

Sistem Pemantauan Pasang Surut Air Laut Berbasis Internet Of Things di Pantai Kurnia My Darling

Fachrid Wadly^a, Zuhri Ramadhan^b, Muslim^c, Dimas Alfisyahri Sitompul^d

^{a,b,d}Program Studi Teknik Komputer, Universitas Pembangunan Panca Budi

^cProgram Studi Sistem Komputer, Universitas Pembangunan Panca Budi

Corresponding Author:

^afadwa2020@pancabudi.ac.id

ABSTRAK

Teknologi Internet of Things menyediakan solusi yang efektif untuk memantau perubahan ketinggian air laut secara real-time dari jarak jauh. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat alat pemantauan ketinggian air laut berbasis NodeMCU ESP32 dan sensor HC-SR04 dimana selama 3 hari berturut – turut terpantau air pasang melebihi 130 cm diatas pukul 10 pagi sehingga berdampak pada bibit mangrove di Pantai Kurnia My Darling. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat instrumentasi pemantauan ketinggian air laut berbasis IoT memiliki tingkat akurasi yang tinggi. Alat ini telah melakukan pengujian secara real-time menggunakan ThingSpeak serta dapat mengirimkan notifikasi pemberitahuan menggunakan WhatsApp. Hasil dari pemantuan selama 3 hari dengan alat ini didapat bahwa ketinggian air pasang melebihi bibit yang ditanam. Diharapkan kedepannya, penelitian ini akan menjadi standar untuk membuat alat yang lebih baik yang akan digunakan untuk keperluan pemantauan bibit mangrove sehingga kelestarian hutan mangrove bisa terjaga.

Kata Kunci : IoT, NodeMCU, Hutan Bakau

ABSTRACT

Internet of Things technology provides an effective solution for monitoring changes in sea water levels in real-time from a distance. This research aims to design and create a sea level monitoring device based on NodeMCU ESP32 and HC-SR04 sensor that can preserve the mangrove ecosystem at Pantai Kurnia My Darling. The research results show that the IoT-based sea level monitoring instrumentation tool has a high level of accuracy, making it suitable for field testing. The tool has also successfully conducted real-time testing using ThingSpeak and can send notification alerts via WhatsApp. In the future, the data from this research will serve as a standard for creating better tools to monitor mangrove seedlings, ensuring the preservation of mangrove forests.

Keywords : IoT, NodeMCU, Mangrove

PENDAHULUAN

Pantai Kurnia My Darling merupakan salah satu destinasi wisata yang memiliki potensi besar dalam sektor pariwisata dan perikanan. Namun, aktivitas di sekitar pantai ini seringkali dipengaruhi oleh fluktuasi pasang surut air laut yang tidak dapat diprediksi secara akurat oleh

masyarakat setempat. Pasang surut air laut memainkan peran penting dalam berbagai aspek, termasuk keselamatan aktivitas maritim, manajemen bencana, serta pengelolaan sumber daya pesisir.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan pasang surut air laut berbasis IoT di Pantai Kurnia My Darling. Sistem ini diharapkan mampu memberikan data pasang surut secara real-time kepada pengguna melalui platform yang mudah diakses, serta berkontribusi pada upaya pelestarian mangrove di wilayah pesisir Pantai Kurnia My Darling.

Salah satu teknologi yang semakin populer adalah Internet of Things (Arifin & Rizal, 2023), yang memungkinkan perangkat untuk saling bertukar informasi melalui jaringan internet (Amir et al., 2018). Internet of Things (IoT) memberikan peluang baru dalam mengembangkan sistem pemantauan yang efisien dan real-time. Sistem berbasis IoT memungkinkan pengumpulan, pengolahan, dan penyajian data secara otomatis melalui perangkat yang saling terhubung. Internet of Things (IoT) adalah teknologi yang terhubung ke internet, memungkinkan pertukaran data otomatis untuk menjalankan perintah tertentu (Erika et al., 2024). Perkembangan teknologi yang pesat dalam beberapa tahun terakhir telah memungkinkan berbagai aspek kehidupan manusia untuk menjadi lebih terkomputerisasi dan terkoneksi (Akbar et al., 2019). Kemampuan ini dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang, termasuk pemantauan ketinggian air.

Pasang surut air laut adalah fenomena alam yang terjadi setiap hari. Perubahan ketinggian air laut harian penting untuk berbagai kebutuhan, seperti konstruksi pelabuhan, struktur pantai dan lepas pantai, budidaya di wilayah pesisir, navigasi, sistem peringatan dini banjir rob, serta pola pergerakan massa air dan lainnya. Oleh karena itu, pemantauan ketinggian air laut secara real-time sangat penting untuk menjaga kelestarian ekosistem mangrove di daerah pesisir. Penelitian ini akan mempertimbangkan beberapa batasan masalah salah satunya penggunaan sensor ultrasonic yang digunakan merupakan sensor jarak (Novelan et al., 2022) Untuk memperoleh informasi mengenai pasang surut air laut yang mudah diakses dan praktis bagi semua orang, penelitian ini membuat alat pemantauan ketinggian air laut berbasis mikrokontroler NodeMCU ESP32 dan sensor ultrasonik HC-SR04. Alat ini memungkinkan akses data melalui penyimpanan online. Dalam sistem pengukurannya, sensor ditempatkan dengan ketinggian 2 meter, menggunakan sensor HC-SR04 sebagai variabel kontrol. Nilai ketinggian air laut sebagai variabel respon. Beberapa penelitian sebelumnya menjadi acuan dalam perancangan dan implementasi sistem pemantauan ketinggian air laut ini. Penelitian menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dan Arduino Uno, mengirim notifikasi melalui SMS, dan menyimpan data dalam Micro SD card, namun data tidak dapat diakses secara real-time melalui internet (Dwi Agustin, 2022). Penelitian menggunakan sensor water level dan NodeMCU ESP8266 dengan pengiriman data melalui Telegram berupa informasi peringatan, tetapi tidak dapat menyimpan hasil pengukuran (Nanda et al., 2020). Selanjutnya, penelitian menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dan NodeMCU ESP8266 dengan pengiriman data melalui software ThingSpeak, namun tidak terdapat LCD sehingga pengamat tidak dapat melihat data masuk dan informasi peringatan secara langsung saat terjadi masalah (Dwi Agustin, 2022). Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat alat pemantauan ketinggian air laut berbasis NodeMCU ESP32 dan sensor HC-SR04 serta mengintegrasikan

sistem tersebut dengan platform IoT untuk pemantauan yang berkelanjutan. Informasi tersebut dapat digunakan sebagai input dalam penyusunan strategi pengelolaan dan konservasi mangrove yang lebih efektif untuk meningkatkan upaya konservasi mangrove di wilayah tersebut dan menjamin keberlanjutan ekosistem mangrove di masa depan (Wahyuni et al., 2024).

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian mengenai pemantauan pasang surut air laut telah berkembang seiring dengan kebutuhan untuk mengelola wilayah pesisir secara lebih efektif dan efisien. Pasang surut merupakan fenomena alam yang disebabkan oleh pengaruh gravitasi bulan dan matahari terhadap massa air di permukaan bumi. Pemahaman terhadap pola pasang surut sangat penting. Tinjauan ini juga mencakup studi tentang implementasi IoT pada sistem monitoring lingkungan dan relevansinya agar bisa dengan mudah dipahami.

a. Pasang Surut Air Laut.

Pasang surut adalah proses naik turunnya permukaan air laut secara hampir periodik karena gaya tarik menarik bumi dengan benda-benda angkasa, terutama bulan dan matahari. Pasang surut tidak hanya mempengaruhi lapisan di bagian permukaan saja, melainkan seluruh massa air dengan energi yang sangat besar (Pramudito et al., 2019). Pasang surut air laut dipengaruhi oleh gaya gravitasi matahari dan bulan terhadap bumi. Air laut akan mencapai ketinggian maksimum (pasang) dan ketinggian minimum (surut) pada selang waktu tertentu (Yushananta, 2023). Fluktuasi ketinggian air laut yang ekstrem sering memicu banjir rob di wilayah pesisir pantai. Oleh karena itu, diperlukan alat peringatan dini untuk mendeteksi peristiwa banjir rob.

b. Mikrokontroler NodeMCU ESP32.

NodeMCU ESP32 adalah mikrokontroler yang bertipe baru dari mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi dalam chip sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi Internet of Things (Artiyasa et al., 2021). Kelebihan dari perangkat ESP32 yaitu dapat running stand alone tanpa perlu dihubungkan pada mikrokontroler, dan dapat mengeksekusi program lebih cepat dibandingkan mikrokontroler 8 bit (Wagyana, 2019), pin out nya yang lebih banyak, pin analog lebih banyak, memori yang lebih besar, terdapat bluetooth 4.0 low energy (Muliadi et al., 2020)

c. Sensor Ultrasonik HC-SR04.

Sensor ini terdiri dari rangkaian pemancar atau transmitter dan penerima atau receiver. Prinsip kerja sensor ini yaitu transmitter akan menembakkan gelombang ultrasonik ke arah targetnya. Setelah gelombang ultrasonik menyentuh permukaan target, maka target akan memantulkan kembali gelombang tersebut, kemudian akan ditangkap oleh receiver. Setelah itu sensor menghitung selisih antara waktu pengiriman gelombang ultrasonik dan waktu pantulan yang diterima untuk menghitung jarak dari sensor ke objek. Sensor ultrasonik tipe HC-SR04 merupakan perangkat yang digunakan untuk mengukur jarak dari suatu objek. Jarak yang bisa ditangani yaitu berkisar antara 2 cm hingga 400 cm dengan tingkat presisi sebesar 0,3 cm. Sudut deteksi yang bisa ditangani yaitu tidak lebih dari 15°. Arus yang dibutuhkan tidak lebih dari 2 mA dan tegangan yang dibutuhkan

sebesar +5V serta jumlah pin adalah 4. Sensor ini terdiri dari rangkaian pemancar atau transmitter dan penerima atau receiver. Prinsip kerja sensor ini yaitu transmitter akan menembakkan gelombang ultrasonik ke arah targetnya. Setelah gelombang ultrasonik menyentuh permukaan target, maka target akan memantulkan kembali gelombang tersebut, kemudian akan ditangkap oleh receiver. Setelah itu sensor menghitung selisih antara waktu pengiriman gelombang ultrasonik dan waktu pantulan yang diterima (Satya et al., 2019)

d. Layar OLED (Organic Light-Emitting Diode) 0.96”.

Layar OLED 0.96" adalah graphic display berukuran 0.96 inci dengan resolusi 128x64 menggunakan teknologi OLED dan komunikasi serial I2C (hanya perlu 2 pin IO untuk koneksi ke Arduino atau NodeMCU). Berbeda dengan teknologi LCD, layar OLED dapat menghasilkan cahaya sendiri dari masing-masing pixelnya dan tidak membutuhkan tambahan backlight lagi, sehingga tampilan dari layar OLED terlihat lebih terang dan jernih. OLED membuat tampilan lebih jelas di banding LCD (Ratna, 2020)

e. Platform IoT ThingSpeak.

ThingSpeak merupakan platform IoT yang menyediakan layanan analisis real-time dan dapat diakses secara open source. Dengan menggunakan ThingSpeak, data sensor yang diukur oleh alat dapat dikirim ke server ThingSpeak melalui koneksi internet, dan dapat dipantau secara real-time melalui website atau aplikasi ThingSpeak. ThingSpeak adalah platform aplikasi dan API Internet of Things (IoT) open source untuk menyimpan dan menampilkan data hasil pengukuran pada web server, data sensor dapat dikirimkan dari Arduino, NodeMCU, Raspberry Pi dan perangkat keras lainnya. ThingSpeak memungkinkan pembuatan aplikasi perekaman sensor dengan pembaruan status, aplikasi pelacakan lokasi, dan konten jejaring sosial. Hasil pembacaan data sensor disimpan pada database ThingSpeak secara real-time yang dapat diakses melalui web serta smartphone yang telah terpasang aplikasi ThingView (Akbar et al., 2019)

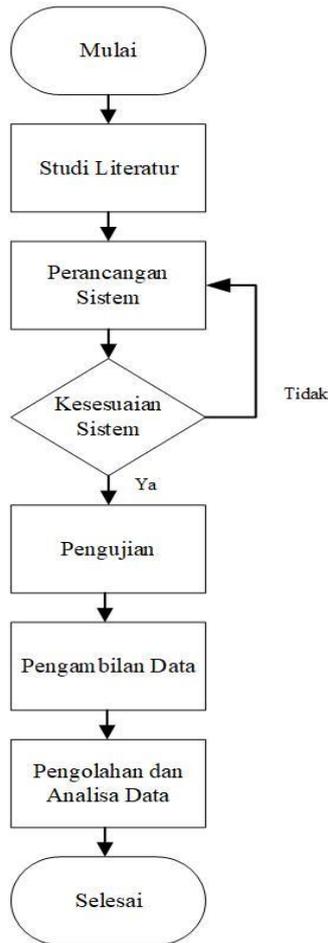
f. WhatsApp.

WhatsApp Messenger adalah aplikasi perpesanan instan melalui internet yang memungkinkan pengguna untuk saling berkomunikasi dan berbagi berbagai konten seperti file, teks, suara, video, serta lokasi. Keamanan yang dimiliki oleh aplikasi Whatsapp messenger menggunakan enkripsi end-to-end, dimana keseluruhan data pengguna Whatsapp messenger diberi keamanan agar hanya dapat dibaca oleh pengirim dan penerima pesan (Kurniawan et al., 2024). WhatsApp Messenger adalah salah satu aplikasi yang mendukung bot. Kehadiran bot dapat memudahkan penanganan aplikasi obrolan khusus dan menggantikan tugas moderasi dalam grup. Bot dapat dijalankan berdasarkan perintah yang dibuat melalui bahasa pemrograman, sehingga bot akan berjalan sesuai dengan perintah yang telah ditetapkan. Selain itu, aplikasi WhatsApp juga menyediakan fitur pengaturan privasi yang disebut "read receipts" di mana pengguna dapat memilih apakah pesan yang mereka kirim akan terlihat oleh penerima atau tidak.

METODE

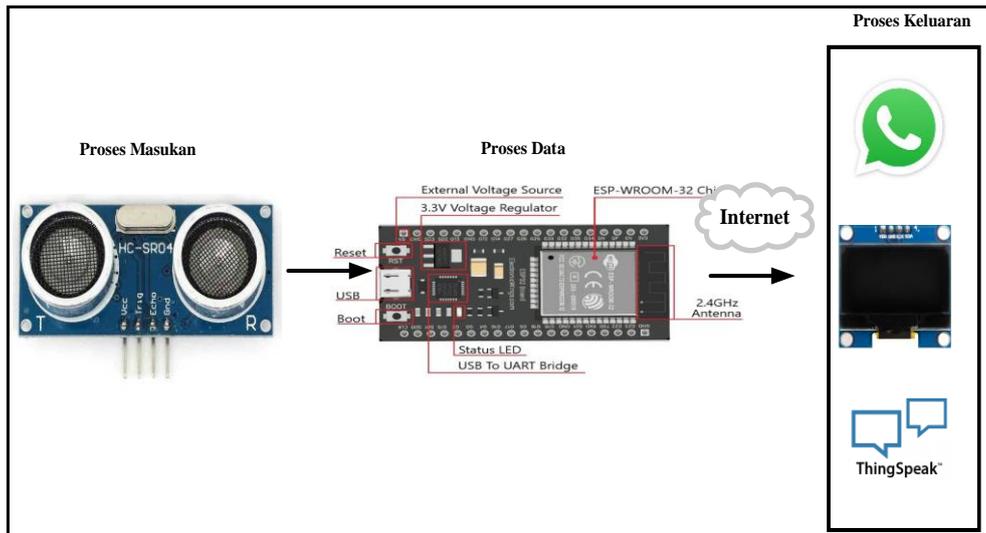
Studi ini dilakukan di Pantai Kurnia My Darling, yang terletak di Desa Kota Pari, Kabupaten Serdang Bedagai, Provinsi Sumatera Utara, dengan acuan tanaman bibit mangrove 130 cm

dari permukaan laut. Alat ditempatkan di tempat yang tidak terkena gelombang secara langsung secara tegak lurus. Alat yang dibuat didaerah penanaman bibit mangrove dengan posisi tegak lurus. Karena bulan purnama dan pasang tertinggi diperkirakan pada 19-21 Agustus 2024 dalam mengumpulkan data. Studi ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen. Alat yang diperlukan Mikrokontroler NodeMCU ESP32, sensor ultrasonik HC-SR04, OLED, laptop, meteran, dan baterai adalah beberapa alat yang digunakan. Aplikasi ThingSpeak dan WhatsApp berfungsi sebagai penyimpanan dan server data. Aplikasi WhatsApp berfungsi sebagai pemberitahuan peringatan langsung dan cepat dan ThingSpeak berfungsi sebagai server data untuk menyimpan data. WhatsApp dipilih sebagai platform komunikasi dalam penelitian ini karena kemudahannya diakses oleh masyarakat luas, termasuk di wilayah pesisir. Dengan fitur real-time untuk mengirim pesan teks, gambar, dan dokumen, WhatsApp memungkinkan sistem pemantauan berbasis IoT mengirimkan data pasang surut dan pemberitahuan secara otomatis melalui API (Application Programming Interface). Popularitasnya yang tinggi dan kemampuannya terintegrasi dengan sistem teknologi menjadikannya solusi praktis dan efisien untuk menyampaikan informasi. Penelitian ini menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai variabel kontrol dan ketinggian sensor dari bibit mangrove setinggi 130 cm. Data diambil setiap lima menit sekali selama dua hari sebagai variabel manipulasi. Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap penelitian, yaitu mencari literatur, membuat sistem, pengujian, pengumpulan data, dan kemudian mengolah dan menganalisis data. Pada tahap ini, peneliti akan melakukan analisis data untuk mengetahui tren perubahan ketinggian air laut selama periode pengamatan. Data akan diolah dan diinterpretasikan untuk memperoleh kesimpulan mengenai perubahan ketinggian air laut di lokasi penelitian.



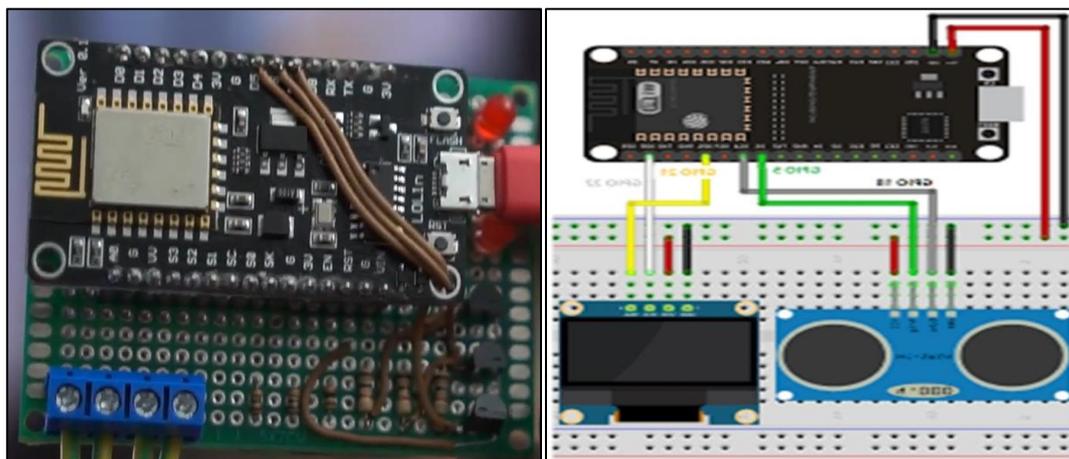
Gambar. 1 Tahapan Penelitian

Pada perancangan perangkat keras dilakukan pengaturan tata letak dari semua komponen dan modul. NodeMCU ESP32 menjadi pusat pemrosesan informasi dari sensor ultrasonik HC-SR04 dan diolah menjadi informasi agar dapat dikirim ke ThingSpeak sebagai media penyimpan data sensor, OLED yang menampilkan nilai ketinggian air laut dan WhatsApp sebagai media penyampaian peringatan dini. Perancangan dan implementasi pemrograman di NodeMCU ESP32 menggunakan bahasa C++ pada Arduino IDE. Adapun diagram blok proses kerja hardware dan software sistem pemantauan pasang surut air laut dibawah ini.



Gambar. 2 Diagram Blok

Sumber : Peneliti 2024

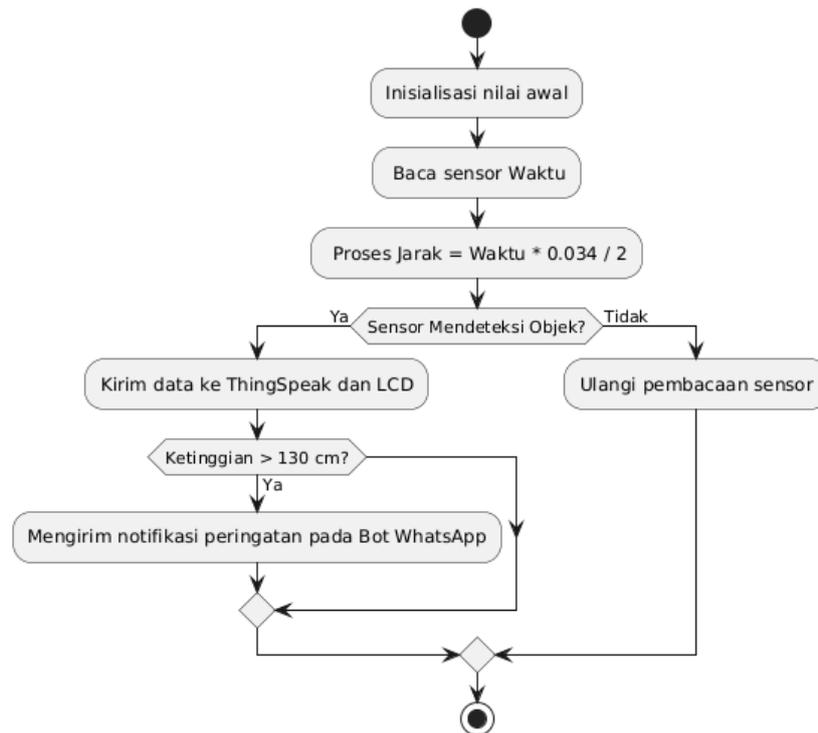


Gambar. 3 Rangkaian Alat

Sumber : Peneliti 2024

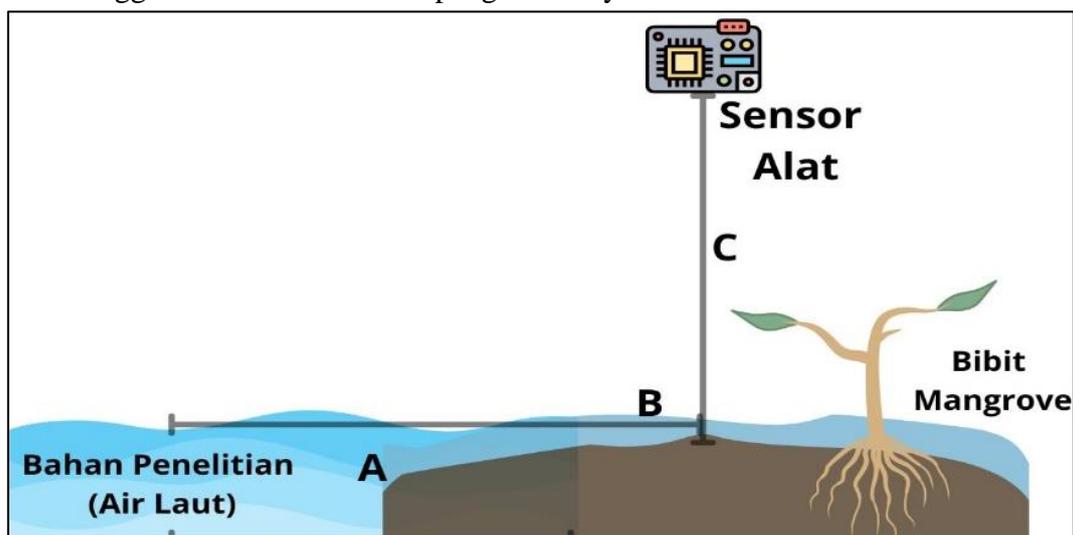
Setelah membuat rangkaian alat, langkah berikutnya adalah merancang program pada perangkat lunak dengan menggunakan aplikasi Arduino IDE. Selanjutnya, program akan diterapkan pada desain alat ukur dan pengiriman data ketinggian air laut yang disimpan pada mikrokontroler NodeMCU ESP32. Selanjutnya, melakukan pemrograman yang menghubungkan sistem perangkat keras, atau hardware, dengan perancangan sistem program. Ini termasuk mengintegrasikan kode channel ID dan Key API ke aplikasi WhatsApp yang diunggah ke dalam IDE pemrograman Arduino untuk memonitor aplikasi.

Untuk memulai program, Anda memanggil pustaka untuk mikrokontroler NodeMCU ESP32, sensor ultrasonik HC-SR04, OLED, konstanta, dan isi variabel. Fungsi pengulangan (loop) membaca data sensor, mengubahnya menjadi variabel string, menampilkannya ke OLED, mengirimkannya ke ThingSpeak, dan mengirimkan peringatan WhatsApp. Diagram alir perancangan sistem software dan hardware ditunjukkan di bawah ini.

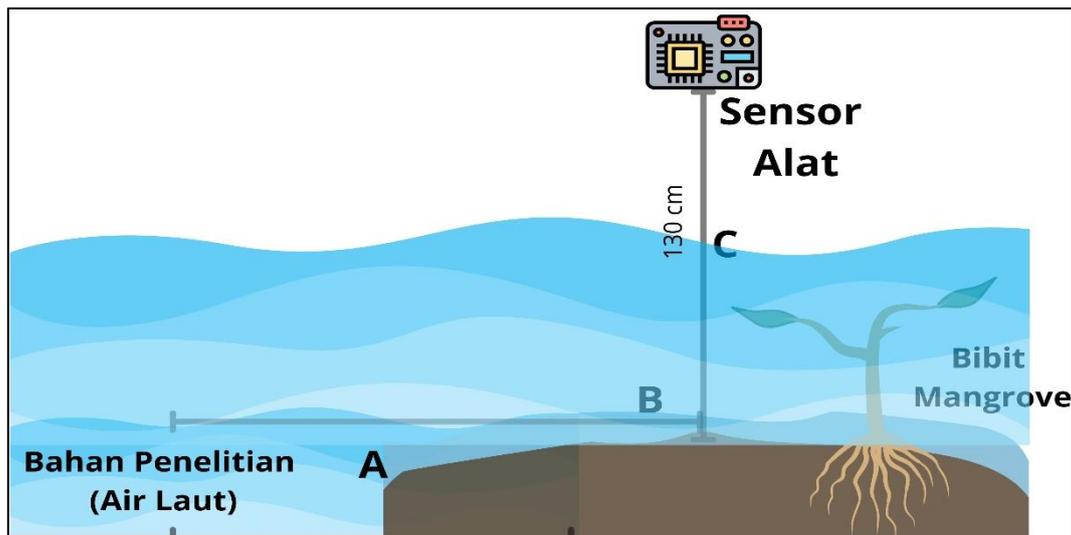


Gambar. 4 Diagram Alir Perancangan Sistem Software

Diagram alir sistem perancangan sistem software ditunjukkan pada Gambar 4. Alat ini hanya dapat berfungsi ketika terhubung ke internet. Jika koneksi internet terputus, alat akan berhenti bekerja, dan jika terputus selama lebih dari dua menit, alat akan otomatis mereset. Sensor akan mulai mengukur ketinggian air laut setelah alat terhubung ke internet dan sumber daya. Setelah itu, hasil pembacaan akan ditampilkan pada OLED dan dikirim ke ThingSpeak dan WhatsApp user. Dengan demikian, data ketinggian air laut akan ditampilkan pada ThingSpeak pengguna dalam bentuk tabel dan grafik, dan WhatsApp pengguna akan menerima peringatan apabila melewati ambang batas 130 cm. Gambar 5 menunjukkan lokasi detektor ketinggian air laut dan rumus pengukurannya.



Gambar. 5. Lokasi Alat Monitoring Ketika Surut



Gambar. 6 Lokasi Alat Monitoring Ketika Pasang

Rumus pengukuran yaitu $(A) = B - C$

Keterangan:

A = Perubahan ketinggian air laut (cm)

B = Jarak dari titik LWL (Low Water Level) atau muka air laut surut terendah ke sensor

C = Jarak yang terukur oleh sensor (cm)

Hasil pembacaan sensor dengan batasan 130 cm akan menghasilkan nilai akurasi, yang kemudian memperhitungkan akurasi alat dan eror rata-rata, dan kemudian menghasilkan nilai yang dianggap benar dari catatan manual. Perhitungan akurasi dilakukan untuk menentukan ketelitian alat ukur konvensional. Alat yang dibuat dapat digunakan jika perbedaan masih dalam batas toleransi dan sesuai dengan karakteristik ketelitian sensor ultrasonik yang digunakan.

Pengujian dilakukan di lapangan setelah menghasilkan nilai pembacaan yang akurat. Pengujian dilakukan di Pantai Kurnia My Darling. Pengujian dilakukan selama 3 hari, tepatnya dari tanggal 19 hingga 21 Agustus 2024. Pengujian dilakukan dengan memasang perangkat di wilayah bibit mangrove disekitar Pantai Kurnia My Darling. Ketinggian air laut dicatat setiap tiga menit sekali. Diawasi secara keseluruhan kinerja peralatan selama proses pengujian, termasuk ketahanan baterai yang digunakan, tampilan OLED, dan hasil yang dikirim melalui ThingSpeak dan WhatsApp. Data yang dihasilkan oleh alat ini terdiri dari ketinggian air laut dengan satuan centimeter dari permukaan air laut terendah. Data ini ditampilkan secara kuantitatif setiap lima menit sekali selama dua hari pasang dan dua hari surut. Selain itu, peringatan akan muncul di aplikasi WhatsApp jika ketinggian air melebihi ambang batas 130 cm. Setelah data diolah, hasilnya dianalisis agar dapat diambil kesimpulan dari penelitian ini.

HASIL

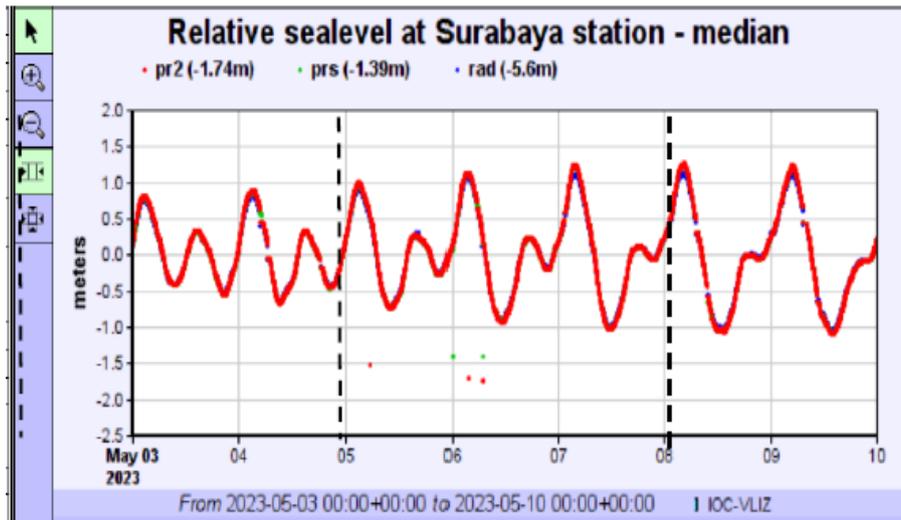
Pada pengujian alat pertama dilakukan mulai pada tanggal 19 Agustus 2024 WIB hingga 21 Agustus. Pada gambar dibawah merupakan data yang telah terekam pada pengujian dengan ketinggian air laut minimum sebesar -67 cm pada tanggal 19 Agustus pukul 19.00-20.00 WIB

serta ketinggian air laut maksimum sebesar 140 cm pada tanggal 21 Agustus 2024 pukul 11.00



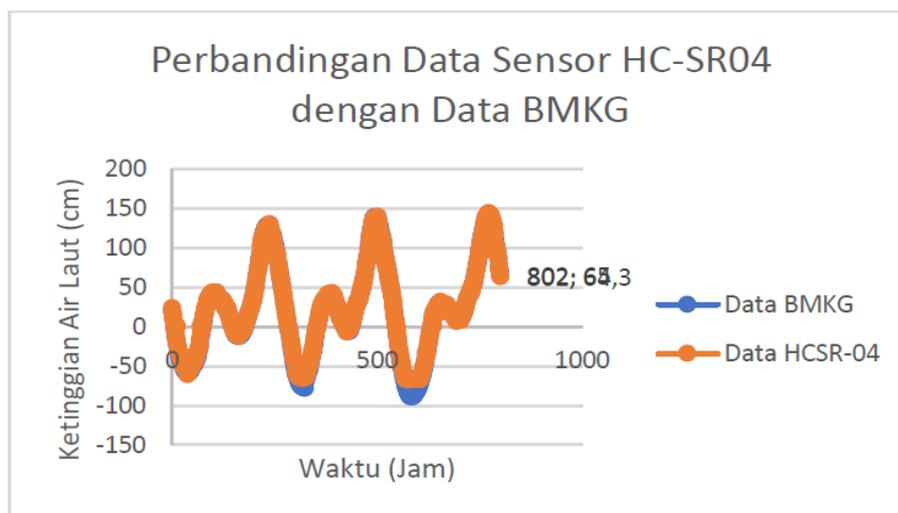
Gambar. 7 Grafik Data Tanggal 19 – 22 Ags

Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kinerja sensor HC-SR04 adalah perubahan cuaca. Menurut data cuaca dari bmkg.go.id, pada tanggal 19-21 Agustus 2024 jam 16.00-21.00 WIB, suhu udara pada daerah Pantai Kurnia My Darling berada pada rentang 27,2-26,4°C dengan nilai kelembaban udara pada rentang 87-94%. Suhu pada sistem berakibat terhadap cepat atau lambatnya gelombang bunyi yang merambat di udara (F. F. Haryani, 2016). Oleh karena itu, perubahan pada tingkat kekuatan sinyal yang dikirim dan diterima sensor dapat mempengaruhi ketepatan pengukuran jarak. Kelembaban juga mempengaruhi kinerja sensor HC-SR04. Perubahan kelembaban lebih berpengaruh pada kinerja sensor ultrasonik. Keakuratan sensor akan menurun apabila kondisi kelembaban tinggi yaitu lebih dari 90% (Luomala & Hakala, 2015). Nilai rata-rata kesalahan yang tinggi juga disebabkan oleh tidak teruploadnya data dari alat instrumen pemantauan ketinggian air laut berbasis IoT dengan baik, yang berarti terdapat beberapa data yang hilang dalam penelitian menggunakan sensor HC-SR04. Selain faktor alam, gangguan jaringan internet turut memengaruhi kinerja alat pemantau ketinggian air laut berbasis IoT. Lokasi penempatan alat yang memiliki koneksi internet atau data yang tidak stabil menyebabkan data tidak dapat diunggah secara berkelanjutan. Koneksi internet berbasis jaringan GSM di daerah tersebut masih sulit atau sering down. Ini dapat menyebabkan degradasi kualitas jaringan atau bahkan kegagalan koneksi. Hasil dari penelitian sejenis berjudul *Alat Monitoring Ketinggian Air Laut Berbasis IOT dengan Nodemcu ESP32 DAN HC-SR04* (Estu et al., 2023) mengatakan bahwa Pada pengujian alat pertama dilakukan mulai pada tanggal 5 Mei 2023 pukul 14.00 WIB hingga 8 Mei 2023 pukul 13.00 WIB. Gambar 8 merupakan grafik data pasang surut air laut berdasarkan alat monitoring BMKG serta gambar merupakan field grafik data pengamatan yang sudah terkirim melalui web Thingspeak.



Gambar. 8 Grafik Data BMKG Tanggal 5-8 Mei 2023

Data yang telah terekam pada pengujian tanggal 5-8 Mei 2023 dengan ketinggian air laut minimum sebesar -67 cm pada tanggal 7 Mei 2023 pukul 19.00-20.00 WIB serta ketinggian air laut maksimum sebesar 140 cm pada tanggal 8 Mei 2023 pukul 11.00. Grafik perbandingan antara data ketinggian air laut menggunakan sensor HC-SR04 dengan data BMKG Maritim Tanjung Perak Surabaya ditunjukkan pada Gambar 9



Gambar. 9 Grafik Perbandingan Data Monitoring Ketinggian Air Laut 5-8 Mei 2023 BMKG dengan Data Sensor HC-SR04

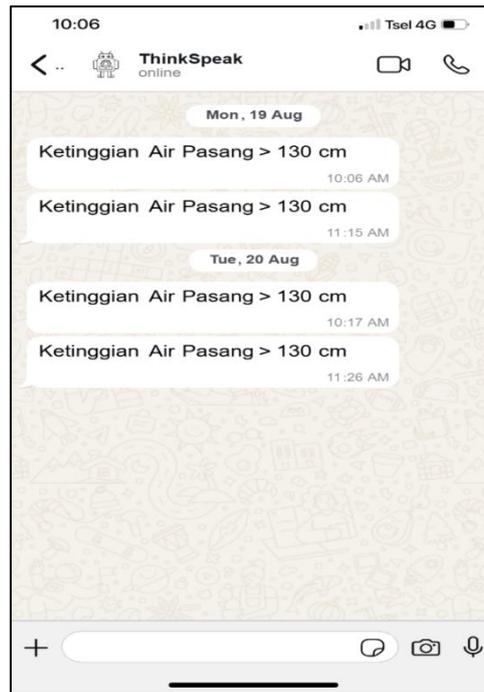
Berdasarkan grafik perbandingan data menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dengan BMKG terlihat bahwa bentuk gelombang ketinggian air laut telah memiliki bentuk yang hampir sama meskipun terdapat beberapa data yang memiliki perbedaan atau selisih nilai yang cukup jauh.

Sensor HC-SR04 bekerja dengan prinsip pemantulan gelombang, namun terkadang pantulan gelombang yang dihasilkan tersebut kurang sesuai, sehingga menyebabkan hasil pengukuran yang kurang maksimal, maka saat pemasangan sensor harus diperhatikan letak posisi sensor agar pantulan gelombang yang dihasilkan akurat (Yakob et al., 2019). Untuk mendeteksi

keberadaan suatu objek, gelombang ultrasonik dipantulkan pada objek. Karena sifat material suatu bahan memiliki tingkat pantulan gelombang ultrasonic yang berbeda, sehingga pantulan yang diperoleh akan menghasilkan jumlah pulsa yang diterima oleh sensor berbeda pula (F. F. Haryani, 2016). Nilai kesalahan ini dapat dipahami karena pengujian dilakukan di lapangan sehingga terdapat faktor alam yang dapat mengganggu seperti ombak atau gelombang air serta adanya sampah rumah tangga yang melewati dan mengenai sensor.

Selain itu, penggunaan breadboard untuk sirkuit elektronik memiliki beberapa keterbatasan, seperti sifat rangkaian yang tidak permanen, sehingga memungkinkan adanya rangkaian yang tidak terhubung dengan baik. Penggunaan terlalu banyak kabel jumper juga dapat memengaruhi pembacaan karena kabel jumper memiliki resistansi pada materialnya. Selanjutnya, kesalahan pada rangkaian elektronik disebabkan oleh radiasi elektromagnetik dari elemen sirkuit lain yang berdekatan, kabel catu daya, koneksi yang longgar, dan lain sebagainya. Oleh karena itu, disarankan untuk merakit rangkaian elektronik menggunakan PCB. Rangkaian dirakit langsung pada PCB untuk mengurangi kesalahan yang dihasilkan saat menggunakan breadboard. PCB memiliki kemampuan yang jauh lebih baik dalam mendukung aliran arus dibandingkan dengan breadboard. Hal ini dikarenakan jalur pada PCB yang lebih lebar sehingga dapat mengalirkan arus lebih banyak. Di sisi lain, breadboard hanya dapat menyalurkan kapasitas arus yang lebih sedikit ke sirkuit karena komponen-komponennya dihubungkan menggunakan kabel jumper. PCB mampu mendukung dan menghubungkan sirkuit secara mekanis serta elektrik, sementara breadboard hanya mendukung secara mekanik (Yahya & Ihlas, 2020).

Rancangan alat pemantauan ketinggian air laut berbasis IoT yang telah dikembangkan juga dilengkapi pemberitahuan. Ketika ketinggian air laut melebihi 130 cm, alat ini akan secara otomatis mengirimkan notifikasi pemberitahuan melalui WhatsApp seperti yang terlihat pada gambar 8. Sensor dalam alat ini dapat mendeteksi perubahan ketinggian air laut, sehingga memberikan peringatan bahwa tinggi air sudah melewati tinggi bibit mangrove. Dengan demikian, tindakan preventif dapat segera dilakukan dengan menanam bibit mangrove yang lebih tinggi. Keberadaan alat ini dapat sedikit membantu dalam mengantisipasi perubahan ketinggian air laut.



Gambar. 10 Pemberitahuan pada Whatsapp

Data yang diperoleh melalui jaringan internet sering mengalami keterlambatan pengiriman. Hal ini disebabkan oleh ketergantungan pada jaringan internet via GSM yang tidak cukup kuat, sehingga ada data yang terlambat terekam. Untuk memastikan alat ukur dapat mengukur ketinggian air laut dan mengirimkan data secara tepat waktu, perlu dipastikan koneksi internet dalam kondisi stabil sehingga tidak ada hambatan dalam pengiriman data.

Sistem Pemantauan Pasang Surut Air Laut Berbasis Internet Of Things di Pantai Kurnia My Darling dengan menggunakan NodeMCU ESP32 dan sensor HC-SR04 berhasil dibuat dan dapat berfungsi dengan baik, dan data yang diperoleh dikirimkan melalui jaringan internet ke website ThingSpeak dengan pemberitahuan ke Whatsapp. Dalam percobaan ini alat digunakan untuk mengukur ketinggian air dalam rentang diatas 130 cm. Agar alat dapat mengukur ketinggian dan mengirim data secara real time dengan baik koneksi internet harus dipastikan dalam kondisi yang stabil. Terpantaunya tinggi pasang surut air laut berkaitan dengan penanaman bibit mangrove yang sengaja dibuat untuk kelestarian wilayah Pantai Kurnia My Darling di Desa Kota Pari. Kedepannya kelestarian mangrove bisa digunakan untuk wisata di desa tersebut tidak hanya untuk pelestarian lingkungan hidup saja (Rizal et al., 2024). Sehingga dalam skala besar meningkatkan jumlah pengunjung ke Desa Kota Pari (Ritonga et al., 2022)

SIMPULAN

Alat ini dirancang untuk Sistem Pemantauan Pasang Surut Air Laut Berbasis Internet Of Things di Pantai Kurnia My Darling yang terhubung ke website ThingSpeak. Sistem ini mampu mengirimkan pemberitahuan apabila ketinggian air laut melebihi 130 cm melalui aplikasi WhatsApp. Selain itu, sistem ini juga dapat bekerja secara berkelanjutan dan dapat terhubung ke berbagai perangkat elektronik seperti komputer, laptop, maupun smartphone, sehingga membuatnya lebih praktis dan mudah digunakan. Komponen utama sistem

pemantauan pasang surut air laut ini antara lain sensor air untuk mengukur tinggi permukaan air, modul komunikasi NodeMCU untuk mengirimkan data ke server, serta sistem pemberitahuan yang akan memberikan tanda apabila ketinggian air sudah melebihi level yang ditentukan.

Hasil pengujian alat pemantau tinggi air laut selama 72 jam menunjukkan bentuk gelombang ketinggian air yang hampir serupa, meskipun terdapat beberapa data dengan perbedaan nilai yang cukup signifikan. Hal ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti pengaruh cuaca, jaringan internet, penggunaan breadboard, posisi sensor, serta kemungkinan adanya ombak atau gelombang air yang melebihi rentang pengukuran dan benda-benda seperti limbah rumah tangga yang mengenai sensor.

Kedepannya diharapkan sistem pemantauan pasang surut berbasis IoT akan diperluas cakupannya ke wilayah pesisir lain di sekitar Pantai Kurnia My Darling untuk memberikan manfaat yang lebih luas. Upgrade perangkat ke spesifikasi yang lebih baik seperti sensor ataupun baterai dan juga pengembangan teknologi prediktif berbasis kecerdasan buatan (AI) juga direncanakan untuk menghasilkan proyeksi pola pasang surut yang lebih akurat, mendukung aktivitas maritim dan mitigasi bencana. Selain itu, akan dilakukan kolaborasi dengan pemerintah, institusi pendidikan, dan organisasi lokal untuk mengedukasi masyarakat tentang pentingnya sistem ini. Pelatihan pemanfaatan data pasang surut dan pengembangan fitur tambahan seperti integrasi peta interaktif, multiplatform, dan parameter lingkungan lainnya juga direncanakan agar sistem menjadi lebih bermanfaat dan mudah diakses oleh berbagai kalangan.

BATASAN

Terdapat beberapa keterbatasan dalam pelaksanaan penelitian ini, yaitu terbatasnya sumber daya yang tersedia, seperti kapasitas perangkat dan peralatan, sehingga durasi pengamatan menjadi terbatas. Selain itu, koneksi internet yang buruk juga menghambat proses pengamatan, menyebabkan data sering tidak dapat diunggah secara efektif. Selanjutnya, penggunaan breadboard untuk merangkai instrumen juga berdampak pada kinerja alat pemantauan ketinggian air laut, karena keterbatasan stabilitas dan keandalan rangkaian

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, S. A., Kalbuadi, D. B., & Yudhana, A. (2019). Online Monitoring Kualitas Air Waduk Berbasis Thingspeak. *Transmisi*, 21(4), 109–115. <https://doi.org/10.14710/transmisi.21.4.109-115>
- Amir, A., Marwanto, A., & Nugroho, D. (2018). Rancang Bangun Purwarupa Alat Monitoring Dan Kontrol Beban Satu Fasa Berbasis Iot (Internet of Things). *Transmisi*, 20(1), 29. <https://doi.org/10.14710/transmisi.20.1.29-33>
- Arifin, A., & Rizal, M. (2023). Implementasi Sistem Otomatisasi Perawatan Tanaman indoor berbasis Internet of Things (IoT). *Remik*, 7, 935–945. <https://doi.org/10.33395/remik.v7i2.12277>
- Artiyasa, M., Nita Rostini, A., Edwinanto, & Anggy Pradifta Junfithrana. (2021). Aplikasi Smart Home Node Mcu Iot Untuk Blynk. *Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra*, 7(1), 1–7. <https://doi.org/10.52005/rekayasa.v7i1.59>

- Dwi Agustin, R. (2022). Rancang Bangun Alat Monitoring Pasang Surut Air Laut Berbasis IoT dengan NodeMCU ESP8266 dan HC-SR04. *Jurnal Ilmu Dan Inovasi Fisika*, 6(2), 147–157. <https://doi.org/10.24198/jiif.v6i2.40345>
- Erika, W., Firmansyah, A. R., & Sukri, M. R. (2024). Design and Building of an Automated Lighting Control System for Rooms Based on Internet of Things (IoT). *Journal of Information Technology, Computer Science and Electrical Engineering*, 1(3), 96–99.
- Estu, D. S., Yantidewi, M., Rusdi, B. M., Adikuasa, M. B., & Khoiro, M. (2023). Alat Monitoring Ketinggian Air Laut Berbasis IOT dengan Nodemcu ESP32 DAN HC-SR04 IOT-Based Sea Water Level Monitoring Tool with Nodemcu ESP32 and HC-SR04. *Jurna Kolaboratif Sains*, 6(7), 585–597. <https://jurnal.unismuhpalu.ac.id/index.php/JKS>
- F. F. Haryani, R. L. dan Y. A. R. (2016). Pengaruh Suhu Terhadap Tingkat Akurasi Sensor Ultrasonik Ping Parallax. In *Tesis S2. Institut Teknologi Bandung*. <https://ifory.id/abstract/xv3yYKh284Pc>
- Kurniawan, K., Sa'diyah, R., Ichsan, I. Z., Hermawati, F. M., Pertiwi, S., & Marhento, G. (2024). PENGGUNAAN WHATSAPP DALAM SARANA MEDIA PEMBELAJARAN ABAD 21 PADA MAHASISWA. *Bestari: Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 5(2), 246–251.
- Luomala, J., & Hakala, I. (2015). *Effects of Temperature and Humidity on Radio Signal Strength in Outdoor Wireless Sensor Networks*. <https://doi.org/10.15439/2015F241>
- Muliadi, M., Imran, A., & Rasul, M. (2020). Pengembangan tempat sampah pintar menggunakan ESP32. *Jurnal Media Elektrik*, 17(2), 73–79.
- Nanda, N., Akram, R., & Fitria, L. (2020). Internet-Based Flood Detection System (Iot) and Telegram Messenger Using Mcu Node and Water Level Sensor. *JOURNAL OF INFORMATICS AND TELECOMMUNICATION ENGINEERING*, 4, 230–235. <https://doi.org/10.31289/jite.v4i1.3892>
- Novelan, M. S., Hardinata, R. S., & Dwi, R. P. N. (2022). Perancangan Sistem Deteksi Banjir Menggunakan Sensor Ultrasonik Dan Nodemcu. *Prosiding Seminar Nasional Sosial, Humaniora, Dan Teknologi*, 32–38.
- Pramudito, E., Wijaya, D. D., & K, E. S. (2019). Komparasi Komponen Pasut Utama Hasil Pengolahan Data Satelit Altimetri dengan Data Stasiun Pasang Surut (Studi Kasus Perairan Serang Banten). *Jurnal Hidropilar*, 5(2), 57–69. <https://doi.org/10.37875/hidropilar.v5i2.161>
- Ratna, S. (2020). Sistem monitoring kesehatan berbasis internet of things (IoT). *Al Ulum: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 5(2), 83–87.
- Ritonga, H. M., Indrawan, M. I., & Sari, D. S. (2022). A SEM Analysis Of Visitors' Interest In Pari City Village Tourism, Pantai Cermin District, Serdang Bedagai Region. *Journal of Community Research and Service*, 6(2), 126.
- Rizal, C., Fachri, B., & Harahap, R. R. (2024). Kota Pari Kecamatan Serdang Bedagai Berbasis Web. 3(1), 296–300.
- Satya, T. P., Al Fauzan, M. R., & Admoko, E. M. D. (2019). Sensor ultrasonik HCSR04 berbasis arduino due untuk sistem monitoring ketinggian. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 15(2), 36–39.

- Wagya, A. (2019). Prototipe Modul Praktik untuk Pengembangan Aplikasi Internet of Things (IoT). *Setrum : Sistem Kendali-Tenaga-Elektronika-Telekomunikasi-Komputer*, 8, 238. <https://doi.org/10.36055/setrum.v8i2.6561>
- Wahyuni, S., Khaliq, A., Amrul, H. M. Z. N., & Akbar, A. (2024). Innovation Of The Sipemang Application Using Qr Code For Monitoring And Preserving Mangrove Ecosystems In Pari City Village. *Journal of Information Technology, Computer Science and Electrical Engineering*, 1(3), 172–180.
- Yahya, N., & Ihlas, A. (2020). Pemantau Tegangan Baterai Ion Litium dalam Rangkaian Empat Seri pada Aplikasi Penyimpan Energi Berdaya Tinggi. *Seminar Nasional Teknik Kimia" Kejuangan"*, 2.
- Yakob, M., Sagita, N., & Putra, R. A. (2019). Rancang bangun alat pendeteksi ketinggian permukaan air berbasis mikrokontroler arduino uno. *JURUTERA-Jurnal Umum Teknik Terapan*, 6(01), 10–13.
- Yushananta, P. (2023). Very Low-Cost, Internet of Things (IoT) Air Quality Monitoring Platform. *Jurnal Aisyah : Jurnal Ilmu Kesehatan*, 8. <https://doi.org/10.30604/jika.v8i2.1919>