

## PURWARUPA ALAT PENDETEKSI GELOMBANG AIR LAUT BERBASIS INTERNET OF THINGS

### PROTOTYPE OF SEA WATER WAVE DETECTION DEVICE BASED ON INTERNET OF THINGS

Muh Rico Andreas<sup>1</sup>, Randy Erfa Saputra<sup>2</sup>, Casi Setianingsih<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Komputer, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>ricoandreas@student.telkomuniversity.ac.id, <sup>2</sup>resaputra@telkomuniversity.ac.id,

<sup>3</sup>setiacasie@telkomuniversity.ac.id

#### Abstrak

Negara Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki wilayah laut yang luas. Dengan wilayah laut yang luas ini, tentu semakin tinggi ancaman bencana alam dari laut yang terjadi. Ancaman bencana laut tersebut tentu sangat meresahkan bagi nelayan dan masyarakat tepi pantai. Oleh karena itu dibutuhkan alat untuk memantau dan mendeteksi keadaan pasang surut air di laut. Alat yang digunakan untuk memantau dan mendeteksi keadaan pasang surut air di laut membutuhkan biaya yang relatif mahal dan perawatan yang cukup susah. Apabila ingin memantau keadaan seluruh wilayah laut Indonesia yang sangat luas maka harus menggunakan banyak alat, sehingga hal ini akan membutuhkan biaya yang cukup banyak. Solusi dari permasalahan tersebut adalah dengan menggunakan alat yang lebih sederhana namun tetap efektif, sehingga dapat memangkas biaya dan perawatan akan menjadi lebih mudah. Dalam pembuatan alat pendeteksi pasang surut air laut yang sederhana, digunakan sensor BNO055 untuk mendeteksi gelombang air laut. Sensor tersebut merupakan kombinasi dari tiga sensor, yaitu accelerometer, gyroscope dan magnetometer. Sedangkan mikrokontroler yang digunakan adalah NodeMCU yang sudah terpasang modul Wi-Fi yang nantinya dapat digunakan untuk proses pengiriman data menuju server. Hasil data yang diperoleh oleh sensor tersebut akan dikirimkan ke server Antares melalui modul Wi-Fi pada mikrokontroler NodeMCU agar alat dapat dipantau dari jarak jauh. Setelah melakukan pengujian, didapatkan nilai presentase error sebesar 34,2947% untuk parameter ketinggian gelombang, 4,2897% untuk parameter suhu air, dan 1,5978% untuk parameter arah gelombang.

**Kata kunci :** *BNO055, NodeMCU, Gelombang Air Laut, Pasang Surut Air Laut.*

#### Abstract

Indonesia is the largest archipelagic country in the world and has a very large sea area. With this sea area, the threat of natural disasters from the sea is higher. The threat of sea disasters is certainly very troubling for fishermen and coastal communities. The sea disaster threats would be worried for fishermen and seaside communities. Therefore, tools are needed to monitor and detect tidal conditions in the sea. The tools used to monitor and detect the state of the tide in the sea requires a relatively high cost and difficult maintenance. If we want to monitor the condition of all of Indonesia's marine areas, we have to use a lot of tools, so that it would cost quite a lot. The solution to these problems is to use a tool that is simple yet effective, to cut costs and maintenance will become easier. In making a simple tide detector, the BNO055 sensor is used to detect sea water waves. This sensor is a combination of three sensors, the accelerometer, gyroscope and magnetometer. Meanwhile, the microcontroller used is a NodeMCU which has a Wi-Fi module installed which can later be used for the process of sending data to the server. The data obtained by the sensor will be sent to the Antares server via the Wi-Fi module on the NodeMCU microcontroller so that the device can be monitored. After testing, the percentage error value was 34.2947% for the wave height parameter, 4.2897% for the water temperature parameter, and 1.5978% for the wave direction parameter.

**Keywords:** *BNO055, NodeMCU, Sea Wave, Tidal Wave.*

#### 1. Pendahuluan

Negara Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia dan memiliki wilayah laut yang sangat luas yaitu 3,25 juta km<sup>2</sup> [1]. Dengan wilayah laut yang sangat luas ini, tentu semakin tinggi ancaman bencana alam dari laut seperti badai, gelombang pasang dan stunami [2]. Ancaman bencana laut tersebut tentu sangat meresahkan bagi nelayan dan masyarakat tepi pantai. Oleh karena itu dibutuhkan alat untuk memantau dan mendeteksi keadaan di laut tersebut.

Pada saat ini teknologi sudah sangat berkembang, begitu juga pada bidang kelautan terutama sistem deteksi pasang surut gelombang air laut. Teknologi ini sebenarnya sudah ada sejak tahun 1979 berupa *buoy* yang dapat

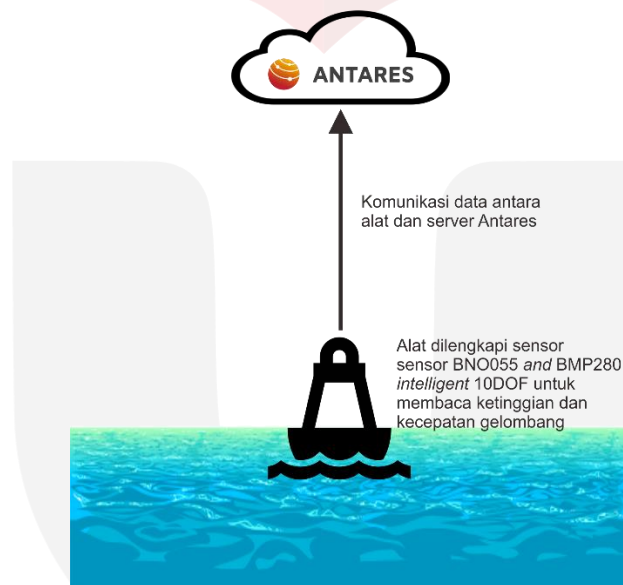
mendeteksi tinggi gelombang air laut dan terus berkembang hingga saat ini. Alat ini dapat mendeteksi jika terjadi suatu anomali di permukaan laut maupun dasar laut [4]. Penggunaan alat *buoy* ini memerlukan dana yang relatif mahal dan perawatan yang sulit. Dengan kondisi wilayah Indonesia dengan wilayah laut yang sangat luas, maka dibutuhkan banyak alat *buoy* tersebut untuk memantau seluruh wilayah laut Indonesia.

Penggunaan alat *buoy* untuk memantau kondisi laut Indonesia tidak cukup efektif karena biaya yang mahal dan perawatan yang sulit untuk wilayah laut yang sangat luas. Oleh karena itu dibutuhkan solusi alat untuk memantau dan mendeteksi keadaan pasang surut air laut yang lebih sederhana, sehingga dapat memangkas biaya dan perawatan akan menjadi lebih mudah. Untuk membuat alat yang lebih sederhana digunakan sensor BNO055 untuk mendeteksi keadaan laut dan mikrokontroler NodeMCU.

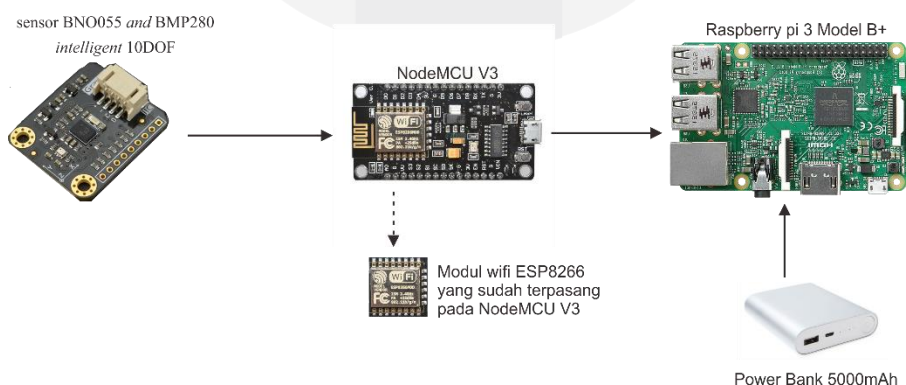
## 2. Perancangan Sistem

### 2.1 Gambaran Umum Sistem

Alat menggunakan sensor BNO055 and BMP280 *intelligent* 10DOF yang di dalamnya sudah terdapat sensor *gyroscope, accelerometer, magnetometer, dan digital pressure and temperature* untuk memantau keadaan air laut. Sensor ini akan bekerja dengan membaca data berupa ketinggian dan kecepatan gelombang air laut. Sedangkan mikrokontroler yang digunakan adalah NodeMCU yang sudah terpasang modul wifi ESP8266 untuk mengirim data hasil dari sensor ke server Antares. Alat tersebut akan diletakkan mengapung di atas permukaan laut untuk memantau dan mendeteksi keadaan air laut. Sedangkan untuk menampilkan simulasi alat, digunakan Raspberry pi 3 model B+ untuk menampilkan simulasinya. Raspberry pi 3 model B+ dihubungkan ke mikrokontroler NodeMCU untuk mendapatkan data sehingga dapat mensimulasikan gerakan gelombang air laut. Berikut adalah ilustrasi gambaran umum sistem (Gambar 2.1) dan gambaran umum perangkat (Gambar 2.2):



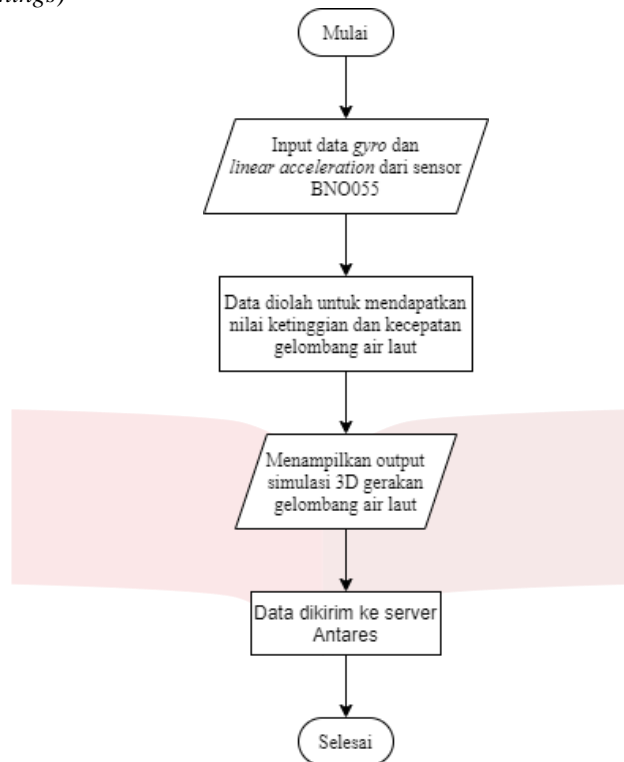
Gambar 2.1 Gambaran umum sistem



Gambar 2.2 Gambaran umum perangkat

### 2.2 Perancangan Sistem

Berikut adalah perancangan sistem yang digunakan pada purwarupa alat pendeteksi gelombang air laut berbasis IoT (*Internet of Things*)

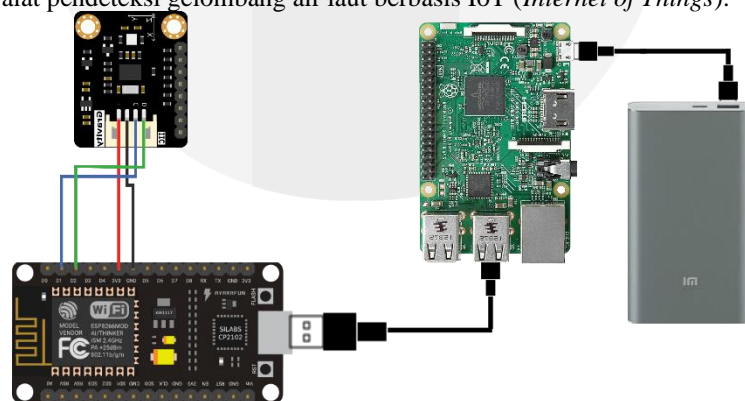


**Gambar 2.3** Flowchart alur kerja sistem

Pada Gambar 2.3 menggambarkan bagaimana alur kerja sistem pada alat ini bekerja. Dalam sistem ini terdapat *input* data gyro dan *linear acceleration* dari sensor BNO055 and BMP280 intelligent 10DOF. Data hasil dari sensor tersebut kemudian diolah untuk mendapatkan nilai ketinggian dan kecepatan gelombang air laut. Setelah semua data didapat, data-data tersebut akan digunakan untuk menampilkan simulasi 3D gerakan gelombang air laut. Setiap 30 detik sekali, data dari alat akan dikirim ke srver Antares melalui modul Wi-Fi ESP8266 yang terdapat di *microcontroller* NodeMCU V3 ESP8266.

### 2.3 Perancangan Sensor

Pada perancangan sensor, sensor dirancang untuk melakukan pengambilan data. Berikut ada perancangan sensor pada purwarupa alat pendeteksi gelombang air laut berbasis IoT (*Internet of Things*):



**Gambar 2.2** Perancangan sensor

**Tabel 2.1** Tabel koneksi

No	Kabel	Pin mikrokontroler	Pin sensor BNO055
1	Merah	3V	VCC
2	Hitam	GND	GND
3	Biru	GPIO5 / D1	SCL
4	Hijau	GPIO4 / D2	SDA

Dari gambar di atas dapat dilihat bagaimana koneksi diagram sensor BNO055 and BMP280 intelligent 10DOF dengan mikrokontroler NodeMCU V3 ESP8266. Dengan demikian sensor dapat terhubung dengan mikrokontroler dan dapat mengambil data dari sensor yang kemudian akan diteruskan ke server Antares. Mikrokontroler NodeMCU V3 ESP8266 juga terhubung ke raspberry pi 3 model B+ untuk menampilkan simulasi 3D gerakan gelombang air laut. Sedangkan *power bank* digunakan sebagai *power supply* yang terhubung ke Raspberry pi Model B+.

## 2.4 Proses Pengambilan Data

Sebelum melakukan proses pengambilan data, dilakukan kalibrasi terlebih dahulu agar hasil dari pengambilan data oleh sensor lebih akurat. Berikut adalah proses pengambilan data yang dilakukan:

### 1. Pengambilan nilai akselerasi

Untuk memperoleh nilai akselerasi pada sensor, maka data mentah yang telah diperoleh dari *accelerometer* dibagi dengan nilai faktor skala sensitivitas yang telah ditentukan yaitu 16. Nilai yang diperoleh berupa nilai akselerasi dalam sumbu tiga dimensi yaitu sumbu X, Y, dan Z. Untuk menyatukan nilai tersebut maka digunakan persamaan:

$$a = \sqrt{aX^2 + aY^2 + aZ^2} \quad (3.1)$$

Nilai akselerasi yang telah diperoleh tersebut masih terdapat nilai *G-force*. Untuk menghilangkan nilai *G-force* pada *accelerometer* dapat dilakukan dengan mengurangi nilai *G-force* ( $1g = 9.806 \text{ m/s}^2$ ). Nilai yang diperoleh tersebut kemudian dapat menjadi nilai akselerasi [5].

### 2. Pengambilan nilai kecepatan sudut

Pada bagian *gyroscope*, data mentah juga dibagi dengan nilai faktor skala sensitivitas yang telah ditentukan yaitu 131. Nilai yang diperoleh dari *gyroscope* merupakan nilai kecepatan sudut dari sumbu tiga dimensi yaitu sumbu X, Y dan Z. Untuk menyatukan nilai tersebut maka digunakan persamaan:

$$\omega = \sqrt{\omega X^2 + \omega Y^2 + \omega Z^2} \quad (3.2)$$

Nilai yang diperoleh dari persamaan di atas merupakan nilai kecepatan sudut dalam satuan *deg/sec*. Kemudian nilai tersebut diolah lagi untuk mendapatkan kecepatan rotasi dengan mengalikan nilai 0.0175 ( $1 \text{ deg/sec} = 0.0175 \text{ rad/sec}$ ) [5].

### 3. Perhitungan nilai ketinggian gelombang

Nilai maksimum percepatan gelombang terjadi ketika amplitudo berada pada posisi puncak sehingga dapat dirumuskan dengan:

$$a = \omega^2 \times y \quad (3.3)$$

Dimana nilai  $y$  merupakan posisi amplitudo atau nilai puncak gelombang tersebut,  $\omega$  merupakan kecepatan sudut, dan  $a$  merupakan akselerasi. Dari persamaan tersebut dapat diturunkan untuk mencari nilai  $y$  sebagai berikut:

$$y = \frac{a}{\omega^2} \quad (3.4)$$

Dengan persamaan ini maka dapat diperoleh nilai tinggi gelombang [5].

## 4. Perhitungan nilai kecepatan gelombang

Kemudian untuk mendapatkan nilai kecepatan gelombang dapat menggunakan persamaan berikut:

$$v = \omega \times y \quad (3.5)$$

Dimana  $v$  merupakan kecepatan gelombang,  $\omega$  merupakan kecepatan sudut, dan  $y$  merupakan tinggi puncak gelombang [5].

### 3. Hasil dan Pengujian sistem

#### 3.1 Hasil Pengujian Tinggi Gelombang Air

Pengujian tinggi gelombang air dilakukan di ember berisi air yang telah terpasang penggaris untuk mengukur ketinggian gelombang air. Proses pengujian dilakukan dengan alat ditaruh diatas permukaan air dan diberikan ombak buatan. Ombak buatan ini dibuat secara manual dengan menggunakan tangan dan kekuatan ombak disesuaikan sehingga dapat mencapai tinggi gelombang yang diinginkan. Berdasarkan pengujian tinggi gelombang air yang telah dilakukan dengan menggunakan empat nilai tinggi gelombang air yang berbeda, didapatkan data sebagai berikut.

**Tabel 3.1** Hasil pengujian tinggi gelombang air

No	Pengukuran Penggaris (cm)	Pengukuran Alat (cm)	Selisih (cm)	Error (%)
1	2	2,480003	2,480003	24,00
2		1,655766	0,344234	17,21
3		1,077986	0,922014	46,10
4		2,284226	0,284226	14,21
5		2,028931	0,028931	1,45
6		3,683568	1,683568	84,18
7	4	3,676198	3,676198	83,81
8		3,683568	1,683568	84,18
9		3,243866	0,756134	18,90
10		3,397669	0,602331	15,06
11		2,243866	1,756134	43,90
12		4,444504	0,444504	11,11
13	6	4,427124	0,427124	10,68
14		3,948517	0,051483	1,29
15		5,567063	1,567063	39,18
16		5,713197	1,713197	42,83
17		4,047292	1,952708	32,55
18		9,768796	3,768796	62,81
19	8	9,061370	3,06137	51,02
20		7,788090	1,78809	29,80
21		6,596200	0,5962	9,94
22		7,098220	1,09822	18,30
23		4,797573	1,202427	20,04
24		13,57327	5,57327	69,67
25	Rata-rata	3,122876	4,877124	60,96
26		9,344564	1,344564	16,81
27		6,211417	1,788583	22,36
28		10,044610	2,04461	25,56
29		9,323670	1,32367	16,55
30		12,351469	4,351469	54,39
Rata-rata			1,77306	34,29

Berdasarkan hasil pengujian tersebut, terlihat semakin tinggi gelombang air yang dibaca oleh alat, semakin tinggi pula nilai selisih rata-rata yang didapat. Hal ini terjadi dikarenakan banyak faktor seperti berikut:

1. Tinggi gelombang ombak buatan yang diberikan tidak selalu tepat seperti yang diinginkan karena proses pembuatan ombak buatan dilakukan secara manual menggunakan tangan.
2. Alat membaca data gelombang air setiap satu mili detik dan mengirim ke Antares setiap satu menit, sehingga data yang terkirim ke Antares tidak selalu ketika alat berada di ketinggian maksimal gelombang air saat itu.

3. Kemampuan alat dan proses pengolahan data mentahan menjadi data tinggi gelombang yang masih belum bagus.

### 3.2 Hasil Pengujian Suhu Air

Pengujian suhu air dilakukan di ember berisi air yang telah terpasang termometer untuk mengukur suhu air. Proses pengujian ini dilakukan dengan menaruh alat di atas permukaan air yang suhunya terus naik secara bertahap. Kenaikan suhu dilakukan dengan cara menambahkan air panas setiap lima menit, sehingga suhu air terus berubah dan bertambah. Berdasarkan pengujian suhu air yang telah dilakukan dengan menggunakan enam nilai suhu air yang berbeda, didapatkan data sebagai berikut:

**Tabel 3.2** Hasil pengujian suhu air

No	Pengukuran Termometer (celcius)	Pengukuran Alat (celcius)	Selisih (celcius)	Error (%)
1	28	29,41	1,41	5,04
2		29,63	1,63	5,82
3		30,05	2,05	7,32
4		29,53	1,53	5,46
5		29,16	1,16	4,14
6	29	30,46	1,46	5,03
7		29,92	0,92	3,17
8		30,63	1,63	5,62
9		30,68	1,68	5,79
10		30,73	1,73	5,97
11	31	32,06	1,06	3,42
12		32,24	1,24	4,00
13		32,34	1,34	4,32
14		32,39	1,39	4,48
15		32,44	1,44	4,65
16	33	34,25	1,25	3,79
17		34,5	1,5	4,55
18		34,63	1,63	4,94
19		34,71	1,71	5,18
20		34,75	1,75	5,30
21	35	35,58	0,58	1,66
22		36,00	1	2,86
23		36,31	1,31	3,74
24		36,38	1,38	3,94
25		36,43	1,43	4,09
26	37	37,49	0,49	1,32
27		37,99	0,99	2,68
28		38,19	1,19	3,22
29		38,3	1,3	3,51
30		38,36	1,36	3,68
Rata-rata			1,35	4,29

Berdasarkan hasil pengujian tersebut, Nilai yang didapat oleh alat selalu lebih tinggi satu derajat celcius. Hal ini terjadi karena sensor pengukur suhu berada di dalam *case* pelindung yang tertutup dan terpapar suhu Raspberry pi yang cukup tinggi. Akan tetapi ketika suhu air semakin ditingkatkan lagi, perbedaan nilai dengan alat juga semakin kecil, karena suhu air semakin lama akan melebihi suhu di dalam *case* pelindung dimana sensor pengukur suhu tersebut berada.

### 3.3 Hasil Pengujian Arah Gelombang

Pengujian arah gelombang air dilakukan secara berbeda dengan skenario pengujian yang lain. Pengujian ini tidak dilakukan di ember berisi air, tetapi di atas meja dengan permukaan yang datar. Proses pengujian ini hanya fokus pada fitur kompas Alat Pendeteksi Gelombang Air Laut Berbasis IoT, sehingga tidak perlu dilakukan di ember berisi air. Pengujian arah gelombang dilakukan dengan membandingkan hasil data kompas dari alat dengan kompas digital pada *smartphone*. Proses ini dilakukan dengan cara menyamakan arah pada posisi alat dengan *smartphone* dan nilai dari alat dan *smartphone* tersebut akan dibandingkan. Berdasarkan pengujian arah gelombang yang telah dilakukan dengan menggunakan delapan nilai arah gelombang yang berbeda, didapatkan data sebagai berikut:

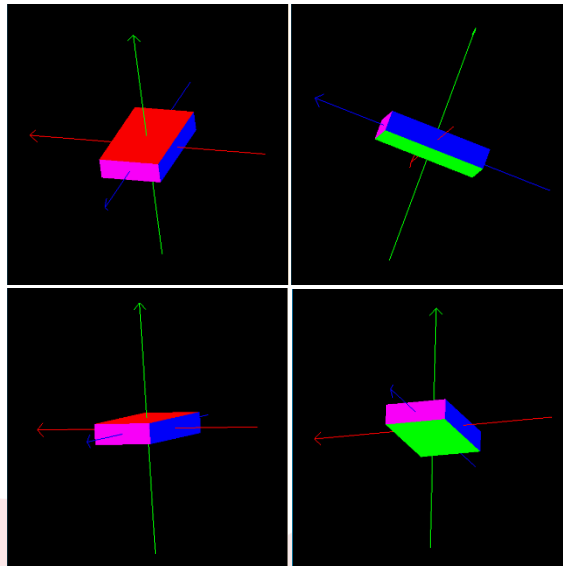
**Tabel 3.3** Hasil pengujian Arah Gelombang

No	Pengukuran Kompas (derajat)	Pengukuran Alat (derajat)	Selisih (derajat)	Eror (%)
1	0	357,92	2,08	0,58
2		7,42	7,42	2,06
3		356,47	3,53	0,98
4		0,07	0,07	0,02
5		3,62	3,62	1,01
6	45	48,14	3,14	6,98
7		56,71	11,71	3,80
8		45,92	0,92	2,04
9		47,03	2,03	4,51
10		45,27	0,27	0,60
11	90	82,18	7,82	8,69
12		86,22	3,78	4,20
13		94,17	4,17	4,63
14		90,34	0,34	0,38
15		91,13	1,13	1,26
16	135	134,91	0,09	0,07
17		130,28	4,72	3,50
18		136,76	1,76	1,30
19		135,19	0,19	0,14
20		134,66	0,34	0,25
21	180	185,12	5,12	2,84
22		180,29	0,29	0,16
23		180,45	0,45	0,25
24		179,55	0,45	0,25
25		179,67	0,33	0,18
26	225	226,43	1,43	0,64
27		227,77	2,77	1,23
28		225,15	0,15	0,07
29		227,56	2,56	1,14
30		225,03	0,03	0,01
31	270	277,23	7,23	2,68
32		278,74	8,74	3,24
33		275,13	5,13	1,90
34		277,42	7,42	2,75
35		274,71	4,71	1,74
36	315	313,15	1,85	0,59
37		321,42	6,42	2,04
38		315,81	0,81	0,26
39		314,72	0,28	0,09
40		319,62	4,62	1,47
Rata-rata			2,84	1,60

Berdasarkan hasil pengujian tersebut, Nilai arah gelombang pada sudut 270 derajat mendapatkan selisih rata-rata paling tinggi. Namun untuk nilai arah gelombang pada sudut 135, 180, dan 225 memiliki nilai selisih rata-rata yang cukup kecil.

### 3.4 Hasil Pengujian Simulasi Gerak Gelombang

Pengujian simulasi gerak gelombang dilakukan oleh simulator yang sudah terpasang di dalam Raspberry pi 3 model B+. Pengujian ini dilakukan dengan meletakkan alat di atas permukaan air dengan ombak buatan. Alat akan merekam gerakan saat terombang-ambing oleh ombak di atas permukaan air dan mensimulasikannya secara tiga dimensi. Sedangkan untuk menguji fungsionalitas simulasi dilakukan dengan memiringkan alat secara manual dengan menggunakan tangan untuk mengetahui apakah simulasi dapat berjalan dengan baik. Berdasarkan pengujian simulasi gerak gelombang yang telah dilakukan dengan besar gelombang yang acak, Gambar 3.1 merupakan contoh tampilan simulasi gerak gelombang. Sedangkan pada pengujian diluar bak berisi air, semua posisi alat yang telah diuji berhasil disimulasikan oleh simulator seperti pada Tabel 3.4.



**Gambar 3.1** Simulasi gerak gelombang

**Tabel 3.4** Hasil pengujian simulasi gerak gelombang

No	Posisi Pada Alat	Posisi Pada Simulator	Hasil Pengujian
1	Datar	Datar	Berhasil
2	Miring ke kiri	Miring ke kiri	Berhasil
3	Miring ke kanan	Miring ke kanan	Berhasil
4	Miring ke depan	Miring ke depan	Berhasil
5	Miring ke belakang	Miring ke belakang	Berhasil
Posisi yang berhasil disimulasikan			5/5

Berdasarkan hasil pengujian simulasi gerak gelombang yang telah dilakukan, didapatkan analisa sebagai berikut:

1. Proses simulasi menggunakan aplikasi bawaan dari sensor yang digunakan, namun aplikasi tersebut tidak mendukung pada sistem operasi Raspberry pi. Sehingga digunakan Windows on Raspi pada Raspberry pi yang digunakan untuk uji coba.
2. Aplikasi dapat berjalan walaupun dengan performa yang lambat, terutama saat awal membuka aplikasi. hal ini terjadi karena terlalu berat bagi Raspberry pi 3 model B+ untuk menjalankan Windows on Raspi dan aplikasi simulator gerak gelombang.
3. Proses simulasi tidak dapat dimonitoring secara langsung, karena proses simulasi dilakukan di dalam Raspberry pi dan di *record*. Sehingga untuk melihat hasilnya harus dilakukan setelah melakukan pengujian.

### 3.5 Hasil Pengujian Transmisi Data

Pengujian transmisi data dilakukan untuk menguji proses transmisi data dari alat ke Antares. Pengujian ini dilakukan dengan menghitung waktu yang dibutuhkan untuk mengunggah 30 data ke Antares. Berdasarkan pengujian transmisi data yang telah dilakukan dengan menggunakan 30 data, didapatkan data sebagai berikut :



**Tabel 3.5** Hasil pengujian transmisi data

No	Waktu Pengujia (WIB)	Waktu yang dibutuhkan (detik)
1	19.15.19	40
2	19.14.39	39
3	19.14.00	39
4	19.13.21	40
5	19.12.41	40
6	19.12.01	39
7	19.11.22	42
8	19.10.40	40
9	19.10.00	39
10	19.09.21	40
11	19.08.41	40
12	19.08.01	39
13	19.07.22	40
14	19.06.42	39
15	19.06.03	40
16	19.05.23	41
17	19.04.42	40
18	19.04.02	41
19	19.03.23	40
20	19.02.43	39
21	19.02.04	40
22	19.01.24	39
23	19.00.45	40
24	19.00.05	39
25	18.59.26	40
26	18.58.46	40
27	18.58.06	39
28	18.57.27	40
29	18.56.47	40
30	18.56.07	39
Total		1193
Rata-rata		39,76

Berdasarkan hasil pengujian tersebut, waktu yang dibutuhkan paling cepat adalah 39 detik dan paling lama adalah 42 detik dengan nilai rata-rata 39,76 detik. Sedangkan waktu yang dibutuhkan alat untuk mengunggah 30 data adalah 1193 detik atau 19 menit 53 detik.

### 3.6 Hasil Pengujian Fungsionalitas Alat

Pengujian ini dilakukan untuk menguji seluruh fungsionalitas alat dari alat membaca data hingga alat mengirimkan data ke Antares dapat berjalan dengan baik. Pengujian ini dilakukan dengan mengamati setiap tahap yang dilakukan alat dari membaca data dari sensor hingga data masuk ke Antares. Berdasarkan pengujian fungsionalitas alat yang telah dilakukan dari alat membaca data hingga data tersebut dikirim ke Antares, didapatkan hasil pengujian sebagai berikut :

**Tabel 3.6** Hasil pengujian fungsionalitas alat

No	Fungsionalitas Alat	Hasil Pengujian
1	Sensor membaca nilai percepatan	Berhasil
2	Sensor membaca nilai kecepatan sudut	Berhasil
3	Sensor membaca nilai suhu air	Berhasil
4	Sensor membaca nilai arah gelombang	Berhasil
5	Mikrokontroler mengolah data menjadi tinggi gelombang	Berhasil
6	Mikrokontroler mengolah data menjadi kecepatan gelombang	Berhasil
7	Raspberry pi menampilkan simulasi	Berhasil
8	Mikrokontroler mengirim data ke Antares	Berhasil
9	Data masuk ke Antares	Berhasil
Fungsionalitas alat yang berhasil		9/9

Setelah dilakukan pengujian fungsionalitas alat dari alat membaca data hingga data tersebut dikirim ke Antares, alat dapat melakukan semua fungsionalitasnya dengan baik 100% tanpa adanya proses dan fungsionalitas yang terlewatkan.

### 3.7 Hasil Pengujian Lapangan

Pengujian ini dilakukan untuk menguji ketahanan dan akurasi alat pada kondisi alam sebenarnya. Pengujian ini dilakukan di enam titik berbeda agar bisa mendapatkan nilai parameter pengujian yang berbeda-beda. Setelah dilakukan pengujian lapangan di Sungai Kawasan Bendungan Tiudan Kabupaten Tulungagung Provinsi Tulungagung, dibutuhkan waktu dua hari karena faktor cuaca yang semakin terik dan dikhawatirkan laptop dan alat mengalami overheat. Pengujian pada titik satu hingga tiga dilakukan di hari pertama pukul 11.00 WIB, sedangkan pada titik empat hingga enam dilakukan pada hari ke dua pukul 06.30 WIB. Berdasarkan pengujian lapangan tersebut, didapatkan data sebagai berikut :

**Tabel 3.7** Hasil pengujian lapangan parameter tinggi gelombang

No	Titik Percobaan	Kedalaman Air (cm)	Pengukuran Penggaris (cm)	Pengukuran Alat (cm)	Selisih (cm)	Error (%)
1	I	28,5	2 – 4	3,215863	0	0,00
2				4,281741	0,281741	7,04
3				4,688091	0,688091	17,20
4				2,027184	0	0,00
5				3,363241	0	0,00
6	II	17,3	3 – 5	5,66733	0,667330	13,35
7				1,426922	1,573078	52,44
8				1,987038	1,012962	33,77
9				5,825207	0,825207	16,50
10				6,75192	1,751920	35,04
11	III	19,2	2 – 4	3,127376	0	0,00
12				2,020774	0	0,00
13				6,145251	2,145251	53,63
14				1,775911	0,224089	11,20
15				4,129091	0,129091	3,23
16	IV	25,7	3 – 5	6,22425	1,224250	24,49
17				2,357505	0,642495	21,42
18				2,24091	0,759090	25,30
19				7,023231	2,023231	40,46
20				6,885067	1,885067	37,70
21	V	16,6	4 – 6	6,443223	0,443223	7,39
22				6,102958	0,102958	1,72
23				5,616278	0	0,00
24				8,347838	2,347838	39,13
25				4,531922	0	0,00
26	VI	37,8	2 – 4	2,58562	0	0,00
27				3,809365	0	0,00
28				3,05438	0	0,00
29				5,054489	1,054489	26,36
30				3,418198	0	0,00
Rata-rata					0,66	15,58

**Tabel 3.8** Hasil pengujian lapangan parameter suhu air

No	Titik Percobaan	Pengukuran Termometer (celcius)	Pengukuran Alat (celcius)	Selisih (celcius)	Error (%)
1	I	27	32,94	6,94	26,69
2			33,42	7,42	28,54
3			39,58	13,58	52,23
4			33,15	7,15	27,50
5			32,88	6,88	26,46
6	II	27	35,41	8,41	31,15
7			35,98	8,98	33,26
8			37,25	10,25	37,96
9			38,47	11,47	42,48
10			38,36	11,36	42,07
11	III	27	35,09	8,09	29,96
12			35,07	8,07	29,89
13			34,29	7,29	27,00
14			34,15	7,15	26,48
15			34,11	7,11	26,33
16	IV	25	27,88	2,88	11,52
17			26,64	1,64	6,56
18			25,96	0,96	3,84
19			25,77	0,77	3,08
20			25,63	0,63	2,52
21	V	25	25,49	0,49	1,96
22			25,56	0,56	2,24
23			25,58	0,58	2,32
24			25,7	0,7	2,80
25			25,98	0,98	3,92
26	VI	25	26,1	1,1	4,40
27			26,11	1,11	4,44
28			25,96	0,96	3,84
29			25,84	0,84	3,36
30			25,72	0,72	2,88
Rata-rata				4,48	18,26

**Tabel 3.9** Hasil pengujian lapangan parameter arah gelombang

No	Titik Percobaan	Pengukuran Kompas (derajat)	Pengukuran Alat (derajat)	Selisih (derajat)	Error (%)
1	I	115 – 135	125,842	0,000	0,00
2			124,624	0,000	0,00
3			277,724	152,724	113,13
4			124,662	0,000	0,00
5			119,263	0,000	0,00
6	II	155 – 175	195,467	20,467	11,70
7			155,855	0,000	0,00
8			176,786	1,786	1,02
9			221,306	46,306	26,46
10			280,008	105,008	60,00
11	III	155 – 175	133,573	21,427	13,82
12			193,606	18,606	10,63
13			165,796	0,000	0,00
14			184,594	9,594	5,48
15			169,771	0,000	0,00
16	IV	160 – 180	163,280	0,000	0,00
17			200,978	20,978	11,65
18			197,530	17,530	9,74
19			190,738	10,738	5,97
20			180,000	0,000	0,00
21	V	155 – 175	176,198	1,198	0,68
22			145,677	9,323	6,01
23			160,335	0,000	0,00
24			166,937	0,000	0,00
25			154,973	0,027	0,02
26	VI	120 – 140	119,270	0,730	0,61
27			131,314	0,000	0,00
28			207,704	67,704	48,36
29			149,383	9,383	6,70
30			154,464	14,464	10,33
Rata-rata				17,60	11,41

Berdasarkan grafik dan hasil pengujian tersebut, berikut adalah analisis pengujian yang sudah dilakukan :

1. Pengukuran tinggi gelombang menggunakan penggaris tidak bisa akurat 100% karena gelombang sungai yang selalu berubah-ubah.
2. Titik pengujian satu dan enam merupakan titik dengan kedalaman air yang paling dalam dan gelombang paling kecil dari titik pengujian yang lain, sehingga nilai eror pada ketinggian gelombang yang didapat lebih kecil dari pada titik pengujian yang lain.
3. Titik pengujian dua dan empat merupakan titik pengujian yang paling tinggi arus sungainya, sehingga nilai eror pada parameter tinggi gelombang yang didapat juga tinggi.
4. Pada titik pengujian satu, dua, dan tiga, pengukuran suhu air pada alat mendapatkan hasil suhu yang jauh lebih tinggi, sehingga mengakibatkan nilai eror yang tinggi. Hal ini disebabkan oleh waktu pengujian pada titik ini dilakukan pada pukul 11.00 WIB. Sehingga suhu saat itu sedang panas-panasnya dan terjadi efek rumah kaca pada alat, dimana suhu panas yang diserap dari luar tidak dapat dikeluarkan kembali.
5. Pada titik pengujian empat, lima, dan enam, pengukuran suhu pada alat memiliki nilai eror yang lebih kecil dari pada pengukuran pada titik pengujian yang lainnya. Hal ini terjadi karena pengujian ini dilakukan pada hari berikutnya pukul 06.30 WIB. Sehingga suhu udara masih sejuk dan alat tidak mengalami efek rumah kaca.
6. Pengukuran arah gelombang menggunakan kompas tidak bisa akurat 100% karena arah gelombang air pada sungai selalu berubah-ubah.
7. Pada titik pengujian tiga, empat, dan lima, memiliki nilai eror yang kecil. Hal ini terjadi karena arus pada titik ini lebih tinggi, sehingga arah gelombang lebih terfokus dan tidak melebar ke arah lain.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan pada Tugas Akhir ini, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Alat dapat mengambil data percepatan, kecepatan sudut, ketinggian gelombang, kecepatan gelombang, suhu air, dan arah gelombang.
2. Semua fungsionalitas alat dapat berjalan dengan baik.
3. Proses transmisi data yang dilakukan alat untuk mengirim data ke Antares berhasil dilakukan dengan waktu yang dibutuhkan sekitar 39 detik hingga 42 detik.
4. Tingkat presentase eror rata-rata alat terhadap parameter ketinggian gelombang adalah 34,2947%
5. Tingkat presentase eror rata-rata alat terhadap parameter suhu air adalah 4,2897%
6. Tingkat presentase eror rata-rata alat terhadap parameter arah gelombang adalah 1,5978%



## Referensi

- [1] O. Pratama, "DIREKTORAT JENDERAL PENGELOLAAN RUANG LAUT," Konservasi Perairan Sebagai Upaya menjaga Potensi Kelautan dan Perikanan Indonesia, 1 Juli 2020. [Online]. Available: <https://kkp.go.id/djprl/artikel/21045-konservasi-perairan-sebagai-upaya-menjaga-potensi-kelautan-dan-perikanan-indonesia>. [Accessed 10 September 2020].
- [2] Badan Nasional Penanggulangan Bencana, "Badan Nasional Penanggulangan Bencana," Potensi Ancaman Bencana, [Online]. Available: <https://bnpb.go.id/potensi-ancaman-bencana>. [Accessed 10 September 2020].
- [3] K. Townsend, "Adafruit," Adafruit BNO055 Absolute Orientation Sensor, 22 April 2015. [Online]. Available: <https://learn.adafruit.com/adafruit-bno055-absolute-orientation-sensor>. [Accessed 21 September 2020].
- [4] N. V. d. V. Gerald L. Timpe, "NOMAD BUOYS: AN OVERVIEW OF FORTY YEARS OF USE," *National Data Buoy Center*, 1995.
- [5] B. I. C. S. Surya Darmawan, "DESIGN OF DETECTION DEVICE FOR SEA WATER WAVES WITH FUZZY ALGORITHM BASED ON INTERNET OF THINGS," 2020.