

## RANCANG BANGUN ALAT MONITORING PASANG SURUT AIR LAUT BERBASIS IOT DENGAN NODEMCU ESP8266 DAN HC-SR04

RIA DWI AGUSTIN \*, IMAM SUCAHYO, META YANTIDEWI

*Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya  
Jl Ketintang 60231, Gayungan, Surabaya, Jawa Timur*

*\*email : ria.18017@mhs.unesa.ac.id*

**Abstrak.** Peristiwa pasang surut air laut yaitu proses naik turunnya air laut secara periodik yang disebabkan perbedaan gravitasi dari pergantian posisi antara matahari, bulan relatif terhadap satu titik pada permukaan bumi. Fenomena pasang surut penting untuk dikaji guna menunjang kehidupan manusia, seperti dalam hal transportasi, dan mitigasi bencana. Pada penelitian ini memiliki tujuan untuk membuat alat monitoring pasang surut air laut berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan NodeMCU ESP8266 dan HC-SR04 sebagai sensor pengukur ketinggian air. Alat ini dihubungkan dengan web ThingSpeak sebagai platform IoT dengan API terbuka yang berguna sebagai server basis data sehingga dapat diakses secara realtime. Selain itu data hasil pengukuran juga disimpan pada micro SD card sehingga data dapat diakses secara offline. Dari penelitian ini disimpulkan bahwa alat monitoring pasang surut air laut dapat bekerja dengan baik dengan rata-rata error sebesar 1,263%.

**Kata kunci:** pasang surut air laut, Internet of Things (IoT), ThingSpeak, micro SD card

**Abstract.** Tidal events are the process of periodic rising and falling of sea water caused by differences in gravity from changing positions between the sun and the moon relative to a point on the earth's surface. Tidal phenomena are important to study in order to support human life, such as in terms of transportation and disaster mitigation. In this study, the aim of this research is to create a tidal monitoring tool based on the Internet of Things (IoT) using NodeMCU ESP8266 and HC-SR04 as sensors measuring water levels. This tool is connected to the ThingSpeak web as an IoT platform with an open API that is useful as a database server so that it can be accessed in real time. In addition, the measurement data is also stored on a micro SD card so that the data can be accessed offline. From this research, it is concluded that the tide monitoring tool can work well with an average error of 1.263%.

**Keywords:** tides, Internet of Things (IoT), ThingSpeak, micro SD card

### 1. Pendahuluan

Indonesia yang merupakan salah satu Negara kepulauan terbesar dengan 17.499 pulau dan memiliki wilayah dengan luas berkisar 7,81 juta km<sup>2</sup> dengan 3,25 juta km<sup>2</sup> berupa lautan, 2,55 juta km<sup>2</sup> merupakan wilayah Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE), dan 2,01 juta km<sup>2</sup> merupakan daratan [1]. Karena sebagian besar wilayah Indonesia berupa lautan, sehingga kebutuhan terhadap transportasi laut cukup tinggi untuk menunjang aktivitas perniagaan maupun kegiatan lainnya. Keamanan di pelabuhan merupakan faktor penting untuk menunjang keselamatan transportasi laut seperti kapal yang akan masuk dan keluar dari dermaga, hal ini dipengaruhi oleh fenomena pasang surut air laut[2].

Peristiwa pasang surut air laut (pasut) yaitu gerakan vertikal air laut secara periodik, hal ini disebabkan karena perbedaan gravitasi oleh pergantian posisi antara matahari dan bulan relatif terhadap satu titik dipermukaan bumi [3]. Peristiwa pasang surut memiliki periode yang bervariasi yaitu antara 12 jam 25 menit sampai 24 jam 50 menit, menurut pola gerakan muka laut peristiwa pasang surut air laut dibagi menjadi tiga tipe yaitu tipe harian tunggal (*diurnal*), harian ganda (*semi diurnal*), atau campuran (*mixed tides*) [4]. Jika suatu perairan bertipe pasang surut tunggal maka dalam satu hari mengalami satu kali surut dan satu kali pasang, jika tipe pasang surut ganda maka dalam sehari terjadi dua kali surut dan dua kali pasang, dan pasang surut campuran yaitu peralihan antara tipe pasang surut tunggal dan pasang surut ganda [5].

Metode konvensional yang lumrah diterapkan untuk mengukur pasang surut air laut adalah menggunakan *tide staff*, tetapi metode ini memiliki kelemahan karena membutuhkan sumber daya manusia yang banyak, waktu untuk mengamati dan mencatat variasi serta tidak semua lokasi memiliki stasiun pasut [6]. Selain itu, hasil pengamatan yang diperoleh bersifat subjektif berdasarkan pengamat yang rentan terjadi kesalahan pembacaan terutama saat malam hari [5]. Sedangkan manusia memiliki keterbatasan waktu dan tenaga serta tingkat akurasi yang rendah akibat perubahan ketinggian air laut yang berlangsung cepat.

Saat ini banyak dilakukan penelitian mengenai alat monitoring pasang surut air laut. Pada penelitian sebelumnya dengan menggunakan sensor *water level* dan NodeMCU ESP8266 dengan data yang dikirimkan melalui telegram berupa informasi peringatan, namun alat tersebut tidak dapat menyimpan data hasil pengukuran [4]. Dalam penelitian lain menggunakan sensor Ultrasonik HC-SR04, arduino uno dengan mengirimkan notifikasi melalui SMS dan data disimpan pada *Micro SD card*, namun data hasil penelitian tidak dapat diakses melalui internet secara real-time [5]. Selain itu, dalam penelitian lain yang juga menggunakan sensor HC-SR04 yang dihubungkan ke arduino uno dengan hasil pengukuran ditampilkan menggunakan *software* Delphi 7 dalam bentuk grafik, namun alat tersebut perlu dikembangkan lagi agar dapat menyimpan data pada *Micro SD card* [7]. Dan pada penelitian lain yang menggunakan sensor HC-SR04, arduino uno serta *buzzer* sebagai peringatan dini, namun data hasil pengukuran tidak dapat diakses secara *real time* [8].

Seiring kemajuan teknologi terkini, pengukuran otomatis menggunakan mikrokontroler menjadi populer karena kemudahan serta data dapat diakses secara *real time* [9]. Sehingga memungkinkan untuk merancang alat monitoring pasang surut air laut tanpa pengamatan secara langsung, terutama untuk mendapatkan informasi yang dapat diakses kapan saja tidak terbatas waktu. Untuk dimanfaatkan dalam penyampaian informasi yang bersifat darurat, dan dapat diakses dengan mudah. Informasi ini diperlukan untuk meminimalisir dampak negatif dari bencana alam yang sering terjadi di wilayah pesisir akibat pasang surut air laut seperti banjir rob, pasang surut air laut maksimum bahkan bencana tsunami.

Sistem perangkat yang didalamnya terdapat sensor dan perangkat lunak yang terkoneksi ke jaringan internet sehingga menghasilkan data pengukuran secara *real time* disebut *Internet of Thing* (IoT) [10]. IoT dapat mempermudah kegiatan manusia karena adanya kontrol perangkat yang terhubung sehingga akan lebih efektif tanpa terbatas waktu dan jarak [1]. Bagian utama yang berfungsi mengontrol keseluruhan sistem IoT yaitu NodeMCU ESP8266. Mikrokontroler berkomunikasi secara serial dengan sensor HC-SR04 [4].

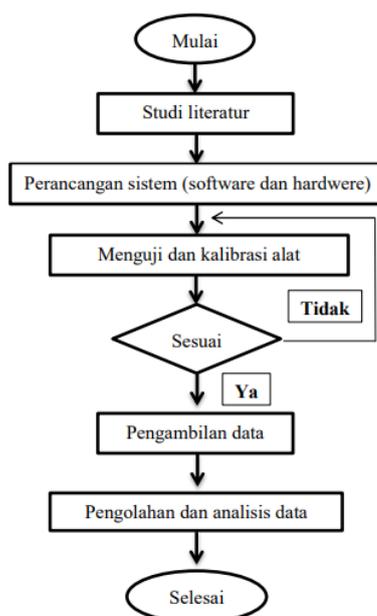
Sensor HC-SR04 sering diaplikasikan dalam merancang alat monitoring pasang surut air laut. Sensor ini bekerja dinterval delayengan prinsip pantulan gelombang suara yang memiliki frekuensi berkisar 40 KHz sampai 400 KHz, sehingga dapat mendeteksi keberadaan objek didepannya [11]. Pada dasarnya manusia tidak dapat mendengar gelombang suara ultrasonik, dan gelombang ini dapat didengar oleh hewan tertentu seperti lumba-lumba, kelelawar, anjing, dan kucing [1]. Sensor HC-SR04 memiliki tegangan kerja berkisar 3 – 5v dengan arus listrik 15 mA, dan mengukur dalam rentang jarak 2 – 400 cm dengan akurasi 3 mm [12].

*Software* pendukung pada penelitian ini yaitu ThingSpeak, yang merupakan platform IoT dengan API terbuka yang berguna sebagai server basis data untuk menyimpan data yang diproses oleh mikrokontroler serta berkomunikasi melalui jaringan internet [1]. ThingSpeak dapat dikontrol dan diakses pada PC melalui web ThingSpeak maupun *smartphone* dengan menginstal aplikasi thingView secara gratis pada playstore. Data hasil pengukuran yang diperoleh juga disimpan pada *micro SD card*. *Micro SD card* dapat diakses, dibaca maupun menyimpan data dengan *micro SD card adapter* yang dihubungkan ke mikrokontroler menggunakan sistem antarmuka SPI (*Serial Parallel Interface*) yang sebelumnya telah diprogram menggunakan aplikasi arduino IDE [11].

Untuk memonitoring pasang surut air laut memerlukan alat yang memadai, namun umumnya memerlukan biaya yang cukup mahal. Sehingga perlu dikembangkan rancang bangun alat monitoring pasang surut air laut berbasis IoT dengan NodeMCU ESP8266 dan sensor HC-SR04.

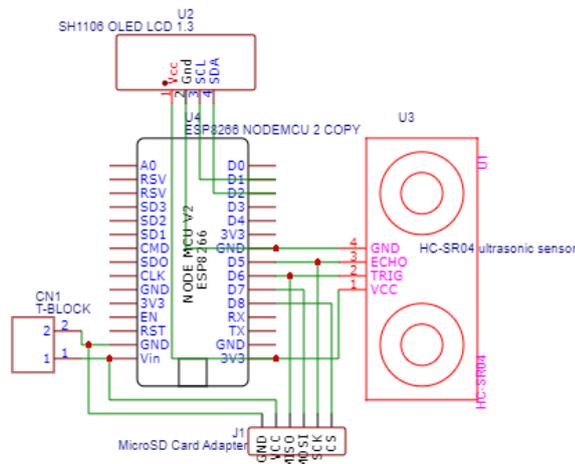
## 2. Metode Penelitian

Rancangan alat monitoring pasang surut air laut berbasis IoT dengan NodeMCU ESP8266 dan sensor HC-SR04 dilakukan dalam lima tahap penelitian, yakni studi literatur, perancangan dan implementasi sistem pada alat, pengujian sistem, pengambilan data, serta pengolahan dan analisis data seperti pada diagram alir Gambar 1 berikut.



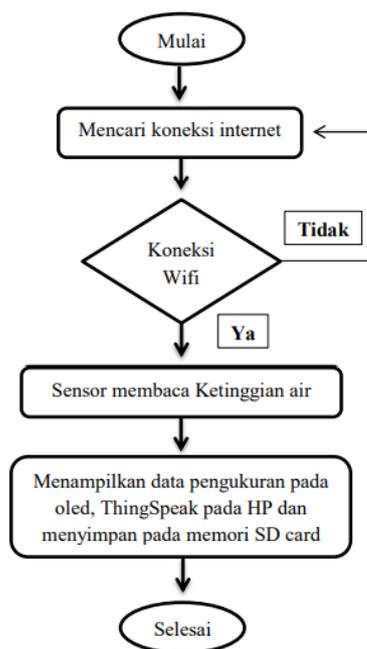
**Gambar 1.** Diagram alir prosedur penelitian

Pada tahap perancangan sistem dibagi menjadi dua yaitu perancangan sistem perangkat keras (*hardware*) dan perancangan sistem program pada perangkat lunak (*software*). Pada tahap ini dirancang untuk dapat mengukur pasang surut air laut secara otomatis dan data yang diperoleh dikirim secara realtime. Pada perancangan sistem perangkat keras yaitu dengan menentukan komponen yang akan digunakan, diantaranya mikrokontroler NodeMCU ESP8266, sensor HC-SR04, *micro SD card adapter*, oled SH1106 1.3 inch, dan *step down* LM2596. Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 digunakan karena dapat berfungsi sebagai mikrokontroler sekaligus dapat terkoneksi ke internet, sehingga cocok diaplikasikan pada proyek IoT [13]. Selain itu kelebihan lain dari NodeMCU ESP8266 adalah kompetibel dengan *library* yang dapat mendukung kerja berbagai sensor, harganya yang cukup terjangkau serta mudah didapatkan [14]. Penggunaan sensor HC-SR04 yang berfungsi untuk mengukur jarak ke objek dengan deteksi jangkauan nonkontak yang memanfaatkan gelombang ultrasonik dengan akurasi tinggi dan pembacaan yang stabil dan mudah digunakan [15]. Kelebihan lainnya yaitu dapat memperoleh nilai jarak dari pantulan gelombang suara yang dipancarkan oleh pin trigger dengan sangat cepat dan ditangkap oleh pin echo dalam port yang berbeda sehingga data jarak dapat dengan mudah diperoleh [16]. Setelah dilakukan perancangan pada perangkat keras, kemudian merancang skematik rangkaian alat seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Skematik rangkaian alat

Setelah membuat skematik, dilanjutkan dengan merancang sistem program pada perangkat lunak menggunakan aplikasi arduino IDE, program / koding akan diimplementasikan ke rancangan alat pengukur dan pengiriman data pasang surut air laut, yang di upload pada mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Selanjutnya mikrokontroler akan mencari koneksi ke jaringan internet yang sudah diprogramkan, kemudian sensor HC-SR04 akan mengukur ketinggian air dan data hasil pengukuran akan ditampilkan secara otomatis dan realtime. Berikut merupakan diagram alir pada alat monitoring pasang surut air laut.



**Gambar 3.** Diagram alir alat monitoring pasang surut air laut

Rancangan alat ini menggunakan sumber tegangan baterai Li-Po 850 mAh yang memiliki tegangan 7,4 volt yang dihubungkan dengan *step down* LM2596 untuk menurunkan tegangan baterai, karena tegangan kerja yang dibutuhkan oleh rangkaian alat berkisar 5,5 volt. *Step down* LM2596 cocok digunakan dalam rangkaian ini karena dapat menurunkan tegangan input berkisar 4-35 volt dan menghasilkan tegangan output berkisar 1,23 – 30 volt, dengan arus maksimal 3 A [17].

Pada alat ini menghasilkan data berupa ketinggian air dengan satuan cm dari permukaan air. Data yang diperoleh ditampilkan pada oled yang terhubung secara I2C sehingga pin SCL dan SDA oled dihubungkan pada pin D1 dan D2 mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Selain itu, data yang diperoleh juga dikirim melalui jaringan internet ke web ThingSpeak atau pada aplikasi ThingView yang telah diinstal secara gratis pada *smartphone* melalui playstore. ThingSpeak dipilih karena merupakan salah satu platform IoT dengan API terbuka yang mudah digunakan dan dapat diakses oleh siapapun.

Tahap selanjutnya yaitu pengujian sistem, tahap ini sangat penting dilakukan guna mengetahui apakah alat yang dirancang sudah sesuai dan dapat berfungsi dengan baik atau tidak. Pada tahap ini dilakukan dengan membandingkan hasil yang terukur pada alat dengan mistar. Jika hasil belum sesuai maka perlu adanya perbaikan lagi. Jika sudah sesuai dapat dilanjutkan dengan pengambilan data.

Pada tahap pengambilan data diambil dengan menggunakan prototype dalam bentuk sederhana menggunakan bak air dengan kedalaman 50 cm, yang kemudian dibandingkan dengan alat ukur mistar. Data yang diperoleh dimasukkan pada tabel data. Data diambil pada kedalaman 50 cm karena rentang pasang dan surut air laut biasanya kecil.

Data yang sudah diperoleh diolah dengan Microsoft excel untuk mencari persentase eror pada alat menggunakan persamaan berikut.

$$XY = \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \times 100\% \quad (1)$$

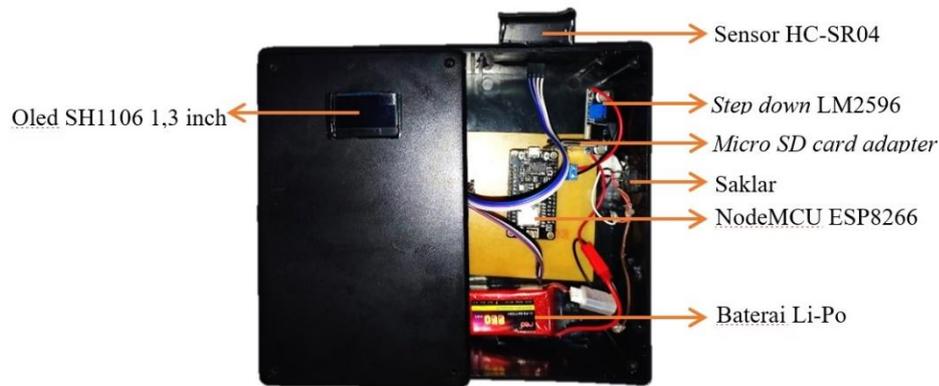
Dengan  $X_n$  = Nilai pada alat pembanding

$Y_n$  = Nilai pada alat ukur [17]

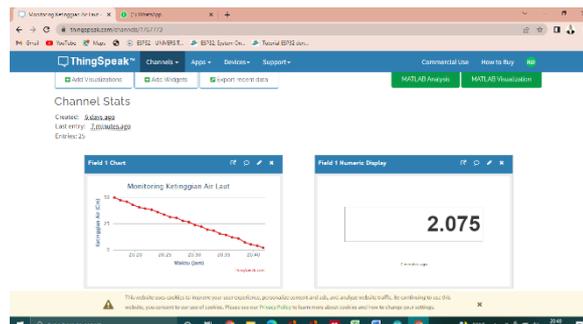
### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Hasil Rangkaian Alat dan Aplikasi

Rangkaian komponen pada alat monitoring pasang surut air laut ini diletakkan pada box hitam berbentuk balok dengan dimensi  $18,5 \times 11,5 \times 6,5$  cm seperti pada Gambar 4. Data hasil pengukuran ditampilkan pada oled dan web ThingSpeak serta disimpan pada *micro SD Card*, seperti yang terdapat pada Gambar 5, 6 dan 7.

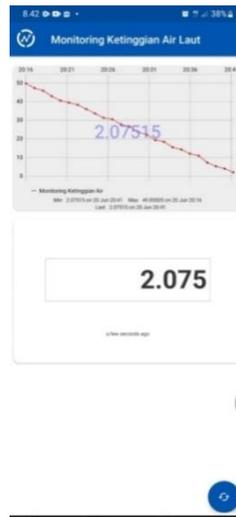


Gambar 4. Rangkaian alat (Dok. Pribadi)

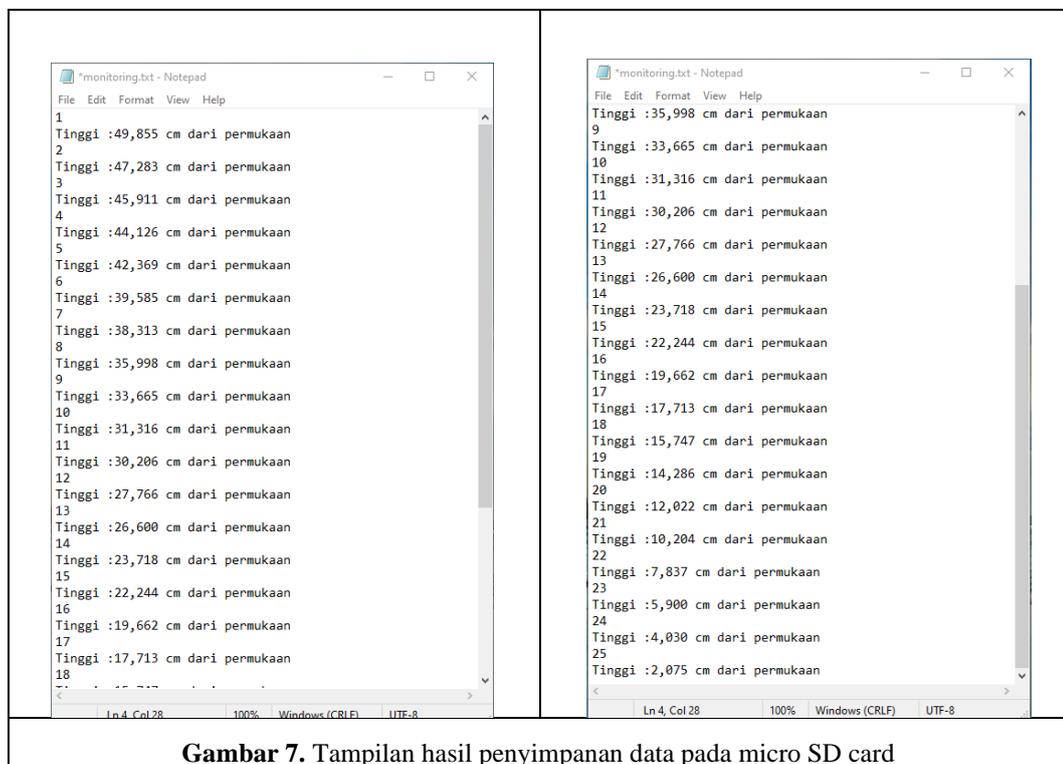


Gambar 5. Tampilan aplikasi ThingSpeak pada web

Data hasil pengukuran ketinggian air akan ditampilkan pada oled maupun web ThingSpeak dengan satuan cm dari permukaan air, serta hasil pengukuran berhasil disimpan pada *micro SD card* dalam file bernama monitoring dengan format txt.



**Gambar 6.** Tampilan aplikasi ThingView pada smartphone



**Gambar 7.** Tampilan hasil penyimpanan data pada micro SD card

### 3.1. Hasil Data Pengujian

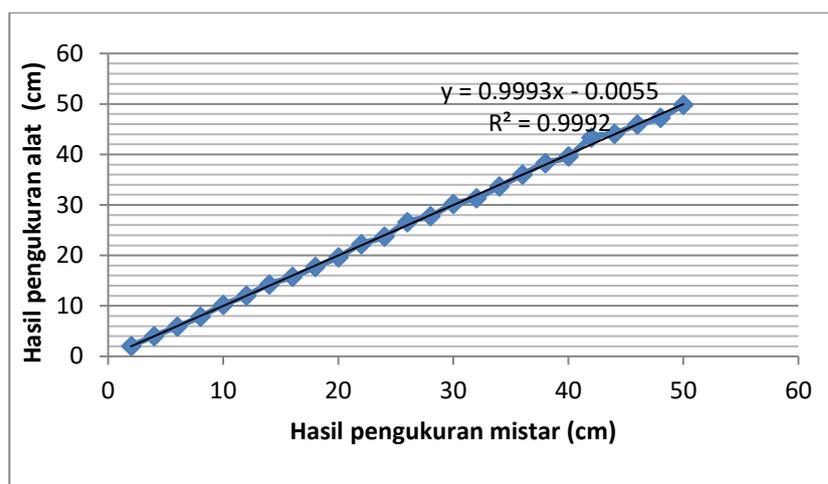
Dalam penelitian ini data diambil dengan menggunakan prototype sederhana menggunakan bak air dengan kedalaman 50 cm, data diambil dengan rentang waktu 1 menit dengan manipulasi ketinggian sebesar 2cm, yang kemudian dibandingkan dengan alat ukur mistar sehingga diperoleh data pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Data hasil pengujian alat monitoring pasang surut air laut

Tinggi Air pada Mistar (cm)	Tinggi Air pada Alat (cm)	Error (%)
50	49,855	0,290
48	47,283	1,494
46	45,911	0,193
44	44,126	0,286
42	43,369	0,878
40	39,585	1,037
38	38,313	0,824
36	35,998	0,005
34	33,665	0,985
32	31,316	2,137
30	30,206	0,687
28	27,766	0,836
26	26,600	2,306
24	23,718	1,175
22	22,244	1,109
20	19,662	1,690
18	17,713	1,594
16	15,747	1,581
14	14,286	2,042
12	12,022	0,183
10	10,204	2,040
8	7,837	2,037
6	5,900	1,667
4	4,030	0,750
2	2,075	3,750
Error rata - rata		1,263

### 3.1. Pembahasan

Dapat dilihat pada tabel 1 menunjukkan bahwa alat dapat mengukur ketinggian air dalam rentang 2manipulasi ketinggian – 50 cm dengan baik, seperti pada spesifikasi sensor HC-SR04 yaitu dapat mengukur jarak minimal 2 cm dan maksimal 400 cm dengan akurasi jangkauan mencapai 3 mm, dan diperoleh nilai eror terendah sebesar 0,005% dan eror tertinggi sebesar 3,75% dengan rata – rata interval delay 1,263%. Dari nilai eror yang diperoleh ada beberapa hasil pengukuran dengan persentase eror cukup tinggi hal ini dikarenakan sensor bekerja kurang maksimal. Sensor HC-SR04 bekerja dengan prinsip pemantulan gelombang, namun kadang pantulan gelombang yang dihasilkan kurang sesuai, sehingga menyebabkan hasil pengukuran kurang maksimal, maka saat pemasangan sensor harus diperhatikan letak posisi sensor agar pantulan gelombang yang dihasilkan akurat [8]. Adanya selisih antara hasil pengukuran ketinggian pada alat dengan mistar disebabkan karena sensor sangat sensitif, sensor dapat bekerja maksimal jika diletakkan pada tempat yang stabil dan dengan posisi sudut <math><15^\circ</math> [15].



**Gambar 8.** Grafik perbandingan hasil pengukuran alat dengan mistar

Seperti pada Gambar 8, dapat dilihat bahwa grafik menunjukkan hasil pengukuran ketinggian air pada alat dan mistar bernilai hampir sama. Hasil data yang diperoleh akan dikirimkan ke web ThingSpeak melalui jaringan internet dengan data yang direkam, dengan interval delay 15-19 sekon, dikarenakan instrumen ini mengandalkan WiFi yang bersumber dari hotspot seluler untuk mengirim data ke server thingspeak, banyak data yang mengalami keterlambatan perekaman hingga beberapa menit [6]. Saat melakukan penelitian data hasil pengukuran akan ditampilkan pada ThingSpeak baik pada laptop maupun pada *smartphone* dengan aplikasi ThingView. Pada aplikasi ThingView untuk menampilkan data hasil pengukuran kadang terjadi delay beberapa detik sehingga harus di refresh terlebih dahulu untuk melihat data terbaru yang telah terkirim, hal ini dikarenakan jaringan internet tidak cukup kuat sehingga terjadi delay pengiriman data. Agar alat dapat mengukur ketinggian dan mengirim data secara realtime dengan baik, koneksi internet harus dipastikan dalam kondisi yang stabil sehingga tidak ada kendala dalam pengiriman data.

#### 4. Kesimpulan

Rancangan alat monitoring pasang surut air laut dengan menggunakan NodeMCU ESP8266 dan sensor HC-SR04 berhasil dibuat dan dapat berfungsi dengan baik, dan data yang diperoleh dikirimkan melalui jaringan internet ke website ThingSpeak dengan delay pengiriman data sebesar 15 sekon, dan data juga berhasil disimpan pada *micro SD card* dengan format file txt. Dalam percobaan ini alat digunakan untuk mengukur ketinggian air dalam rentang 2 – 50 cm dengan manipulasi ketinggian sebesar 2 cm. Pada alat monitoring pasang surut air laut diperoleh nilai eror rata-rata alat sebesar 1,263%. Agar alat dapat mengukur ketinggian dan mengirim data secara *real time* dengan baik koneksi internet harus dipastikan dalam kondisi yang stabil.

### Daftar Pustaka

1. M. H. Kurnia, R. E. Saputra, and C. Setianingsih, "High-Low Detection of Sea Water Waves With Multi-Sensor System Based on Iot," *e-Proceeding Eng.*, vol. 8, no. 5, pp. 6175–6182, 2021.
2. Gopinda, D. Budiman, and L. Irfan, "Perancangan Prototype Sistem Monitoring Tinggi Pasang Surut Air Laut Dan Peringatan Dini Tsunami Berbasis Internet of Things ...," pp. 1–8, 2020, [Online]. Available: <http://eprints.unram.ac.id/16233/>.
3. M. I. Quraisy, Z. Zainuddin, and Z. Hasanuddin, "Sistem Monitoring Dan Estimasi Pasang Surut Air Laut Pada Kantor Perhubungan Laut Kab. Majene," *J. It*, vol. 10, no. 1, pp. 24–30, 2019, doi: 10.37639/jti.v10i1.91.
4. R. Akram and L. Fitria, "Rancang Bangun Sistem Deteksi Level Ketinggian Air Laut Berbasis Internet Of Thing," *JITE (Journal Informatics Telecommun. Eng.* Available, vol. 4, no. January, pp. 1–9, 2021.
5. R. Fadly and C. Dewi, "Pengembangan Sensor Ultrasonic Guna Pengukuran Pasang Surut Laut Secara Otomatis dan Real Time," *J. Rekayasa*, vol. 23, no. 1, pp. 1–16, 2019.
6. N. A. Haq, Khomsin, and D. G. Pratomo, "The Design of an Arduino Based Low-Cost Ultrasonic Tide Gauge with the Internet of Things (Iot) System," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 698, no. 1, pp. 1–9, 2021, doi: 10.1088/1755-1315/698/1/012004.
7. I. K. Missa, L. A. seseragi Lapono, and A. Wahid, "Rancang Bangun Alat Pasang Surut Air Laut Berbasis Arduino Uno dengan menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04," *J. Fis. sains dan Apl.*, vol. 3, pp. 102–105, 2018.
8. M. Yakob, N. Sagita, and R. A. Putra, "Rancang bangun alat pendeteksi ketinggian permukaan air berbasis mikrokontroler arduino uno," *J. Ilm. Jurutera*, vol. 06, pp. 10–13, 2019, [Online]. Available: [ejurnalunsam.id/index.php/jurutera](http://ejurnalunsam.id/index.php/jurutera).
9. H. A. Kusuma and N. Oktaviani, "Electronic design and simulation of low cost ocean tides monitoring instrument using Labcenter Proteus," *J. Appl. Geospatial Inf.*, vol. 1, no. 2, pp. 63–68, 2017, doi: 10.30871/jagi.v1i2.431.
10. S. R. Noptian, A. Suhendi, and R. A. Salam, "Sistem Monitoring Ketinggian Permukaan Air Laut Menggunakan Accelerometer Berbasis Iot," *e-Proceeding Eng.*, vol. 7, no. 2, pp. 4517–4522, 2020.
11. D. N. P. Hartoto, R. Fadly, and A. Zakaria, "Studi Akurasi Sensor Ultrasonik Tipe US-015 Untuk Pengukuran Pasang Surut Air Laut Daerah Bergelombang," *JRSDD*, vol. 8, no. 1, pp. 33–52, 2020.
12. R. Fikri, B. P. Lapanporo, and M. I. Jumarang, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Ketinggian Permukaan Air Menggunakan Mikrokontroler ATMEGA328P Berbasis Web Service," *Positron*, vol. 5, no. 2, pp. 42–48, 2015, doi: 10.26418/positron.v5i2.11666.
13. N. H. L. Dewi, M. F. Rohmah, and S. Zahara, "Prototype Smart Home Dengan Modul Nodemcu Esp8266 Berbasis Internet of Things (Iot)," *J. Tek. Inform.*, p. 3, 2019.
14. Fathurrahmani and Agustiannoor, "Smartpot untuk Efisiensi Monitoring Tanaman Hias Berbasis IoT," vol. 9, no. 2, pp. 203–212, 2019, doi: <http://dx.doi.org/10.30700/jst.v9i2.490>.

15. Cytron Technologies, "Hc-Sr04," pp. 1–10, 2013, [Online]. Available: <http://raspoid.com/download/datasheet/HCSR04%0A2019-05-24>.
16. M. Andriyan, A. Harijanto, and H. B. Prastowo, "Rancang Bangun Alat Praktikum Penentuan Indeks Bias Zat Cair Berbantuan Arduino dan Sensor Jarak HC-SR04," *J. Pendidik. Fis. Undiksha*, vol. 11, no. 2, pp. 19–29, 2021.
17. N. Nikmah, I. Sucahyo, and M. Yantidewi, "Rancang Bangun Pengukur Suhu dan Hand Sanitizer Otomatis Berbasis Arduino Uno," *Jambura Phys. J.*, vol. 2, no. 2, pp. 54–64, 2020, [Online]. Available: <http://ejurnal.ung.ac.id/index.php/JPJ>.