



Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi
Jalan Jenderal Sudirman, Senayan, Jakarta Pusat 10270
<https://bima.kemdiktisaintek.go.id>

PROTEKSI ISI PROPOSAL

Dilarang menyalin, menyimpan, memperbanyak sebagian atau seluruh isi proposal ini dalam bentuk apapun kecuali oleh pengusul dan pengelola administrasi penelitian dan pengabdian kepada masyarakat

PROPOSAL PENELITIAN

Rencana Pelaksanaan Penelitian: tahun 2023 s.d. tahun 2023

1. JUDUL PENELITIAN

Sistem Pemantauan Pengukuran Parameter Oseanografi Secara Real Time Berbasis Wireless Sensor Network

Bidang Fokus RIRN / Bidang Unggulan Perguruan Tinggi	Tema	Topik (jika ada)	Rumpun Bidang Ilmu
Kemaritiman	Teknologi konservasi lingkungan maritim	Konservasi dan rehabilitasi ekosistem pesisir dan laut	Teknik Kendali (Atau Instrumentasi dan Kontrol)

Kategori (Kompetitif Nasional/ Desentralisasi/ Penugasan)	Skema Penelitian	Strata (Dasar/ Terapan/ Pengembangan)	SBK (Dasar, Terapan, Pengembangan)	Target Akhir TKT	Lama Penelitian (Tahun)
Penelitian Kompetitif Nasional	Penelitian Dosen Pemula	Riset Dasar	SBK Riset Pembinaan/ Kapasitas	3	1

2. IDENTITAS PENGUSUL

Nama, Peran	Perguruan Tinggi/ Institusi	Program Studi/ Bagian	Bidang Tugas	ID Sinta
ASHADI AMIR Ketua Pengusul	Universitas Muhammadiyah Pare-pare	Teknik Elektro	Melakukan Perancangan Rangkaian Sensor dan Mikrokontroler, Melakukan Perancangan dan Integrasi Rangkaian pada Jaringan Wireless Sensor Network dan Melakukan Pengujian Sistem	6677631
UNTUNG SUWARDOYO Anggota Pengusul	Universitas Muhammadiyah Pare-pare	Teknik Informatika	Melakukan Pengujian Pengiriman Data dari Gateway ke Cloud berbasis Internet of Things dan Melakukan	6687423

Nama, Peran	Perguruan Tinggi/ Institusi	Program Studi/ Bagian	Bidang Tugas	ID Sinta
			Pengujian Sistem	
IRNINTHYA NANDA PRATAMI IRWAN Anggota Pengusul	Universitas Muhammadiyah Pare-pare	Agribisnis	Melakukan Pengujian dan Validasi Data Sensor dan Melakukan Pengujian Sistem	6732881

3. MITRA KERJASAMA PENELITIAN (JIKA ADA)

Pelaksanaan penelitian dapat melibatkan mitra kerjasama yaitu mitra kerjasama dalam melaksanakan penelitian, mitra sebagai calon pengguna hasil penelitian, atau mitra investor

Mitra	Nama Mitra	Dana
-------	------------	------

4. LUARAN DAN TARGET CAPAIAN

Luaran Wajib

Tahun Luara n	Kategori Luaran	Jenis Luaran	Status target capaian	Keterangan
1	Video Kegiatan	Video Kegiatan	Ada/Tersedia	-
1	Artikel di Jurnal	Artikel di Jurnal Nasional terakreditasi peringkat 1-6	accepted/published	PROtek : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro (https:// ejournal.unkhair.ac .id/index.php/ protk) dan ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika (https:// ejournal.itenas.ac.id /index.php/ elkomika)

5. ANGGARAN

Rencana Anggaran Biaya penelitian mengacu pada PMK dan buku Panduan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat yang berlaku.

Total RAB 1 Tahun Rp. 19.400.000,00

Tahun 1 Total Rp 19.400.000,00

Jenis Pembelanjaan	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Kotak Rangkaian Waterproof	Unit	3	20.000	60.000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Baterai Holder	Unit	4	17.500	70.000
Bahan	Bahan	Baterai 18650	Unit	15	27.000	405.000

Jenis Pembelanjaan	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
	Penelitian (Habis Pakai)					
Bahan	ATK	Tinta Printer	Paket	1	60.000	60.000
Bahan	ATK	Catridge Printer	Paket	1	342.900	342.900
Bahan	ATK	Kertas A4	Paket	2	43.500	87.000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Timah	Unit	2	18.000	36.000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Papan PCB	Unit	4	15.000	60.000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Kabel Jumper	Unit	3	11.000	33.000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	NodeMCU ESP32	Unit	2	280.000	560.000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Modul Transceiver LoRA	Unit	5	192.500	962.500
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Arduino Uno R3	Unit	4	160.000	640.000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Sensor Konduktivitas	Unit	4	232.650	930.600
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Sensor Turbidity	Unit	4	290.000	1.160.000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Sensor Ultrasonik Waterproof	Unit	4	310.000	1.240.000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Sensor Suhu	Unit	4	217.000	868.000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Sensor pH	Unit	4	270.000	1.080.000
Pengumpulan Data	FGD persiapan penelitian	Konsumsi, Uang Harian dan Transportasi FGD Persiapan (3 orang)	Paket	3	300.000	900.000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Peneliti	Laboran (Melakukan Kalibrasi Sensor)	OJ	10	25.000	250.000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Peneliti	Mahasiswa (Merancang Rangkaian Sensor dan Mikrokontroler)	OJ	10	25.000	250.000

Jenis Pembelanjaan	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Pengumpulan Data	HR Pembantu Peneliti	Mahasiswa (Merancang dan Mengintegrasikan Jaringan WSN-IoT)	OJ	10	25.000	250.000
Pengumpulan Data	Transport	Transportasi ke Lokasi Pengujian (3 orang Dosen dan 2 orang Mahasiswa, 2 kali)	OK (kali)	10	100.000	1.000.000
Pengumpulan Data	Uang Harian	Uang Harian (3 orang Dosen dan 2 orang Mahasiswa, 2 hari)	OH	10	170.000	1.700.000
Sewa Peralatan	Transport penelitian	Transportasi Penyewaan Alat	OK (kali)	2	150.000	300.000
Sewa Peralatan	Peralatan penelitian	Sewa Alat Ukur Suhu (3 hari)	Unit	1	45.000	45.000
Sewa Peralatan	Peralatan penelitian	Sewa Alat Ukur pH (3 hari)	Unit	1	105.000	105.000
Sewa Peralatan	Peralatan penelitian	Sewa Alat Ukur Salinitas (3 hari)	Unit	1	105.000	105.000
Analisis Data	Biaya konsumsi rapat	Rapat Analisis dan Evaluasi Hasil Penelitian (3 orang Dosen, 3 hari)	OH	9	56.000	504.000
Analisis Data	Uang Harian	Analisis Data (3 orang Dosen, 3 hari)	OH	9	170.000	1.530.000
Analisis Data	HR Pengolah Data	Validasi Data Sensor dan Data Hasil Monitoring	P (penelitian)	1	900.000	900.000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya konsumsi rapat	Rapat Penyusunan Laporan dan Luaran (3 orang Dosen, 2 hari)	OH	6	56.000	336.000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Uang harian rapat di luar kantor	Rapat Penyusunan Laporan dan Luaran (3 orang Dosen, 2 hari)	OH	6	105.000	630.000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya Publikasi artikel di Jurnal Nasional	PROtek : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro (SINTA 3)	Paket	1	500.000	500.000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya Publikasi artikel di Jurnal Nasional	ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika (SINTA 2)	Paket	1	1.500.000	1.500.000

6. KEMAJUAN PENELITIAN

A. RINGKASAN

Pengukuran parameter oseanografi sangat dibutuhkan untuk mengetahui kondisi ekosistem yang ada pada wilayah perairan sehingga kelestarian organisme yang ada di laut dapat terjaga. Tujuan dari penelitian ini untuk merancang sebuah sistem pengukuran dan monitoring parameter oseanografi secara real-time. Hasil dari penelitian ini akan memberikan kemudahan kepada peneliti dalam bidang perikanan dan kelautan dalam mendapatkan data parameter fisik dan kimia secara berkala yang dapat digunakan sebagai dasar untuk melakukan konservasi wilayah perairan. Dalam pelaksanaannya, penelitian ini terbagi atas dua tahapan. Tahapan awal dari penelitian adalah perancangan rangkaian mikrokontroler yang terintegrasi dengan berbagai jenis sensor yang dapat mengukur parameter oseanografi. Pada tahapan ini dilakukan pengujian dan validasi data yang dihasilkan oleh sensor. Tahapan kedua dilakukan dengan melakukan integrasi antara sensor node dan gateway melalui Wireless Sensor Network (WSN). Hasil akuisisi data sensor akan dikirimkan ke stasiun gateway dan kemudian dikirimkan ke database server dengan menggunakan prinsip Internet of Things (IoT). Data hasil pemantauan akan ditampilkan pada aplikasi berbasis web sehingga dapat diakses secara real-time. Penelitian ini mendukung pencapaian Rencana Induk Riset Nasional 2017-2045 pada bidang fokus Riset Kemaritiman dalam bentuk teknologi konservasi lingkungan maritim yang mendukung konsep Blue Economy sebagai salah satu prioritas riset nasional. Luaran yang ditargetkan pada penelitian ini adalah artikel ilmiah pada Journal of Informatics and Telecommunication Engineering yang terakreditasi SINTA 3. Tingkat TKT penelitian yang dihasilkan berupa TKT tingkat 3 berupa Sistem Monitoring Pengukuran Oseanografi. Hasil penelitian tahap awal menunjukkan bahwa sensor-sensor yang digunakan telah sesuai dengan standar setelah validasi dan kalibrasi di Laboratorium. Hasil pengujian pengiriman data menunjukkan bahwa data hasil pengukuran parameter oseanografi oleh sensor node pada wilayah perairan dapat dikirimkan ke gateway dengan pengaturan jarak antara perangkat sejauh 500 meter. Delay pengiriman data yang dihasilkan berada pada rentang 2-10 detik. Pada tahapan kedua, data hasil pengukuran sensor dapat ditampilkan pada aplikasi web berbasis Internet of Things.

B. KATA KUNCI

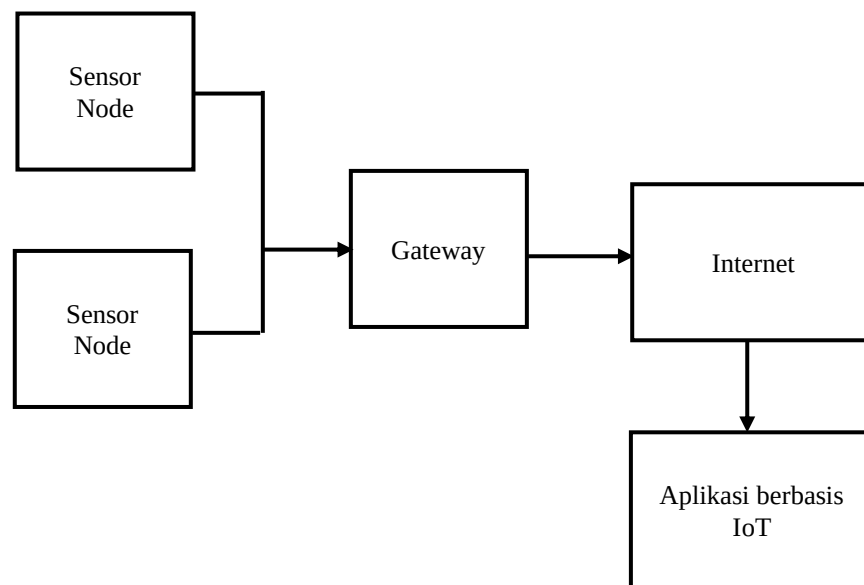
oseanografi; sensor node; gateway; wireless sensor network; internet of things

Pengisian poin C sampai dengan poin H mengikuti template berikut dan tidak dibatasi jumlah kata atau halaman namun disarankan ringkas mungkin. Dilarang menghapus/modifikasi template ataupun menghapus penjelasan di setiap poin.

C. HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan secara ringkas hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian. Penyajian meliputi data, hasil analisis, dan capaian luaran (wajib dan atau tambahan). Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. Penyajian data dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta analisis didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

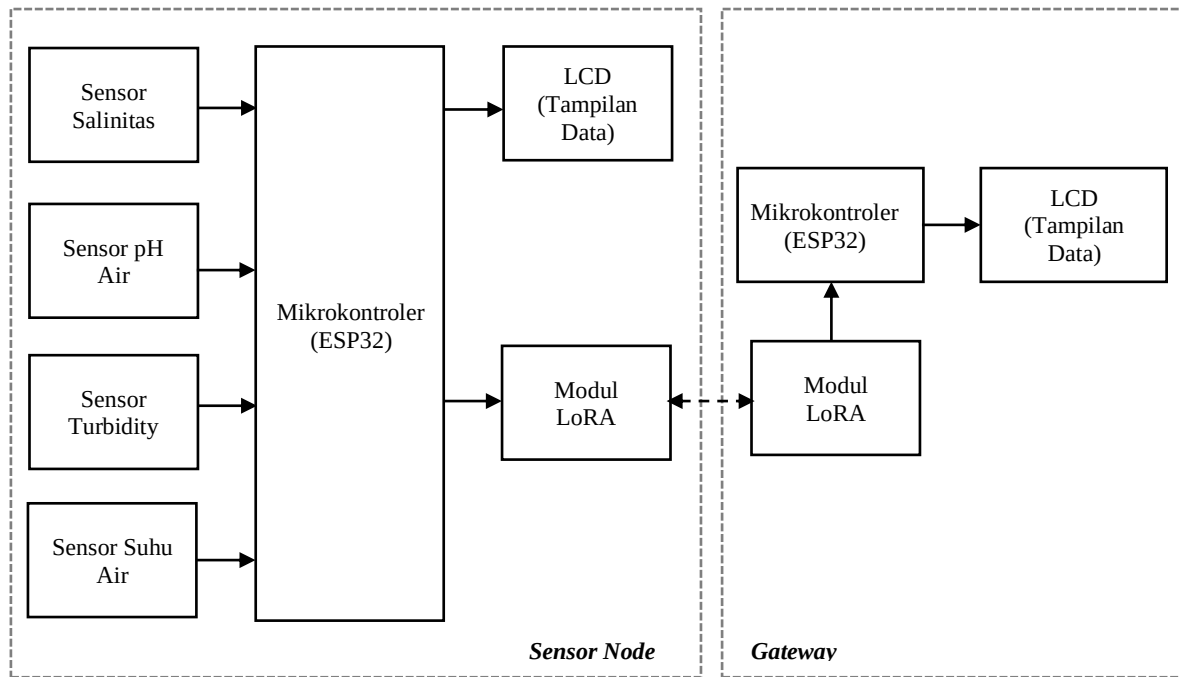
1. Perancangan Sistem

Penelitian yang dilakukan merupakan perancangan sistem pemantauan parameter oseanografi secara real-time berbasis *Wireless Sensor Network* dan *Internet of Things*. Hasil penelitian ini akan digunakan dalam melakukan kegiatan konservasi pada wilayah perairan laut. Secara umum blok diagram sistem ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Beberapa parameter oseanografi fisik dan kimia yang menjadi objek kajian seperti suhu air, kekeruhan air, pH air dan salinitas. Penelitian yang dilaksanakan terdiri dari dua tahapan utama. Pada tahapan awal dilakukan perancangan sistem pengukuran data oseanografi dengan memanfaatkan sensor-sensor yang terintegrasi dengan perangkat Mikrokontroler (ESP32). Penelitian dimulai dengan melakukan kalibrasi sensor. Sensor yang telah dikalibrasi diintegrasikan dengan perangkat Mikrokontroler untuk melakukan pengukuran parameter oseanografi. Data hasil akuisisi sensor diproses melalui perangkat mikrokontroler yang ditampilkan pada layer LCD dan dikirimkan dari *Sensor Node* ke *Gateway* dengan menggunakan modul komunikasi LoRA Ebyte E220 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Data yang diterima oleh perangkat *Gateway* akan diteruskan ke database untuk ditampilkan pada aplikasi web berbasis *Internet of Things*.



Gambar 2. Blok Diagram Pengiriman Data dari Sensor Node ke Gateway

2. Hasil Pengujian

a. Hasil Pengujian Sensor Turbidity

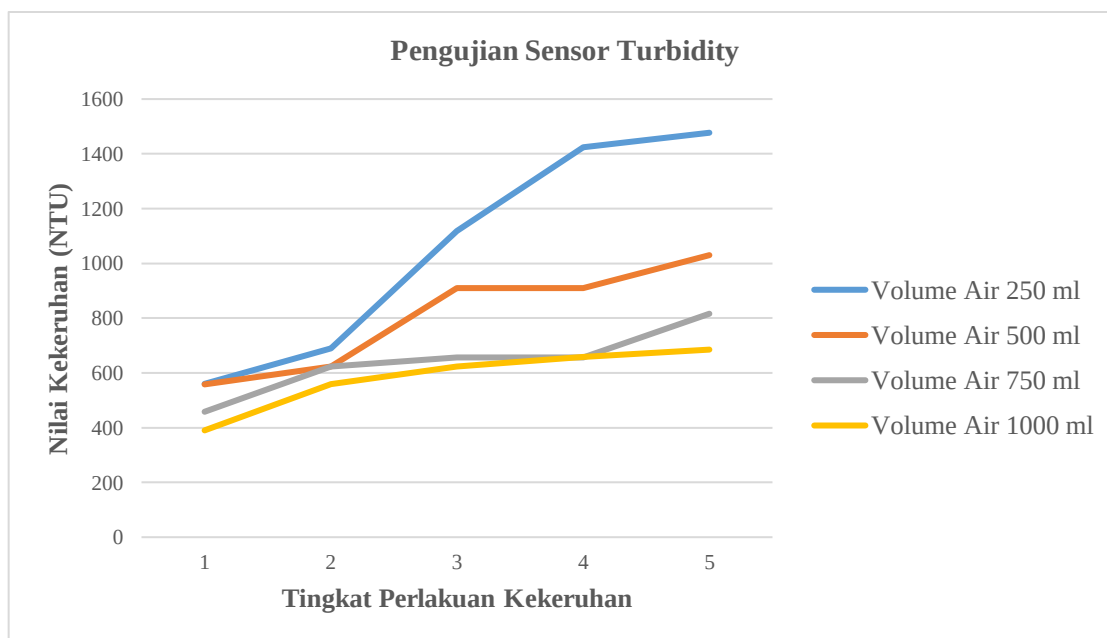
Pengujian tingkat kekeruhan air dilakukan dengan memberikan beberapa perlakuan tingkat kekeruhan pada air dengan berbagai variasi volume air yang berbeda. Pada pengujian ini menggunakan bubuk kopi untuk memberikan perlakuan tingkat kekeruhan pada air, bubuk kopi diberikan dengan 5 takaran yang berbeda. Volume air yang digunakan terdiri dari 250 ml, 500 ml, 750 ml dan 1000 ml seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Tingkat kekeruhan air diukur dengan menggunakan Sensor Turbidity SEN0189-DFRobot. Sensor mampu melakukan deteksi terhadap perubahan intensitas cahaya yang disebabkan oleh partikel-partikel yang ada di dalam air yang kemudian diproses oleh perangkat mikrokontroler (1). Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 1.



Gambar 3. Pengujian Tingkat Kekeruhan Air dengan Sensor Turbidity

Tabel 1. Hasil Pengujian Tingkat Kekeruhan Air dengan Sensor Turbidity

Tingkat Perlakuan Kekeruhan	Volume Air (ml)	Tegangan (Volt)	Nilai Kekeruhan (NTU)
1	250	4.04	560
	500	4.05	558
	750	4.07	458
	1000	4.09	390
2	250	4.00	689
	500	4.02	624
	750	4.02	624
	1000	4.04	558
3	250	3.86	1118
	500	3.93	909
	750	4.01	657
	1000	4.02	624
4	250	3.75	1424
	500	3.93	909
	750	4.01	657
	1000	4.01	659
5	250	3.73	1477
	500	3.89	1030
	750	3.98	816
	1000	4.00	685



Gambar 4. Hasil Pengujian Tingkat Kekeruhan Air dengan Sensor Turbidity

Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar atau tingkat perlakuan kekeruhan (takaran bubuk kopi) yang diberikan maka nilai tegangan yang dihasilkan semakin kecil dan nilai kekeruhan (NTU) semakin besar. Pada tingkat perlakuan kekeruhan yang sama, nilai pembacaan kekeruhan air yang dihasilkan oleh sensor (nilai NTU) semakin kecil jika volume air yang diberikan semakin besar.

b. Hasil Pengujian Sensor Salinitas

Pengujian tingkat salinitas air dilakukan dengan memberikan beberapa perlakuan tingkat salinitas pada air dengan berbagai variasi volume air yang berbeda. Pada pengujian ini menggunakan garam untuk memberikan perlakuan tingkat salinitas pada air, garam diberikan dengan 5 takaran yang berbeda. Volume air yang digunakan terdiri dari 250 ml, 500 ml, 750 ml, 1000 ml dan 1500 ml. Pengukuran salinitas air ditunjukkan pada Gambar 5. Tingkat salinitas air diukur dengan menggunakan Sensor TDS SEN0244-DFRobot. Sensor dapat mengukur konduktivitas di dalam air. Peningkatan konsentrasi ion yang ada di dalam air akan menyebabkan nilai konduktivitas meningkat. Konduktivitas akan dibaca oleh probe sensor yang akan melakukan konversi menjadi nilai tegangan (2). Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 2.

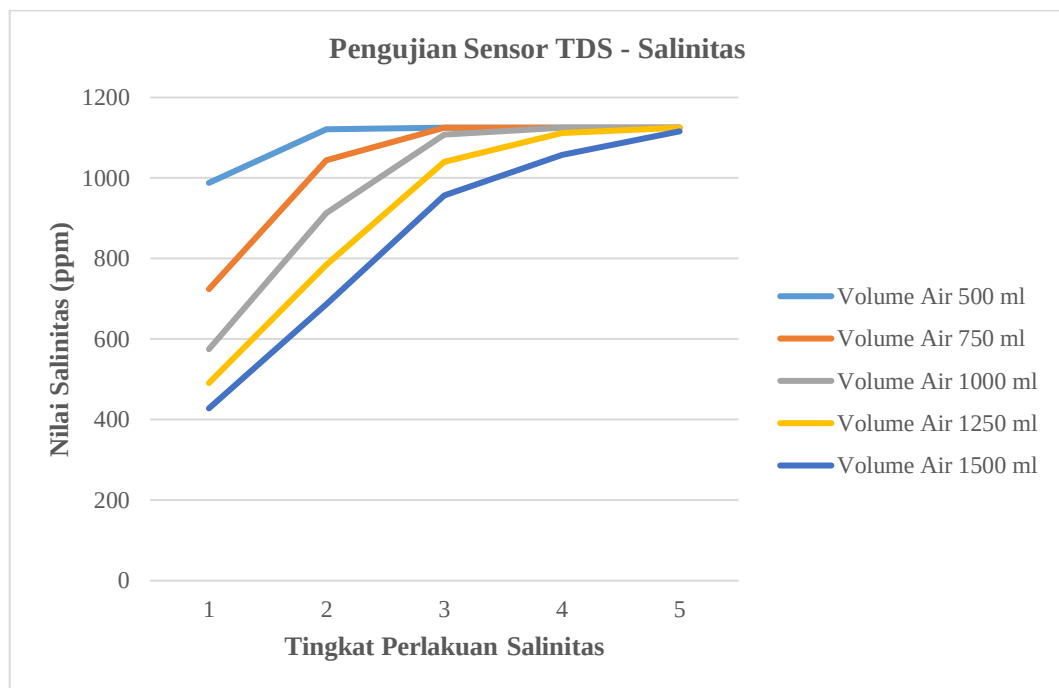


Gambar 5. Pengujian Salinitas Air dengan Sensor TDS

Tabel 2. Hasil Pengujian Salinitas Air dengan Sensor TDS

Tingkat Perlakuan Kadar Garam	Volume Air (ml)	Tegangan (volt)	Nilai Salinitas (ppm)
1	250	2.3	1125
	500	2.14	988
	750	1.76	724
	1000	1.49	575
	1250	1.31	491
	1500	1.16	428
2	250	2.3	1125
	500	2.3	1121
	750	2.22	1044
	1000	2.05	913
	1250	1.86	784
	1500	1.7	686
3	250	2.3	1125
	500	2.3	1125
	750	2.3	1125
	1000	2.29	1108
	1250	2.21	1040

Tingkat Perlakuan Kadar Garam	Volume Air (ml)	Tegangan (volt)	Nilai Salinitas (ppm)
	1500	2.11	957
4	250	2.3	1125
	500	2.3	1125
	750	2.3	1125
	1000	2.3	1125
	1250	2.29	1112
	1500	2.23	1057
5	250	2.3	1125
	500	2.3	1125
	750	2.3	1125
	1000	2.3	1125
	1250	2.3	1125
	1500	2.29	1116

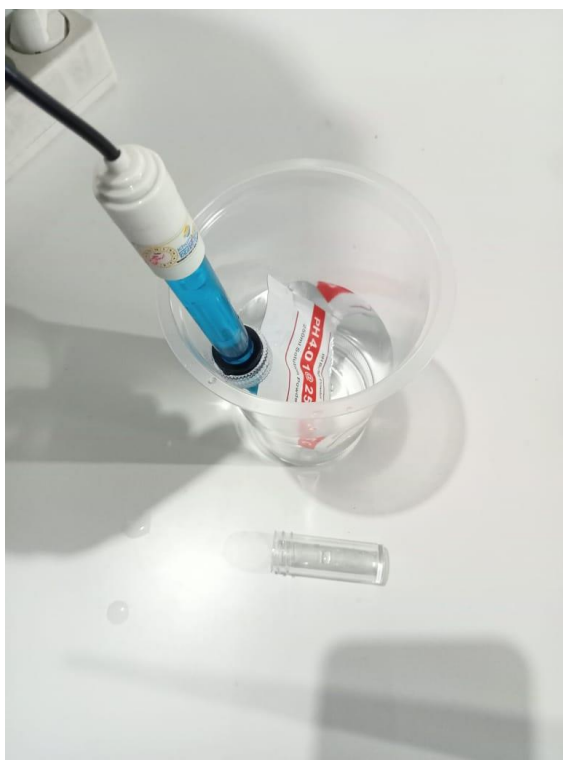


Gambar 6. Hasil Pengujian Salinitas Air dengan Sensor TDS

Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar garam yang diberikan maka nilai tegangan yang dihasilkan semakin besar dan nilai salinitas (hasil pembacaan sensor TDS) dalam satuan ppm semakin besar. Pada tingkat perlakuan kadar garam yang sama, nilai pembacaan salinitas air yang dihasilkan oleh sensor semakin kecil jika volume air yang diberikan semakin besar.

c. Hasil Pengujian Sensor pH

Pengujian tingkat pH air dilakukan dengan menggunakan dua buah larutan buffer yaitu pH 4.01 dan pH 7.01 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7. Sensor yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor pH SEN0161-DFRobot. Sensor pH adalah sensor berfungsi untuk mengetahui derajat keasaman air yang kemudian dikonversi menjadi nilai tegangan (3). Hasil pembacaan sensor dibandingkan dengan hasil pembacaan pH meter. Pengujian dilakukan dalam beberapa kali untuk mengamati tingkat akurasi sensor. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 3.



Gambar 7. Pengujian pH Air dengan Sensor pH

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor pH

Larutan Kalibrasi pH	Pembacaan Sensor			pH Meter
	Pengujian Ke-	Tegangan (volt)	Nilai pH	
4.01	1	1.03	3.90	3.35
	2	1.02	3.84	
	3	1.03	3.89	
	4	1.02	3.84	
	5	1.03	3.89	
	6	1.02	3.86	
	7	1.03	3.90	
	8	1.03	3.87	
	9	1.04	3.92	
	10	1.04	3.91	
7.01	1	1.98	7.20	6.33
	2	1.98	7.20	
	3	1.99	7.24	
	4	1.99	7.25	

Larutan Kalibrasi pH	Pembacaan Sensor			pH Meter
	Pengujian Ke-	Tegangan (volt)	Nilai pH	
	5	2.00	7.28	
	6	2.00	7.28	
	7	2.01	7.30	
	8	2.01	7.32	
	9	2.01	7.32	
	10	2.02	7.35	

Hasil pengujian sensor pH menunjukkan bahwa dengan menggunakan larutan buffer 4.01 hasil pembacaan sensor menghasilkan rata-rata nilai pH sebesar 3.88 dengan nilai error sebesar 15.88%. Hasil pengujian dengan larutan buffer 7.01 menghasilkan nilai rata-rata pH hasil pembacaan sensor sebesar 7.27 dengan nilai error sebesar 14.91%.

d. Hasil Pengujian Sensor Suhu

Pengujian suhu air dilakukan dengan menggunakan sensor suhu DS18B20 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8. Sensor ini merupakan sensor waterproof. Sensor ini memiliki output berupa data digital dengan tingkat akurasi kesalahan sebesar $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Suhu air yang dapat terdeteksi berada pada rentang -10°C sampai 85°C (4). Pengujian dilakukan dengan menggunakan beberapa sampel air dengan berbagai variasi suhu. Validasi hasil pengukuran sensor dilakukan dengan menggunakan Termometer. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 4.



Gambar 8. Pengujian Suhu Air dengan Sensor Suhu

Tabel 4. Hasil Pengujian Sensor Suhu

Sampel Air Ke-	Hasil Pembacaan Sensor ($^{\circ}\text{C}$)	Hasil Pembacaan Termometer ($^{\circ}\text{C}$)	Persentase Nilai Error
1	18.94	19.3	1.87
2	25.0	25.19	0.75
3	25.6	25.62	0.08

Sampel Air Ke-	Hasil Pembacaan Sensor (°C)	Hasil Pembacaan Termometer (°C)	Persentase Nilai Error
4	25.9	26.37	1.78
5	27.9	27.62	1.01

Hasil pengujian dengan menggunakan sampel air menunjukkan bahwa nilai error paling rendah didapatkan sampel air ke-3 dengan nilai error sebesar 0.08%. Jumlah rata-rata error yang didapatkan pada pengujian sensor suhu sebesar 1.1 %

e. Integrasi Sensor-Sensor dengan Perangkat Mikrokontroler

Sensor-sensor yang telah dilakukan kalibrasi dan validasi diintegrasikan dengan perangkat Mikrokontroler. Perangkat mikrokontroler yang digunakan adalah ESP32. Terdapat empat jenis parameter oseanografi yang menjadi objek pengukuran dan pemantauan pada penelitian ini yaitu pH, salinitas, kekeruhan air dan suhu air. Perangkat pengukuran yang telah terintegrasi dilakukan validasi untuk setiap sensor seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Pengujian Rangkaian Sensor

Hasil pengujian menunjukkan bahwa data yang terbaca oleh sensor dan ditampilkan pada layar LCD perangkat yang telah terintegrasi sesuai dengan data awal pengujian sensor-sensor yang telah dilakukan.

Pengujian tahapan selanjutnya dilakukan dengan melakukan pengiriman data dari *sensor node* ke *gateway*. *Sensor node* merupakan perangkat yang terintegrasi dengan sensor dan mengirimkan data hasil pengukuran parameter oseanografi melalui modul komunikasi LoRA. *Gateway* merupakan perangkat yang diletakkan di daratan yang menerima data hasil pengukuran parameter oseanografi yang ditampilkan pada perangkat OLED. Pada Gambar 10 ditunjukkan bahwa perangkat *sensor node* berada pada sebelah kiri dan perangkat *gateway* berada pada sebelah kanan. Pengujian dilakukan dengan melakukan pengiriman data hasil pembacaan sensor dari *sensor node* ke *gateway* dengan melakukan perubahan jarak antara kedua perangkat.



Gambar 10. Pengujian Pengiriman Data di Laboratorium

Hasil pengujian menunjukkan bahwa perangkat *sensor node* dapat mengirimkan data hasil pengukuran ke *gateway*. Pengujian yang dilakukan pada skala Laboratorium di lingkungan kampus dibatasi pada jarak sekitar 1 km dan *gateway* masih dapat menerima data dari *sensor node* dengan kondisi *Non Line of Sight (N-LOS)*. Data yang ditampilkan pada LCD *sensor node* sama dengan data yang ditampilkan pada OLED *gateway* dengan delay pengiriman sekitar 2-5 detik sesuai dengan jarak pengiriman.

f. Pengujian Pengiriman Data pada Wilayah Perairan

Pengujian pengukuran parameter oseanografi pada wilayah perairan dilakukan dalam beberapa tahapan. Tahapan pertama dilakukan dengan melakukan pengukuran sensor satu per satu untuk melakukan validasi data sensor seperti yang ditunjukkan pada Gambar 11. Hasil pengujian menunjukkan bahwa data yang terbaca oleh sensor dan ditampilkan pada layar LCD perangkat yang telah terintegrasi sesuai dengan data awal pengujian sensor-sensor yang telah dilakukan.



Gambar 10. Pengujian Tiap Sensor di Perairan

Tahapan kedua pada pengujian ini dilakukan dengan menguji semua sensor secara bersamaan pada air laut untuk menguji kinerja perangkat *sensor node* secara keseluruhan dalam melakukan pengukuran parameter oseanografi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 11. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perangkat

yang telah terintegrasi dengan sensor dapat melakukan pembacaan semua parameter secara bersamaan. Keterbatasan perangkat sensor yang digunakan menyebabkan terdapat delay sekitar 1-2 detik dalam proses pembacaan sensor untuk ditampilkan ke LCD



Gambar 11. Pengujian Rangkaian Sensor di Perairan

Tahapan ketiga pada pengujian ini dilakukan dengan menguji pengiriman data dari *sensor node* ke *gateway*. *Sensor node* diletakkan pada wilayah perairan dan *gateway* diletakkan pada wilayah daratan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Pengujian Pengiriman Data di Perairan

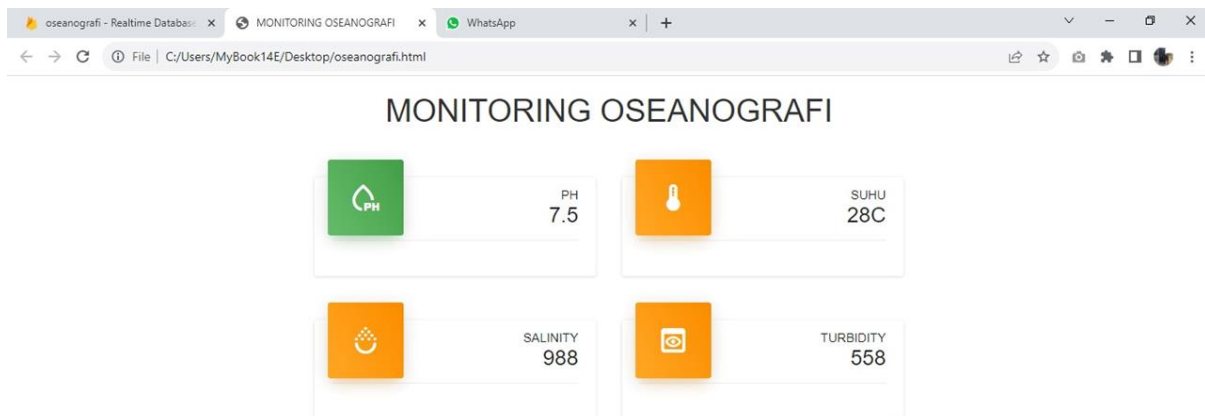
Pengujian dilakukan dengan jarak maksimal antara *sensor node* dan *gateway* adalah 500 meter. Hasil pengujian menunjukkan bahwa data hasil pembacaan sensor dapat dikirimkan ke perangkat *gateway* yang ditampilkan pada layar OLED. Delay pengiriman data sekitar 2-10 detik.

g. Pengujian Aplikasi berbasis Internet of Things pada Wilayah Perairan

Pengujian sistem monitoring parameter oseanografi dengan aplikasi berbasis Internet of Things dilakukan pada wilayah perairan. Pengujian ini dilakukan untuk mengamati dan membandingkan hasil pengukuran sensor pada wilayah perairan dan data yang ditampilkan pada aplikasi berbasis web. Data sensor akan dikirimkan melalui perangkat LoRA yang ada pada wilayah perairan ke perangkat LoRA yang ada di daratan. Data kemudian diteruskan ke database untuk ditampilkan melalui aplikasi berbasis web.



Gambar 13. Pengujian Aplikasi berbasis Internet of Things pada Wilayah Perairan



Gambar 14. Tampilan Aplikasi berbasis Internet of Things

Ada 4 parameter oseanografi hasil pembacaan sensor yang ditampilkan pada aplikasi yaitu pH air, suhu air, salinitas air dan tingkat kekeruhan air. Pengembangan sistem monitoring ini dapat mempermudah para peneliti perikanan dan kelautan dalam mengumpulkan data oseanografi. Data hasil pengukuran dapat diamati secara real-time pada aplikasi berbasis Internet of Things sehingga proses pengambilan data dapat lebih efisien karena dapat dilakukan di beberapa tempat yang memiliki akses internet. Hal ini juga dapat mengurangi kesalahan pengamatan dalam pengukuran parameter oseanografi yang dilakukan secara manual dengan bantuan alat ukur.

D. STATUS LUARAN: Tuliskan jenis, identitas dan status ketercapaian setiap luaran wajib dan luaran tambahan (jika ada) yang dijanjikan. Jenis luaran dapat berupa publikasi, perolehan kekayaan intelektual, hasil pengujian atau luaran lainnya yang telah dijanjikan pada proposal. Uraian status luaran harus didukung dengan bukti kemajuan ketercapaian luaran sesuai dengan luaran yang dijanjikan. Lengkapi isian jenis luaran yang dijanjikan serta mengunggah bukti dokumen ketercapaian luaran wajib dan luaran tambahan melalui BIMA.

Jenis	Identitas	Status
Artikel pada Journal of Informatics and Telecommunication Engineering yang terakreditasi SINTA 3	Luaran Wajib	<i>reviewed</i>

E. PERAN MITRA: Tuliskan realisasi kerjasama dan kontribusi Mitra baik *in-kind* maupun *in-cash* (untuk Penelitian Terapan, Penelitian Pengembangan, PTUPT, PPUPT serta KRUPPT). Bukti pendukung realisasi kerjasama dan realisasi kontribusi mitra dilaporkan sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Bukti dokumen realisasi kerjasama dengan Mitra diunggah melalui BIMA.

Penelitian yang dilaksanakan merupakan Penelitian Dosen Pemula (PDP) dan tidak melibatkan mitra dalam pelaksanaan kegiatan.

F. KENDALA PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan kesulitan atau hambatan yang dihadapi selama melakukan penelitian dan mencapai luaran yang dijanjikan, termasuk penjelasan jika pelaksanaan penelitian dan luaran penelitian tidak sesuai dengan yang direncanakan atau dijanjikan.

Adanya keterbatasan perangkat sensor yang digunakan dalam melakukan pengukuran dan pembacaan parameter-parameter oseanografi sehingga data yang dikumpulkan belum bisa sama dengan hasil pengukuran dengan alat ukur. Keterbatasan dalam perangkat sensor juga menyebabkan beberapa data yang dikumpulkan memiliki nilai error yang cukup tinggi.

G. RENCANA TAHAPAN SELANJUTNYA: Tuliskan dan uraikan rencana penelitian di tahun berikutnya berdasarkan indikator luaran yang telah dicapai, rencana realisasi luaran wajib yang dijanjikan dan tambahan (jika ada) di tahun berikutnya serta *roadmap* penelitian keseluruhan. Pada bagian ini diperbolehkan untuk melengkapi penjelasan dari setiap tahapan dalam metoda yang akan direncanakan termasuk jadwal berkaitan dengan strategi untuk mencapai luaran seperti yang telah dijanjikan dalam proposal. Jika diperlukan, penjelasan dapat juga dilengkapi dengan gambar, tabel, diagram, serta pustaka yang relevan. Pada bagian ini dapat dituliskan rencana penyelesaian target yang belum tercapai.

Pada tahapan pertama penelitian telah dilakukan perancangan sistem pengukuran parameter oseanografi dengan menggunakan sensor yang terintegrasi perangkat mikrokontroler. Pada tahapan ini telah dilakukan pengiriman data hasil pengukuran parameter salinitas, pH, suhu dan kekeruhan air dari *sensor node* ke *gateway*. Indikator capaian pada tahapan pertama sudah terpenuhi yaitu sistem dapat melakukan pengukuran parameter oseanografi melalui akuisisi data sensor yang terintegrasi dengan perangkat mikrokontroler yang diwujudkan dalam bentuk luaran artikel pada jurnal terakreditasi SINTA 3. Tahapan kedua yang telah dilakukan pada penelitian ini adalah tahapan kedua yaitu perancangan sistem pemantauan dengan WSN dan IoT. Pada tahapan ini dilakukan perancangan sistem pemantauan dengan *Wireless Sensor Network* (WSN) dan *Internet of Things* (IoT). Rangkaian multi-sensor yang telah tervalidasi pada tahapan sebelumnya akan diletakkan pada sebuah titik pada wilayah perairan yang berfungsi sebagai Sensor Node. *Gateway* akan diletakkan pada wilayah pesisir. *Gateway* ini akan menerima data hasil pembacaan sensor dari beberapa titik secara nirkabel menggunakan prinsip *Wireless Sensor Network* (WSN) dan akan meneruskan data secara periodik ke *cloud server*. Data pembacaan setiap sensor pada setiap node sensor akan divisualisasikan pada aplikasi berbasis *Internet of Things*. Tahapan kedua ini diharapkan dapat mencapai Indikator capaian berupa parameter Oseanografi dapat diamati secara real time melalui aplikasi berbasis web dalam bentuk tabulasi angka atau grafik. Tahapan-tahapan yang telah dilakukan menjadi fundamental menuju ke implementasi kecerdasan buatan dan teknologi bidang maritim di tahun-tahun yang akan datang yang sesuai dengan *roadmap* pada proposal penelitian

H. DAFTAR PUSTAKA: Penyusunan Daftar Pustaka berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan. Hanya pustaka yang disitasi pada laporan akhir yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

1. Iskandar HR, Hermadani H, Saputra DI & Yuliana H. Eksperimental Uji Kekeruhan Air Berbasis Internet of Things Menggunakan Sensor DFRobot SEN0189 dan MQTT Cloud Server. *Prosiding Semnastek. Yogyakarta, Indonesia*, 2019.
2. Hakimi AR, Rivai M & Pirngadi H. Sistem Kontrol dan Monitor Kadar Salinitas Air Tambak Berbasis IoT LoRa. *Jurnal Teknik ITS*. 2021; 10(1): A9-A14.
3. Hariyadi H, Kamil M & Ananda P. Sistem Pengecekan pH Air Otomatis Menggunakan Sensor pH Probe

Berbasis Arduino Pada Sumur Bor. Rang Teknik Journal. 2020; 3(2): 340-346.

4. Aritonang W, Bangsa IA & Rahmadewi R. Implementasi Sensor Suhu DS18B20 dan Sensor Tekanan Mpx5700ap Menggunakan Mikrokontroler Arduino Pada Alat Pendeteksi Tingkat Stress. Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan. 2021; 7(1); 153-160.



JITE (Journal of Informatics and Telecommunication Engineering)

Available online <http://ojs.uma.ac.id/index.php/jite> DOI : 10.31289/jite.v7i2.10855

Received: 29 November 2023

Accepted: 29 December 2023

Published: 31 January 2024

Oceanographic Parameter Measurement System Based on LoRA Communication Module

Ashadi Amir 1)*, Untung Suwardoyo 2) & Irninthy Nanda Pratami Irwan 3)

1)Department of Electrical Engineering, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia

2)Department of Informatics Engineering, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia

3)Department of Agribusiness, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia

*Corresponding Email: ashadiamir09@gmail.com

Abstrak

Pengukuran parameter oseanografi dibutuhkan untuk mengetahui kondisi ekosistem yang ada pada wilayah perairan sehingga dapat menjadi dasar dalam melakukan kegiatan konservasi pada wilayah perairan laut. Pengukuran parameter fisik dan kimia yang digunakan masih dilakukan secara manual sehingga data yang diperoleh masih rentan terhadap kesalahan pengamatan. Pada penelitian ini dirancang sebuah sistem yang dapat melakukan pengukuran parameter oseanografi secara berkala. Sistem yang dirancang terdiri dari sensor suhu, sensor turbidity, sensor pH dan sensor TDS yang terintegrasi dengan perangkat mikrokontroler. Sistem terdiri dari dua bagian utama yaitu sensor node yang berfungsi sebagai transmitter dan gateway yang berfungsi sebagai receiver. Pengujian awal dilakukan dengan melakukan kalibrasi dan validasi data untuk setiap sensor yang digunakan. Pengujian selanjutnya dilakukan dengan menguji pengiriman data hasil pengukuran parameter oseanografi berupa pH air, salinitas, suhu air dan kekeruhan air dari sensor node ke gateway dengan menggunakan modul komunikasi LoRA Ebyte E220. Hasil pengujian menunjukkan bahwa data hasil pengukuran sensor node dapat dikirimkan ke gateway dengan pengaturan jarak antara perangkat sejauh 500 meter. Delay pengiriman data yang dihasilkan berada pada rentang 2-10 detik.

Kata Kunci: Oseanografi, Mikrokontroler, Sensor Node, Gateway, LoRA.

Abstract

Measurement of oceanographic parameters is needed to determine the condition of the ecosystem in the water area so that it can be the basis for carrying out conservation activities in marine waters. Measurement of physical and chemical parameters used manually which causes the data obtained is still susceptible to observational errors. In this study, a system was designed that can measure oceanographic parameters periodically. The designed system consists of a temperature sensor, turbidity sensor, pH sensor and TDS sensor integrated with a microcontroller device. The system consists of two main parts, a sensor node that has a function as a transmitter and a gateway that has a function as a receiver. Initial testing is done by calibrating and validating data for each sensor used. The next test was carried out by testing the transmission of data from the measurement of oceanographic parameters in the form of water pH, salinity, water temperature and water turbidity from the sensor node to the gateway using the LoRA Ebyte E220 communication module. The test results show that the sensor node measurement data can be sent to the gateway by setting the distance between devices as far as 500 meters. The resulting data transmission delay is in the range of 2-10 seconds.

Keywords: Oceanography, Microcontroller, Sensor Node, Gateway, LoRA.

How to Cite: Amir, A., Suwardoyo, U., & Irwan, I. N. (2024). Oceanographic Parameter Measurement System Based on LoRA Communication Module. JITE (Journal of Informatics and Telecommunication Engineering), 7(2), 435-447.

I. INTRODUCTION

Indonesia is a maritime country that has a large territorial waters. About 62% of Indonesia's territory is water. This makes the resources obtained from marine products a source of foreign exchange for the country which will have an impact on national development. In addition, the existence of abundant

marine products will have an impact on the community's economy (Kambey et al., 2023) Therefore, the community must maintain the preservation of coastal and underwater ecosystems. Conservation is an effort made in the form of conservation of mangroves, seagrasses, coral reefs and other marine ecosystems. This activity will have a very important role in the sustainability of living things in the waters. The conservation activities carried out will refer to oceanography parameters (Handayani, 2022).

Oceanography is a science that discusses physical and dynamic phenomena and processes in seawater (Cahyadi & Astiyani, 2021). The study of oceanography is divided into several parts including physical and chemical oceanography. Physical oceanography discusses physical parameters such as tides, temperature, depth, waves and ocean currents (Tanto et al., 2016). While chemical oceanographic discusses the salinity and pH conditions in waters.

To obtain data on physical and chemical parameters, by performing measurement methods manually using measuring instruments. Measurement of oceanographic data using tools such as GPS, current meters, scale poles for wave measurements, water quality checkers to measure temperature, salinity and pH (Jalil et al., 2020). The amount of data obtained by manual measurements is very minimal and not continuous. The available automatic measurement tools are still not affordable in terms of price (Fadly & Dewi, 2016).

The development of a system that can measure several oceanographic parameters automatically is a solution to overcome the above problems. The system to be designed will integrate data from several sensors that can perform measurements of multiple Oceanographic parameters. The sensors installed will be controlled through a Microcontroller device. Sensor data will be sent from sensor node (transmitter) to gateway (receiver) on mainland to observe sensor measurement results.

II. LITERATURE REVIEW

A. Oceanographic Parameters

Marine waters have various potentials and fisheries and marine resources are very abundant. Indonesia is the largest archipelagic country in the world which has a sea area of about 5.8 million km² with a coastline length of 95,181 km. The potential of fisheries owned is a potential that can be utilized as a basis for national development (Munawaroh, 2019). To maintain the ecosystem in marine waters, an important aspect that needs to be studied is the suitability of the conditions of oceanographic physical-chemical parameters as an important factor in the growth of ecosystems in the waters. Several physical and chemical oceanographic parameters will be the object of this study, such as water temperature, water brightness / turbidity, water pH and salinity.

Temperature is one of the factors that greatly affect the existence and development of fish that live in water areas. If the temperature in the waters is too high, it will cause stress on the body of the fish. Good temperature standards for fish growth in water areas are in the range of 20°C – 30°C. Changes in water temperature are influenced by various weather conditions such as rainfall, wind speed, air temperature, solar intensity and air humidity (Abdullah, 2015).

The brightness of waters is a condition that indicates the ability of light to penetrate the water layer at a certain depth. In water areas, the level of brightness is very important for photosynthetic activity (Mainassy, 2017). Good brightness standards for coral reef growth are more than 5 meters deep (Rizal et al., 2016). Another factor affecting the brightness level is dissolved particles in the mud. Increased turbidity in the water will decrease the feeding efficiency of the organism.

Acidic or alkaline water conditions will endanger the survival of organisms. Because it will result in metabolic and respiratory disorders (Jalaluddin et al., 2014). Aquatic organisms have a high degree of sensitivity to changes in pH. Each organism has a tolerance limit of varying pH values. In general, the standard pH value is in the range of 7 - 8.5. Changes in pH values in water areas will affect biochemical processes (Makmur & Fahrur, 2011). Increased pH in water areas occurs due to human activities, waste, organic and anorganic matter that pollute waters.

Salinity is one of the water quality parameters that needs attention in aquaculture activities in water areas because it is an important factor in the spread of organisms in water areas. This parameter has a direct influence on fish metabolic processes, especially osmoregulation processes that will have an impact on fish growth rates (Abidin, 2017). This process is an effort made by animals to control the balance of water and ions in the body and the surrounding environment (Syukri & Ilham, 2016). Salinity standards for fresh water are in the range of 0-5 ppt, for brackish water 6-29 ppt and for seawater 30-40 ppt (Samy,

2020). The distribution of salinity in waters is influenced by various factors such as water circulation patterns, rainfall and river flow (Patty, 2013).

B. Sensor Data Acquisition with Microcontroller

Measurement of oceanographic parameters using sensors integrated with microcontroller devices has been carried out in recent years. Real-time measurement of water level is carried out using ultrasonic sensors. This measurement is carried out to monitor tidal conditions. (Pandiangan et al., 2016). Measurements related to oceanographic parameters are closely related to water quality. In several studies related to measuring freshwater quality for aquaculture in real-time, several oceanographic parameters became the main study. Research conducted by Hidayatullah, et al (2018) uses temperature, pH and turbidity as measurable parameters for water quality monitoring. The types of sensors used to perform measurements are shown in Table 1

Table 1. Sensors for Water Quality Measurement

Parameter	Satuan	Sensor
Temperature	oC	Temperature Sensor DS18B20
pH Value	-	pH Sensor (SKU: SEN0161)
Turbidity	NTU	Turbidity Sensor

In another study conducted by Pratama & Taufiqqurrahman (2018), the parameters measured were temperature, pH and salinity. The measurement of these oceanographic parameters uses LM35 sensors, pH sensors and salinity sensors integrated with the ATmega16 Microcontroller device. The results of sensor data acquisition will be processed and separated and then sent to PCs / laptops on the ground in real time using serial communication. Then in research that has been conducted by Staudinger et al (2019), research was carried out by measuring pH parameters. This is in line with research conducted by Demetillo et al (2019) and Raihanto, et al (2021) who developed a prototype that can measure pH and TDS parameters using sensors integrated with microcontroller devices. Burke (2020) made oceanographic parameter measurements by observing temperature and dissolved oxygen parameters and Zhao (2020) also took TDS measurements integrated with GPS modules to inform water quality at certain locations. The limitation of the oceanographic parameter measurement system is that there is no system that integrates all types of sensors used in measuring physical and chemical parameters in water.

III. METHOD AND DESIGN

The research carried out is designing a real-time monitoring system for oceanographic parameters based on a Wireless Sensor Network. The results of this research will be used in carrying out conservation activities in marine areas. The block diagram of the system is shown in Figure 1. In this study, an oceanographic data measurement system was designed by utilizing sensors integrated with Microcontroller devices. The parameters measured in this study consisted of water salinity, water temperature, water turbidity level and water pH. This research consists of 3 stages, such as hardware design, software design and system testing. In hardware design, the tools and components used consist of ESP32, TDS sensors, pH sensors, DSB1820 temperature sensors and turbidity sensors. Software design for the EPS32 Microcontroller device is done using the Arduino IDE to give commands to the hardware that has been designed. The testing carried out in this study consists of several stages. The initial stage of testing is carried out by validating and calibrating sensors in the laboratory. This test is carried out by providing several levels of treatment on the parameters to be measured, such as pH, salinity, temperature and turbidity in several variations in water volume. Sensor readings are compared with measurement results with measuring instruments as a data validation process. The second stage of testing is carried out by testing a system that has been integrated with all sensor devices in marine waters. The data from the sensor acquisition will be processed using a microcontroller device to be displayed on the LCD device.

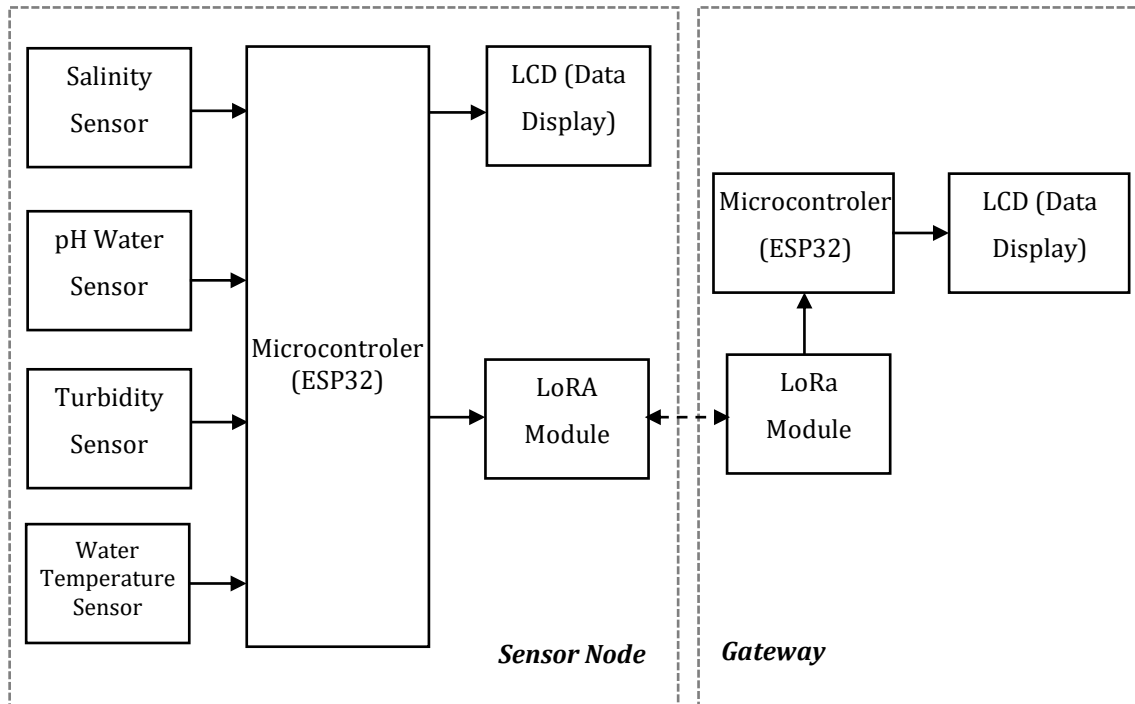


Figure 1. Block Diagram of Oceanographic Measurement System

IV. RESULTS AND DISCUSSION

The research conducted is the design of a real-time oceanographic parameter monitoring system based on Wireless Sensor Network and Internet of Things. The results of this research will be used in carrying out conservation activities in marine waters. Several physical and chemical oceanographic parameters will be the object of study, such as water temperature, water turbidity, water pH and salinity. The research carried out consists of two main stages. In the initial stage, the design of an oceanographic data measurement system was carried out by utilizing sensors integrated with Microcontroller devices (ESP32). The study begins with calibrating the sensor. Calibrated sensors are integrated with Microcontroller devices to measure oceanographic parameters. The data from the sensor acquisition will be processed through a microcontroller device displayed on the LCD layer and sent from the Sensor Node to the Gateway using the LoRA communication module as shown in Figure 2.



Figure 2. Sensor Node and Gateway Devices

A. Turbidity Sensor Measurement

Water turbidity measurement is carried out by providing several turbidity level treatments in water with various water volumes. In this test using coffee to provide turbidity treatment in water, coffee is given with 5 different doses. The volume of water used consists of 250 ml, 500 ml, 750 ml and 1000 ml. The turbidity level of water is measured using the Turbidity Sensor SEN0189-DFRobot. The sensor is able to detect changes in light intensity caused by particles in the water which are then processed by microcontroller devices (Iskandar et al., 2019). The measurement results are shown in Table 2.



Figure 3. Water Turbidity Level Measurement with Turbidity Sensor

Table 2. Results of Water Turbidity Level Measurement with Turbidity Sensor

Turbidity Treatment Rate	Water Volume (ml)	Voltage (Volt)	Turbidity Value (NTU)
1	250	4.04	560
	500	4.05	558
	750	4.07	458
	1000	4.09	390
2	250	4.00	689
	500	4.02	624
	750	4.02	624
	1000	4.04	558
3	250	3.86	1118
	500	3.93	909
	750	4.01	657
	1000	4.02	624
4	250	3.75	1424
	500	3.93	909
	750	4.01	657
	1000	4.01	659
5	250	3.73	1477
	500	3.89	1030
	750	3.98	816
	1000	4.00	685

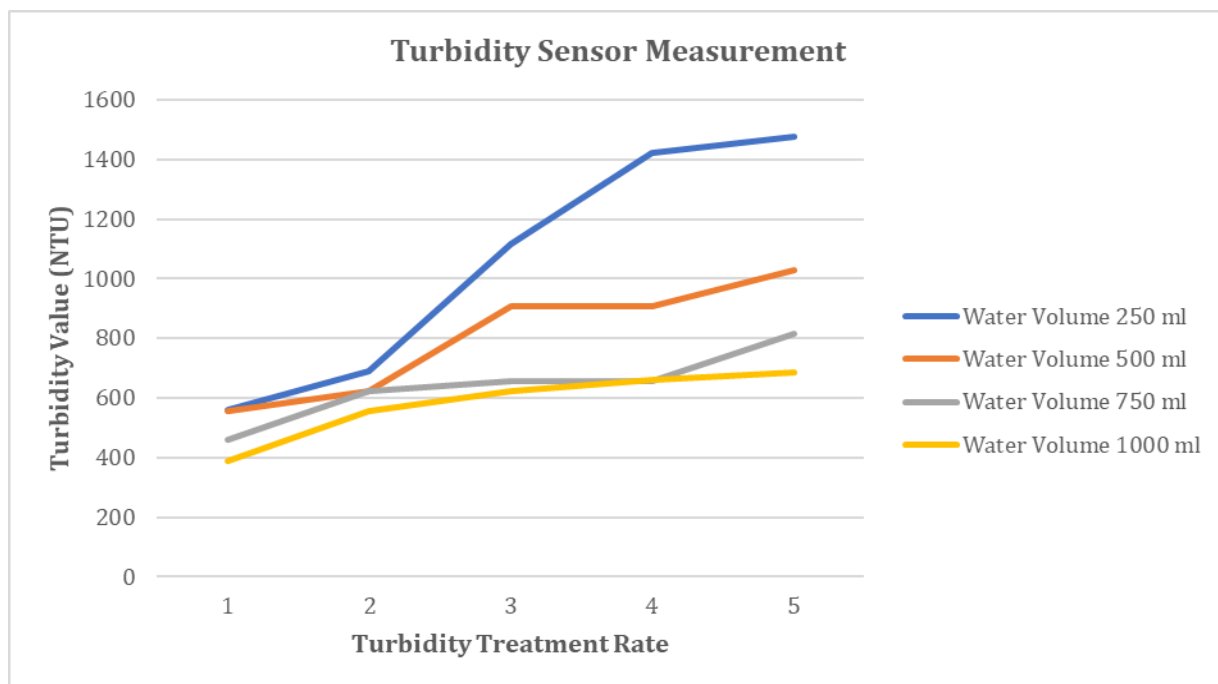


Figure 4. Results of Water Turbidity Level Measurement with Turbidity Sensor

The test results show that the higher the level or level of turbidity treatment (dose of coffee) given, the resulting voltage value is smaller and the turbidity value (NTU) is greater. At the same turbidity treatment level, the value of the water turbidity reading produced by the sensor (NTU value) gets smaller the larger the volume of water given.

B. TDS Sensor Measurement (Salinity)

Water salinity level measurement is carried out by providing several salinity level treatments in water with various water volumes. In this test using salt to provide salinity level treatment in water, salt is given with 5 different doses. The volume of water used consists of 250 ml, 500 ml, 750 ml, 1000 ml and 1500 ml. The salinity level of water was measured using a TDS Sensor SEN0244- DFRobot. The sensor can measure conductivity in water. An increase in the concentration of ions present in the water will cause the conductivity value to increase. The conductivity will be read by a sensor probe that will convert into a voltage value (Hakimi et al., 2021). The measurement results are shown in Table 3.



Figure 5. Water Salinity Measurement with TDS Sensor

Table 3. Water Salinity Measurement Results with TDS Sensor

Salinity Treatment Rate	Water Volume (ml)	Voltage (volt)	Salinity Value (ppm)
1	250	2.3	1125
	500	2.14	988
	750	1.76	724
	1000	1.49	575
	1250	1.31	491
	1500	1.16	428
2	250	2.3	1125
	500	2.3	1121
	750	2.22	1044
	1000	2.05	913
	1250	1.86	784
	1500	1.7	686
3	250	2.3	1125
	500	2.3	1125
	750	2.3	1125
	1000	2.29	1108
	1250	2.21	1040
	1500	2.11	957
4	250	2.3	1125
	500	2.3	1125
	750	2.3	1125
	1000	2.3	1125
	1250	2.29	1112
	1500	2.23	1057
5	250	2.3	1125
	500	2.3	1125
	750	2.3	1125
	1000	2.3	1125
	1250	2.3	1125
	1500	2.29	1116

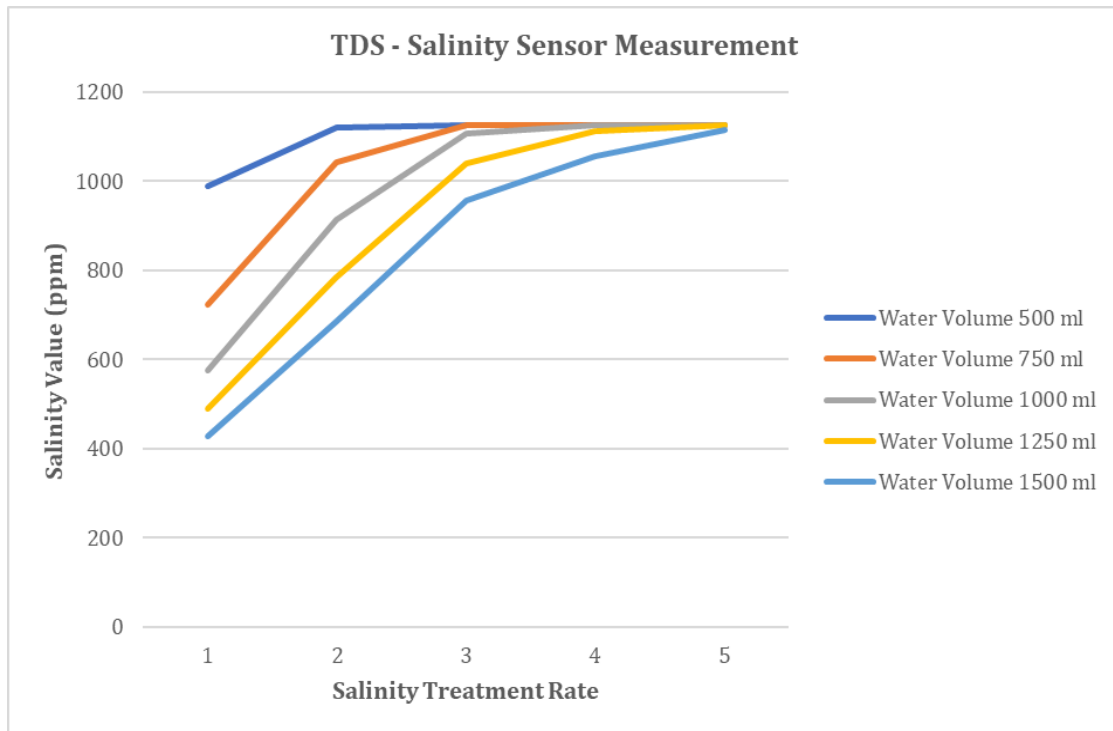


Figure 6. Water Salinity Measurement Results with TDS Sensor

The measurement results show that the higher the salt content given, the greater the voltage value produced and the salinity value (TDS sensor reading) in ppm units is greater. At the same level of salt content treatment, the salinity reading value of the water produced by the sensor gets smaller the larger the volume of water given.

C. pH Sensor Measurement

Water pH level measurement is carried out using two buffer solutions, namely pH 4.01 and pH 7.01. The sensor used in this study was the SEN0161-DFRobot pH sensor. A pH sensor is a sensor that functions to determine the degree of acidity of water which is then converted into a voltage value (Hariyadi et al., 2020). The sensor readings are compared with the pH meter readings. Tests are carried out in several times to observe the level of accuracy of the sensor. The measurement results are shown in Table 4.

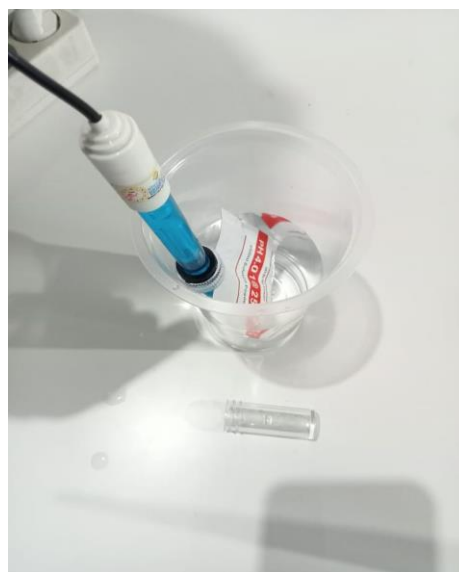


Figure 7. Water pH Measurement with pH Sensor

Table 4. pH Sensor Readings

pH Calibration Solutions	Sensor Reading			pH Meter
	Testing	Voltage (volt)	pH Value	
4.01	1	1.03	3.90	3.35
	2	1.02	3.84	
	3	1.03	3.89	
	4	1.02	3.84	
	5	1.03	3.89	
	6	1.02	3.86	
	7	1.03	3.90	
	8	1.03	3.87	
	9	1.04	3.92	
	10	1.04	3.91	
7.01	1	1.98	7.20	6.33
	2	1.98	7.20	
	3	1.99	7.24	
	4	1.99	7.25	
	5	2.00	7.28	
	6	2.00	7.28	
	7	2.01	7.30	
	8	2.01	7.32	
	9	2.01	7.32	
	10	2.02	7.35	

The measurement results of the pH sensor showed that using buffer 4.01 the sensor reading results in an average pH value of 3.88 with an error value of 15.88%. The test results with a buffer of 7.01 resulted in an average pH value of the sensor reading of 7.27 with an error value of 14.91%.

D. Temperature Sensor Measurement

Water temperature measurement is carried out using a DS18B20 temperature sensor. This sensor is a waterproof sensor. This sensor has an output in the form of digital data with an error accuracy rate of $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$. The detectable water temperature is in the range of -10°C to 85°C (Aritonang et al,m 2021). Tests were conducted using several water samples with varying temperatures. Validation of sensor measurement results is carried out using a thermometer. The measurement results are shown in Table 5.

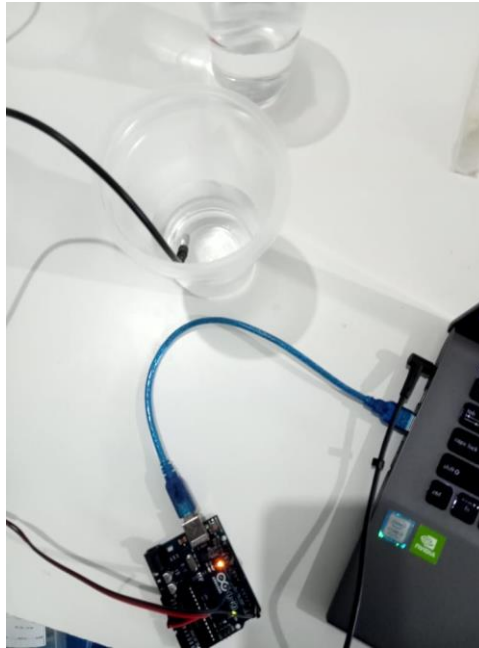


Figure 8. Water Temperature Measurement with Temperature Sensor

Table 5. Temperature Sensor Measurement Results

Water Sample	Sensor Readings (°C)	Thermometer Readings (°C)	Percentage of Error Values
1	18.94	19.3	1.87
2	25.0	25.19	0.75
3	25.6	25.62	0.08
4	25.9	26.37	1.78
5	27.9	27.62	1.01

The measurement results using water samples showed that the lowest error value was obtained by the 3rd water sample with an error value of 0.08%. The average error rate obtained in temperature sensor testing is 1.1 %

E. Data Transmission from Sensor Node to Gateway

At this stage, testing of sending data from the sensor node to the gateway is carried out. Sensor node is a device that is integrated with sensors and sends data from measurement of oceanographic parameters through the LoRA communication module placed in the waters. A gateway is a land-based device that receives data from oceanographic parameter measurements displayed on OLED devices. The test is carried out by sending sensor reading data from the sensor node to the gateway by changing the distance between the two devices.



Figure 9. Testing Data Transmission in Water

The test was conducted with the maximum distance between the sensor node and the gateway is 500 meters. The test results show that sensor reading data can be sent to the gateway device displayed on the OLED screen. Data transmission delay of about 2-10 seconds.

The development of a real-time oceanographic parameter measurement system is carried out by utilizing several types of sensors integrated with microcontroller devices. In previous research conducted by Staudinger, et al (2019), a system designed to observe pH parameters in water. While the research conducted by Burke, et al (2020), the system designed only observed the parameters of Dissolve Oxygen and water temperature. In another study conducted by Pratama & Taufiqqurrahman (2018), the parameters measured were temperature, pH and salinity. The development of monitoring devices that have been designed and tested allows sensor reading data to be sent from devices in water areas to devices on land. This system can reduce observation errors in the measurement of oceanographic parameters carried out manually with the help of measuring instruments. The process of taking oceanographic data can be more efficient because measurement data can be stored properly.

V. CONCLUSION

The designed oceanographic parameter measurement system consists of a turbidity sensor, pH sensor, TDS sensor and temperature sensor integrated with the ESP32 microcontroller device. The sensor used has been calibrated and validated in the laboratory. The results of turbidity and TDS sensor testing show that the higher the level of treatment given, the greater the turbidity value (NTU) and salinity (ppm) produced. pH sensor readings show an average error value of about 15%. Tests performed on temperature sensors resulted in an error value of 1.1%. Sensor data is transmitted from the sensor node to the gateway using the LoRA Ebyte E220 communication module and tests are performed at a maximum distance of 500 meters. The test results show that the sensor measurement data on the sensor node is the same as that displayed on the gateway with a delivery delay of up to 10 seconds. The development of a real-time oceanographic parameter measurement can reduce measurement errors in oceanographic parameter measurements. The process of taking oceanographic data can be more efficient because measurement data can be stored periodically according to specified time intervals without having to measure directly in the water areas throughout the day.

VI. ACKNOWLEDGEMENT

This research is one of the titles funded by DRTPM in 2023 on Penelitian Dosen Pemula (PDP) scheme. The author would like to thank the DRTPM Kemdikbudristek, for funding this research and Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Muhammadiyah Parepare for facilitating the preparation of proposal and implementation of activity.

REFERENCES

- Abdullah, L. A. (2015). Studi Kelimpahan Dan Sebaran Phytoplankton Secara Horizontal Bagi Peruntukan Budidaya Ikan. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Abidin, J. (2017). Peranan Salinitas Terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Ikan Kupu-Kupu (*Chaetodon Kleinii*). *MUNGGAJ: Jurnal Ilmu Perikanan dan Masyarakat Pesisir*, 3(1), 1-7.
- Al Tanto, T., Husrin, S., Wishu, U. J., Putra, A., & Putri, R. K. (2016). Karakteristik Oseanografi Fisik (Batimetri, Pasang Surut, Gelombang Signifikan dan Arus Laut) Perairan Teluk Bungus. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 9(2), 107-121.
- Aritonang, W., Bangsa, I. A., & Rahmadewi, R. (2021). Implementasi sensor suhu DS18B20 dan sensor tekanan Mpx5700ap menggunakan mikrokontroler arduino pada alat pendeteksi tingkat stress. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 7(1), 153-160.
- Burke, M., Grant, J., Filgueira, R., & Stone, T. (2021). Oceanographic processes control dissolved oxygen variability at a commercial Atlantic salmon farm: application of a real-time sensor network. *Aquaculture*, 533, 736143.
- Cahyadi, F. D., & Astiyani, W. P. Literasi Kelautan Dalam Perkuliahan Pendidikan Kelautan Dan Perikanan Untuk Menunjang Indonesia Menuju Poros Maritim Dunia. *Jurnal pendidikan Perikanan Kelautan*, 1(1), 45-51.
- Demetillo, A. T., Japitana, M. V., & Taboada, E. B. (2019). A system for monitoring water quality in a large aquatic area using wireless sensor network technology. *Sustainable Environment Research*, 29, 1-9.
- Fadly, R., & Dewi, C. (2019). Pengembangan Sensor Ultrasoic Guna Pengukuran Pasang Surut Laut Secara Otomatis dan Real Time. *Jurnal Rekayasa*, 23(1), 1-16.
- Hakimi, A. R., Rivai, M., & Pirngadi, H. (2021). Sistem Kontrol dan Monitor Kadar Salinitas Air Tambak Berbasis IoT LoRa. *Jurnal Teknik ITS*, 10(1), A9-A14.
- Handayani, E. S. (2022). Studi Kesesuaian dan Daya Dukung Wisata Kategori Rekreasi Di Pantai Laguna Kabupaten Barru (Study of Tourism Suitability and Carrying Capacity for Recreational Category at Laguna Beach, Barru Regency. Skripsi, Universitas Hasanuddin).
- Hariyadi, H., Kamil, M., & Ananda, P. (2020). Sistem Pengecekan pH Air Otomatis Menggunakan Sensor pH Probe Berbasis Arduino Pada Sumur Bor. *Rang Teknik Journal*, 3(2), 340-346.
- Hidayatullah, M., Fat, J., & Andriani, T. (2018). Prototype Sistem Telemetri Pemantauan Kualitas Air pada Kolam Ikan Air Tawar Berbasis Mikrokontroler. *POSITRON*, 8(2), 43-52.
- Iskandar, H. R., Hermadani, H., Saputra, D. I., & Yuliana, H. (2019). Eksperimental Uji Kekeruhan air berbasis internet of things menggunakan sensor DFRobot SEN0189 dan MQTT cloud server. *Prosiding Semnastek*.
- Jalaluddin, J., Akmal, N., & Azwir, A. (2014). Inventarisasi Fitoplankton Di Perairan Bendungan Beurayeun Kecamatan Leupung Kabupaten Aceh Besar. *Serambi Saintia: Jurnal Sains dan Aplikasi*, 2(2).
- Jalil, A. R., Samawi, M., Azis, H. Y., Anshari, A. I., Jaya, I., & Malik, A. (2020). Dinamika Kondisi Oseanografi Di Perairan Spermonde Pada Musim Timur. *Prosiding Simposium Nasional Kelautan dan Perikanan*, 7.
- Kambey, E. M., Jasin, M. I., & Mamoto, J. D. (2023). Studi Hidro Oseanografi Di Pantai Ranowulu Kecamatan Batu Putih Bitung. *TEKNO*, 21(83), 319-326.
- Mainassy, M. C. (2017). Pengaruh parameter fisika dan kimia terhadap kehadiran ikan lompas (*Thryssa baelama* Forsskal) di Perairan Pantai Apui Kabupaten Maluku Tengah. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 19(2), 61-66.
- Makmur, R., & Fahrur, M. (2011). Hubungan antara kualitas air dan plankton di tambak Kabupaten Tanjung Jabung Barat Provinsi Jambi. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur* (Vol. 2, No. 1, pp. 961-968).
- Munawaroh, S. (2019). Penerapan Sanksi Penenggelaman Kapal Asing Pelaku Illegal Fishing Oleh Pemerintah Indonesia (Perspektif Hukum Internasional). *MIMBAR YUSTITIA* Vol. 3 No. 1 Juni 2019, 3(1), 27-43.
- Pandiangan, J., Adrianto, D., & Ibrahim, A. L. (2016). Pengukuran Muka Air Laut dengan Sistem Telemetri Menggunakan Alat LUWES (Live Uninterrupted Water Sensor) Studi Kasus Teluk Jakarta. *Jurnal HIDROPILAR*, 2(2), 147-161.
- Patty, S. I. (2013). Distribusi suhu, salinitas dan oksigen terlarut di Perairan Kema, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*, 1(3).
- Pratama, R. A. 2018. Monitoring Suhu, Kadar PH, Dan Tingkat Salinitas Menggunakan Wahana Remotely Operated Vehicle (ROV) Sebagai Sarana Observasi Bawah Air. *CYCLOTRON*, 1(2).

- Rahmathulla, V.K. Das P. Ramesh, M. & Rajan, R.K. (2007). Growth Rate Pattern and Economic Traits of Silkworm *Bombyx mori*, L under the influence of folic acid administration. *J. Appl. Sci. Environ. Manage.* 11(4): 81-84
- Raihanto, M. S., Febrianti, M. A., & Yudhistira, G. A. (2021). The Prototype Design of Water pH and TDS Indicator Device based on Microcontroller Arduino. In 2021 Third International Sustainability and Resilience Conference: Climate Change. 176-180.
- Rizal, S., Pratomo, A., & Irawan, H. (2016). Tingkat Tutupan Ekosistem Terumbu Karang Di Perairan Pulau Terkulai. Repository UMRAH.
- Samy, N. W. (2020). Dampak Pencemaran Limbah Tambak Udang Vaname (*Litopenaeus Vannamei*) Terhadap Kondisi Kualitas Perairan Laut Di Desa Padak GUA. Skripsi, Universitas Gunung Rinjani.
- Staudinger, C., Strobl, M., Breininger, J., Klimant, I., & Borisov, S. M. (2019). Fast and stable optical pH sensor materials for oceanographic applications. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 282, 204-217.
- Syukri, M., & Ilham, M. (2016). Pengaruh salinitas terhadap sintasan dan pertumbuhan larva udang windu (*Penaeus monodon*). *Jurnal Galung Tropika*, 5(2), 86-96.
- Zhao, J., Dai, F., Yin, D., Cheng, Y., Wang, F., Han, L., & Zhang, Q. (2020). Device Design Based on TDS Water Quality Detection. In International Conference on Artificial Life and Robotics, 620-623.



JITE (Journal of Informatics and Telecommunication Engineering)

Available online <http://ojs.uma.ac.id/index.php/jite> DOI : 10.31289/jite.v7i2.10855

Received: 29 November 2023

Accepted: 29 December 2023

Published: 31 January 2024

Oceanographic Parameter Measurement System Based on LoRA Communication Module

Ashadi Amir 1)*, Untung Suwardoyo 2) & Irninthy Nanda Pratami Irwan 3)

1)Department of Electrical Engineering, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia

2)Department of Informatics Engineering, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia

3)Department of Agribusiness, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia

*Corresponding Email: ashadiamir09@gmail.com

Abstrak

Pengukuran parameter oseanografi dibutuhkan untuk mengetahui kondisi ekosistem yang ada pada wilayah perairan sehingga dapat menjadi dasar dalam melakukan kegiatan konservasi pada wilayah perairan laut. Pengukuran parameter fisik dan kimia yang digunakan masih dilakukan secara manual sehingga data yang diperoleh masih rentan terhadap kesalahan pengamatan. Pada penelitian ini dirancang sebuah sistem yang dapat melakukan pengukuran parameter oseanografi secara berkala. Sistem yang dirancang terdiri dari sensor suhu, sensor turbidity, sensor pH dan sensor TDS yang terintegrasi dengan perangkat mikrokontroler. Sistem terdiri dari dua bagian utama yaitu sensor node yang berfungsi sebagai transmitter dan gateway yang berfungsi sebagai receiver. Pengujian awal dilakukan dengan melakukan kalibrasi dan validasi data untuk setiap sensor yang digunakan. Pengujian selanjutnya dilakukan dengan menguji pengiriman data hasil pengukuran parameter oseanografi berupa pH air, salinitas, suhu air dan kekeruhan air dari sensor node ke gateway dengan menggunakan modul komunikasi LoRA Ebyte E220. Hasil pengujian menunjukkan bahwa data hasil pengukuran sensor node dapat dikirimkan ke gateway dengan pengaturan jarak antara perangkat sejauh 500 meter. Delay pengiriman data yang dihasilkan berada pada rentang 2-10 detik.

Kata Kunci: Oseanografi, Mikrokontroler, Sensor Node, Gateway, LoRA.

Abstract

Measurement of oceanographic parameters is needed to determine the condition of the ecosystem in the water area so that it can be the basis for carrying out conservation activities in marine waters. Measurement of physical and chemical parameters used manually which causes the data obtained is still susceptible to observational errors. In this study, a system was designed that can measure oceanographic parameters periodically. The designed system consists of a temperature sensor, turbidity sensor, pH sensor and TDS sensor integrated with a microcontroller device. The system consists of two main parts, a sensor node that has a function as a transmitter and a gateway that has a function as a receiver. Initial testing is done by calibrating and validating data for each sensor used. The next test was carried out by testing the transmission of data from the measurement of oceanographic parameters in the form of water pH, salinity, water temperature and water turbidity from the sensor node to the gateway using the LoRA Ebyte E220 communication module. The test results show that the sensor node measurement data can be sent to the gateway by setting the distance between devices as far as 500 meters. The resulting data transmission delay is in the range of 2-10 seconds.

Keywords: Oceanography, Microcontroller, Sensor Node, Gateway, LoRA.

How to Cite: Amir, A., Suwardoyo, U., & Irwan, I. N. (2024). Oceanographic Parameter Measurement System Based on LoRA Communication Module. *JITE (Journal of Informatics and Telecommunication Engineering)*, 7(2), 435-447.

I. INTRODUCTION

Indonesia is a maritime country that has a large territorial waters. About 62% of Indonesia's territory is water. This makes the resources obtained from marine products a source of foreign exchange for the country which will have an impact on national development. In addition, the existence of abundant

marine products will have an impact on the community's economy (Kambey et al., 2023) Therefore, the community must maintain the preservation of coastal and underwater ecosystems. Conservation is an effort made in the form of conservation of mangroves, seagrasses, coral reefs and other marine ecosystems. This activity will have a very important role in the sustainability of living things in the waters. The conservation activities carried out will refer to oceanography parameters (Handayani, 2022).

Oceanography is a science that discusses physical and dynamic phenomena and processes in seawater (Cahyadi & Astiyani, 2021). The study of oceanography is divided into several parts including physical and chemical oceanography. Physical oceanography discusses physical parameters such as tides, temperature, depth, waves and ocean currents (Tanto et al., 2016). While chemical oceanographic discusses the salinity and pH conditions in waters.

To obtain data on physical and chemical parameters, by performing measurement methods manually using measuring instruments. Measurement of oceanographic data using tools such as GPS, current meters, scale poles for wave measurements, water quality checkers to measure temperature, salinity and pH (Jalil et al., 2020). The amount of data obtained by manual measurements is very minimal and not continuous. The available automatic measurement tools are still not affordable in terms of price (Fadly & Dewi, 2016).

The development of a system that can measure several oceanographic parameters automatically is a solution to overcome the above problems. The system to be designed will integrate data from several sensors that can perform measurements of multiple Oceanographic parameters. The sensors installed will be controlled through a Microcontroller device. Sensor data will be sent from sensor node (transmitter) to gateway (receiver) on mainland to observe sensor measurement results.

II. LITERATURE REVIEW

A. Oceanographic Parameters

Marine waters have various potentials and fisheries and marine resources are very abundant. Indonesia is the largest archipelagic country in the world which has a sea area of about 5.8 million km² with a coastline length of 95,181 km. The potential of fisheries owned is a potential that can be utilized as a basis for national development (Munawaroh, 2019). To maintain the ecosystem in marine waters, an important aspect that needs to be studied is the suitability of the conditions of oceanographic physical-chemical parameters as an important factor in the growth of ecosystems in the waters. Several physical and chemical oceanographic parameters will be the object of this study, such as water temperature, water brightness / turbidity, water pH and salinity.

Temperature is one of the factors that greatly affect the existence and development of fish that live in water areas. If the temperature in the waters is too high, it will cause stress on the body of the fish. Good temperature standards for fish growth in water areas are in the range of 20oC – 30oC. Changes in water temperature are influenced by various weather conditions such as rainfall, wind speed, air temperature, solar intensity and air humidity (Abdullah, 2015).

The brightness of waters is a condition that indicates the ability of light to penetrate the water layer at a certain depth. In water areas, the level of brightness is very important for photosynthetic activity (Mainassy, 2017). Good brightness standards for coral reef growth are more than 5 meters deep (Rizal et al., 2016). Another factor affecting the brightness level is dissolved particles in the mud. Increased turbidity in the water will decrease the feeding efficiency of the organism.

Acidic or alkaline water conditions will endanger the survival of organisms. Because it will result in metabolic and respiratory disorders (Jalaluddin et al., 2014). Aquatic organisms have a high degree of sensitivity to changes in pH. Each organism has a tolerance limit of varying pH values. In general, the standard pH value is in the range of 7 - 8.5. Changes in pH values in water areas will affect biochemical processes (Makmur & Fahrur, 2011). Increased pH in water areas occurs due to human activities, waste, organic and anorganic matter that pollute waters.

Salinity is one of the water quality parameters that needs attention in aquaculture activities in water areas because it is an important factor in the spread of organisms in water areas. This parameter has a direct influence on fish metabolic processes, especially osmoregulation processes that will have an impact on fish growth rates (Abidin, 2017). This process is an effort made by animals to control the balance of water and ions in the body and the surrounding environment (Syukri & Ilham, 2016). Salinity standards for fresh water are in the range of 0-5 ppt, for brackish water 6-29 ppt and for seawater 30-40 ppt (Samy,

2020). The distribution of salinity in waters is influenced by various factors such as water circulation patterns, rainfall and river flow (Patty, 2013).

B. Sensor Data Acquisition with Microcontroller

Measurement of oceanographic parameters using sensors integrated with microcontroller devices has been carried out in recent years. Real-time measurement of water level is carried out using ultrasonic sensors. This measurement is carried out to monitor tidal conditions. (Pandiangan et al., 2016). Measurements related to oceanographic parameters are closely related to water quality. In several studies related to measuring freshwater quality for aquaculture in real-time, several oceanographic parameters became the main study. Research conducted by Hidayatullah, et al (2018) uses temperature, pH and turbidity as measurable parameters for water quality monitoring. The types of sensors used to perform measurements are shown in Table 1

Table 1. Sensors for Water Quality Measurement

Parameter	Satuan	Sensor
Temperature	oC	Temperature Sensor DS18B20
pH Value	-	pH Sensor (SKU: SEN0161)
Turbidity	NTU	Turbidity Sensor

In another study conducted by Pratama & Taufiqqurrahman (2018), the parameters measured were temperature, pH and salinity. The measurement of these oceanographic parameters uses LM35 sensors, pH sensors and salinity sensors integrated with the ATmega16 Microcontroller device. The results of sensor data acquisition will be processed and separated and then sent to PCs / laptops on the ground in real time using serial communication. Then in research that has been conducted by Staudinger et al (2019), research was carried out by measuring pH parameters. This is in line with research conducted by Demetillo et al (2019) and Raihanto, et al (2021) who developed a prototype that can measure pH and TDS parameters using sensors integrated with microcontroller devices. Burke (2020) made oceanographic parameter measurements by observing temperature and dissolved oxygen parameters and Zhao (2020) also took TDS measurements integrated with GPS modules to inform water quality at certain locations. The limitation of the oceanographic parameter measurement system is that there is no system that integrates all types of sensors used in measuring physical and chemical parameters in water.

III. METHOD AND DESIGN

The research carried out is designing a real-time monitoring system for oceanographic parameters based on a Wireless Sensor Network. The results of this research will be used in carrying out conservation activities in marine areas. The block diagram of the system is shown in Figure 1. In this study, an oceanographic data measurement system was designed by utilizing sensors integrated with Microcontroller devices. The parameters measured in this study consisted of water salinity, water temperature, water turbidity level and water pH. This research consists of 3 stages, such as hardware design, software design and system testing. In hardware design, the tools and components used consist of ESP32, TDS sensors, pH sensors, DSB1820 temperature sensors and turbidity sensors. Software design for the EPS32 Microcontroller device is done using the Arduino IDE to give commands to the hardware that has been designed. The testing carried out in this study consists of several stages. The initial stage of testing is carried out by validating and calibrating sensors in the laboratory. This test is carried out by providing several levels of treatment on the parameters to be measured, such as pH, salinity, temperature and turbidity in several variations in water volume. Sensor readings are compared with measurement results with measuring instruments as a data validation process. The second stage of testing is carried out by testing a system that has been integrated with all sensor devices in marine waters. The data from the sensor acquisition will be processed using a microcontroller device to be displayed on the LCD device.

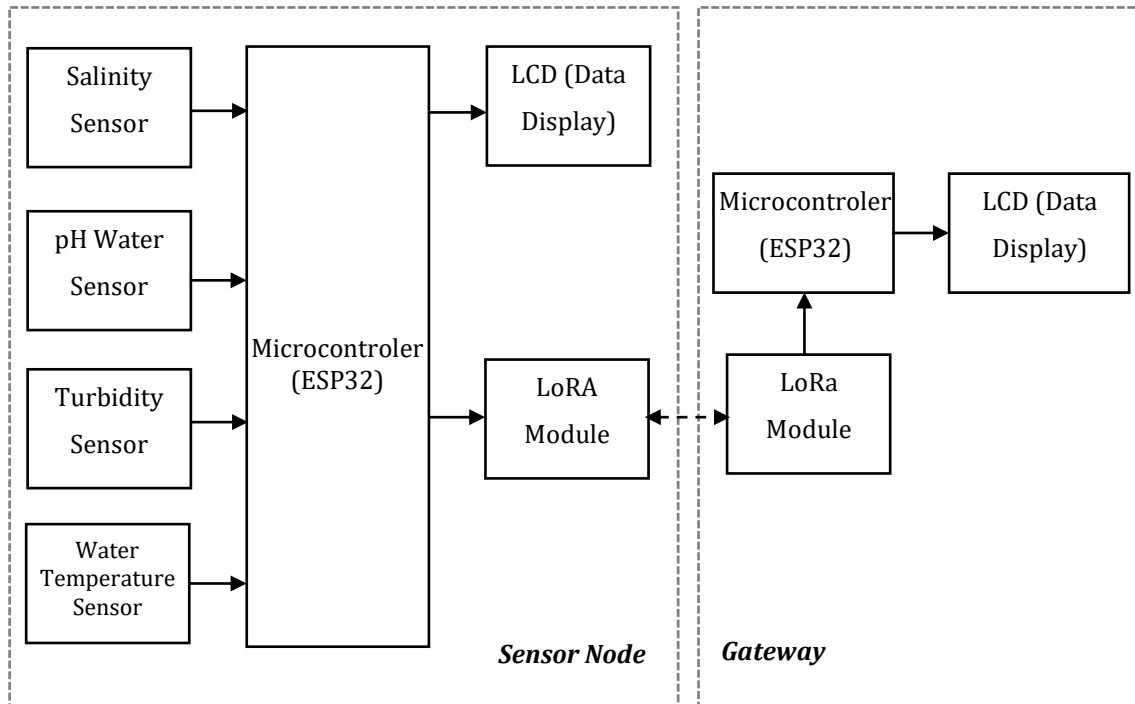


Figure 1. Block Diagram of Oceanographic Measurement System

IV. RESULTS AND DISCUSSION

The research conducted is the design of a real-time oceanographic parameter monitoring system based on Wireless Sensor Network and Internet of Things. The results of this research will be used in carrying out conservation activities in marine waters. Several physical and chemical oceanographic parameters will be the object of study, such as water temperature, water turbidity, water pH and salinity. The research carried out consists of two main stages. In the initial stage, the design of an oceanographic data measurement system was carried out by utilizing sensors integrated with Microcontroller devices (ESP32). The study begins with calibrating the sensor. Calibrated sensors are integrated with Microcontroller devices to measure oceanographic parameters. The data from the sensor acquisition will be processed through a microcontroller device displayed on the LCD layer and sent from the Sensor Node to the Gateway using the LoRa communication module as shown in Figure 2.



Figure 2. Sensor Node and Gateway Devices

A. Turbidity Sensor Measurement

Water turbidity measurement is carried out by providing several turbidity level treatments in water with various water volumes. In this test using coffee to provide turbidity treatment in water, coffee is given with 5 different doses. The volume of water used consists of 250 ml, 500 ml, 750 ml and 1000 ml. The turbidity level of water is measured using the Turbidity Sensor SEN0189-DFRobot. The sensor is able to detect changes in light intensity caused by particles in the water which are then processed by microcontroller devices (Iskandar et al., 2019). The measurement results are shown in Table 2.



Figure 3. Water Turbidity Level Measurement with Turbidity Sensor

Table 2. Results of Water Turbidity Level Measurement with Turbidity Sensor

Turbidity Treatment Rate	Water Volume (ml)	Voltage (Volt)	Turbidity Value (NTU)
1	250	4.04	560
	500	4.05	558
	750	4.07	458
	1000	4.09	390
2	250	4.00	689
	500	4.02	624
	750	4.02	624
	1000	4.04	558
3	250	3.86	1118
	500	3.93	909
	750	4.01	657
	1000	4.02	624
4	250	3.75	1424
	500	3.93	909
	750	4.01	657
	1000	4.01	659
5	250	3.73	1477
	500	3.89	1030
	750	3.98	816
	1000	4.00	685

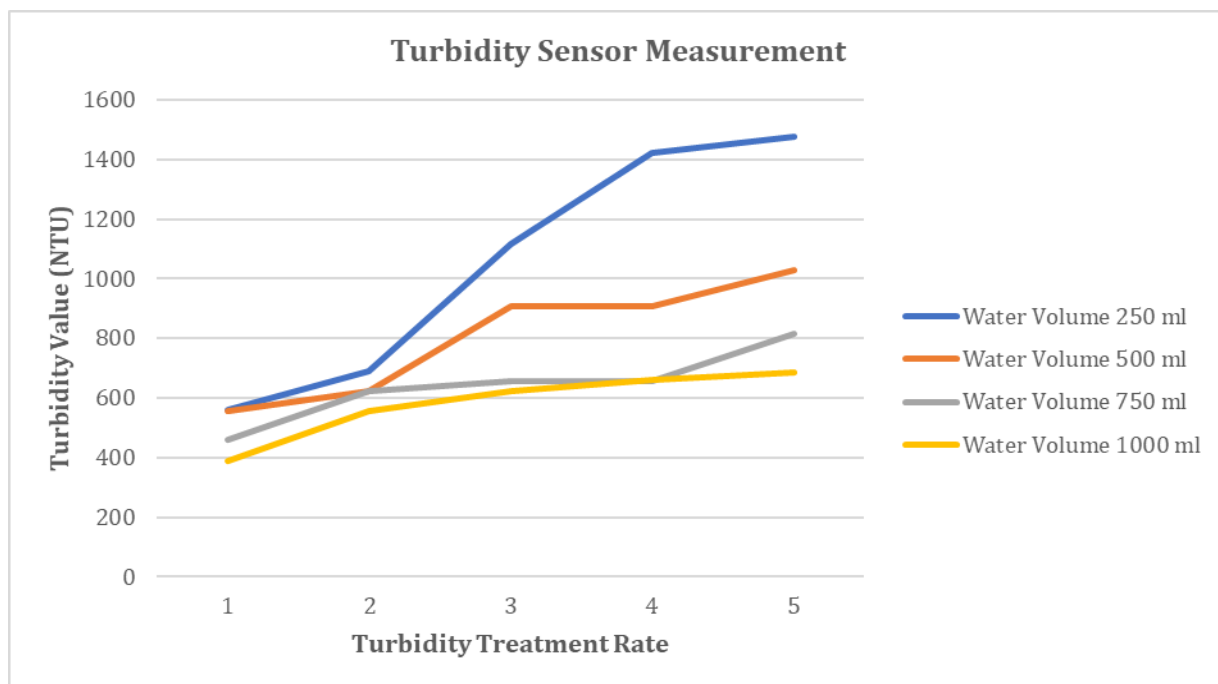


Figure 4. Results of Water Turbidity Level Measurement with Turbidity Sensor

The test results show that the higher the level or level of turbidity treatment (dose of coffee) given, the resulting voltage value is smaller and the turbidity value (NTU) is greater. At the same turbidity treatment level, the value of the water turbidity reading produced by the sensor (NTU value) gets smaller the larger the volume of water given.

B. TDS Sensor Measurement (Salinity)

Water salinity level measurement is carried out by providing several salinity level treatments in water with various water volumes. In this test using salt to provide salinity level treatment in water, salt is given with 5 different doses. The volume of water used consists of 250 ml, 500 ml, 750 ml, 1000 ml and 1500 ml. The salinity level of water was measured using a TDS Sensor SEN0244- DFRobot. The sensor can measure conductivity in water. An increase in the concentration of ions present in the water will cause the conductivity value to increase. The conductivity will be read by a sensor probe that will convert into a voltage value (Hakimi et al., 2021). The measurement results are shown in Table 3.



Figure 5. Water Salinity Measurement with TDS Sensor

Table 3. Water Salinity Measurement Results with TDS Sensor

Salinity Treatment Rate	Water Volume (ml)	Voltage (volt)	Salinity Value (ppm)
1	250	2.3	1125
	500	2.14	988
	750	1.76	724
	1000	1.49	575
	1250	1.31	491
	1500	1.16	428
2	250	2.3	1125
	500	2.3	1121
	750	2.22	1044
	1000	2.05	913
	1250	1.86	784
	1500	1.7	686
3	250	2.3	1125
	500	2.3	1125
	750	2.3	1125
	1000	2.29	1108
	1250	2.21	1040
	1500	2.11	957
4	250	2.3	1125
	500	2.3	1125
	750	2.3	1125
	1000	2.3	1125
	1250	2.29	1112
	1500	2.23	1057
5	250	2.3	1125
	500	2.3	1125
	750	2.3	1125
	1000	2.3	1125
	1250	2.3	1125
	1500	2.29	1116

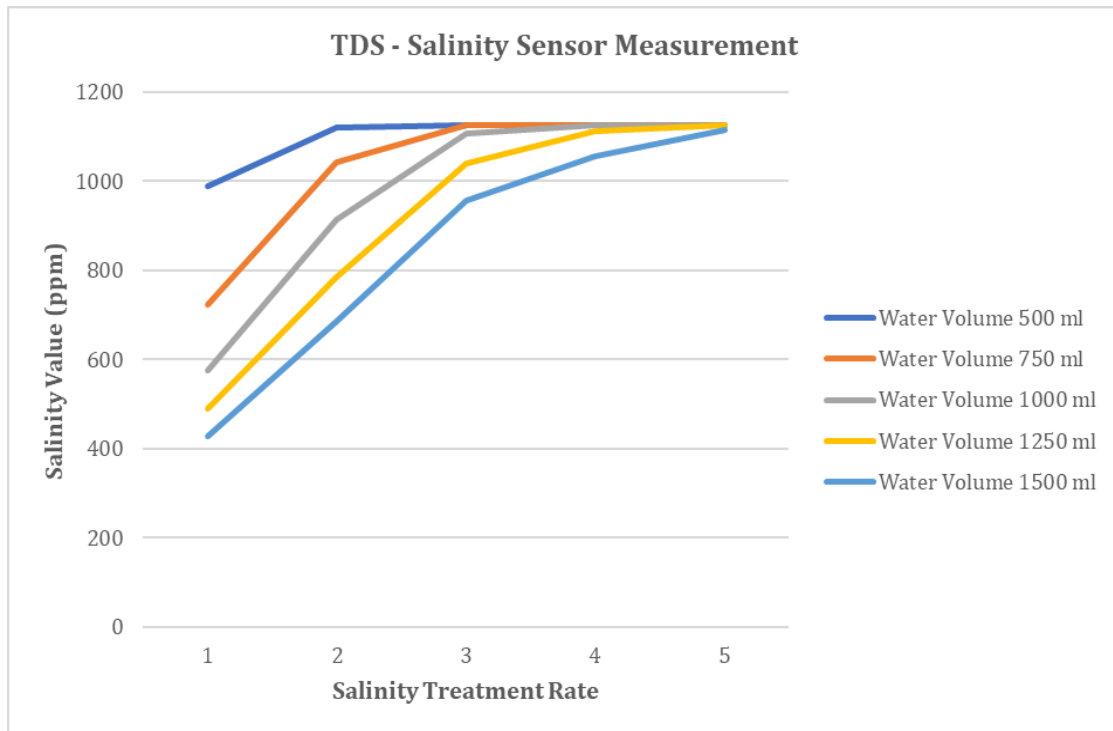


Figure 6. Water Salinity Measurement Results with TDS Sensor

The measurement results show that the higher the salt content given, the greater the voltage value produced and the salinity value (TDS sensor reading) in ppm units is greater. At the same level of salt content treatment, the salinity reading value of the water produced by the sensor gets smaller the larger the volume of water given.

C. pH Sensor Measurement

Water pH level measurement is carried out using two buffer solutions, namely pH 4.01 and pH 7.01. The sensor used in this study was the SEN0161-DFRobot pH sensor. A pH sensor is a sensor that functions to determine the degree of acidity of water which is then converted into a voltage value (Hariyadi et al., 2020). The sensor readings are compared with the pH meter readings. Tests are carried out in several times to observe the level of accuracy of the sensor. The measurement results are shown in Table 4.

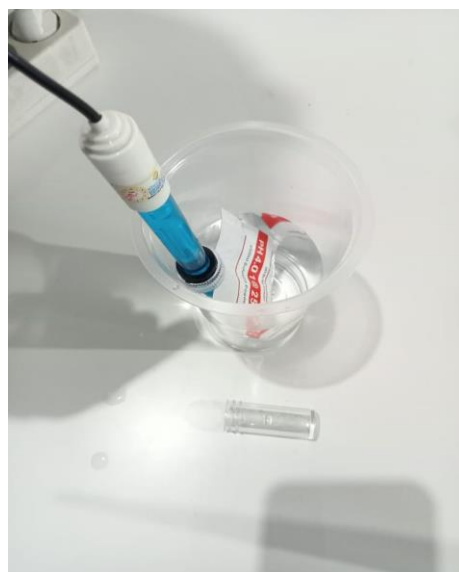


Figure 7. Water pH Measurement with pH Sensor

Table 4. pH Sensor Readings

pH Calibration Solutions	Sensor Reading			pH Meter
	Testing	Voltage (volt)	pH Value	
4.01	1	1.03	3.90	3.35
	2	1.02	3.84	
	3	1.03	3.89	
	4	1.02	3.84	
	5	1.03	3.89	
	6	1.02	3.86	
	7	1.03	3.90	
	8	1.03	3.87	
	9	1.04	3.92	
	10	1.04	3.91	
7.01	1	1.98	7.20	6.33
	2	1.98	7.20	
	3	1.99	7.24	
	4	1.99	7.25	
	5	2.00	7.28	
	6	2.00	7.28	
	7	2.01	7.30	
	8	2.01	7.32	
	9	2.01	7.32	
	10	2.02	7.35	

The measurement results of the pH sensor showed that using buffer 4.01 the sensor reading results in an average pH value of 3.88 with an error value of 15.88%. The test results with a buffer of 7.01 resulted in an average pH value of the sensor reading of 7.27 with an error value of 14.91%.

D. Temperature Sensor Measurement

Water temperature measurement is carried out using a DS18B20 temperature sensor. This sensor is a waterproof sensor. This sensor has an output in the form of digital data with an error accuracy rate of $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$. The detectable water temperature is in the range of -10°C to 85°C (Aritonang et al,m 2021). Tests were conducted using several water samples with varying temperatures. Validation of sensor measurement results is carried out using a thermometer. The measurement results are shown in Table 5.

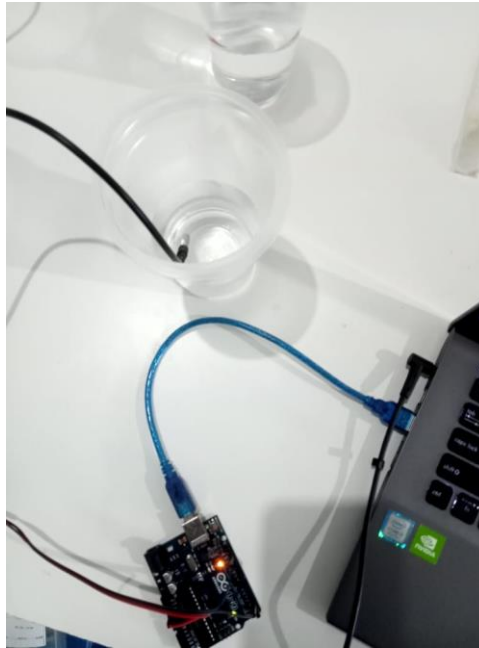


Figure 8. Water Temperature Measurement with Temperature Sensor

Table 5. Temperature Sensor Measurement Results

Water Sample	Sensor Readings (°C)	Thermometer Readings (°C)	Percentage of Error Values
1	18.94	19.3	1.87
2	25.0	25.19	0.75
3	25.6	25.62	0.08
4	25.9	26.37	1.78
5	27.9	27.62	1.01

The measurement results using water samples showed that the lowest error value was obtained by the 3rd water sample with an error value of 0.08%. The average error rate obtained in temperature sensor testing is 1.1 %

E. Data Transmission from Sensor Node to Gateway

At this stage, testing of sending data from the sensor node to the gateway is carried out. Sensor node is a device that is integrated with sensors and sends data from measurement of oceanographic parameters through the LoRA communication module placed in the waters. A gateway is a land-based device that receives data from oceanographic parameter measurements displayed on OLED devices. The test is carried out by sending sensor reading data from the sensor node to the gateway by changing the distance between the two devices.



Figure 9. Testing Data Transmission in Water

The test was conducted with the maximum distance between the sensor node and the gateway is 500 meters. The test results show that sensor reading data can be sent to the gateway device displayed on the OLED screen. Data transmission delay of about 2-10 seconds.

The development of a real-time oceanographic parameter measurement system is carried out by utilizing several types of sensors integrated with microcontroller devices. In previous research conducted by Staudinger, et al (2019), a system designed to observe pH parameters in water. While the research conducted by Burke, et al (2020), the system designed only observed the parameters of Dissolve Oxygen and water temperature. In another study conducted by Pratama & Taufiqqurrahman (2018), the parameters measured were temperature, pH and salinity. The development of monitoring devices that have been designed and tested allows sensor reading data to be sent from devices in water areas to devices on land. This system can reduce observation errors in the measurement of oceanographic parameters carried out manually with the help of measuring instruments. The process of taking oceanographic data can be more efficient because measurement data can be stored properly.

V. CONCLUSION

The designed oceanographic parameter measurement system consists of a turbidity sensor, pH sensor, TDS sensor and temperature sensor integrated with the ESP32 microcontroller device. The sensor used has been calibrated and validated in the laboratory. The results of turbidity and TDS sensor testing show that the higher the level of treatment given, the greater the turbidity value (NTU) and salinity (ppm) produced. pH sensor readings show an average error value of about 15%. Tests performed on temperature sensors resulted in an error value of 1.1%. Sensor data is transmitted from the sensor node to the gateway using the LoRA Ebyte E220 communication module and tests are performed at a maximum distance of 500 meters. The test results show that the sensor measurement data on the sensor node is the same as that displayed on the gateway with a delivery delay of up to 10 seconds. The development of a real-time oceanographic parameter measurement can reduce measurement errors in oceanographic parameter measurements. The process of taking oceanographic data can be more efficient because measurement data can be stored periodically according to specified time intervals without having to measure directly in the water areas throughout the day.

VI. ACKNOWLEDGEMENT

This research is one of the titles funded by DRTPM in 2023 on Penelitian Dosen Pemula (PDP) scheme. The author would like to thank the DRTPM Kemdikbudristek, for funding this research and Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Muhammadiyah Parepare for facilitating the preparation of proposal and implementation of activity.

REFERENCES

- Abdullah, L. A. (2015). Studi Kelimpahan Dan Sebaran Phytoplankton Secara Horizontal Bagi Peruntukan Budidaya Ikan. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Abidin, J. (2017). Peranan Salinitas Terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Ikan Kupu-Kupu (*Chaetodon Kleinii*). *MUNGGAJ: Jurnal Ilmu Perikanan dan Masyarakat Pesisir*, 3(1), 1-7.
- Al Tanto, T., Husrin, S., Wishu, U. J., Putra, A., & Putri, R. K. (2016). Karakteristik Oseanografi Fisik (Batimetri, Pasang Surut, Gelombang Signifikan dan Arus Laut) Perairan Teluk Bungus. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 9(2), 107-121.
- Aritonang, W., Bangsa, I. A., & Rahmadewi, R. (2021). Implementasi sensor suhu DS18B20 dan sensor tekanan Mpx5700ap menggunakan mikrokontroler arduino pada alat pendeteksi tingkat stress. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 7(1), 153-160.
- Burke, M., Grant, J., Filgueira, R., & Stone, T. (2021). Oceanographic processes control dissolved oxygen variability at a commercial Atlantic salmon farm: application of a real-time sensor network. *Aquaculture*, 533, 736143.
- Cahyadi, F. D., & Astiyani, W. P. Literasi Kelautan Dalam Perkuliahan Pendidikan Kelautan Dan Perikanan Untuk Menunjang Indonesia Menuju Poros Maritim Dunia. *Jurnal pendidikan Perikanan Kelautan*, 1(1), 45-51.
- Demetillo, A. T., Japitana, M. V., & Taboada, E. B. (2019). A system for monitoring water quality in a large aquatic area using wireless sensor network technology. *Sustainable Environment Research*, 29, 1-9.
- Fadly, R., & Dewi, C. (2019). Pengembangan Sensor Ultrasoic Guna Pengukuran Pasang Surut Laut Secara Otomatis dan Real Time. *Jurnal Rekayasa*, 23(1), 1-16.
- Hakimi, A. R., Rivai, M., & Pirngadi, H. (2021). Sistem Kontrol dan Monitor Kadar Salinitas Air Tambak Berbasis IoT LoRa. *Jurnal Teknik ITS*, 10(1), A9-A14.
- Handayani, E. S. (2022). Studi Kesesuaian dan Daya Dukung Wisata Kategori Rekreasi Di Pantai Laguna Kabupaten Barru (Study of Tourism Suitability and Carrying Capacity for Recreational Category at Laguna Beach, Barru Regency. Skripsi, Universitas Hasanuddin).
- Hariyadi, H., Kamil, M., & Ananda, P. (2020). Sistem Pengecekan pH Air Otomatis Menggunakan Sensor pH Probe Berbasis Arduino Pada Sumur Bor. *Rang Teknik Journal*, 3(2), 340-346.
- Hidayatullah, M., Fat, J., & Andriani, T. (2018). Prototype Sistem Telemetri Pemantauan Kualitas Air pada Kolam Ikan Air Tawar Berbasis Mikrokontroler. *POSITRON*, 8(2), 43-52.
- Iskandar, H. R., Hermadani, H., Saputra, D. I., & Yuliana, H. (2019). Eksperimental Uji Kekeruhan air berbasis internet of things menggunakan sensor DFRobot SEN0189 dan MQTT cloud server. *Prosiding Semnastek*.
- Jalaluddin, J., Akmal, N., & Azwir, A. (2014). Inventarisasi Fitoplankton Di Perairan Bendungan Beurayeun Kecamatan Leupung Kabupaten Aceh Besar. *Serambi Saintia: Jurnal Sains dan Aplikasi*, 2(2).
- Jalil, A. R., Samawi, M., Azis, H. Y., Anshari, A. I., Jaya, I., & Malik, A. (2020). Dinamika Kondisi Oseanografi Di Perairan Spermonde Pada Musim Timur. *Prosiding Simposium Nasional Kelautan dan Perikanan*, 7.
- Kambey, E. M., Jasin, M. I., & Mamoto, J. D. (2023). Studi Hidro Oseanografi Di Pantai Ranowulu Kecamatan Batu Putih Bitung. *TEKNO*, 21(83), 319-326.
- Mainassy, M. C. (2017). Pengaruh parameter fisika dan kimia terhadap kehadiran ikan lompas (*Thryssa baelama* Forsskal) di Perairan Pantai Apui Kabupaten Maluku Tengah. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 19(2), 61-66.
- Makmur, R., & Fahrur, M. (2011). Hubungan antara kualitas air dan plankton di tambak Kabupaten Tanjung Jabung Barat Provinsi Jambi. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur* (Vol. 2, No. 1, pp. 961-968).
- Munawaroh, S. (2019). Penerapan Sanksi Penenggelaman Kapal Asing Pelaku Illegal Fishing Oleh Pemerintah Indonesia (Perspektif Hukum Internasional). *MIMBAR YUSTITIA* Vol. 3 No. 1 Juni 2019, 3(1), 27-43.
- Pandiangan, J., Adrianto, D., & Ibrahim, A. L. (2016). Pengukuran Muka Air Laut dengan Sistem Telemetri Menggunakan Alat LUWES (Live Uninterrupted Water Sensor) Studi Kasus Teluk Jakarta. *Jurnal HIDROPILAR*, 2(2), 147-161.
- Patty, S. I. (2013). Distribusi suhu, salinitas dan oksigen terlarut di Perairan Kema, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*, 1(3).
- Pratama, R. A. 2018. Monitoring Suhu, Kadar PH, Dan Tingkat Salinitas Menggunakan Wahana Remotely Operated Vehicle (ROV) Sebagai Sarana Observasi Bawah Air. *CYCLOTRON*, 1(2).

- Rahmathulla, V.K. Das P. Ramesh, M. & Rajan, R.K. (2007). Growth Rate Pattern and Economic Traits of Silkworm *Bombyx mori*, L under the influence of folic acid administration. *J. Appl. Sci. Environ. Manage.* 11(4): 81-84
- Raihanto, M. S., Febrianti, M. A., & Yudhistira, G. A. (2021). The Prototype Design of Water pH and TDS Indicator Device based on Microcontroller Arduino. In 2021 Third International Sustainability and Resilience Conference: Climate Change. 176-180.
- Rizal, S., Pratomo, A., & Irawan, H. (2016). Tingkat Tutupan Ekosistem Terumbu Karang Di Perairan Pulau Terkulai. Repository UMRAH.
- Samy, N. W. (2020). Dampak Pencemaran Limbah Tambak Udang Vaname (*Litopenaeus Vannamei*) Terhadap Kondisi Kualitas Perairan Laut Di Desa Padak GUA. Skripsi, Universitas Gunung Rinjani.
- Staudinger, C., Strobl, M., Breininger, J., Klimant, I., & Borisov, S. M. (2019). Fast and stable optical pH sensor materials for oceanographic applications. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 282, 204-217.
- Syukri, M., & Ilham, M. (2016). Pengaruh salinitas terhadap sintasan dan pertumbuhan larva udang windu (*Penaeus monodon*). *Jurnal Galung Tropika*, 5(2), 86-96.
- Zhao, J., Dai, F., Yin, D., Cheng, Y., Wang, F., Han, L., & Zhang, Q. (2020). Device Design Based on TDS Water Quality Detection. In International Conference on Artificial Life and Robotics, 620-623.



LAPORAN AKHIR PENELITIAN DOSEN PEMULA

***SISTEM PEMANTAUAN PENGUKURAN
PARAMETER OSEANOGRAFI SECARA REAL TIME
BERBASIS WIRELESS SENSOR NETWORK***

ASHADI AMIR, ST., MT. (NIDN. 0926049001)

Ir. UNTUNG SUWARDYO, S.Kom., MT., IPP (NIDN. 0904018403)

IRNINTHYA NANDA PRATAMI IRWAN, SE., M.Agr (NIDN. 0919069302)

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PAREPARE

TAHUN 2023

LATAR BELAKANG

- Indonesia adalah sebuah negara kepulauan yang sebagian besar wilayahnya terdiri dari perairan dengan kekayaan yang sangat melimpah. Berbagai aktivitas yang dilakukan oleh manusia untuk terus menjaga kelestarian ekosistem pesisir dan bawah air
- Pengukuran Oseanografi secara manual membutuhkan banyak tenaga dan rentan terhadap kesalahan pengukuran
- Jumlah data yang didapatkan dengan pengukuran secara manual sangat minim dan tidak bersifat kontinyu sehingga belum ada data real time yang bisa dianalisis. Alat pengukuran otomatis yang tersedia masih belum terjangkau dari segi harga

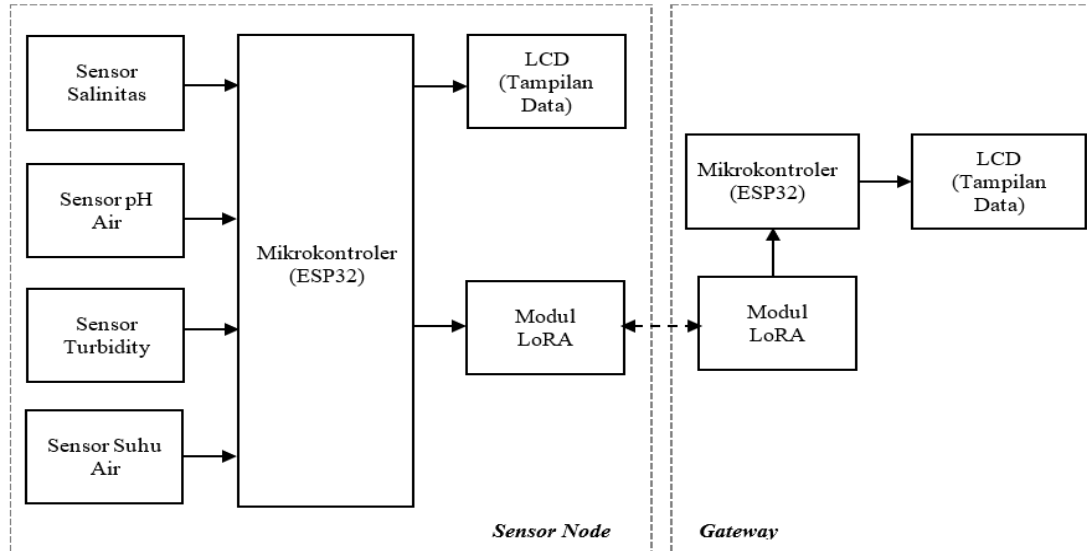
TUJUAN PENELITIAN

Untuk merancang sebuah sistem pengukuran dan monitoring parameter oseanograf secara real-time. Hasil dari penelitian ini akan memberikan kemudahan kepada peneliti dalam bidang perikanan dan kelautan dalam mendapatkan data parameter fisik dan kimia secara berkala yang dapat digunakan sebagai dasar untuk melakukan konservasi wilayah perairan.

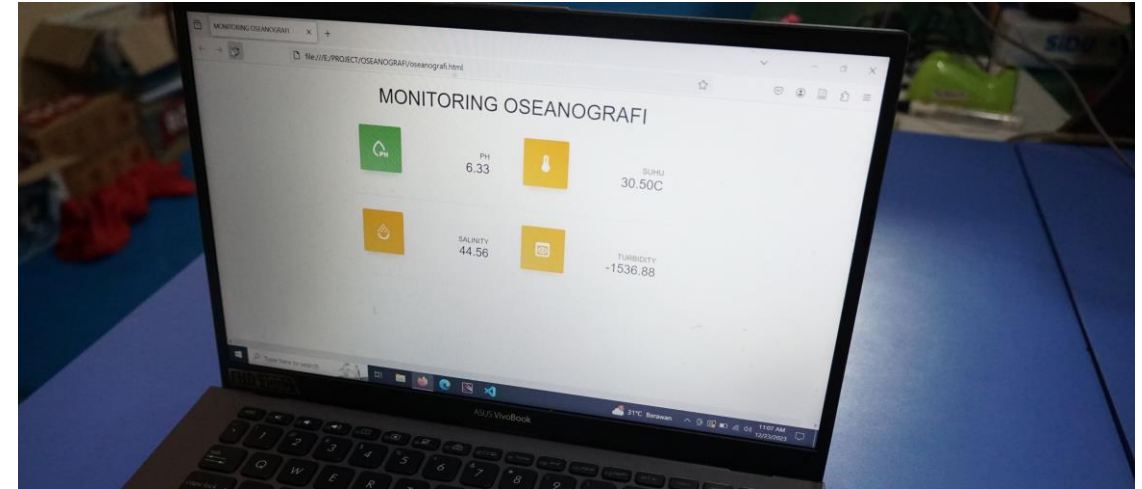
KEBARUAN PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan integrasi berbagai jenis sensor dengan perangkat mikrokontroler untuk melakukan pengukuran parameter fisika dan kimia oseanografi. Pengamatan hasil pengukuran dapat dilakukan melalui aplikasi web berbasis Internet of Things

METODE DAN HASIL UTAMA PENELITIAN



Penelitian yang dilaksanakan terdiri dari dua tahapan utama. Pada tahapan awal dilakukan perancangan sistem pengukuran data oseanografi dengan memanfaatkan sensor-sensor yang terintegrasi dengan perangkat Mikrokontroler (ESP32). Penelitian dimulai dengan melakukan kalibrasi sensor. Sensor yang telah dikalibrasi diintegrasikan dengan perangkat Mikrokontroler untuk melakukan pengukuran parameter oseanografi. Data hasil akuisisi sensor diproses melalui perangkat mikrokontroler yang ditampilkan pada layar LCD dan dikirimkan dari *Sensor Node* ke *Gateway* dengan menggunakan modul komunikasi LoRA Ebyte E220. Tahapan selanjutnya data akan diteruskan ke Database untuk ditampilkan pada aplikasi berbasis Internet of Things



Pengujian dilakukan dengan jarak maksimal antara *sensor node* dan *gateway* adalah 500 meter. Hasil pengujian menunjukkan bahwa data hasil pembacaan sensor dapat dikirimkan ke perangkat *gateway* yang ditampilkan pada layar OLED. Delay pengiriman data sekitar 2-10 detik.

Data sensor akan dikirimkan melalui perangkat LoRA yang ada pada wilayah perairan ke perangkat LoRA yang ada di daratan. Data kemudian diteruskan ke database untuk ditampilkan melalui aplikasi web berbasis Internet of Things

LUARAN

Artikel pada **Journal of Informatics and Telecommunication Engineering** yang terakreditasi SINTA 3 dengan status *reviewed*

SARAN DAN REKOMENDASI

Hasil penelitian yang telah dilakukan menjadi fundamental menuju ke implementasi kecerdasan buatan dan teknologi bidang maritim serta dapat digunakan pada bidang perikanan, kelautan dan lingkungan

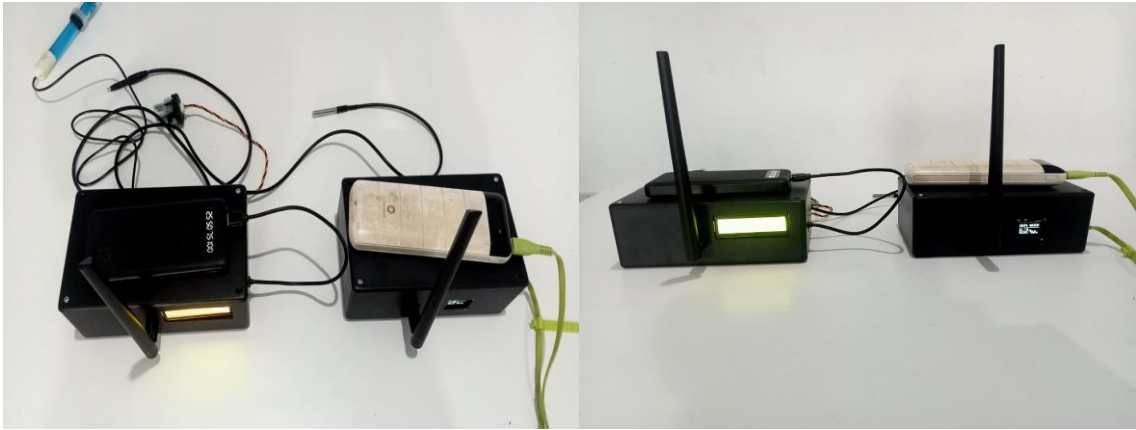
KESIMPULAN

Sistem pengukuran parameter oseanografi yang dirancang terdiri dari sensor turbiditas, sensor pH, sensor TDS dan sensor suhu yang terintegrasi dengan perangkat mikrokontroler ESP32. Sensor yang digunakan telah dikalibrasi dan divalidasi di laboratorium. Hasil pengujian sensor turbiditas dan TDS menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat perlakuan yang diberikan maka semakin besar nilai kekeruhan (NTU) dan salinitas (ppm) yang dihasilkan. Pembacaan sensor pH menunjukkan nilai kesalahan rata-rata sekitar 15%. Pengujian yang dilakukan pada sensor suhu menghasilkan nilai kesalahan 1,1%. Data sensor ditransmisikan dari node sensor ke gateway menggunakan modul komunikasi LoRA Ebyte E220 dan pengujian dilakukan pada jarak maksimum 500 meter. Hasil pengujian menunjukkan bahwa data pengukuran sensor pada node sensor sama dengan yang ditampilkan pada gateway dengan penundaan pengiriman hingga 10 detik. Pengembangan pengukuran parameter oseanografi secara real-time melalui aplikasi berbasis Internet of Things dapat mengurangi kesalahan pengukuran dalam pengukuran parameter oseanografi. Proses pengambilan data oseanografi dapat lebih efisien karena data pengukuran dapat disimpan secara berkala sesuai interval waktu yang ditentukan tanpa harus mengukur secara langsung di wilayah perairan sepanjang hari.

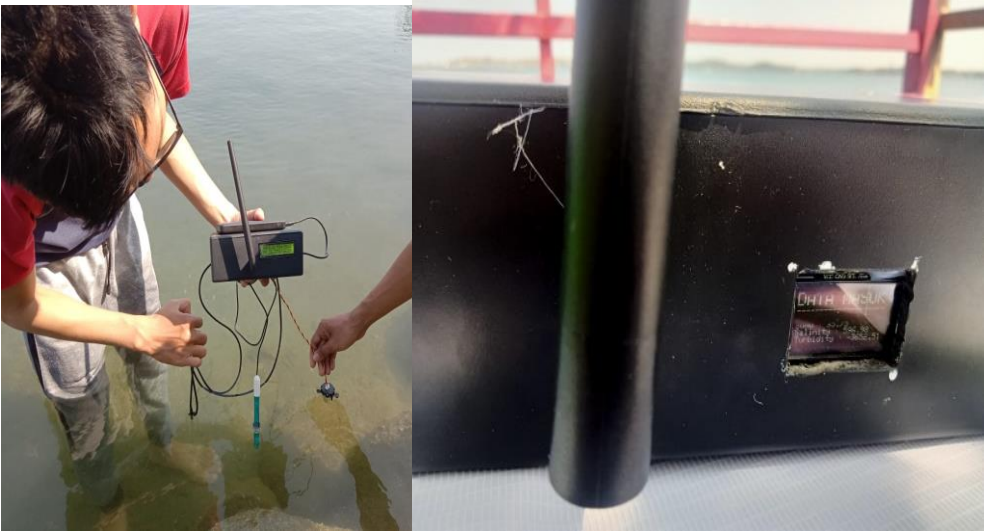
PERANCANGAN RANGKAIAN SENSOR NODE-GATEWAY



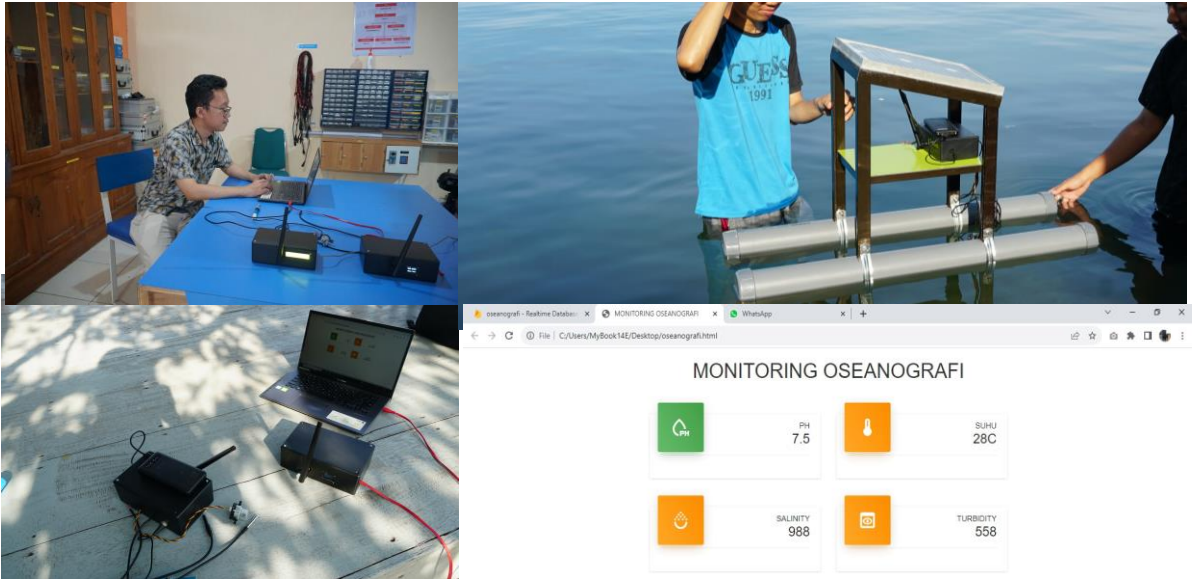
PENGUJIAN PENGIRIMAN DATA DI LABORATORIUM



PENGUJIAN PENGIRIMAN DATA DI PERAIRAN



PENGUJIAN APLIKASI BERBASIS INTERNET OF THINGS



SURAT PERNYATAAN TANGGUNG JAWAB BELANJA

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : ASHADI AMIR S.T, M.T

Alamat : Jl. Patukku Blok A/2

berdasarkan Surat Keputusan Nomor 0557/E5.5/AL.04/2023 dan Perjanjian / Kontrak Nomor 185/E5 /PG.02.00.PL/2023; 863/LL9/PK.00.PG/2023; 0447/II.3.AU/F/2023 mendapatkan Anggaran Penelitian Sistem Pemantauan Pengukuran Parameter Oscanografi Secara Real Time Berbasis Wireless Sensor Network Sebesar 19,400,000

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Biaya kegiatan Penelitian di bawah ini meliputi :

No	Uraian	Jumlah
01	Bahan Pembelian Bahan Penelitian : Sensor Suhu, Sensor Ultrasonik Waterproof, Sensor Turbidity, Sensor TDS), Sensor pH, NodeMCU ESP32, Arduino Nano, Modul Transceiver LoRA dan Antena, RS485 TTL Converter, Baterai 18650, Baterai Holder, LCD 16x2 dan I2C, RTC Module, Kotak Rangkaian Waterproof, OLED, Kabel Jumper, Komponen Elektronika	9,345,000
02	Pengumpulan Data FGD Persiapan Penelitian (Konsumsi, Uang Harian dan Transportasi FGD Persiapan 3 orang); HR Pembantu Peneliti (Melakukan Kalibrasi dan Validasi Sensor; Merancang Rangkaian Sensor dan Mikrokontroler; Merancang Jaringan WSN - 3 orang (10 jam/ orang)) ; Transportasi ke Lokasi Pengujian (3 orang Dosen dan 2 orang Mahasiswa, 2 kali); Uang Harian (3 orang Dosen dan 2 orang Mahasiswa, 2 hari)	4,350,000
03	Analisis Data(Termasuk Sewa Peralatan Sewa Alat Ukur Parameter Oscanografi (3 hari); Transportasi Penyewaan Alat; HR Pengolah Data (Validasi Data Sensor dan Data Hasil Monitoring); Uang Harian Analisis Data (3 Orang Dosen, 3 Hari); Biaya Konsumsi Rapat Analisis dan Evaluasi Hasil Penelitian (3 orang Dosen, 3 hari);	3,489,000
04	Pelaporan, Luaran Wajib dan Luaran Tambahan Uang Harian Rapat Penyusunan Laporan dan Luaran (3 orang Dosen, 2 hari); Biaya Konsumsi Rapat Penyusunan Laporan dan Luaran (3 orang Dosen, 2 hari), Biaya Publikasi Artikel di Jurnal Nasional dan Biaya Pembuatan Video	2,216,000
05	Lain-lain	0
	Jumlah	19,400,000

2. Jumlah uang tersebut pada angka 1, benar-benar dikeluarkan untuk pelaksanaan kegiatan Penelitian dimaksud.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Parepare, 26-12-2023

Ketua,



(ASHADI AMIR S.T, M.T)

NIP/NIK 7315022604900001