

Perancangan Alat Monitor Kadar Garam pada Sungai Cipunagara dengan Integrasi IoT dan GPS

Rizkika Fitri¹, Lilik Hari Santoso², Deden Haris Hamdani³

¹²³Program Studi Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Texmaco, Indonesia
Email: lilik.hs@yahoo.com, rizkikafitri91@gmail.com, dedenharis905@gmail.com

Received 30 Agustus 2024 | Revised 12 September 2024 | Accepted 19 September 2024

ABSTRAK

Sungai Cipunagara di distrik Legonkulon, Subang, sangat penting untuk irigasi pertanian. Namun, tingkat garam yang tinggi selama musim kering dapat berdampak negatif pada tanaman beras, menyebabkan penurunan pertumbuhan dan kerugian bagi petani. Penelitian ini bertujuan untuk membuat alat waktu nyata menggunakan teknologi IoT berdasarkan LoRa, menggunakan platform Thingspeak untuk analisis data dan pelacakan GPS. Dengan menggunakan LoRa E22-900T30D, data kadar garam berhasil dikirim dari node pengirim ke node penerima dalam jarak efektif hingga 1,2 km di lingkungan pedesaan yang padat. Node penerima kemudian memproses data dan mengirimkannya ke ThingSpeak melalui koneksi WiFi NodeMCU ESP8266. Jika tingkat garam melebihi 2.500 PPM, ThingSpeak yang terintegrasi dengan Twilio akan mengirimkan peringatan melalui SMS. Alat ini akan didasarkan pada studi sastra, pengamatan lapangan, dan konsultasi. Hasilnya diharapkan untuk mengurangi efek negatif dari salinitas tinggi pada pertanian dan meningkatkan akurasi pemantauan tingkat garam air sungai. Implementasi alat ini akan membantu petani mengelola irigasi lebih baik, mendukung keberlanjutan pertanian di wilayah ini.

Kata kunci: *Internet of Things (IoT), LoRa, Thingspeak, GPS, Teknologi pertanian.*

ABSTRACT

The Cipunagara River In Legonkulon District, Subang, Is Very Important For Agricultural Irrigation. However, High Salt Levels During The Dry Season Can Negatively Impact Rice Crops, Causing Reduced Growth And Losses For Farmers. This Research Aims To Create A Real-Time Tool Using Iot Technology Based On Lora, Using The Thingspeak Platform For Data Analysis And Gps Tracking. Using The Lora E22-900t30d, Salt Content Data Was Successfully Sent From The Sending Node To The Receiving Node Within An Effective Distance Of Up To 1.2 Km In A Dense Rural Environment. The Receiving Node Then Processes The Data And Sends It To Thingspeak Via The Nodemcu Esp8266 Wifi Connection. If The Salt Level Exceeds 2,500 Ppm, Thingspeak Integrated With Twilio Will Send An Alert Via Sms. This Tool Will Be Based On Literary Studies, Field Observations, And Consultations. The Results Are Expected To Reduce The Negative Effects Of High Salinity On Agriculture And Improve The Accuracy Of Monitoring River Water Salt Levels. Implementation Of This Tool Will Help Farmers Manage Irrigation Better, Supporting Agricultural Sustainability In The Region.

Keywords: *Internet Of Things (Iot), Lora, Thingspeak, Gps, Agricultural Technology.*

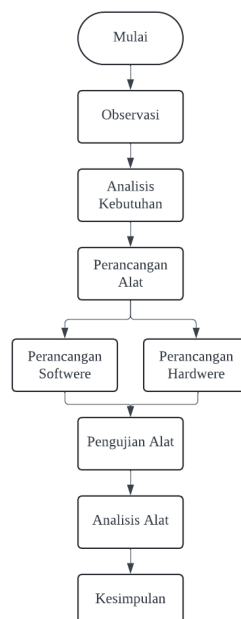
1. PENDAHULUAN

Sungai Cipunagara di Subang mengalir dari selatan hingga pesisir utara Kabupaten Subang dan sangat penting bagi masyarakat, terutama di bidang pertanian. Petani di Kecamatan Legonkulon menggunakan sungai ini sebagai sumber pengairan utama untuk sawah mereka. Pada musim kemarau, air sungai surut sehingga perlu menggunakan pompa air untuk mengambil air dari sungai. Saat air laut pasang, kadar garam dalam air sungai meningkat. Karena kurangnya pemantauan, air asin tersebut ikut terpompa dan digunakan untuk mengairi sawah, menyebabkan daun padi mengering dan mati. Seorang petani di Legonkulon mengungkapkan bahwa ketidaktahuan akan kondisi air asin sungai menyebabkan kerusakan pada tanaman mereka. Kadar garam air irigasi sangat penting untuk pertumbuhan tanaman padi yang optimal, karena tingkat garam yang tinggi dapat menghalangi penyerapan nutrisi dan fotosintesis [1]. Sehingga diperlukan sistem yang dapat mendeteksi dan memonitor kadar garam pada sungai Cipunagara secara jarak jauh dan terpantau secara real time. Dan pada umumnya varietas padi yang ditanam di daerah Kecamatan Legonkulon – Subang adalah varietas IR64. Dan menurut penelitian yang pernah dilakukan, terjadi penurunan pertumbuhan dan hasil secara nyata pada tanaman padi varietas IR-64 yang tercekam salinitas dimulai dari tingkat salinitas 2,5 dS/m pada parameter pertumbuhan luas daun, bobot segar tajuk, bobot kering tajuk, bobot kering akarpanjang akar total, luas permukaan akar, bobot kering total tanaman, serta parameter hasil yaitu panjang malai, bobot malai, jumlah gabah per malai, bobot 100 butir gabah bernas dan bobot gabah kering giling total per rumpun yang menghasilkan nilai lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan contro [2]. Petani di Legonkulon, Subang berisiko gagal panen akibat kerusakan tanaman padi oleh air garam. Dibutuhkan alat deteksi dan monitoring kadar garam di sungai untuk pemantauan real-time yang dapat diakses dari jarak jauh.

2. METODE

2.1. Jenis Perancangan

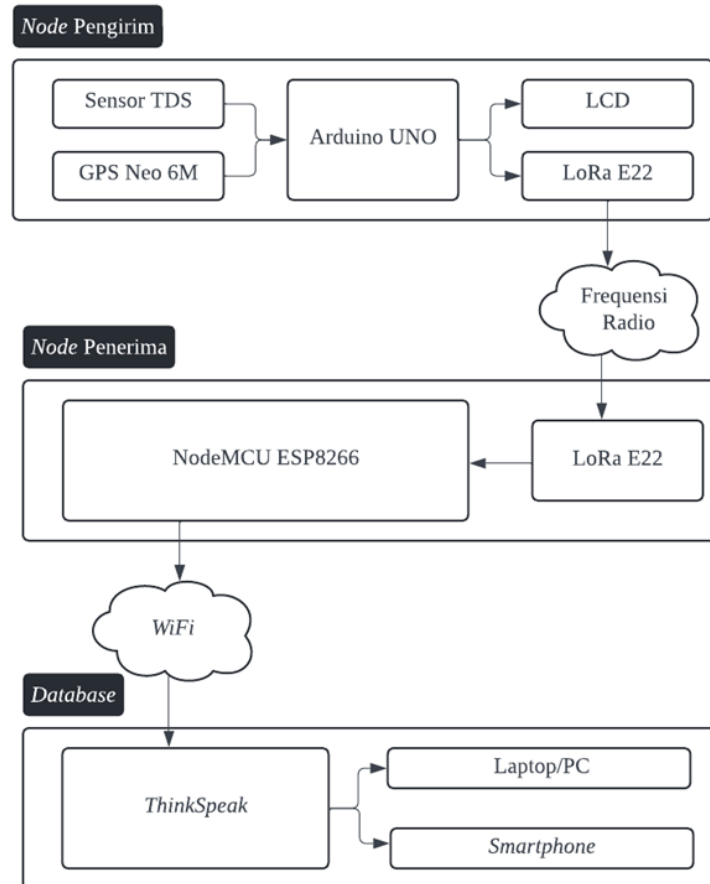
Perancangan ini mengadopsi pendekatan studi literatur untuk analisis teori dasar, diikuti oleh pengamatan langsung dan dokumentasi setiap gejala pada subjek penelitian. Tahap perencanaan sistem melibatkan desain perangkat keras dan perangkat lunak berdasarkan analisis kebutuhan sistem. Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan integrasi komponen yang tepat dan mengurangi risiko potensial.



Gambar 1. Flowchart Alur Kegiatan

2.2. Perancangan

Pada perancangan alat pendeteksi dan monitor kadar garam yang berintegrasi IoT dan GPS ini mula-mula penulis membuat diagram alir untuk proses alat tersebut berfungsi.



Gambar 2. Diagram Alir Alat

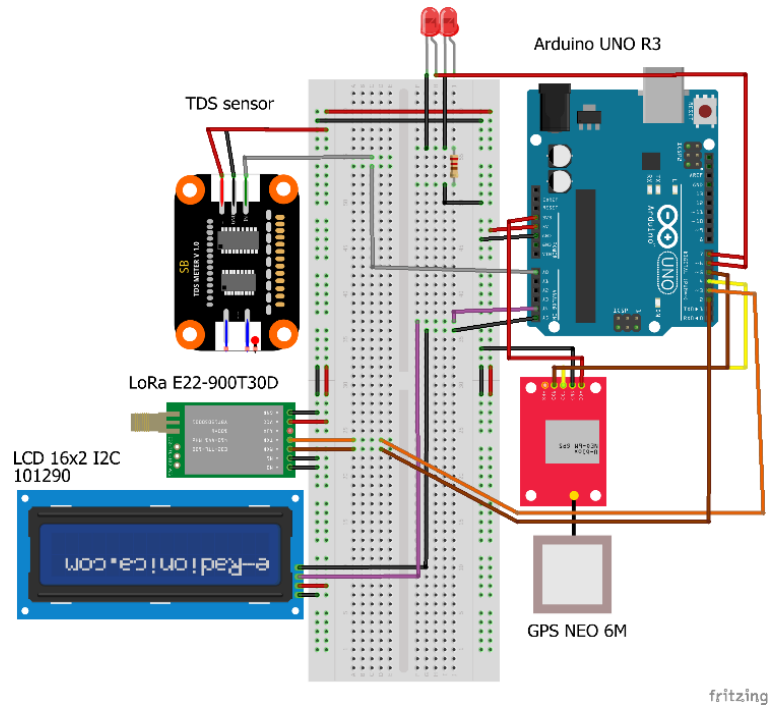
Perancangan software dilakukan dengan cara memprogram arduino menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C++ [3] yang dihubungkan dengan sensor TDS, GPS Neo 6M, LCD, dan LoRa. Dan selanjutnya dilakukan pemrograman pada NodeMCU ESP8266 dan LoRa. Setelah membuat akun *ThinkSpeak* dan membuat *field* sesuai dengan kebutuhan pada penelitian ini.

Perancangan perangkat keras terdiri dari dua bagian: node pengirim yang menggunakan Arduino UNO dan node penerima yang menggunakan NodeMCU ESP8266. Perakitan mencakup aspek elektrik dan bagian terluar. Node pengirim dilindungi oleh casing berupa pelampung jaring ikan, sedangkan node penerima dilindungi oleh black box.

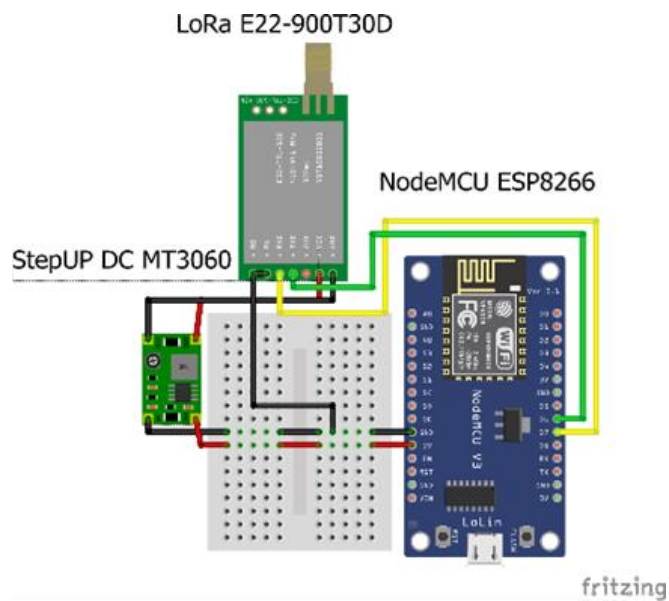
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Diagram *Wiring* Alat

Rangkaian wiring adalah representasi skematis yang menggambarkan interkoneksi antara komponen, menjelaskan bagaimana semua komponen dalam sistem akan bekerja sama untuk mencapai tujuan tertentu.



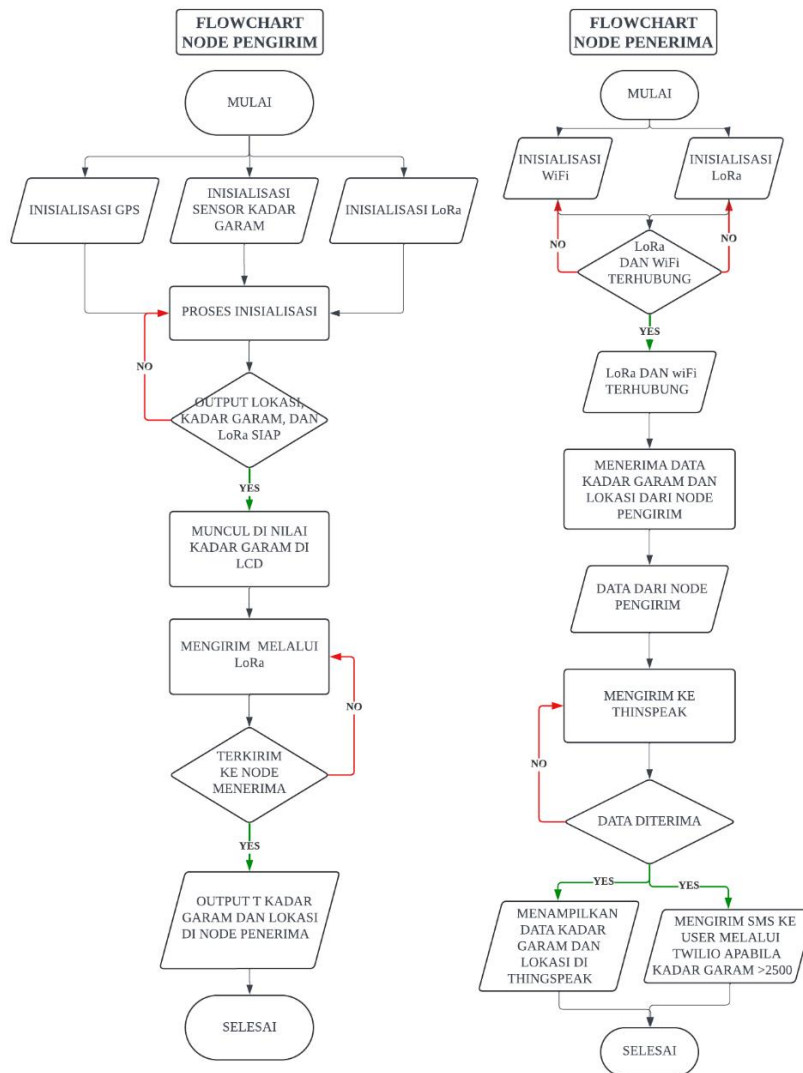
Gambar 3. Wiring Node Pengirim



Gambar 4. Wiring Node Penerima

3.2. Flowchart Alat

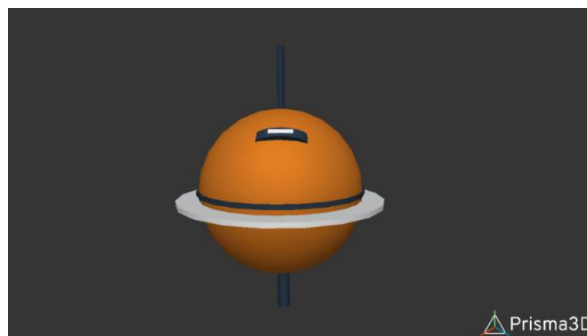
Flowchart ini menunjukkan alat yang dimulai ketika sensor TDS/salinitas mendeteksi kadar garam dan modul GPS NEO-6M mendeteksi lokasi. Hasil deteksi akan ditampilkan pada LCD dan dikirim ke node penerima melalui LoRa. Node penerima dengan NodeMCU ESP8266 mengirim data ke platform ThingSpeak sebagai database dan mengirim SMS ke pengguna melalui Twilio.com.



Gambar 5. Flowchart Alat

3.3. Desain Alat

Desain alat dibuat menggunakan aplikasi Android Prisma 3D. Alat ini menggunakan kerangka pelampung jaring plastik berbentuk bulat dengan diameter 20,32 cm dan keliling 63,81 cm. Di bawahnya, terdapat probe sensor TDS/konduktivitas yang diselubungi PVC berukuran panjang 5,5 cm. Bagian berwarna putih adalah penstabil yang terbuat dari gabus EVA dengan ketebalan 2 cm.



Gambar 6. Desain 3D Alat

3.4. Pengujian Sensor TDS

Dengan menggunakan pengalihan induktansi dan konstanta sel, nilai konduktivitas air meningkat seiring dengan konsentrasi ion dalam larutan. Sensor salinitas, yang bekerja berdasarkan prinsip konduktivitas, menggunakan dua elektroda untuk mendeteksi perbedaan dan mengubahnya menjadi tegangan sesuai dengan aliran listrik yang dihasilkan oleh konsentrasi ion dalam cairan [4]. Pengujian sensor dilakukan dengan membandingkan hasil sensor dengan alat ukur yang sudah memiliki standar internasional atau nasional. Perhitungan dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi sensor. Rumus yang digunakan adalah [5]:

$$\text{Error Persen} = \left(\frac{\text{Nilai Alat Ukur} - \text{Nilai Sensor}}{\text{Nilai Alat Ukur}} \right) \times 100\% \quad (1)$$

Tabel 1. Pengujian Sensor TDS

NO	JENIS AIR (100 ml)	TDS METER (PPM)	SENSOR TDS (PPM)	ERROR
1	Air Sumur	436	527	20,9%
2	Air Irigasi	160	237	48,1%
3	Air Cipunagara	871	761	12,6%
4	Air Payau/Tambak	2760	2887	4,6%
5	Air Laut	3493	3303	5,4%
Rata - Rata				18,3%

Analisis data pengukuran TDS yang diperoleh dari TDS meter dan TDS sensor pada berbagai sampel air mengungkapkan perbedaan dengan margin kesalahan rata-rata 18,3%. Terdapat variasi signifikan dalam pengukuran Total Dissolved Solids (TDS) antara sumur air, air irigasi, dan air sungai. Air irigasi menunjukkan perbedaan tertinggi dengan margin 48,1%. Namun, air payau/lilies dan air laut memiliki tingkat kesalahan yang lebih rendah, sekitar 4,6% dan 5,4% masing-masing.

3.5. Pengujian GPS

GPS Neo-6M adalah modul GPS yang terjangkau dan banyak digunakan yang kompatibel dengan mikrokontroler NodeMCU. Ini dirancang untuk menerima informasi posisi dari satelit GPS [6]. Formula Haversine digunakan untuk menghitung jarak antara koordinat yang diperoleh dari GPS NEO 6M dan koordinat yang disediakan oleh Google Maps. Formula ini menghitung jarak di permukaan Bumi dengan mempertimbangkan kurva Bumi. Rumus Haversine adalah sebagai berikut [7]:

$$\begin{aligned} a &= \sin^2\left(\frac{\Delta lat}{2}\right) \cos(lat1) \times \cos(lat2) \times \sin^2\left(\frac{\Delta long}{2}\right) \\ c &= 2 \times \tan^{-1}\left(\sqrt{a}, \sqrt{1-a}\right) \\ d &= R \times c \end{aligned} \quad (2)$$

Tabel 2. Uji Coba GPS

NO	Koordinat (<i>Longitude, Latitude</i>)		Lokasi	Selisih Jarak (M)
	GPS NEO 6M	Google Maps		
1	-6.243580, 107.805992	-6.2436500, 107.8060551	Rumah Penyusun	9,1
2	-6.242222, 107.806861	-6.2421875, 107.8068906	Puskesmas Kec. Legonkulon	4,6

NO	Koordinat (<i>Longitude, Latitude</i>)		Lokasi	Selisih Jarak (M)
	GPS NEO 6M	Google Maps		
3	-6.239859, 107.810012	-6.2399275, 107.8100774	SMPN 1 Legonkulon	10,1
4	-6.233616, 107.808349	-6.2336250, 107.8082880	Jl. Sengon, Ds. Legonkulon	7
5	-6.241112, 107.808074	-6.2411277, 107.808175	KUA Kec. Legonkulon	11,6
6	-6.245684, 107.804550	-6.2456687, 107.8045836	Jl. Tegalurung	4
7	-6.248242, 107.800003	-6.2482363, 107.8000248	TPU Topeng	2,6
8	-6.252987, 107.790565	-6.2530333, 107.7906612	SDN Tegalurung	11,6
9	-6.245134, 107.805297	-6.2451445, 107.8052947	MTS Darussalam	1,2
10	-6.248254, 107.809501	-6.2482450, 107.8094967	Pasar Bobos	1,1

Hasil pengujian menunjukkan bahwa perbedaan koordinat antara GPS NEO 6M dan *Google Maps* berkisar dari 1,1 meter hingga 11,6 meter, dengan presentase selisih 6,4%. GPS 6M NEO menunjukkan tingkat akurasi yang memuji dengan keakuratan 93,6% ketika akan digunakan sebagai pelacak alat pendeteksi kadar garam.

3.6. Uji Coba LoRa

LoRa, salah satu teknologi LPWAN terpopuler untuk aplikasi jaringan sensor nirkabel (WSN), beroperasi pada pita frekuensi 169 MHz, 433 MHz, 868/915 MHz, dan 2,4 GHz, yang dapat digunakan secara gratis dan tidak memerlukan lisensi [8]. Pengujian dilakukan menggunakan dua modul LoRa E22-900T30D yang terdiri dari node pengirim dan node penerima. Tanda sinyal menggunakan LED sebagai indikator diterima atau tidaknya sinyal oleh node penerima dengan percobaan jarak, baik yang memiliki hambatan maupun yang tidak. Berikut adalah tabel pengujiannya:

Tabel 3. Uji Coba Pada Medan Hambatan

JARAK (M)	SINYAL		KONDISI LAPANGAN
	MENERIMA	TIDAK	
100	X		PEDESAAN PADAT
200	X		PEDESAAN PADAT
300	X		PEDESAAN PADAT
400	X		PEDESAAN PADAT
500	X		PEDESAAN PADAT
600	X		PEDESAAN PADAT
700	X		PEDESAAN PADAT
800	X		PEDESAAN PADAT
900	X		PEDESAAN PADAT
1000	X		PEDESAAN PADAT
1100	X		PEDESAAN PADAT
1200	X		PEDESAAN PADAT
1300		X	PEDESAAN PADAT
1400		X	PEDESAAN PADAT
1500		X	PEDESAAN PADAT

Tabel 4. Uji Coba Medan Terbuka

JARAK (M)	SINYAL		KONDISI LAPANGAN
	MENERIMA	TIDAK	
200	X		MEDAN TERBUKA
400	X		MEDAN TERBUKA
600	X		MEDAN TERBUKA
800	X		MEDAN TERBUKA
1000	X		MEDAN TERBUKA
1200	X		MEDAN TERBUKA
1400	X		MEDAN TERBUKA
1600	X		MEDAN TERBUKA
1800	X		MEDAN TERBUKA
2000	X		MEDAN TERBUKA
2200	X		MEDAN TERBUKA
2400	X		MEDAN TERBUKA
2600	X		MEDAN TERBUKA
2800		X	MEDAN TERBUKA
3000		X	MEDAN TERBUKA

Teknologi LoRa dapat diandalkan di medan pedesaan yang padat dengan jangkauan efektif hingga 1200 meter, dengan keberhasilan pengujian mencapai 86%. Namun, sinyal menjadi tidak dapat digunakan pada jarak lebih dari 1200 meter karena faktor lingkungan seperti vegetasi dan kepadatan bangunan. Dalam pengaturan lapangan terbuka, LoRa memiliki jangkauan efektif hingga 2600 meter dengan tingkat keberhasilan 86,67%. Model hilangnya trajektori eksponensial menunjukkan penurunan sinyal yang lebih sedikit di area terbuka, membuat LoRa ideal untuk komunikasi jarak jauh di ruang yang luas.

3.7. Pengujian LCD 16X2

LCD (liquid crystal display) merupakan komponen modul tampilan yang dapat menampilkan nilai hasil sensor, teks, atau menu pada aplikasi mikrokontroler. Karena LCD menggunakan dua lapisan bahan terpolarisasi dan kristal cair di antara kedua lapisan tersebut, LCD sering digunakan dalam desain sistem yang menggunakan mikrokontroler [9]. LCD 1.56X2 digunakan sebagai output data nilai sensor TDS, pada alat utama atau node pengirim. Pada layar terinput 2 variabel yaitu nilai TDS dalam satuan PPM (*Part Per-Million*). Dan status kadar garam yang mana apabila kadar garam ada pada posisi $2.500 >$ maka dikatakan tinggi, apabila pada angka $2.500 <$ maka dikatakan aman.

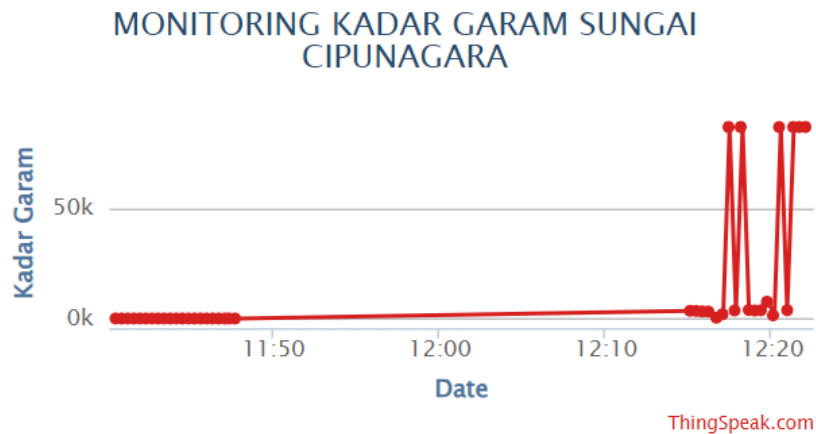
**Gambar 7. Pengujian LCD 16x2**

3.8. pengujian *Power Bank*

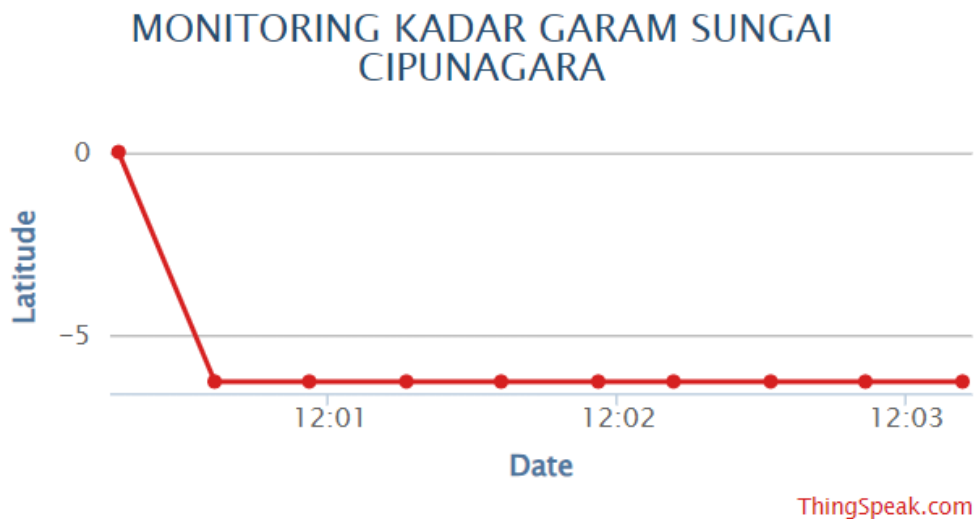
Power bank adalah perangkat penyimpanan energi yang berfungsi sebagai baterai cadangan dan mengisi daya perangkat yang jauh dari sumber listrik. Untuk melakukan ini, sambungkan kabel, mirip dengan mengisi daya ponsel [10]. *Power bank* yang dipakai memiliki spesifikasi 10.000 mAh dan diperuntukan untuk *supply* daya arduino uno dengan *output* 5 volt dan arus 1 – 2,1 amper, pengujian akan dilakukan untuk mengetahui berapa lama bertahan sampai habis power bank dan berapa lama pengisian [11].

$$\text{Daya Tahan} = \frac{10.000 \text{ mAh (Kapasitas Power Bank)}}{1000\text{mA (Arus)}} = 10 \text{ jam} \quad (3)$$

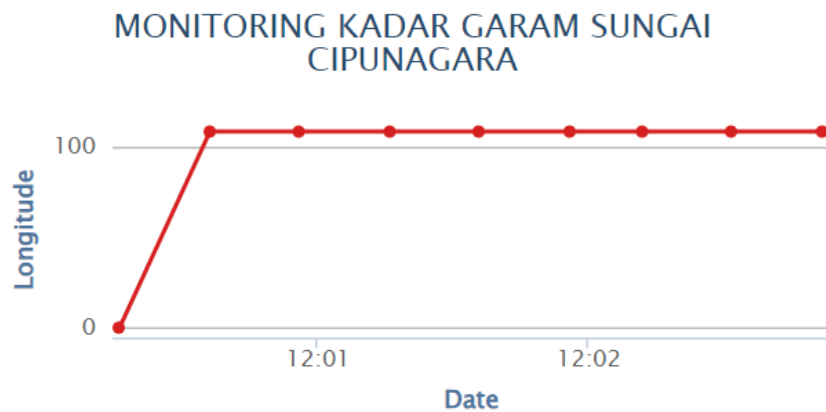
3.9. Pengujian Platform ThingSpeak



Gambar 8. Grafik TDS Di ThingSpeak



Gambar 9. Grafik Latitude Di Thingspeak

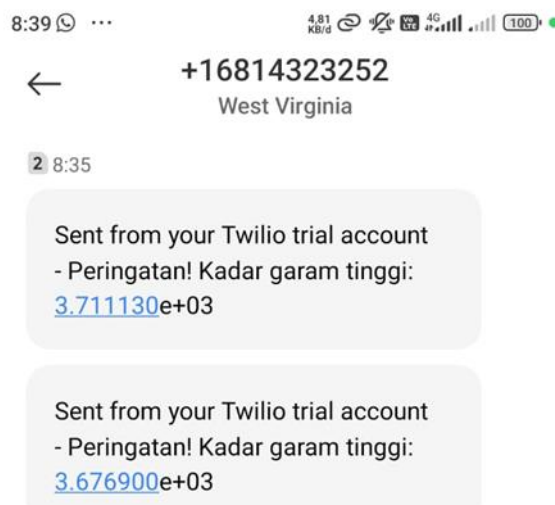


Gambar 10. Grafik Longitude Di ThingSpeak

Diatas adalah gambar grafik kadar garam (PPM), longitude, latitude GPS yang berhasil dikirim ke ThingSpeak.

3.10. Uji Coba Pesan SMS

Dalam pengujian ini thingSpeak akan mengirim SMS ke pengguna untuk memperingati bahwa kadar garam sedang dalam keadaan tinggi.



Gambar 11. Uji Coba Pesan SMS

Pada pengujian pesan SMS berhasil dikirim oleh platform Twilio.com, ke SMS pengguna. Twilio dapat mengirim sms dengan data yang terintegrasi pada ThingSpeak, melalui integrasi code matlab yang ada pada fitur thinSpeak.

3.11. Uji Coba Keseluruhan

Untuk node pengirim dan yang kedua adalah node penerima.

- a) Pengujian Node Pengirim

Tabel 5. Pengujian Node Pengirim

No	Komponen	Pengujian	Keterangan
1	LoRa E22-900T30D	Mengirim ke node penerima	LoRa dapat mengirim data sesuai dalam jarak 1,2 km
2	Sensor TDS	Mendeteksi kadar garam	Berhasil mendeteksi kadar garam dengan selisih 18,3%
3	LCD 16X2 I2C	Memunculkan Hasil Kadar Garam	Berhasil memunculkan data <i>output</i> kadar garam
4	GPS NEO 6M	Mendeteksi Lokasi	Berhasil menghasilkan <i>output Latitude</i> dan <i>Longitude</i>
5	LED LoRa	Menyala Ketika mengirim ke node penerima	Dapat menyala ketika mengirim data/pesan
6	LED GPS	Menyala ketika menerima sinyal GPS	Menyala ketika menerima sinyal dari satelit
7	Power Bank	Suplai daya ke mikrokontroler dan piranti lainya	<i>Power bank</i> dapat bertahan sampai dengan 9 jam 46 menit

Hasil pengujian menunjukkan LoRa E22-900T30D dapat mengirim data stabil hingga 1,2 km dengan deviasi 18,3%. Sensor TDS mendeteksi kadar garam dengan baik, dan LCD 16x2 I2C menampilkan hasil dengan jelas. GPS NEO 6M memberikan data lokasi akurat. LED LoRa dan LED GPS menunjukkan status pengiriman data dan penerimaan sinyal dengan baik. Power bank bertahan 9 jam 46 menit, menunjukkan efisiensi tinggi. Semua komponen memenuhi spesifikasi dan dapat diandalkan untuk pemantauan salinitas berbasis IoT.

b) Pengujian Node Penerima

Tabel 6. Tabel Pengujian Node Penerima

No	Komponen	Pengujian	Keterangan
1	LoRa E22-900T30D	Menerima dari node pengirim	Menerima pesan/data dari node pengirim
2	NodeMCU ESP8266	Mengirim data ke ThingSpeak	Dapat terhubung dengan WiFi dan mengirimnya ke ThingSpeak
3	LED LoRa	Menyala Ketika menerima pesan	Menyala secara <i>blink</i> ketika menerima data/pesan
4	ThingSpeak	Mengumpulkan data, memberikan pesan	Data dikelola di thingSpeak dan melalui ThingSpeak dapat

No	Komponen	Pengujian	Keterangan
		apabila kadar garam pada posisi >2.500 PPM, dan menunjukkan lokasi GPS	memonitor <i>latitude, longitude</i> , dan mengirim SMS Ketika melewati batas aman

Berdasarkan hasil pengujian, LoRa E22-900T30D dapat menerima data dengan baik, dan NodeMCU ESP8266 terhubung ke WiFi serta mengirim data ke ThingSpeak. LED LoRa memberikan indikasi visual saat menerima data. ThingSpeak berhasil mengumpulkan data, memantau kadar garam, dan mengirim pesan jika kadar garam melebihi 2.500 PPM, serta menampilkan lokasi GPS. Semua komponen berfungsi dengan baik dan dapat diandalkan untuk aplikasi monitoring berbasis IoT, menyediakan dasar yang kuat untuk melanjutkan proyek ini.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan akhir pada perancangan alat monitoring kadar garam pada Sungai Cipunagara ini yaitu:

- 1) Alat yang dirancang ini dapat mendeteksi kadar garam dalam satuan PPM (*Part Per-Million*) dan menampilkan hasilnya pada LCD 16x2 dengan selisih error 18,3% dengan TDS meter;
- 2) Dengan menggunakan LoRa E22-900T30D, data kadar garam berhasil dikirim dari node pengirim ke node penerima dalam jarak efektif hingga 1,2 km di lingkungan pedesaan yang padat. Node penerima kemudian memproses data dan mengirimkannya ke ThingSpeak melalui koneksi WiFi NodeMCU ESP8266. Jika tingkat garam melebihi 2.500 PPM, ThingSpeak yang terintegrasi dengan Twilio akan mengirimkan peringatan melalui SMS;
- 3) GPS Neo 6-M memiliki kemampuan mendeteksi lokasi alat pemantau kadar garam dengan akurasi 93,6%. Informasi ini kemudian dikirim ke node penerima dan diunggah secara bersamaan ke platform ThingSpeak.

5. DAFTAR RUJUKAN

- [1] R. Hasibuan and M. Sembiring, "Hubungan Beberapa Faktor Produksi dan Salinitas Terhadap Produktivitas The Relationship of Several Production Factors and Salinity on the Productivity of Lowland Rice (*Oryza sativa* L.) in Rugemuk Village, Pantai Labu Sub District," 2019. [Online]. Available: <https://jurnal.usu.ac.id/agroekoteknologi>
- [2] F. N. Arifiani *et al.*, "Pengaruh Bahan Organik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Padi (*Oryza sativa* L.) Tercekam Salinitas Effect of Organic Matter on the Growth and Yield of Rice (*Oryza sativa* L.) Under Salinity," 2018.
- [3] B. S. A. A. Achmad Anwari, "Rancang Bangun Alat Pemilah Sampah Organik Dan Anorganik Otomatis Berbasis Arduino Uno Untuk Kantin STT Texmaco Subang," *Jurnal Infotex*, vol. 2, pp. 86–97, 2024.
- [4] M. R. dan H. P. Ahmad Reza Hakimi, "Sistem Kontrol dan Monitor Kadar Salinitas Air Tambak Berbasis IoT LoRa," *JURNAL TEKNIK ITS*, vol. 10, pp. A9–A14, 2021.

- [5] milda gustiana husada, asep nana hermana Revinda imawan putra, "Pengukuran dan Perolehan Error Pada Sistem Monitoring Kondisi Ban Kendaraan," 2022.
- [6] A. Bastari, E. Saputra, and C. Wahyudianto, "DESIGN SMART MINE EXERCISE POSITIONING USING GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS)." [Online]. Available: www.sttal.ac.id,
- [7] A. Hakim and M. Saefudin, "Aplikasi Sistem Informasi Geografis Menggunakan Metode Haversine Formula Pencarian Rumah Kost Daerah Jakarta Selatan," *Journal of Information System, Informatics and Computing*, vol. 5, no. 2, p. 397, Nov. 2021, doi: 10.52362/jisicom.v5i2.640.
- [8] H. W. F. N. dan R. M. Michael Paul Smart Simbolon, "Penerapan Komunikasi Nirkabel LoRa pada Sistem Pencatat Kehadiran Portabel," *JOURNAL OF APPLIED ELECTRICAL ENGINEERING*, vol. 5, pp. 30–35, 2021.
- [9] S. Mluyati and S. Sadi, "internet of things (iot) pada prototipe pendeteksi kebocoran gas berbasis mq-2 dan sim800l," *Jurnal Teknik*, vol. 7, no. 2, 2019.
- [10] Danes wara, "Pengertian Power Bank dan Cara Kerjanya," <https://barisandepan.com/pengertian-power-bank-dan-cara-kerjanya/>.
- [11] Admin, "Menghitung Kapasitas Powerbank," *Elektrologi Rekayasa Perangkat Elektronika*.