Pendeteksi Cerdas Salinitas Air Tambak Budidaya Gracilaria di Desa Devisa Sidoarjo Berbasis IoT

Agung Santoso[1], R. Dion Handoyo Ontoseno[2], Hasnia[3]
[1]*Teknik Komputer Universitas Maarif Hasyim Latief Sidoarjo*
[2]*Teknik Komputer Universitas Maarif Hasyim Latief Sidoarjo*
[3]*Teknik Informatika Universitas Maarif Hasyim Latief Sidoarjo*

Email : [1]*agung@dosen.umaha.ac.id*, [2]dion.seno@dosen.umaha.ac.id,
[3]*hasnia@student.umaha.ac.id*

Abstract: *Indonesia possesses significant potential in Gracilaria sp. cultivation as a strategic export commodity, where pond optimization serves as a key step in meeting the surge in global market demand. This potential is realized through the establishment of a cultivation village in Tanjungsari Hamlet, Jabon, which has extensively developed red algae since 1998, earning the region the title of Gracilaria Devisa Village in East Java Province. However, farmers frequently encounter erratic water salinity fluctuations, particularly during the rainy season, which can trigger ice-ice disease. This research aims to design an intelligent salinity level detection system based on the Internet of Things (IoT) for real-time water condition monitoring. The research methodology involves the integration of a Total Dissolved Solid (TDS) sensor to detect mineral concentration, with* the *ESP32* microcontroller acting as the primary processing unit, *supported by an Arduino Uno for data acquisition optimization. The system utilizes LoRa wireless technology for long-range data transmission to overcome signal range limitations in pond areas. The results indicate that this intelligent logic can automatically diagnose salinity conditions and send alerts via the Blynk application if levels fall below 10 PPT or exceed 35 PPT. This technology provides a practical solution for farmers to accurately monitor salinity history and trend graphs through a smartphone.*
Keywords: *Gracilaria_sp. TDS, Salinity, IoT, Intelligent_System.*

Abstrak:*Indonesia memiliki potensi besar pada budidaya gracilaria sp. sebagai komoditas ekspor. Optimalisasi lahan tambak untuk budidaya gracilaria menjadi langkah kunci dalam memenuhi lonjakan permintaan pasar global. Diwujudkan dengan pembentukan kampung budidaya di Dusun Tanjungsari, Jabon, yang telah mengembangkan alga merah secara masif sejak 1998. Berkat kontribusi besarnya, wilayah ini dapat julukan Desa Devisa Gracilaria Provinsi Jawa Timur. Namun, para petambak seringkali menghadapi fluktuasi salinitas air yang tidak menentu, terutama saat musim hujan yang dapat memicu penyakit ice-ice. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem pendeteksi cerdas tingkat salinitas air tambak berbasis Internet of Things (IoT) untuk memantau kondisi perairan secara real-time. "Metodologi penelitian melibatkan integrasi sensor Total Dissolved Solid (TDS) untuk mendeteksi kepekatan mineral, dengan* mikrokontroler *ESP32* sebagai unit pemroses utama *yang didukung oleh Arduino Uno untuk optimalisasi akuisisi data.. Sistem ini menggunakan teknologi nirkabel LoRa untuk transmisi data jarak jauh guna mengatasi keterbatasan jangkauan sinyal di area tambak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa logika cerdas ini mampu mendiagnosis salinitas secara otomatis dan mengirimkan peringatan melalui aplikasi Blynk jika kadar berada di bawah 10 PPT atau di atas 35 PPT. Teknologi ini memberikan solusi praktis bagi petambak untuk memantau riwayat dan grafik tren salinitas secara akurat melalui smartphone.*
Kata Kunci: *Gracilaria_sp., TDS, Salinitas, IoT, Sistem_Cerdas.*

1. PENDAHULUAN

Indonesia menempati peringkat kedua sebagai negara dengan garis pantai terpanjang di dunia (81.791 km) setelah Kanada. Sebagai negara kepulauan, wilayah nusantara dianugerahi potensi kelautan dan pesisir yang sangat beragam, dengan kekhasan sumber daya alam yang berbeda-beda di setiap wilayah geografisnya.(Lestari 2013).

Potensi perikanan nasional diperkirakan mencapai lebih dari 12 juta ton per tahun yang tersebar dalam berbagai jenis spesies. Kekayaan tersebut meliputi beragam biota laut seperti kelompok pelagis, demersal, serta aneka krustasea dan moluska. Tak hanya itu, sektor ini juga didukung oleh ketersediaan cumi-cumi, ikan hias, ikan karang, hingga perlindungan satwa laut seperti penyu dan mamalia laut, serta pengembangan sektor rumput laut. (Anugrah and Alfarizi 2021). Di antara berbagai potensi tersebut, rumput laut menjadi komoditas yang sangat strategis karena tidak hanya berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem perairan, tetapi juga memiliki nilai jual yang tinggi di pasar industri.

Gracilaria sp. merupakan jenis alga merah yang secara alami tumbuh di zona perairan dengan jarak sekitar 300 hingga 1000 meter dari pesisir. Spesies ini memiliki karakteristik *euryhalin*, yang berarti mampu beradaptasi dengan baik pada rentang salinitas antara 15–30 ppt(Salim and Munadi 2015). Secara biologis, rumput laut ini termasuk dalam kelompok *Thallophyta* atau makroalga, di mana tubuhnya tidak memiliki diferensiasi akar, batang, maupun daun sejati. Sebagai organisme autotrof, seluruh bagian *thallus*-nya mengandung klorofil yang berfungsi dalam proses fotosintesis sekaligus berperan layaknya akar dalam menyerap nutrisi dari kolom air. Pertumbuhannya akan lebih optimal jika berada di perairan dangkal yang terpapar cahaya matahari secara intens. Pigmentasi menjadi parameter utama dalam klasifikasi filum alga. Dalam hal ini, **Rhodophyta** atau alga merah menonjol karena kandungan **fikoeritrin** yang tinggi. Pigmen inilah yang bertanggung jawab atas spektrum warna merah yang menjadi ciri khas utama dari kelompok tumbuhan laut tersebut (Admin DKPP n.d.) (Norma Aprilia Fanni, Agung Pamuji Rahayu, and Endah Sih Prihatini 2021).

Secara biologis, rumput laut (*seaweed*) diklasifikasikan sebagai makroalga benthik yang umumnya tumbuh dengan cara menempel pada substrat di dasar laut. Organisme ini termasuk dalam divisi *Thallophyta*, yaitu kelompok ganggang laut yang tidak memiliki akar, batang, atau daun sejati. Berdasarkan dominasi pigmen warnanya, rumput laut terbagi ke dalam empat kelompok utama, yakni alga hijau (*Chlorophyta*), alga merah (*Rhodophyta*), alga cokelat (*Phaeophyta*), serta alga pirang (*Chrysophyta*)(Suparmi 2013)

Optimalisasi lahan tambak untuk budidaya *Gracilaria sp.* menjadi strategi penting dalam merespons tingginya angka permintaan pasar terhadap komoditas rumput laut. Pemanfaatan area tambak ini berfungsi sebagai solusi produktif untuk menjamin ketersediaan stok yang terus melonjak. Direktorat Jenderal Budidaya Perikanan membuat model kampung budidaya rumput laut di dusun Tanjungsari Jabon, karena 99% wilayahnya dekat laut, dan secara masif sudah mengembangkan rumput laut jenis *gracilaria sp* (Rahayu n.d.). Karena kemampuan adaptasi *gracilaria sp* terhadap salinitas sangat tinggi dengan kisaran salinitas 5-43 permil. Namun secara umum kisaran salinitas yang baik budidaya *gracilaria sp* adalah 18-32 permil dengan salinitas optimum adalah 25 permil, sedangkan pH berkisar antara 8,08–8,29.

Masyarakat dusun Tanjungsari, Desa Kupang, Kecamatan, Jabon Kabupaten Sidoarjo awalnya berprofesi sebagai petambak ikan, petambak udang, pencari ikan, buruh tambak dan buruh pabrik. Sejak tahun 1998 sebanyak 105 KK beralih menjadi budidaya rumput laut. Perubahan profesi berdampak besar sebab penghasilan tidak saja pemilik tambak, buruh tambakpun meningkat sehingga mendapat julukan kampung budidaya *gracilaria sp.* Bahkan Dusun Tanjungsari tanggal 31 Mei 2023 ditetapkan sebagai Desa Devisa *Gracilaria* Provinsi Jawa Timur karena komoditas eksport rumput laut *Gracilaria sp.* Sebagai salah satu jenis alga merah, *Gracilaria sp*. memiliki nilai ekonomi tinggi karena kandungan agar-agarnya. Senyawa ini dimanfaatkan secara luas dalam berbagai sektor, mulai dari bahan pengemulsi dan pengental dalam produk pangan, hingga industri farmasi, kosmetik, serta pembuatan *kertas.* (Rahayu n.d.). Masyarakat dusun Tanjungsari mengalami paceklik panen disaat musim hujan karena tingkat salinitas air tambak yangg rendah. Berdasar data lapangan diambil dari data rekap panen bulanan CV. Sumber Mulyo, pengepul *gracilaria sp* Dusun Tanjungsari. Berdasar data lapangan diambil dari data rekap panen bulanan.



CV. SUMBER MULYO
Tanjung Sari Kupang Jabon SDA
Telp. 081334092955 - 085732373955

Rekap Stor Rumput Tahun 2023

Nama : Dul Kohar
No : 45

Bulan	Setor
Januari	1.120
Februari	1.560
Maret	1.745
April	1.987
Mei	1.340
Juni	1.557
Juli	1.590
Agustus	2.259
September	968
Oktober	375
Nopember	250
Desember	850

Gambar 1 : ***Rekap Setor Panen Gracilaria sp*** **(Sukarmin n.d.)**

Hasil panen tertinggi pada bulan Agustus sebesar 2.590 Kg dan terendah Oktober 375 Kg dan Nopember hanya 250 Kg. Pada puncak musim kemarau berdampak pada salinitas air tambak tinggi (letih Jawa). Sebagai masyarakat tradisional yang cukup lama membudidayakan *gracilaria sp* untuk mendeteksi salinitas cukup merasakan air (mencicip) dengan memasukan tangan kedalam tambak kemudian dirasakan kedalam mulut.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Secara geografis, Indonesia memiliki bentang alam yang sangat luas, meliputi area perairan sekitar 7,9 juta km² dan daratan seluas 1,9 juta km². Negara kepulauan ini terdiri dari kurang lebih 17.508 pulau yang tersebar dalam koordinat sepanjang 5.120 km secara horizontal dan 1.760 km secara vertikal, menjadikannya salah satu entitas maritim terbesar di dunia.(Lestari 2013). Wilayah perairan laut yang mencapai 70% dari total luas Indonesia menjadikan peluang besar namun belum tereksploitasi secara menyeluruh. Rumput laut sebagai salah satu komoditas unggulan yang memiliki fungsi ganda, selain sebagai pilar ekosistem yang menyediakan sumber pangan bagi biota laut terutama bagian *thallus*, komoditas ini juga memiliki nilai komersial yang sangat tinggi di pasar global. Jenis rumput laut yang bernilai ekonomi tinggi dikelompokkan dalam Rhodophyceae (Algae Merah) dan Phaeophyceae (Algae Coklat). Rhodophyceae merupakan rumput laut penghasil agar-agar dan karaginan, adapun Phaeophyceae merupakan penghasil alginate, yang pemanfaatannya belum banyak dioptimalkan di Indonesia. Pemanfaatan rumput laut sangat bergantung pada jenis hidrokoloid yang dikandungnya. Agar-agar dihasilkan oleh *Gracilaria sp.*, *Gelidiella sp.*, dan *Gelidium sp.*, sedangkan karaginan bersumber dari *Kappaphycus sp.* dan *Eucheuma sp.* Adapun untuk produksi alginat, industri biasanya memanfaatkan spesies dari genus *Sargassum*, *Laminaria*, maupun *Turbinaria*.(Dewi 2012)

2.1 Rumput Laut Tambak (Gracilaria sp)

Keuntungan utama budidaya di tambak terletak pada aspek keamanan dan kemudahan pengelolaan. Rumput laut terhindar dari risiko ombak besar dan ancaman predator, sementara manajemen kualitas air dan pemberian pupuk dapat dilakukan dengan lebih terukur dibandingkan dengan metode budidaya di laut lepas.(Agustang, Mulyani, and Indrawati 2021). Petak tambak dikelilingi pematang, salah satu ujungnya ada pintu air masuk dan ujung sebaliknya pintu air keluar. Pergantian air untuk menghindari tingkat salinitas yang tinggi atau rendah akibat penguapan tambak atau akibat hujan yang terus menerus. Kemampuan adaptasi *gracilaria sp* terhadap salinitas sangat tinggi, kisaran 15-35 permil. Kisaran salinitas yang baik adalah 18-32 permil dengan salinitas optimum adalah 25 permil, sedangkan pH berkisar antara 8-8,5. Suhu idial perairan tambak berkisar antara 26,5°C hingga 31,6°C, yang sedikit melampaui kisaran optimal yaitu 20–30°C(Ruslaini 2016).

Gracilaria sp. adalah salah satu jenis rumput laut alga merah (kelas *Rhodophyta*) yang banyak ditemukan di perairan tropis dan subtropis. Rumput laut ini dikenal luas sebagai penghasil agar-agar dan memiliki nilai ekonomis tinggi. Manfaat *gracilaria sp* untuk berbagai keperluan antara lain di bidang industri, makanan, tekstil, kertas, cat, kosmetika, dan farmasi (obat-obatan)(Suparmi 2013). Industri pada *gracilaria sp* diekstrak untuk dijadikan tepung agar-agar yang bisa dikonsumsi manusia. Agar-agar

merupakan material serbaguna yang diaplikasikan dalam pembuatan produk kecantikan seperti krem dan lipstik, serta produk sanitasi seperti sabun dan pasta gigi. Lebih jauh lagi, kegunaannya mencakup industri pengolahan pangan, khususnya pengalengan daging dan ikan serta sektor non pangan seperti produksi kertas, semir sepatu, dan pelat film.(Kementrian Kelautan dan Perikanan 2021).

2.2 **Internet of Thing**

Internet of Things (IoT) merupakan sebuah terobosan teknologi yang mengintegrasikan berbagai komponen elektronik, mesin, dan perangkat ke dalam ekosistem digital berbasis internet. Melalui pemanfaatan sensor dan aktuator, perangkat IoT mampu menghimpun informasi dari lingkungan sekitar secara mandiri. Keunggulan ini memberikan fleksibilitas bagi pengguna untuk melakukan pengawasan serta pengendalian perangkat dari jarak jauh secara otomatis.(Fahrurozi et al. 2024). *NodeMCU ESP8266* merupakan modul pengendali mikro yang banyak dalam pengembangan proyek IoT karena telah mengintegrasikan konektivitas Wi-Fi secara langsung pada *chip ESP8266*. Perangkat juga dilengkapi penyimpanan flash sebesar 4MB, yang memungkinkan untuk pembuatan kode program dengan Arduino IDE. *Software* tersebut berfungsi sebagai lingkungan pengembangan terpadu yang memfasilitasi pengguna dalam merancang, *compile*, hingga mentransfer kode program atau *sketch* ke dalam memori *NodeMCU*.(Tambunan and Zetli 2020).

Blynk merupakan platform berbasis *open-source* yang dirancang untuk menjembatani interaksi antara pengguna dan perangkat IoT melalui layanan *cloud server*(Agung Santoso;Dion H Ontoseno;Pujiati Ningrum 2025). Tersedia untuk sistem operasi Android maupun iOS, platform ini memfasilitasi pembuatan *dashboard* interaktif secara praktis. Dengan Blynk, pengguna dapat melakukan visualisasi data dari sensor serta mengoperasikan *aktuator* dari lokasi yang berjauhan secara *real-timenotncu*.

2.3 **Sistem Cerdas**

Sistem cerdas adalah sistem buatan yang beroperasi sebagai agen, mampu merasakan lingkungan dengan sensor dan bertindak secara interaktif. Sistem ini menunjukkan perilaku rasional dengan memaksimalkan keberhasilan tugas dan membenarkan keputusannya melalui penalaran(Chen and Wang 2025). Sistem cerdas mampu menganalisis informasi yang kompleks dan membuat keputusan yang logis atau optimal. Sistem ini dapat memproses data dalam jumlah besar dan beragam (teks, gambar, suara) dengan sangat cepat, jauh melampaui kemampuan manusia. Sistem cerdas menawarkan solusi untuk meningkatkan produktivitas sekaligus menyederhanakan alur kerja. Melalui teknologi ini, tugas-tugas yang sebelumnya dilakukan secara manual kini dapat diselesaikan secara otomatis, yang akan mengefisienkan organisasi secara keseluruhan. (Purwati and Aziz 2023). Melalui penerapan sistem cerdas, mesin CNC mampu memantau dan menganalisis kinerjanya sendiri secara *real-time*. Proses diagnosis mandiri ini sangat krusial untuk melakukan penyesuaian otomatis sehingga tercapai kinerja yang paling ideal dan optimal berdasarkan batasan kriteria.(Widyanto 2011).

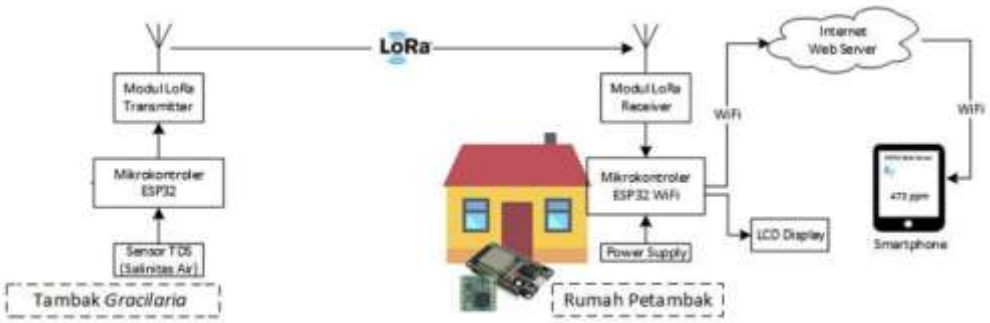
3. METODE PENELITIAN

Penelitian di lakukan di Dusun Tanjungsari, Desa Kupang Kecamatan Jabon Sidoarjo di CV. SUMBER MULYA selaku pengepus *gracilaria sp*. Penelitian berupa pembuatan pendeteksi cerdas untuk memantau tingkat *salinitas* air tambak yang bekerja secara *real time* dengan memanfaatkan IoT.

3.1 Rancangan Alat

Rancangan alat penelitian ini mengintegrasikan antara *NodeMCU ESP32* dan jaringan *LoRa* sebagai tulang punggung sistem IoT. Tingkat salinitas dipantau menggunakan sensor TDS, di mana data masukan diolah oleh mikrokontroler *ESP32* yang telah diintegrasikan dengan logika cerdas untuk menentukan kondisi air secara otomatis. Komunikasi data antar titik dilakukan melalui pasangan *transmitter* dan *receiver LoRa*. Tahap akhir, data yang telah sampai di sisi penerima diunggah ke *cloud* melalui *NodeMCU* untuk ditampilkan pada *dashboard* pada aplikasi *Blynk* di *smartphone* (Agung Santoso, Isturom Arif, Mochammad Masduki R, Maarif, and Latif 2021).

Diagram Blok Sistem

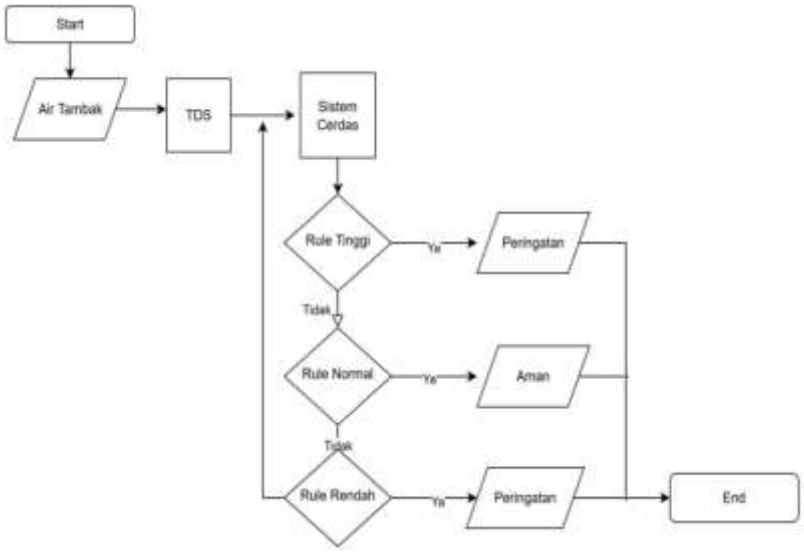


Gambar 2: Diagram Blok Pemantau Tingkat Salinitas Air Tambak Berbasis IoT

Berdasarkan diagram blok, sistem *dirancang* dengan arsitektur IoT yang membagi alur kerja ke dalam tiga bagian utama, yaitu unit sensor di tambak, unit penerima di rumah petambak, serta integrasi data melalui jaringan internet. Pada unit pengirim yang terletak di lokasi tambak *Gracilaria*. Sensor TDS mendeteksi tingkat salinitas air secara, kemudian diproses oleh *mikrokontroler ESP32*, data dikirimkan secara nirkabel melalui *Modul LoRa Transmitter*. Penggunaan teknologi LoRa memungkinkan transmisi data jarak jauh menuju *Modul LoRa Receiver* yang ditempatkan di rumah Petambak, yang kemudian diteruskan ke *mikrokontroler ESP32 WiFi* sebagai unit penerima ini berfungsi ganda. Fungsi pertama untuk menampilkan data salinitas pada LCD Display dan fungsi kedua mengunggah data ke Internet *Web Server*. Terakhir, data yang tersimpan di server akan dikirimkan ke perangkat *Smartphone* petambak, sehingga seluruh riwayat salinitas, grafik tren dikelola secara praktis melalui *dashboard aplikasi Blynk* .

3.2 Rancangan Sistem Cerdas

Pengembangan pendeteksi salinitas cerdas pada *smartphone* menggunakan *Android Studio* dan *Mikrokontroler* untuk mengirimkan data secara real-time(Fahrurozi et al. 2024). Sehingga informasi salinitas air tambak *gracilaria* terpantau dimanapun dan kapanpun, bahkan pada ambang batas akan muncul peringatan yang dikirim ke *smartphone* disertai visual grafik. Memanfaatkan IoT sebagai pendeteksi salinitas air tambak dari jarak jauh.



Gambar 3 : Flowchart Sistem Cerdas

Start Alur dimulai dengan pendeteksian air tambak *gracilaria* selanjutnya Sensor salinitas (TDS) *mengukur* tingkat nilai salinitas air. Pengambilan keputusan menggunakan *Rule* yang ketentuannya` menggunakan *Algoritma*, sistem memeriksa apakah nilai salinitas lebih dari ambang

batas atau tinggi**, j**ika "*Ya*", sistem memicu peringatan untuk salinitas tinggi muncul peringatan yang dikirim ke *smartphone* disertai visual grafik. Jika tidak, sistem memeriksa lagi apakah nilai salinitas kurang dari ambang batas. Jika "Ya", sistem memicu peringatan untuk salinitas Aman Normal. Jika kedua kondisi di atas tidak terpenuhi ("*Tidak*"), artinya kondisi salinitas air berada pada tingkat Rendah sistem memicu peringatan untuk salinitas *Rendah.* End proses selesai untuk satu siklus pengukuran. Proses ini terus berulang secara otomatis untuk pemantauan *real-time*. Pembuatan code program cerdas, dengan menggunakan software arduino IDE sehingga *Arduino* dapat menjalankan perintah yang kita inginkan untuk mengontrol komponen.

4. Hasil dan Pembahasan

Luaran dari penelitian ini berupa perangkat pemantauan *nirkabel* yang mampu menyajikan data secara langsung, asalkan perangkat terhubung ke jaringan internet. Arsitektur teknologi yang digunakan kombinasi *LoRa* dan *ESP32* sebagai pusat pengolahan data sensor. Penentuan tingkat salinitas air di tambak ditentukan melalui hasil pemindaian sensor TDS.

4.1. LCD Pemantau Lapangan

Hasil dari rancangan perangkat pendeteksi salinitas berupa rangkaian komponen elektronik dilengkapi lampu indikator dan *LCD dot matrik screen* sebagai informasi visual pada alat. Integrasi antara perangkat mikrokontroler dengan *Internet of Things* mampu menyajikan data hasil pemantauan sirkulasi air tambak secara langsung dan *real-time*. Sinergi teknologi ini memastikan bahwa setiap perubahan kondisi perairan dapat terdeteksi secara akurat (Intan, Pangerang, and Mulyawan 2020).



Gambar 4 : LCD Display Pemantau Lapangan

Tampak pada gambar 4 adalah tampilan *LCD Display* merupakan output IoT yang terpasang di lokasi tambak yang menyajikan informasi mulai dari indikator nilai PPM dan sistem peringatan dini. Alat ini memungkinkan membantu petambak untuk memantau tingkat salinitas air tambak dari jarak jauh. Sistem ini terdiri dari dua, unit pertama sebagai unit pengumpul data di tambak dan unit penerima berupa *dashboard* pada *smartphone.*

4.2. Dashboard Smartphone

LCD Display berfungsi sebagai pemantau lapangan, sedangkan antar muka pada *smartphone* merupakan *dashboard* luaran dari inovasi teknologi IoT yang diprogram menggunakan *Arduino IDE,* tampak seperti gabar dibawah.

Gambar 5 *Dashboard Smartphone Salinitas Cerdas* adalah tampilan hasil pemantauan kualitas air tambak *Gracilaria sp* yang cerdas dan memanfaatkan teknologi *Long Range (LoRa*). Proses dimulai di Tambak *Gracilaria* sp, di mana Sensor TDS mengukur tingkat salinitas air secara real-time. Data dari sensor ini kemudian dibaca dan diolah oleh *Mikrokontroler ESP32* sebelum dikirimkan secara nirkabel melalui jarak jauh menggunakan *Modul LoRa Transmitter*. Sinyal *LoRa* ini kemudian diterima pengguna melalui *Modul LoRa Receiver*. Data yang diterima selanjutnya diteruskan ke *Mikrokontroler ESP32 WiFi* yang berfungsi ganda: ia menampilkan data salinitas secara lokal pada *LCD Display*, sekaligus bertindak sebagai gateway untuk mengirimkan data ke *Web Server* melalui koneksi *WiFi*. Dengan terhubung ke server, data dapat diakses kapan saja dan di mana saja.



Gambar 5 : Dashboard Smartphone Salinitas Cerdas

4.3. Rumus Konversi Tegangan ke PPM

Penggunaan rumus konversi tegangan ke nilai PPM (Parts Per Million) pada sensor analog bekerja dengan memanfaatkan nilai pembacaan biner dari pin ADC (*Analog to Digital Converter*) yang kemudian dipetakan ke dalam rentang tegangan referensi (biasanya 3,3V atau 5V). Untuk mendapatkan nilai tegangan aktual (*Voltage*), selanjutnya diolah menggunakan persamaan linear atau, di mana nilai tegangan akan dikalikan dengan faktor kalibrasi dan koefisien tertentu untuk mengukur densitas partikel terlarut dalam air.

*float tegangan = analogRead(A0) * 5.0 / 1024.0; // Mengubah nilai analog (0-1023) ke Volt*
*float nilaiTDS = (133.42 * pow(tegangan, 3) - 255.86 * pow(tegangan, 2) + 857.39 * tegangan) * 0.5;*
nilaiTDS = 1160.69 x 0.5 = 580.34 PPM

Potongan *sketch* diatas adalah perintah konversi sinyal analog dari pin A0 menjadi nilai Total Dissolved Solids (TDS) dalam satuan PPM. Melalui perhitungan tegangan referensi 5.0 V dan penggunaan persamaan polinomial derajat tiga, sistem mengubah data mentah sensor menjadi representasi kualitas air. Sehingga setiap kenaikan tegangan hasil deteksi elektroda sensor akan direpresentasikan secara akurat ke dalam satuan konsentrasi kepekatan air, hasil akhir menunjukkan nilai sebesar 580.34 PPM.

4.4. Teknologi IoT



Gambar 6 : Prototipe Pendeteksi Cerdas Tingkat Salinitas Gracilaria sp

Internet of Things merupakan konsep teknologi yang menggabungkan berbagai komponen elektronik seperti sensor salinitas dan mikrokontroler *ESP32*, ke jaringan internet untuk memungkinkan pertukaran data secara otomatis, pemantauan jarak jauh secara *real-time*, serta pengendalian perangkat cerdas melalui aplikasi ponsel pintar.

Tampak gambar 6 adalah prototipe sistem *Smart Salinity* berbasis IoT yang disusun menggunakan mikrokontroler *ESP32* sebagai otak pemroses data. Modul Sensor TDS mendeteksi kepekatan mineral atau salinitas air. *Modul LCD Display* berfungsi untuk menampilkan informasi *Sketch* secara langsung di lokasi alat. Keseluruhan komponen ini ditenagai melalui koneksi kabel *USB* yang terhubung ke *ESP32*, di mana mikrokontroler tersebut tidak hanya mengolah data analog dari sensor menjadi satuan PPM, tetapi juga bertugas mengirimkan data tersebut secara nirkabel melalui jaringan *WiFi* untuk ditampilkan pada aplikasi monitoring *dashboard smartphone*.

4.5. Logika Cerdas

Logika cerdas dalam sistem ini merupakan algoritma program yang ditanamkan pada mikrokontroler untuk memberikan kemampuan pengambilan keputusan otomatis berdasarkan data, dianalisa untuk mendapakan ketentuan, dimana sistem akan menganalisis nilai salinitas yang masuk dan mengeksekusi tindakan seperti mengirim notifikasi peringatan jika kadar garam turun di bawah ambang batas aman atau tingkat salinitas terlalu rendah.

```
void cekTingkatSalinitas() {
 // --- LOGIKA PERINGATAN SALINITAS ---

 // Kondisi Terlalu Tawar (Bahaya Ice-ice)
 if (ppmFinal/1000.0 <= 10.0) {
  Blynk.logEvent("ice_ice_alert", "⚠ AWAS SERANGAN ICE-ICE! Salinitas sangat rendah.");
 }

 //Kondisi Terlalu Asin
 else if (ppmFinal/1000.0 >= 35.0) {
  Blynk.logEvent("high_salinity_alert", "⚠ Awas Salinitas Tinggi.");
 }
}
```

Potongan *sketch* diatas adalah implementasi dari logika cerdas sistem, di mana program secara otomatis menganalisa data salinitas dalam satuan PPT (*hasil pembagian PPM dengan 1000*) untuk mendeteksi kondisi ekstrem. Dengan ketentuan (*rule*) : *Jika nilai berada di bawah atau sama dengan 10.0 PPT*, sistem akan menampilkan notifikasi bahaya "*AWAS SERANGAN ICE-ICE!, Salinitas sangat Rendah*". *Jika nilai mencapai atau melebihi 35.0 PPT*, sistem akan mengirimkan peringatan "*Awas Salinitas Tinggi*". guna memastikan petambak dapat melakukan tindakan preventif secara cepat melalui aplikasi Blynk.

4.6. Data Pengamatan Salinitas

Pengamatan dilakukan di tambak yang dilakukan pada tanggal 15 Desember 2025, pengamatan dimulai jam 08.00 dan berakhir pada jama 18.00, maka didapatkan data seperti yang tampak pada tabel dibawah.

Tabel 1 Data Salinitas

No	Tanggal	Jam	Tingkat Salitas PPM
1	15 Desember 2025	08.00	18.250
2	15 Desember 2025	09.00	18.265
3	15 Desember 2025	10.00	18.310
4	17 Desember 2025	12.00	18.750
5	17 Desember 2025	13.00	18.890
6	19 Desember 2025	16.00	18.640
7	19 Desember 2025	17.00	18.410

8	19 Desember 2025	18.00	18.300

Berdasarkan Tabel 1 Data Salinitas hasil pemantauan ditemukan bahwa nilai TDS mengalami fluktuasi harian yang signifikan dengan rentang antara 18.265 mg/L hingga 18.890 mg/L. Lonjakan tertinggi terjadi pada pukul 13.00 WIB, hal ini disebabkan oleh akumulasi panas yang memicu laju evaporasi secara maksimal. Fenomena ini menunjukkan bahwa deteksi salinitas tidak cukup dilakukan sekali, melainkan harus secara kontinue.



Gambar 7 : Grafik Tingkat Salintas Air Tambak Gracilaria sp

Tampak gambar 7 Grafik Salinitas Air Tambak *Gracilaria sp* adanya fluktuasi tingkat salinitas dalam rentang waktu pukul 08.00 hingga 18.00. Berdasarkan data tersebut, terlihat adanya pola kenaikan salinitas yang dimulai sejak pagi hari, di mana pada pukul 08.00 hingga 10.00 angka salinitas cenderung stabil di kisaran rendah, yaitu antara 18.200 hingga 18.300. Lonjakan signifikan mulai terjadi saat memasuki tengah hari, dengan titik puncak salinitas tertinggi tercapai pada pukul 13.00 di angka 18.900. Setelah melewati tengah hari, tingkat salinitas mengalami penurunan secara bertahap hingga kembali ke angka 18.300 pada pukul 18.00 sore. Secara keseluruhan, tren mengindikasikan level tertinggi pada siang hari karena dipengaruhi oleh faktor penguapan akibat suhu panas matahari.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan monitoring tingkat salinitas berbasis IoT menggunakan teknologi *LoRa* untuk *Gracilaria sp* di Desa Kupang. Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu mentransmisikan data salinitas secara *real-time* dari area tambak dengan tingkat akurasi yang baik melalui integrasi sensor TDS dan mikrokontroler *ESP32*. Penggunaan algoritma logika cerdas terbukti efektif dalam memberikan peringatan dini (*alert*) melalui aplikasi Blynk ketika kondisi air mencapai titik kritis (di bawah 10 PPT atau di atas 35 PPT), sehingga risiko penyakit *ice-ice* dapat dimitigasi lebih awal. Secara keseluruhan, teknologi ini memberikan solusi praktis dalam menjaga stabilitas kualitas air tanpa harus melakukan pengecekan manual secara terus-menerus di lokasi tambak.

5.2 Saran

Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, disarankan untuk menambahkan parameter kualitas air lainnya seperti suhu dan pH guna memberikan gambaran kondisi ekosistem tambak yang lebih komprehensif. Selain itu, penggunaan sistem catu daya mandiri berbasis panel surya (*solar cell*) pada unit transmiter di lokasi tambak sangat direkomendasikan agar sistem dapat beroperasi secara kontinu tanpa ketergantungan pada pengisian daya baterai manual. Terakhir, pengembangan fitur kendali otomatis pada pintu air tambak dapat diintegrasikan lebih lanjut untuk mengoptimalkan manajemen salinitas secara mandiri.

DAFTAR PUSTAKA

Admin DKPP. "Jenis Rumput Laut Yang Dibudidayakan." https://dkpp.bulelengkab.go.id/informasi/detail/artikel/8-jenis-jenis-rumput-laut-di-indonesia-53.

Agung Santoso;Dion H Ontoseno;Pujiati Ningrum. 2025. "DETEKSI SUHU AIR DAN PH TAMBAK UDANG." *SPIRIT* 17(2): 117–25. https://jurnal.stmik-yadika.ac.id/index.php/spirit/article/view/400/347.

Agung Santoso;Isturom Arif;Mochammad Masduki R, Universitas Maarif, and Hasyim Latif. 2021. "Ils Room Temperature Monitoring At Juanda Airport With Android Iot Based Using Message Queue." *European Scholar Journal (ESJ) is a Multidisciplinary peer reviewed open access journal which covers the various areas of research. This journal is monthly published online monthly.* 2(12): 88–93. https://scholarzest.com/index.php/esj/article/view/1662/1406.

Agustang, Sri Mulyani, and Erni Indrawati. 2021. Pustaka Almaida *Budidaya Rumput Laut Potensi Perairan Kabupaten Sinjai Sulawesi Selatan*.

Anugrah, Ade Nur, and Arindra Alfarizi. 2021. "Literature Review Potensi Dan Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Laut Di Indonesia." *Jurnal Sains Edukatika Indonesia (JSEI)* 3(2): 31–36.

Chen, Fuhu, and Zhe Wang. 2025. "Intelligent System Architecture Based on System Theory."

Dewi, Rose. 2012. "Potensi Sumberdaya Rumput Laut." *Jurnal Harpodon Borneo* 5(2): 125–29.

Fahrurozi, Achmad et al. 2024. "IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS (IOT) UNTUK SISTEM MONITORING KUALITAS AIR SHRIMP FARMING VANAME." : 71–85.

Intan, Indo, Fitriaty Pangerang, and Agung Mulyawan. 2020. "Sistem Monitoring Sirkulasi Air Pada Budidaya Udang Vaname Berbasis Internet of Thing Based on Internet of Thing." 5(2): 203–14.

Kementrian Kelautan dan Perikanan. 2021. "Strategi KKP Genjot Produktivitas Rumput Laut Untuk Tingkatkan Devisa." *Bioresource Technology*: 5–7. https://kkp.go.id/artikel/46223-strategi-kkp-genjot-produktivitas-rumput-laut-untuk-tingkatkan-devisa#:~:text=Indonesia saat ini menempati posisi,ton berdasarkan data tahun 2021.

Lestari, Maria Maya. 2013. "Potensi Dan Tantangan Pengelolaan Sumber Daya Kelautan Dalam Penciptaan Masyarakat Pesisir Yang Siap Menjawab Perkembangan Zaman." *Jurnal Selat* 1(1): 8–12.

Norma Aprilia Fanni, Agung Pamuji Rahayu, and Endah Sih Prihatini. 2021. "Produksi Rumput Laut (Gracilaria Verrucosa) Berdasarkan Perbedaan Jarak Tanam Dan Bobot Bibit Di Tambak Desa Tlogosadang, Kecamatan Paciran, Kabupaten Lamongan." *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* 26(2): 177–83.

Purwati, Eli, and Rifqi Abdul Aziz. 2023. "IMPLEMENTASI SISTEM CERDAS BERBASIS AI DALAM KOMUNIKASI ORGANISASI : TANTANGAN DAN PELUANG." 7(2): 226–35.

Rahayu, Tb Haeru. "Strategi KKP Genjot Produktivitas Rumput Laut Untuk Tingkatkan Devisa." https://kkp.go.id/djpb/artikel/40179-sumber-devisa-rumput-laut-kkp-dorong-geliat-budidaya-gracilaria-melalui-kampung-budidaya-di-sidoarjo.

Ruslaini. 2016. 5 *Kajian Kualitas Air Terhadap Pertumbuhan Rumput*.

Salim, Zamroni, and Ernawati Munadi. 2015. Al Mawardi Prima, IMP Press *Info Komoditi Rumput Laut*.

Sukarmin, Gito. *Kartu Setor Gracilaria Dul Kohar 2023*.

Suparmi, Achmad Sahri. 2013. "Kajian Pemanfaatan Sumber Daya Rumput Laut Dari Aspek Industri Dan Kesehatan." *Jurnal Majalah Ilmiah Sultan Agung* 44(118): 95–116.

Tambunan, Halomoan Putra, and Sri Zetli. 2020. "Penerapan Google Asistant Untuk Rumah Cerdas Berbasis NodeMCU." *Comasie* 3(3): 21–30.

Widyanto, Susilo Adi. 2011. "IMPLEMENTASI SISTEM CERDAS PADA AUTOMATED TOOL CHANGER (ATC) BERDASARKAN ANALISIS GAYA POTONG DAN GAYA MAKAN." VI(2): 81–86.