. Langkah ketiga melibatkan perumusan masalah, yang dicatat dalam bab pendahuluan, berdasarkan informasi yang telah dikumpulkan pada tahap sebelumnya. Langkah berikutnya melibatkan pengumpulan data yang relevan, termasuk spesifikasi sensor, mikrokontroler, teknologi yang digunakan, dan parameter air laut. Data ini digunakan dalam perancangan *prototype*, mencakup kandungan pH, DO, salinitas, dan suhu pada sistem untuk budidaya rumput laut, tahapan pengerjaan alat, dan validasi data. Tahap ini melibatkan perancangan sistem dan desain alat, termasuk simulasi dan kalibrasi sensor, desain 3D *prototype*, konsep *User Interface* (UI) aplikasi *monitoring*, serta pengujian jarak komunikasi data.



Sumber: data olahan

Gambar 9
Alur Sistem Kerja Alat



Sumber: data olahan

Gambar 10
Rangkaian *Hardware* dan Elektronika

Pembuatan Hardware dan Software

Pada tahap ini, pembuatan *hardware* mencakup pembuatan kerangka utama sebagai tatakan untuk panel control dan panel surya. Selanjutnya, dilakukan perakitan komponen elektronika dengan pemasangan sensor-sensor, seperti detektor suhu, kondisi pH air, dan kadar oksigen pada mikrokontroler. Setelah itu, dilakukan perakitan dan pemasangan sistem panel surya pada sasis sebagai sumber tegangan bertenaga surya. Setelah hardware selesai, langkah berikutnya adalah pembuatan *software* sebagai kendali alat dan *monitoring* data sensor, menggunakan *platform* seperti Kodular.

Pengujian Alat dan Sistem

Tahap ini melibatkan pengujian perangkat untuk mengevaluasi tingkat keberhasilannya, mendeteksi dan memperbaiki kesalahan dalam pengambilan dan pengiriman data.

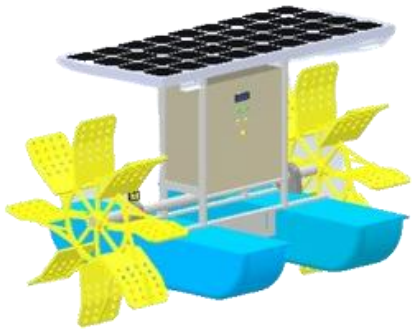
Validasi data

Pada tahap ini, validasi data dari pembacaan sensor dilakukan dengan membandingkan data di laboratorium dengan hasil pengujian alat.

HASIL

Tahap Desain Alat

Pada tahap awal, penulis merancang sebuah sistem yang digunakan untuk melakukan monitoring kualitas air pada budidaya rumput laut secara real time.

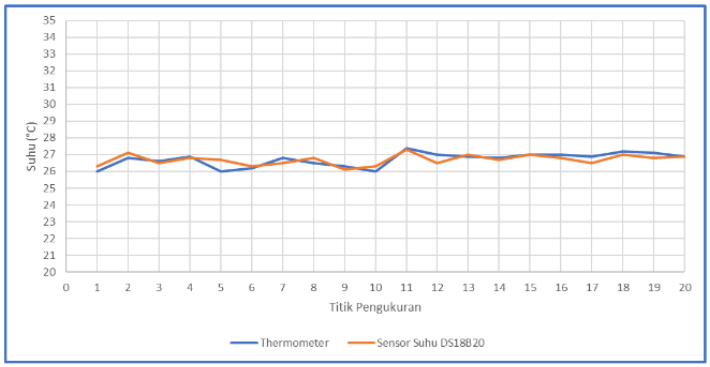


Sumber: data olahan

Gambar 11
Rancangan *Design* Alat IMMERSEA

Tahap Pengujian Sensor

Sistem yang dirancang menggunakan empat jenis sensor digital yang diantaranya adalah sensor DS18B20 berfungsi sebagai deteksi suhu pada air, sensor PH4502C berfungsi sebagai deteksi pH pada air, sensor konduktivitas berfungsi sebagai deteksi salinitas pada air, dan sensor Meter Kit SKU: SEN0237 berfungsi sebagai deteksi DO (*Dissolved Oxygen)* pada air. Pada implementasinya, empat sensor tersebut harus dilakukan kalibrasi untuk menghasilkan pembacaan dengan akurasi yang tinggi. Pada penelitian ini kalibrasi dilakukan dengan membandingkan pembacaan sensor digital dengan sensor konvensional laboratorium. Tahap pengujian dilakukan di Kolam Uji Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya pada 20 titik yang berbeda. Lalu setelah hasil data pembacaan sensor didapatkan, dilakukan Uji T untuk mengukur perbedaan rata-rata pada dua kelompok data. Berikut merupakan grafik hasil pembacaan kedua sensor yang telah di Uji T:



Sumber: data olahan

Gambar 12
Grafik Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Berdasarkan hasil uji ANOVA satu arah (One-Way ANOVA), kita menguji perbedaan rata-rata pengukuran suhu dengan termometer konvensional (kolom 1) dan sensor suhu digital yang dipasang pada prototipe IMMERSEA (kolom 2). Rata-rata kolom 1 adalah 26.715, sementara kolom 2 adalah 26.695.

Tabel 5
Nilai Pengujian Sensor Suhu

Groups	*Count*	*Sum*	*Average*	*Variance*
Column 1	20	534.3	26.715	0.17292
Column 2	20	533.9	26.695	0.09839

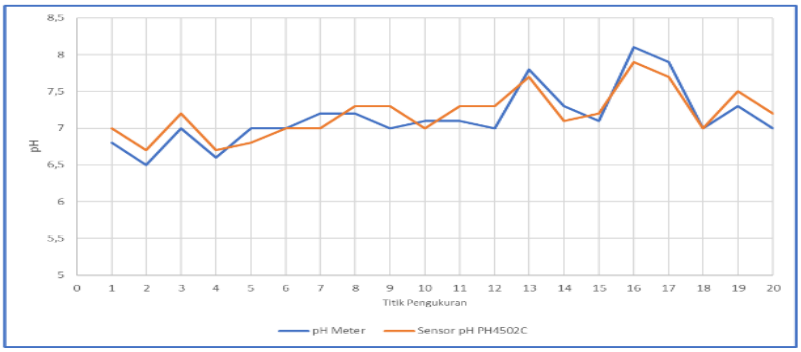
Sumber: data olahan

Tabel 6
Hasil Uji T Sensor Suhu

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	0.004	1	0.004	0.02949	0.86457	4.09817
Within Groups	5.155	38	0.13566			
Total	**5.159**	**39**				

Sumber: data olahan

Tabel 6 menunjukkan F-ratio 0.0295 dan P-value 0.8646, yang jauh lebih besar dari taraf signifikansi 0.05. Karena P-value > 0.05, kita gagal menolak hipotesis nol (H0). Artinya, tidak ada perbedaan rata-rata yang signifikan antara pengukuran suhu dengan termometer konvensional dan sensor digital. Nilai F-ratio yang rendah dibandingkan F kritis (4.0982) juga mendukung kesimpulan ini. Jadi, rata-rata dari kedua metode pengukuran dianggap sama secara statistik.



Sumber: data olahan

Gambar 13
Grafik Pengujian Sensor PH4502C

Berdasarkan hasil uji ANOVA satu arah (One-Way ANOVA), kita menguji perbedaan rata-rata pengukuran pH dengan pH konvensional (kolom 1) dan sensor pH digital yang dipasang pada prototipe IMMERSEA (kolom 2). Rata-rata kolom 1 adalah 7.15, sementara kolom 2 adalah 7.195.

Tabel 7
Nilai Pengujian Sensor pH

Groups	*Count*	*Sum*	*Average*	*Variance*
Column 1	20	143	7.15	0.15526
Column 2	20	143.9	7.195	0.10471

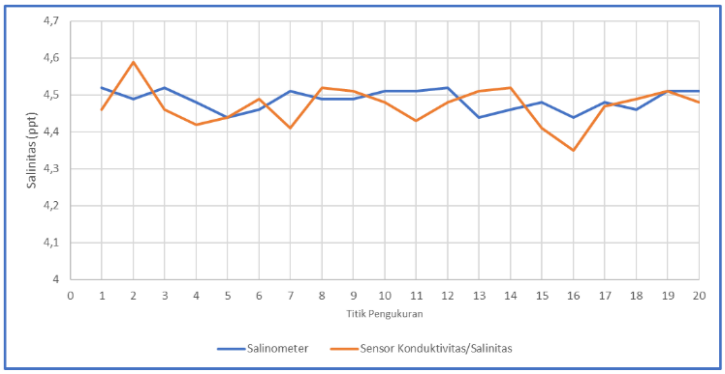
Sumber: data olahan

Tabel 8
Hasil Uji T Sensor pH

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	0.02025	1	0.02025	0.15578	0.69527	4.09817
Within Groups	4.9395	38	0.12999			
Total	**4.95975**	**39**				

Sumber: data olahan

Tabel 8 menunjukkan bahwa pH meter konvensional rata-rata memiliki varians 0,1553 dan pH meter digital rata-rata memiliki varians 0,1047. Analisis variansi (ANOVA) menghasilkan nilai F sebesar 0,1558 dan nilai P sebesar 0,6953, yang jauh lebih besar dari tingkat signifikansi 0,05. Ini menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara dua pendekatan pengukuran. Dengan kata lain, baik pH meter konvensional maupun pH meter yang dilengkapi dengan sensor digital memberikan hasil pengukuran pH yang sebanding dan dapat dianggap setara untuk tujuan penelitian ini.



Sumber: data olahan

Gambar 14
Grafik Pengujian Sensor Konduktivitas/ Salinitas

Berdasarkan hasil uji ANOVA satu arah (One-Way ANOVA), kita menguji perbedaan rata-rata pengukuran salinitas dengan salinometer (kolom 1) dan sensor konduktivitas/salinitas digital yang dipasang pada prototipe IMMERSEA (kolom 2). Rata-rata kolom 1 adalah 4.486, sementara kolom 2 adalah 4.4715.

Tabel 9
Nilai Pengujian Sensor Salinitas

Groups	*Count*	*Sum*	*Average*	*Variance*
Column 1	20	89.72	4.486	0.00078
Column 2	20	89.43	4.4715	0.00274

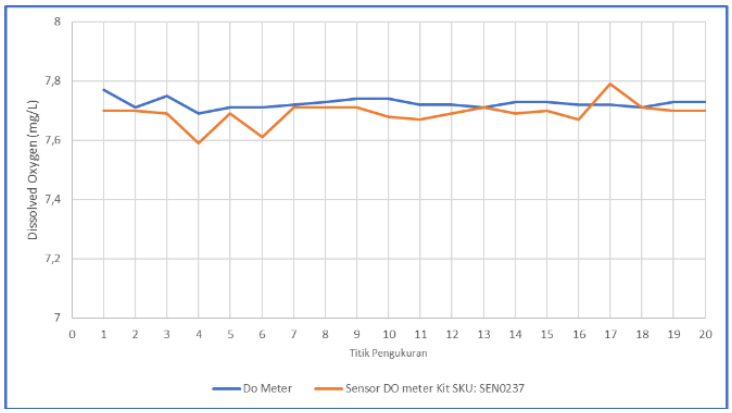
Sumber: data olahan

Tabel 10
Hasil Uji T Sensor Salinitas

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	0.00210	1	0.0021	1.19362	0.28148	4.09817
Within Groups	0.06693	38	0.00176			
Total	**0.06904**	**39**				

Sumber: data olahan

Tabel 10 menunjukkan bahwa sensor salinitas rata-rata memiliki P-value sebesar 0.28148 jauh lebih besar dari tingkat signifikansi umum 0.05, dan nilai F sebesar 1.19362 lebih kecil dari nilai kritis F sebesar 4.09817. Ini menunjukkan bahwa perbedaan yang teramati antara kedua metode ini tidak signifikan secara statistik. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kedua metode pengukuran salinitas memberikan hasil yang serupa.



Sumber: data olahan

Gambar 15
Grafik Pengujian Sensor DO Meter Kit SKU: SEN0237

Berdasarkan hasil uji ANOVA satu arah (One-Way ANOVA), kita menguji perbedaan rata-rata pengukuran DO (Dissolved Oxygen) dengan DO Meter (kolom 1) dan sensor DO Meter digital yang dipasang pada prototipe IMMERSEA (kolom 2). Rata-rata kolom 1 adalah 7.7245, sementara kolom 2 adalah 7.691.

Tabel 11
Nilai Pengujian Sensor DO

Groups	*Count*	*Sum*	*Average*	*Variance*
Column 1	20	154.49	7.7245	0.0003
Column 2	20	153.82	7.691	0.00157

Sumber: data olahan

Tabel 12
Hasil Uji T Sensor DO

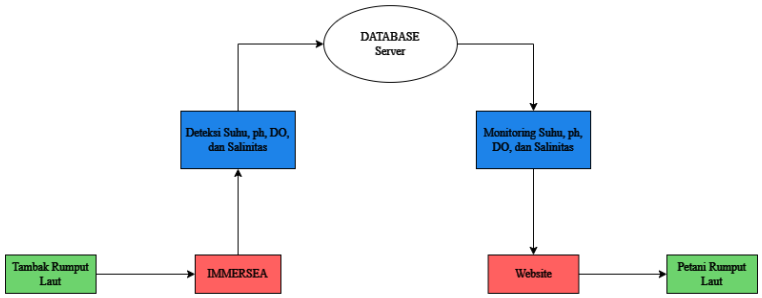
Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	0.01122	1	0.01122	12.0213	0.00132	4.09817
Within Groups	0.03548	38	0.00093			
Total	**0.0467**	**39**				

Sumber: data olahan

Tabel ANOVA satu faktor menunjukkan bahwa sensor DO rata-rata memiliki P-value sebesar 0.0013 dan nilai F sebesar 12.021 menunjukkan bahwa perbedaan ini tidak terjadi secara kebetulan. Temuan ini mengindikasikan bahwa kedua metode memberikan hasil yang berbeda namun signifikan.

Implementasi Internet of Things

Teknologi yang dikembangkan pada alat telah diintegrasikan dengan Internet of Things untuk memudahkan monitoring kualitas air pada budidaya rumput laut secara real time menggunakan webserver. Berikut merupakan *use case* sistem yang diterapkan oleh penulis dalam melakukan monitoring dan *tracking.*



Sumber: data olahan

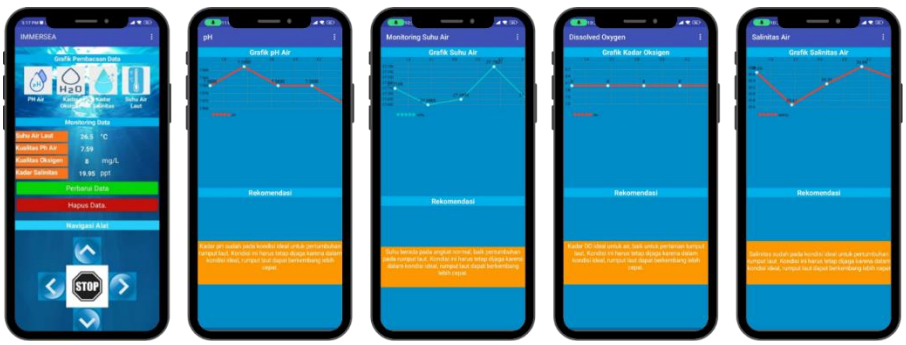
Gambar 16
Use Case IoT System

Implementasi Artificial Intelligence

Alat ini terintegrasi dengan system Artificial Intelligence yang mampu membantu untuk memberikan bentuk rekomendasi kepada petani melalui data-data yang telah diperoleh dari hasil pembacaan sensor. Teknologi Artificial Intelligence yang digunakan pada alat ini menggunakan metode Neural Network. Neural network merupakan metode dalam Artificial Intelligence yang mengajarkan computer untuk melakukan pemrosesan data. Neural network membantu komputer untuk membuat keputusan cerdas dengan bantuan manusia yang terbatas. Keputusan cerdas tersebut dapat dibuat karena jaringan neural mempelajari dan memodelkan hubungin antara input-output yang kompleks. Metode neural network ini digunakan untuk membuat bentuk rekomendasi yang paling sesuai berdasarkan dengan kondisi air pada tambak rumput laut. Rekomendasi yang ditampilkan pada layar aplikasi dibuat berdasarkan data-data yang dibaca melalui sensor lalu diproses dan dikerucutkan sehingga dapat memunculkan bentuk rekomendasi yang paling sesuai.

Tampilan User Interface

Pada tahap selanjutnya, penulis membuat desain aplikasi *User Interface* pada smartphone untuk menampilkan hasil dari monitoring kualitas air pada budidaya rumput laut secara *real time* dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things* dan *Artificial Intelligence.* Didalam aplikasi smartphone tersebut akan menampilkan rekomendasi kepada petani apabila terjadi ketidaksesuaian antara kualitas air tambak rumput laut pada saat itu dengan persyaratan kualitas air untuk budidaya (SNI 7579.2:2010 dan SNI 7579.3:2010). Berikut merupakan tampilan *User Interface* yang telah dibuat:



Sumber: data olahan

Gambar 17
Rancangan *Design User Interface*

Aplikasi yaang digunakan dalam mengkontrol alat ini dibuat menggunakan platform website Kodular io. Dalam website ini aplikasi yang diinstal pada sistem smartphone android. Kodular membuat aplikasi android dengan editor block type. Kodular dapat di kombibasikan dengan firebaseDalam aplikasi yang dibuat, firebase digunakan untuk menyimpan data sensor yang nantinya akan di operasikan dalam program neural network.

Simulasi Pengujian

Simulasi pengujian dilakukan sebanyak 3 tahap, yaitu untuk tahap pertama adalah melakukan pengujian aplikasi dengan kontroler yang telah terpasang. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk memastikan bahwa aplikasi telah berjalan dengan baik dan koneksi aplikasi dengan kontroler tidak ada kendala apapun.



Sumber: data olahan

Gambar 18
Pengujian Aplikasi dengan Kontroler pada Alat

Tahap kedua adalah pengujian keseimbangan alat dan mekanisasi. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah alat dapat terapung dengan seimbang diatas air dan mekanisasi baling baling tidak bermasalah saat alat berada diatas air.



Sumber: data olahan

Gambar 19
Pengujian Keseimbangan Alat dan Baling-Baling di atas Air

Pengujuan terakhir adalah melakukan pengujian pembacaan sensor. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sensor telah terkalibrasi dengan benar atau tidak serta memastikan posisi sensor terpasang dengan baik saat alat berada diatas air.



Sumber: data olahan

Gambar 20
Pengecekan Pembacaan Data Sensor dan Pengecekan Posisi Sensor Saat Terpasang pada Alat

Pengujian Keseluruhan Sistem

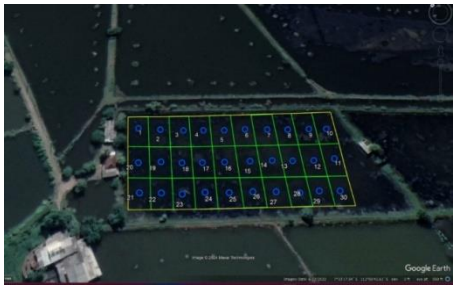
Setelah sistem telah berhasil dibuat, dilanjutkan dengan perakitan hardware dan juga pengujian alat secara keseluruhan dalam skala laboratorium. Pengujian dilakukan di Tambak Rumput Laut Desa Jabon Kabupaten Sidoarjo pada tanggal 18 Juli 2024 pukul 11.10 WIB sampai 13.35 WIB dengan interval 5 menit dan luas tambak rumput laut sebesar 300 m^2.

Tabel 13
Hasil Pengujian Sistem di Tambak Rumput Laut Desa Jabon Kabupaten Sidoarjo

Titik Sampling	Time (WIB)	Temp (˚C)	pH	DO (Mg/L)	Salinitas (ppt)
1	11.10	27.71	7.59	8.74	30.66
2	11.15	27.68	7.59	8.70	29.67
3	11.20	27.69	7.58	8.71	30.31
4	11.25	27.75	7.58	8.71	30.84

5	11.30	27.69	7.59	8.66	30.45
6	11.35	27.64	7.57	8.75	29.95
7	11.40	27.62	7.59	8.71	30.22
8	11.45	27.69	7.59	8.74	28.61
9	11.50	27.75	7.58	8.69	29.62
10	11.55	27.72	7.59	8.58	29.72
11	12.00	27.69	7.59	8.70	30.04
12	12.05	27.62	7.57	8.76	30.27
13	12.10	27.75	7.57	8.75	29.78
14	12.15	27.71	7.59	8.73	29.46
15	12.20	27.69	7.57	8.74	27.89
16	12.25	27.58	7.58	8.77	28.02
17	12.30	27.75	7.59	8.74	27.79
18	12.35	27.62	7.59	8.73	27.76
19	12.40	27.69	7.59	8.71	27.84
20	12.45	27.59	7.58	8.72	28.21
21	12.50	27.69	7.59	8.74	26.45
22	12.55	27.75	7.59	8.71	27.16
23	13.00	27.70	7.56	8.75	28.36
24	13.05	27.69	7.56	8.73	26.59
25	13.10	27.67	7.59	8.77	28.27
26	13.15	27.66	7.59	8.81	27.90
27	13.20	27.69	7.57	8.77	26.06
28	13.25	27.62	7.58	8.76	27.08
29	13.30	27.65	7.58	8.79	26.36
30	13.35	27.63	7.59	8.78	27.01
Rata-rata		27.67	7.58	8.73	28.61

Sumber: data olahan



Sumber: data olahan

Gambar 21
Peta Titik Pengambilan Sampling di Tambak Rumput Laut Jabon, Sidoarjo.



Sumber: data olahan

Gambar 22
Proses Pengambilan Data Kualitas Air di Tambak Rumput Laut

SIMPULAN

Hasil penelitian ini mengungkapkan bahwa sensor sudah dikalibrasi dengan baik dan layak digunakan. Pembacaan sensor dapat diamati pada aplikasi yang digunakan secara *realtime* dan disajikan grafik pada setiap parameter kualitas air. Pada aplikasi tersebut juga dilengkapi dengan teknologi *Artificial Intelegence* yang digunakan untuk rekomendasi kepada para petani rumput laut apabila terdapat kondisi air yang tidak optimal. Kecepatan pengiriman data untuk pembacaan sensor adalah 30 scnd/data atau data akan update selama 30 detik sekali. Sedangkan untuk pengiriman data untuk kontrol arah alat adalah +- 35 scnd/data. Kendala pada alat ini adalah harus ada akses internet untuk koneksi pada alat dengan aplikasi pada smartphone, jangkauan kontrol kincir pada aplikasi tidak terlalu jauh, dan pengiriman data mengalami delay

DAFTAR PUSTAKA

Darmawati, D., Sutinah, S., Ode, I., Setyono, B. D. H., Laheng, S., Mujtahidah, T., & Setyaka, V.2023. *Kiat Agribisnis Rumput Laut*. Penerbit Widina.

Hasibuan, S. 2015. Pemetaan dan strategi pemanfaatan teknologi pada industri olahan rumput laut indonesia yang berkelanjutan. *Jurnal Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, 7(1), 268883.

Standar Nasional Indonesia (SNI), 2010. *Produksi rumput laut kotoni (Eucheuma cottonii) - Bagian 2: Metode long-line*. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional.

Standar Nasional Indonesia (SNI), 2010. *Produksi rumput laut kotoni (Eucheuma cottonii) - Bagian 3: Metode rakit bambu*. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional.

Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk biota laut.

Marinostore, 2024, *Sensores Sensor de ph Com Modulo Ph4502c*, diakses melalui https://www.marinostore.com/sensores/sensor-de-ph-com-modulo-ph4502c

Peraturan Badan Standarisasi Nasional Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2023 Tentang Skema Penilaian Kesesuaian Terhadap Standar Nasional Indonesia Sektor Pertanian, Perkebunan, Peternakan dan Perikanan.

Panel Surya Jakarta, 2024, *Battery VRLA uplus 12 V/200 Ah*, diakses melalui website https://panelsuryajakarta.com/battery-vrla-uplus-12-v-200-ah/

Panel Surya Jakarta, 2024, *Panel Surya 100 WP Shinyoku Polycrystalline*, diakses melalui website https://panelsuryajakarta.com/panel-surya-100-wp-shinyoku-polycrystalline/

Setiowati, S., Wardhani, R. N., Danaryani, S., & Riandini, R. 2022. Desain Sistem Monitoring Cerdas Kualitas Air Keramba Budidaya Teripang Berbasis Iot. *Jurnal Ilmiah Matrik*, 28-39.

Siswanto, T. A., & Rony, M. A. 2018. Aplikasi Monitoring Suhu Air Untuk Budidaya Ikan Koi dengan Menggunakan Mikrokontroller Arduino Nano Sensor Suhu Ds18b20 Waterproof dan Tec1-Pada Dunia Koi. SKANIKA

Sugiarta, I. N., Suparta, I. N., & Teresna, I. W. 2021. Comparative Analysis of the Energy Supply of Poly and Mono Crystalline Solar Panels in the Rooftop On Grid.

Sutrisno, D. S. 2019. Desain Dan Implementasi Baterai Charger Li-Po Menggunakan Konverter Buck Dengan Metode Constant Current Constant Voltage, *Doctoral dissertation*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).

Wibisono, K. A., & Cahyono, E. D. 2022. Rancang Bangun Monitoring pH Meter Digital Berbasis Interface Delphi 7. *Nucleus Journal*, 1(1), 12-20.

Zulkarnaen, D., Budiman, F., & Prihatiningrum, N. 2021. Sistem Monitoring Keadaan Air Berbasis Iot (Water State Monitoring System Using Iot). *eProceedings of Engineering*, 8(2).