

Sistem *Monitoring* Ketinggian Ombak Air Laut Secara *Real-Time* Berbasis IoT

¹Dedi Apriadi,²Toibah Umi Kalsum,³Hendri Alamsyah

¹Mahasiswa Program Studi Rekayasa Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Dehasen Bengkulu e-Mail :

dediapriadi061@gmail.com

^{2,3}Dosen Program Studi Rekayasa Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Dehasen Bengkulu

e-Mail : cicik.umie@gmail.com, hendri.alamsyah@unived.ac.id

Kampus I: Jl Meranti Raya No.32 Sawah Lebar Kota Bengkulu 38228 Telp. (0736) 22027, Fax. (0736) 341139;

(Received: Mei 2023, Revised : Agustus 2023, Accepted : Oktober 2023)

ABSTRACT: Indonesia is an archipelagic country where most of its territory is water, so all activities carried out in water, especially the sea, are an important part of the life of the Indonesian people. The height of the sea waves is a phenomenon that greatly affects the efficiency and safety of people when they are in sea waters. The process of obtaining sea wave height data requires an appropriate system. So this study designed a prototype system for monitoring the height of sea waves in real-time based on IoT. The method used is the waterfall, where the ultrasonic sensor will be connected to the ESP-8266 nodemcu so that real-time sea wave height data is obtained through the user interface on the Thinger IO Platform. In addition, the system uses red, yellow, and green LEDs as indicators of the height of the water waves. These results indicate that the application of real-time IoT-based sea wave height systems has good capabilities. This is indicated by the user being able to see real-time monitoring data on sea wave height based on IoT with the display of numbers, graphs, and LED indicator lights. For the seawater level scale used in the system, the LED indicator lights in red are 0-10 cm, yellow are 11-20 cm, and green are 21-30 cm.

Keywords: Prototype, Monitoring, Nodemcu ESP-8266, Ultrasonic Sensor, LED

Intisari : Indonesia adalah negara kepulauan yang sebagian besar wilayahnya merupakan perairan, sehingga seluruh kegiatan yang dilakukan di perairan khususnya laut menjadi bagian terpenting bagi kehidupan masyarakat Indonesia. Ketinggian gelombang laut menjadi fenomena yang sangat mempengaruhi efisiensi dan keselamatan masyarakat ketika berada di perairan laut. Proses perolehan data ketinggian gelombang laut tersebut memerlukan sebuah sistem yang tepat guna. Maka pada penelitian ini didesain sebuah prototype sistem monitoring ketinggian ombak air laut secara realtime Berbasis IoT. Metode yang digunakan adalah water fall, di mana sensor ultrasonik akan terhubung dengan nodemcu ESP-8266 sehingga diperoleh data ketinggian ombak air laut secara realtime melalui user interface pada Platform Thinger IO. Selain itu pada sistem digunakan LED dengan warna merah, kuning, dan hijau sebagai indikator ketinggian gelombang air. Hasil ini menunjukkan bahwa penerapan sistem ketinggian ombak air laut secara realtime Berbasis IoT telah memiliki kemampuan yang baik. Hal ini ditandai dari pengguna

telah dapat melihat data monitoring ketinggian ombak air laut secara realtime Berbasis IoT dengan tampilan angka, grafik dan lampu indikator LED. Untuk skala ketinggian air laut yang digunakan pada sistem pada lampu indikator LED dengan warna merah adalah 0 – 10 cm, warna kuning 11- 20 cm, dan warna hijau 21- 30 cm.

Kata Kunci: Prototype, Monitoring, Nodemcu ESP-8266, Sensor Ultrasonik, LED

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang sebagian besar wilayahnya merupakan perairan, maka segala aktivitas yang dilakukan di laut menjadi bagian terpenting bagi kehidupan masyarakat Indonesia. Fenomena laut yang sangat mempengaruhi efisiensi dan keselamatan di laut adalah gelombang. Untuk mendapatkan data gelombang dari berbagai sumber akan memerlukan alat yang memadai dalam memperoleh datanya.

Gelombang merupakan gerak ayun (*Oscillatory Movement*) akibat dari tiupan angin. Gelombang laut juga memiliki dimensi berupa periode gelombang, panjang gelombang, tinggi gelombang serta cepat rambat gelombang. Gelombang laut merupakan fenomena penaikan dan juga penurunan air dengan secara periodik yang dapat ditemukan diseluruh lautan. Adapun pengukuran yang dilakukan Dinas Kelautan dan Perikanan merupakan instansi yang bertugas melakukan pengukuran tinggi gelombang laut masih menggunakan pengukuran secara manual dengan pengukuran mistar, yaitu mistar APTG merupakan alat pencatat data dinamika tinggi muka air laut dan suhu permukaan air laut secara berkelanjutan masih memiliki keterbatasan dari tenaga pengukur itu sendiri. Selain itu data yang diperoleh memiliki tingkat akurasi yang rendah. Apabila pencatatan tinggi gelombang dilakukan secara terus menerus selama selang waktu tertentu secara manual, maka bukan suatu pekerjaan

yang mudah dan akan memiliki kesalahan dalam pengukuran tinggi gelombang.

Adapun penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh (Satria gunawan, 2020) mengenai *monitoring* ketinggian gelombang laut berbasis sensor inersial *measurement* unit merupakan perangkat yang dibangun menggunakan menggunakan module Arduino 101 sebagai perangkat pemrosesan raw data sensor IMU dan mengirimkan ke stasiun pemantau secara wireless menggunakan perangkat telemetri LoRa. Data yang dibaca dan dikirimkan ke pusat *monitoring* berupa data percepatan dari sensor *accelero* dan dan perubahan sudut dari sensor *Gyroscope*.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh (Amdani, 2019) mengenai rancang bangun alat ukur tinggi gelombang air laut berbasis mikrokontroler Arduino Uno. Rancang bangun alat ukur tinggi gelombang air laut tersebut menggunakan Arduino Uno jenis ATmega 328 dan wave tank. Sistem ini berfungsi sebagai alat digital sederhana berbasis Mikrokontroler yang dapat mengukur tinggi gelombang laut secara real time dengan sistem penyimpanan data *offline*. Secara keseluruhan alat ukur tinggi gelombang telah dapat beroperasi dengan baik dan menyimpan data secara *offline*, data yang terbaca tidak stabil dipengaruhi oleh permukaan air yang bergerak atau gelombang selalu berbeda pada setiap percobaan.

Dari beberapa penelitian yang telah dipaparkan, bahwasanya penelitian sebelumnya merupakan alat yang berbasis mikrokontroler Arduino, data yang dihasilkan hanya dapat diakses secara *offline*. Sehingga diperlukan adanya pengembangan yang bisa mengontrol alat dari jarak jauh, salah satu contohnya adalah sistem yang berbasis *Internet of Things* (IoT). Maka pada penelitian ini peneliti akan menggunakan sistem IoT dalam *monitoring* ketinggian ombak air laut secara *real-time* berbasis IoT, sehingga dapat menjalankan atau mengontrol alat dari jarak jauh dan memberikan informasi data secara *real time*. Sistem juga akan dilengkapi dengan lampu LED warna merah, kuning dan hijau. Lampu LED warna merah, kuning dan hijau tersebut akan digunakan sebagai indikator level ketinggian air laut. Selanjutnya data ketinggian ombak air laut dapat *dimonitoring* melalui platform Thingier IO.

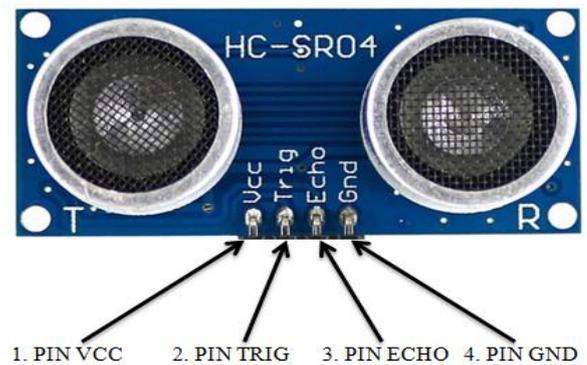
II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Modul Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah perangkat elektronika yang kemampuannya bisa mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk gelombang suara ultrasonik. Sensor ini terdiri dari rangkaian pemancar ultrasonik yang dinamakan *transmitter* dan penerima ultrasonik yang disebut *receiver*. (Arta, 2019)

Sensor ultrasonik merupakan sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (gelombang elektromagnet) menjadi listrik. Gelombang sensor ultrasonik dibangkitkan melalui benda yang disebut dengan *piezoelektrik*. *Piezoelektrik* ini akan menghasilkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40kHz ketika sebuah *osilator* diterapkan pada benda tersebut. (Tryiran, 2020)

Maka berdasarkan menurut 2 kutipan di atas pengertian sensor ultrasonik dapat di simpulkan adalah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (gelombang elektromagnet) menjadi besaran listrik.

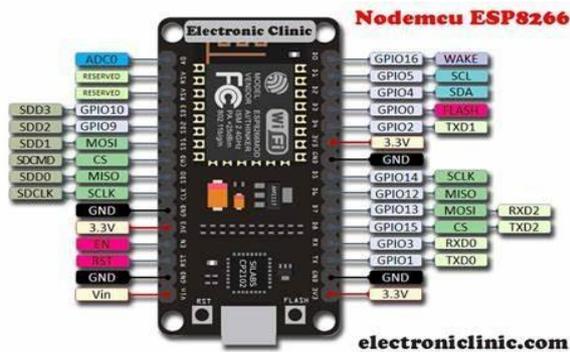


Gambar 1. Sensor Ultrasonik

B. Modul ESP8266

NodeMCU ESP8266 merupakan modul turunan pengembangan dari modul platform IoT (*Internet of Things*) keluarga ESP8266 tipe ESP-12. Secara fungsi modul ini hampir menyerupai dengan platform modul Arduino, tetapi yang membedakan yaitu dikhususkan untuk "*Connected to Internet*". (Nurul, 2020)

Modul ini membutuhkan daya sekitar 3.3v dengan memiliki tiga mode wifi yaitu *Station*, *Access Point* dan *Both*. Modul ini juga dilengkapi dengan prosesor, memori dan GPIO dimana jumlah pin bergantung dengan jenis ESP8266 yang kita gunakan. (Panjaitan, 2020).



Gambar 2. Modul Esp8266

C. Internet of Things (IoT)

Internet of Things atau dikenal juga dengan singkatan IoT, merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terusmenerus yang memungkinkan kita untuk menghubungkan mesin, peralatan, dan benda fisik lainnya dengan sensor jaringan dan aktuator untuk memperoleh data dan mengelola kinerjanya sendiri, sehingga memungkinkan mesin untuk berkolaborasi dan bahkan bertindak berdasarkan informasi baru yang diperoleh secara independen. (Yoyon, 2018)

D. Arduino Software IDE

Arduino IDE itu merupakan singkatan dari *Integrated Development Environment*, atau secara bahasa mudahnya merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Disebut sebagai lingkungan karena melalui *software* inilah Arduino dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi- fungsi yang dibenamkan melalui sintaks pemrograman. (Masmur, 2022)

E. Thinger IO

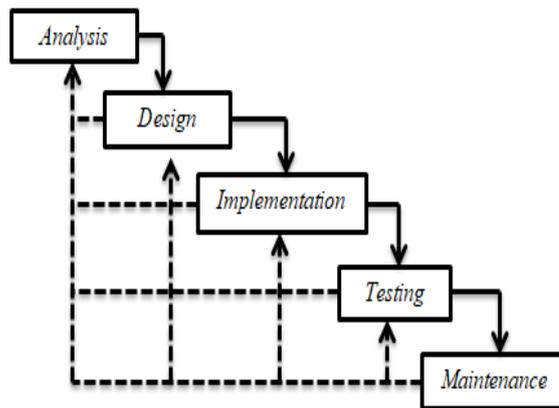
Platform Thinger.io adalah platform Internet of Things (IoT) yang menyediakan fitur *cloud* untuk menghubungkan berbagai perangkat yang terkoneksi dengan internet. Thinger.io juga dapat memvisualisasikan hasil pembacaan sensor dalam bentuk nilai atau grafik. (Wahyu, 2021)

III. METODOLOGI

A. Metode Water Fall

Untuk pengembangan sistem penelitian ini akan digunakan model *Software Development Life Cycle (SDLC)*. *System Development Life Cycle (SDLC)* adalah proses pembuatan dan perubahan sistem serta model dan metodologi yang digunakan untuk mengembangkan sebuah

sistem. SDLC juga merupakan pola yang diambil untuk mengembangkan sistem perangkat lunak, yang terdiri dari tahapan berupa : rencana (*planning*), analisis (*analysis*), desain (*design*), implementasi (*implementation*), uji coba (*testing*) dan pemeliharaan (*maintenance*).



Gambar 3. Metode Water Fall

Adapun tahapan model SDLC *Waterfall* adalah sebagai berikut :

1. *Analysis* adalah kegiatan yang dilakukan untuk memeriksa atau menyelidiki suatu peristiwa melalui data untuk mengetahui keadaan yang sebenarnya
2. *Design* adalah mendesain rangkaian alat yang akan di buat
3. *Implementation* merupakan kegiatan yang melibatkan tindakan, kontrol, memulai dan menyelesaikan.
4. *Testing* merupakan proses menguji atau menjalankan alat yang telah di buat apakah sesuai yang di inginkan.
5. *Maintenance* merupakan kegiatan yang digunakan untuk memonitoring dan memelihara fasilitas dengan merancang, mengatur, menangani, dan memeriksa ulang alat yang telah di buat.

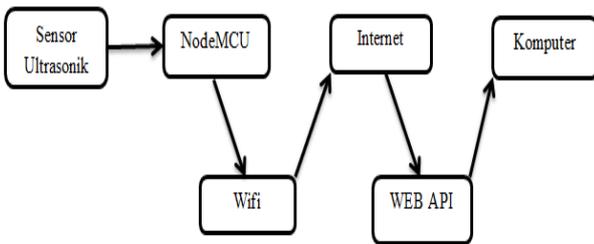
B. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Studi Pustaka
Data penelitian pada metode studi pustaka diperoleh dari sumber pustaka yang meliputi buku, majalah, atau arsip mengenai topik yang dibahas dalam penelitian. Data penelitian ini juga diperoleh dari internet.
2. Metode wawancara
Metode wawancara yaitu mengambil data atau keterangan tentang alat dengan cara bertanya langsung atau melakukan tanya jawab kepada pegawai dinas kelautan dan perikanan bapak Agus wahid.

C. Metode Perancangan Sistem

Sensor ultrasonik akan mengukur ketinggian gelombang dan mengirimkan data ke NodeMCU. NodeMCU berfungsi untuk mengirimkan data yang di baca oleh sensor ultrasonik ke internet lalu Web api (Thinger IO) sebagai *platform* IoT agar dapat di lihat datanya oleh komputer melalui jaringan internet.



Gambar 4. Blok Rangkaian Alat

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Hasil pengujian sistem *monitoring* ketinggian ombak air laut secara *realtime* berbasis IoT dilakukan melalui tiga kali pengujian dengan keadaan ombak laut berada pada kondisi tinggi, sedang dan rendah. Kondisi tinggi akan diatur skalanya pada ketinggian 0-10 cm, untuk skala sedang 11-20 cm dan skala rendah pada ketinggian 21-30 cm. Adapun penjelasan lengkap mengenai data indikator lampu, data ketinggian & level gelombang serta skala yang digunakan pada *prototype* dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1 Data Indikator Lampu, Ketinggian & Level Gelombang Beserta Skala Pada Prototype

Indikator Lampu Peringatan	Ketinggian Gelomb.	Level Gelomb.	Skala Prototype
Merah	2.00 – 4.00 m	Tinggi	0 – 10 cm
Kuning	1.50 – 3.50 m	Sedang	11 – 20 cm
Hijau	2.25 – 3.00 m	Rendah	21 – 30 cm

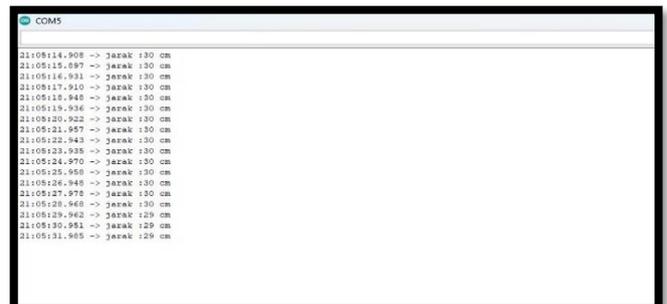
Berdasarkan pada tabel 1 yang merupakan data indikator lampu, ketinggian & level gelombang beserta skala yang digunakan pada

prototype, diketahui bahwa untuk lampu indikator merah ketinggian gelombang adalah 2.00 – 4.00 Meter dengan level kategori tinggi, untuk skala yang digunakan pada *prototype* adalah 0 – 10 cm. Selanjutnya untuk indikator lampu kuning ketinggian gelombang adalah 1.50 – 3.50 Meter dengan level kategori sedang, untuk skala yang digunakan pada *prototype* adalah 11 – 20 cm. Lalu untuk lampu indikator hijau ketinggian gelombang adalah 1.25 – 3.00 Meter dengan level kategori rendah, untuk skala yang digunakan pada *prototype* adalah 21 – 30 cm. Skala tersebut dirancang berdasarkan pengaruh jarak ketinggian air terhadap sensor ultrasonik, artinya semakin dekat jarak air terhadap sensor ultrasonik maka akan semakin tinggi gelombang air laut tersebut. Sebaliknya semakin jauh jarak ketinggian gelombang air laut terhadap sensor, maka akan semakin rendah gelombang air laut.

Ketinggian ombak laut pada kondisi tinggi, sedang dan rendah nantinya akan di *monitoring* melalui tampilan *user interface* pada *platform* Thinger IO dan akan terdapat indikator lampu LED dengan warna merah, kuning, hijau pada *user interface* yang menandakan tingkat ketinggian air laut. Berdasarkan pengujian sistem secara keseluruhan yang telah dilakukan, maka diperoleh kriteria hasil pengujian sebagai berikut:

1. Kemampuan Sensor Ultrasonik

Kriteria pengujian yang pertama memiliki tujuan untuk mengetahui kemampuan sensor ultrasonik HC-SR04 dalam mengukur ketinggian gelombang air laut. Hasil yang diperoleh adalah sensor ultrasonik HC-SR04 telah mampu membaca data ketinggian gelombang air laut. Ketinggian air laut yang dibaca sensor ultrasonik pada kondisi tinggi, sedang dan rendah dengan ketinggian 0 – 10 cm, 11 – 20 cm dan 21 – 30 cm dapat dilihat pada gambar serial monitor.



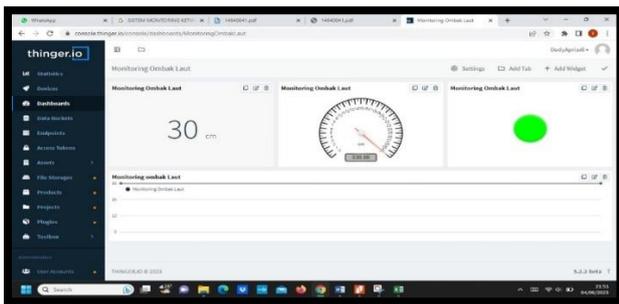
Gambar 5. Tampilan Sensor Ultrasonik Pada Serial Monitor

Gambar 5 merupakan tampilan dari sensor ultrasonik pada saat membaca data ketinggian ombak laut. Hal ini membuktikan kalau

kemampuan sensor ultrasonik dalam membaca data *monitoring* ketinggian ombak air laut secara *realtime* berbasis IoT telah berjalan dengan baik.

2. Kemampuan Nodemcu ESP-8266

Kriteria pengujian kedua yaitu kemampuan nodemcu ESP-8266 dalam menerima dan mengirim data dari sensor ultrasonik. Berdasarkan pengujian telah diperoleh data bahwa nodemcu ESP-8266 telah berhasil menerima dan mengirim data dari sensor ultrasonik berupa ketinggian air laut dalam satuan centi meter (cm).

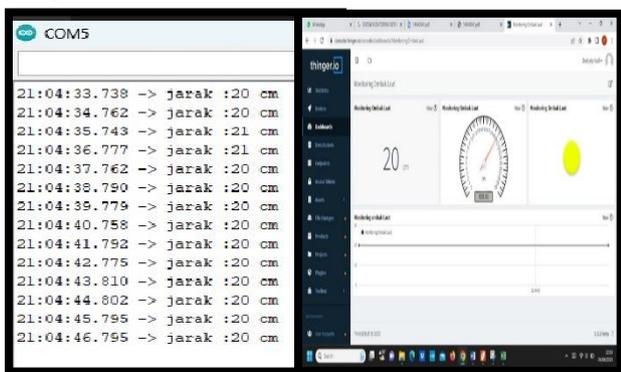


Gambar 6 Tampilan Sensor Ultrasonik Pada *User Interface*

Gambar 6 merupakan hasil tampilan pada saat nodemcu ESP-8266 membaca data ketinggian air laut dari sensor dan kemudian Nodemcu ESP-8266 mengirim data ketinggian air laut pada sistem *monitoring* ketinggian ombak air laut secara *realtime* berbasis IoT.

3. Keakuratan Sistem

Kriteria pengujian ketiga adalah mengenai keakuratan sistem dalam mengukur ketinggian gelombang air laut. Menurut hasil pengujian yang telah dilakukan, kriteria pengujian ini telah terpenuhi.



Gambar 7 Perbandingan Data Sensor Ultrasonik Pada Serial Monitor dan *User Interface*

Gambar 7 merupakan perbandingan data

sensor ultrasonik pada serial monitor dan *user interface*. Diperoleh hasil yang sama yaitu ketinggian 20 cm, hal tersebut mennadai bahwa sistem telah mampu membaca data ketinggian ombak laut secara akurat.

4. Kemampuan IoT

Kriteria pengujian keempat adalah mengenai kemampuan IoT dalam *monitoring* ketinggian air laut dari jarak jauh secara *realtime*. Hasil yang diperoleh melalui pengujian tersebut diperoleh hasil bahwa IoT memiliki kemampuan dalam melakukan *monitoring* ketinggian air laut dari jarak jauh secara *realtime*.



Gambar 8 Tampilan Awal *User Interface*

Gambar 4.4 adalah tampilan awal *user interface* pada *platform* Thinger IO. Hal ini membuktikan bahwa sistem *monitoring* ketinggian ombak air laut secara *realtime* berbasis IoT dengan jarak jauh. Berdasarkan tampilan yang ada dapat terlihat data ketinggian ombak air laut baik dari tampilan angka maupun grafik secara *realtime*. Selain itu pada tampilan *user interface* juga terlihat indikator lampu LED dengan warna merah, kuning dan hijau yang digunakan sebagai penanda level ketinggian gelombang air laut.

5. Kemampuan lampu indikator

Kriteria pengujian kelima yaitu pengujian lampu indikator sesuai dengan warna lampu di setiap ketinggian ombak. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan diperoleh bahwa tampilan lampu indikator telah sesuai dengan level ketinggian ombak laut.



Gambar 9 Tampilan Lampu Indikator

Pada saat air berada di kondisi tinggi yaitu pada ketinggian 0 – 10 cm dari sensor ultrasonik maka pada indikator lampu akan berwarna merah. Selanjutnya ketika air berada di kondisi sedang yaitu pada ketinggian 11 – 20 cm dari sensor ultrasonik maka pada indikator lampu akan berwarna kuning. Sedangkan saat air berada di kondisi rendah yaitu pada ketinggian 21 – 30 cm dari sensor ultrasonik maka pada indikator lampu akan berwarna hijau.

B. Hasil

Setelah alat dan bahan disiapkan maka selanjutnya akan dilakukan proses merangkai *prototype* sistem ketinggian ombak air laut secara *realtime* berbasis IoT. Tahapan yang dilakukan dalam merangkai sistem adalah dengan menghubungkan pin – pin yang ada di sensor ultrasonik, lampu LED merah kuning hijau dan nodemcu ESP-8266 dengan menggunakan kabel *jumper*. Cara nya dengan menghubungkan pin yang ada di sensor ultrasonik dengan nodemcu ESP-8266 yaitu pin GND ->> GND, VCC ->> VCC , Trigg ->> D2, dan Echo ->> D1. Selanjutnya hubungkan lampu LED merah kuning hijau ke pin yang ada di nodemcu ESP-8266. LED warna merah ->>D5, warna kuning ->>D4 dan warna hijau ke D3.



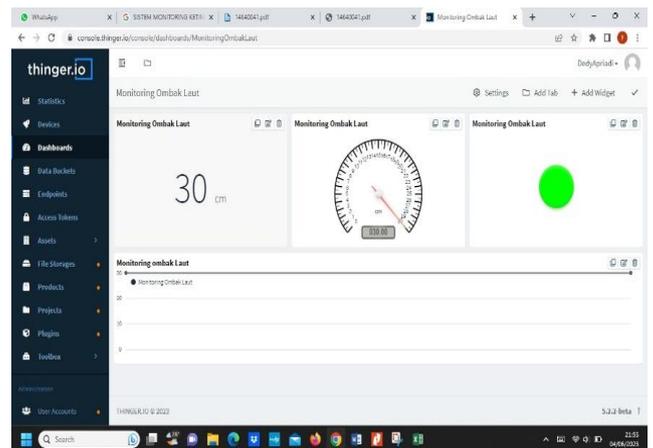
Gambar 10. Rangkaian Perangkat keras

C. Pembahasan

Hasil pengujian sistem *monitoring* ketinggian ombak air laut secara *realtime* berbasis IoT dilakukan melalui tiga kali pengujian dengan keadaan ombak laut berada pada kondisi tinggi, sedang dan rendah. Kondisi tinggi akan diatur skalanya pada ketinggian 0-10 cm, untuk skala sedang 11-20 cm dan skala rendah pada ketinggian 21-30 cm.

a. Pengambilan Data Kategori Ketinggian Ombak Rendah

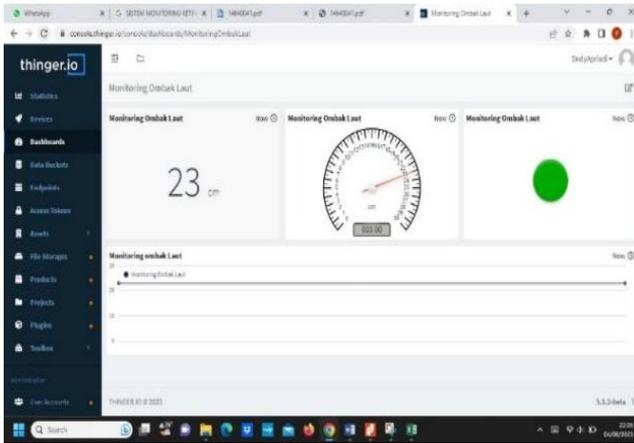
Pengambilan data yang pertama akan dilakukan untuk kategori rendah yaitu pada saat ketinggian ombak berada pada nilai 21-30 cm. Lampu indikator yang akan tampil pada *user interface* adalah warna hijau. Pengambilan data ini dilakukan untuk mengetahui bahwa sistem yang dirancang untuk *monitoring* ketinggian ombak laut secara *realtime* berbasis IoT telah berjalan dengan baik.



Gambar 11. Tampilan *User Interface* Ketinggian Ombak Rendah

b. Pengambilan Data Kategori Ketinggian Ombak Sedang

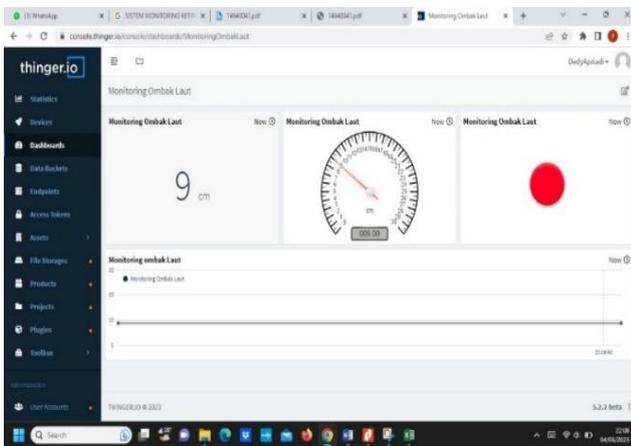
Pengambilan data yang kedua akan dilakukan untuk kategori sedang yaitu pada saat ketinggian ombak berada pada nilai 11-20 cm. Lampu indikator yang akan tampil pada *user interface* adalah warna kuning. Pengambilan data ini dilakukan untuk mengetahui bahwa sistem yang dirancang untuk *monitoring* ketinggian ombak laut secara *realtime* berbasis IoT telah berjalan dengan baik.



Gambar 12. Tampilan *User Interface* Ketinggian Ombak Sedang

c. Pengambilan Data Kategori Ketinggian Ombak Tinggi

Selanjutnya pengambilan data yang terakhir akan dilakukan untuk kategori tinggi yaitu pada saat ketinggian ombak berada pada nilai 0-9 cm. Lampu indikator yang akan tampil pada *user interface* adalah warna merah. Pengambilan data ini dilakukan untuk mengetahui bahwa sistem yang dirancang untuk *monitoring* ketinggian ombak laut secara *realtime* berbasis IoT telah berjalan dengan baik.



Gambar 13. Tampilan *User Interface* Ketinggian Ombak Tinggi

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pembahasan dan pengujian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Sistem *monitoring* ketinggian air laut secara *realtime* berbasis IoT telah beroperasi dengan baik sesuai dengan perancangan yang dilakukann. 2.
2. Ketinggian ombak air laut dibagi menjadi tiga kategori yaitu tinggi, sedang dan rendah tinggi

gelombang dapat dilihat sesuai dengan skala yang telah ditentukan 2.00-4.00 m diskalakan 0-10 cm, 1.50-3.50 m 11-20 cm dan 1.25-3.00 m 21-30 cm.

3. *User interface* pada Thinger IO dapat diakses oleh pengguna dengan tampilan data ketinggian ombak air laut serta indikator lampu LED dengan warna merah, kuning, hijau yang berfungsi sebagai penanda ketinggian air laut.
4. Hasil pengujian alat monitoring ketinggian gelombang air laut data yang di dapatkan akurat dan dikirim tepat waktu

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang peneliti lakukan, maka peneliti menyarankan :

1. Pada sistem hendaknya ditambah perangkat buzzer, sehingga dapat menjadi sirine apabila ombak laut sedang tinggi.
2. Pada saat pengujian hendaknya ditambahkan data yang lebih banyak, sehingga diperoleh data yang bervariasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amdani, A. (2019). Rancang Bangun Alat Ukur Tinggi Gelombang Air Laut Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Systematics*, 1(2), 130-139.
- [2] Zain, S. G., & Rahmawati, W. (2020). Wireless Monitoring Ketinggian Gelombang Laut Berbasis Sensor Inersial Measurement Unit. *Journal of Embedded Systems, Security and Intelligent Systems*, 1(1), 34-41.
- [3] Arta, Sistem Monitoring Ketinggian Gelombang Air Laut Pada Pelabuhan Berbasis Web, *e-Proceeding of Applied Science : Hlm 3, Vol.5, Desember 2019*
- [4] Tryian, Sistem Monitoring Ketinggian Air Dan Pengendalian Pintu Air Berbasis Microcontroller Nodocode Mcu Esp8266, *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikas*, Hlm 3, Vol 1. 2020
- [5] Nurul, Prototype Smart Home Dengan Modul Nodemcu Esp8266 Berbasis Internet Of Things (IOT), *Mahasiswa Teknik Informatika Universitas Islam Majapahit*, Hlm 3, No 1 2020
- [6] Panjaitan, Rancang Bangun Sistem Deteksi Kebakaran Pada Rumah Berbasis Iot, *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik LIMIT'S*, Hlm 6, Vol.16 No 2 September 2020
- [7] Yoyon, Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile, *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, Hlm 2, Vol.

4, No. 1, April 2018

- [8] Masmur, Pengukuran Dan Pendataan Zat Cair Toluene Dengan Akses Rfid Berbasis Nodemcu Esp8266 Yang Termonitor Melalui Web, : Jurnal Sistem Informasi, Akuntansi Dan Manajemen, Vol. 2 No. 3, Hlm 3, 2022

- [9] Wahyu, Purwarupa Alat Pendeteksi Kebakaran Jarak Jauh Menggunakan Platform Thinger.io Prototype Of Remote Fire Detection Using The Thinger.io Platform, Jurnal Elektro Luceat, JELC Vol.7 No.2, [November] [2021