

RANCANG BANGUN WAVE BOUY PENGUKUR GELOMBANG DAN SUHU PERMUKAAN AIR LAUT

Oleh

Muhammad Khaisar Wirawan¹, Nurmawati², Chrisnanda Aditia Fortuna³ Rizqi Fadli⁴

^{1,2,3,4} Institut Teknologi Kalimantan

E-mail: khaisar.wirawan@lecturer.itk.ac.id

Article History:

Received: 26-06-2025

Revised: 01-07-2025

Accepted: 29-07-2025

Keywords:

Wave Boouy, Alat Ukur,
Tinggi Gelombang, Suhu
Permukaan Laut

Abstract: Gelombang permukaan laut adalah salah satu fenomena yang sangat kompleks dan mudah berubah dibandingkan dengan arus dan pasang surut, sehingga untuk memahami secara menyeluruh tentang karakteristik gelombang permukaan laut merupakan hal yang sulit. Gelombang tersebut pada dasarnya adalah gelombang acak karena berbagai macam jenis gelombang dengan frekuensi tertentu yang berposisi satu sama lainnya. Sumber pembangkit gelombang tersebut terutama adalah angin, sehingga sering disebut dengan Gelombang Angin (Wind Waves). Untuk mendapatkan data tinggi gelombang dan suhu permukaan air laut dari berbagai sumber pembangkit gelombang memerlukan alat yang memadai untuk memperoleh datanya. Pada dasarnya ada beberapa jenis alat yang dapat dipergunakan baik di dalam dan di luar untuk memenuhi kebutuhan data tersebut, namun umumnya memerlukan biaya yang tidak sedikit. Sering terjadi bahwa alat yang diperlukan tidaklah sekompleks keperluan untuk pengadaan suatu penelitian yang sederhana, hanya membutuhkan satu atau dua parameter, misalkan untuk mencari data tinggi gelombang dan suhu diperlukan parameter data berupa tinggi air dan waktu, oleh karena itu pembuatan instrument bangunan laut dapat memenuhi kebutuhan untuk pemenuhan data sangat membantu. Pada riset ini, diharapkan dalam hitungan detik dapat diperoleh beberapa data gelombang berupa tinggi permukaan air dan suhu permukaan air laut pada waktu pengambilan datanya secara real time dan up to date.

PENDAHULUAN

Indonesia, sebagai negara kepulauan dengan sebagian besar wilayahnya berupa perairan, menjadikan aktivitas laut sebagai bagian penting dalam kehidupan masyarakatnya. Salah satu fenomena laut yang sangat mempengaruhi efisiensi dan keselamatan di laut adalah gelombang. Untuk mendapatkan data gelombang dari berbagai

sumber, diperlukan alat yang memadai. Metode pengukuran tinggi gelombang laut menggunakan mistar masih memiliki keterbatasan, baik dari segi tenaga pengukur maupun akurasi data yang diperoleh. Pengukuran tinggi gelombang secara manual dan terus menerus selama periode waktu tertentu bukanlah pekerjaan yang mudah dan cenderung menghasilkan data dengan akurasi rendah (A. Amdani, 2019).

Gelombang air laut merupakan fenomena alam yang sering terjadi di pesisir maupun lepas pantai. Peristiwa gelombang pasang dan surut air laut dapat diartikan sebagai fenomena naik dan turunnya permukaan air laut secara vertikal maupun kurva sinusoidal. Gelombang laut merupakan pergerakan naik turunnya air laut yang dapat menyebabkan berbagai faktor, gelombang air laut ini terjadi akibat gravitasi matahari dan bulan, angin, letusan gunung berapi dan gempa di laut. Suhu laut bervariasi baik secara horizontal maupun vertikal sesuai dengan kedalaman. Sebaran atau variasi suhu laut secara vertikal di perairan Indonesia pada umumnya dapat dibedakan menjadi tiga lapisan, yaitu lapisan pencampuran sempurna (*mixed layer*) di bagian atas, lapisan termoklin, dan lapisan dingin di bagian bawah. Untuk saat ini pemantauan gelombang laut dilakukan dengan menggunakan *wave buoy*. (DN Ma'aum, 2021).

Wave buoy sendiri adalah pelampung yang akan di design untuk mendeteksi gelombang. Pada penelitian ini bertujuan membuat suatu rancang bangun *wave buoy* yang dapat melakukan pengambilan data secara lebih akurat menggunakan komponen elektronik serta sensor-sensor yang diperlukan. *wave buoy* adalah rancangan yang akan dibuat sedemikian dengan perindahan posisi *buoy* dari titik satu ketitik yang lain. Penelitian mengenai alat pengukur tinggi gelombang menggunakan sensor *accelerometer* pernah dilakukan. Pada penelitian tersebut menggunakan sensor *accelerometer* type modul MPU6050. Metode ini menggunakan perhitungan penelitian ini dengan cara mengintergralkan sebanyak dua kali nilai percepatan sumbu z dan tidak menggunakan sensor *gyroscope* yang terdapat pada modul MPU6050 (Dwi Wahyudi, 2022).

Banyak penelitian yang telah dilakukan hanya untuk mengukur ketinggian dari gelombang, *Wave buoy* ini tidak hanya pengambilan tinggi gelombang, *wave buoy* ini akan di tambahkan sensor suhu DS18B20 akan menjadi bagian dari rancangan *wave buoy*. Suhu permukaan laut merupakan salah satu parameter fisik oseanografi yang berguna untuk menentukan kualitas perairan. Untuk mengetahui parameter suhu maka sensor suhu DS18B20 akan di letakan di *wave buoy*. Sensor suhu DS18B20 merupakan komponen yang berperan dalam penelitian, sensor suhu ini untuk mengecek suhu permukaan air laut yang dimana suhu di permukaan daerah pesisir di Indonesia kadang berubah-ubah, dan sensor suhu sangat tahan air maupun kondisi yang ekstrim.

Dengan perkembangan teknologi, penting untuk memiliki alat digital sederhana yang mampu mengukur tinggi gelombang. Oleh karena itu, pada penelitian ini bertujuan merancang dan membuat *wave buoy* menggunakan arduino uno sebagai mikrokontrolernya dan pengukur tinggi gelombang menggunakan sensor *accelerometer* serta sensor suhu DS18B20 di perairan pantai, dengan harapan alat yang dihasilkan mampu bekerja dengan baik.

LANDASAN TEORI

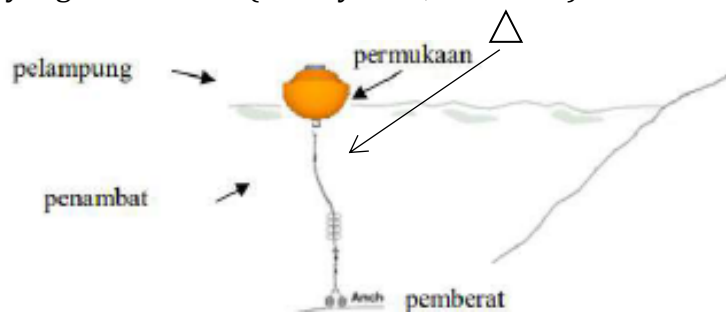
Gelombang

Gelombang adalah gerakan naik turun sebuah perairan yang dinyatakan naik turunnya permukaan air secara bergantian. Ada beberapa macam gelombang di laut tergantung gaya pembangkitnya gelombang tersebut ialah gelombang angin yang ditiup oleh angin di permukaan laut dan gelombang pasang surut.

Gelombang memiliki gerakan vertikal gerakan tersebut yaitu naik turun sehingga membentuk pola sinusoidal. Pergerakan ini menentukan seberapa besar tinggi gelombang yang terjadi sebagai amplitudo gerakan tersebut dan penentuan periode dari gelombang itu sendiri, sehingga setiap benda atau partikel dalam Perairan mengalami pergerakan naik turun. Selain pergerakan naik turun secara horizontal, gelombang akan memiliki nilai arah sehingga dibutuhkan pengukuran pergerakan partikel yang disesuaikan dengan pola pergerakan arah gelombang tersebut. adapun jenis-jenis yaitu gelombang arah rambat, gelombang medium, gelombang amplitudo sebagai berikut (Dwi wahyudi, 2022):

Suhu

Suhu salah satu merupakan faktor yang penting dalam proses kehidupan dan penyebaran organisme, proses metabolisme, dilaut suhu berpengaruh secara langsung pada laju proses fotosintesis dan fisiologi hewan. Perubahan suhu dapat menyebabkan terjadinya siklus massa air dan hal tersebut dapat mempengaruhi ekosistem laut. Suhu permukaan air laut bervariasi tergantung pada beberapa faktor, seperti lokasi geografis, musim, arus laut, dan kedalaman perairan. Suhu ini juga memengaruhi pola cuaca dan iklim regional. Faktor geografis seperti dekatnya daratan atau pulau-pulau juga dapat mempengaruhi suhu. Lautan yang lebih terbuka cenderung memiliki suhu permukaan yang lebih rendah karena adanya pergerakan air laut yang lebih bebas. (Dwi ayu R A,dkk. 2011).



Gambar 1. 1 Ilustrasi Wave Bouy (Erik Munandar. 2016)

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Tempat yang akan digunakan pada saat penelitian adalah sebagai berikut:

- Proses pembentukan wave bouy dilakukan di Km 15.
- Proses perancangan perangkat lunak dilakukan di Km 15.
- Proses pengujian benda wave bou dan perangkat lunak akan di lakukan di Balikpapan

Persiapan Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang di gunakan dalam penelitian pembuatan wave bouy:

- Resin, cairan kimia yang akan di campuran dengan serat fiber yang akan digunakan untuk membuat wave bouy.

- Serat Fiber, adalah potongan – potongan komponen yang disatukan dan dicampurkan dengan resin. Serat fiber ini berfungsi untuk penguat lapisan wave bouy agar meminimalisir terjadinya retakan dan lubang.
- Katalis, cairan kimia untuk campuran ke resin agar mempercepat laju pengerasan dalam pembuatan bouy.
- Arduino Uno, merupakan alat yang digunakan dalam penelitian ini fungsinya sebagai mikrokontroler.
- Accelerometer, digunakan untuk mengukur ketinggian gelombang.
- Sensor suhu DS18B20, Sensor suhu digunakan untuk pengecekan suhu permukaan air laut.
- TTGO LORA, merupakan perangkat elektronik yang digunakan untuk pengiriman data.
- Modul Real Time Clock (RTC), digunakan untuk melihat waktu saat pengambilan data.
- Tali Tampar, digunakan untuk mengikat antara eye bolt atau single mooring yang terdapat di bouy dan pemberat.
- Pemberat, digunakan untuk wave bouy agar tidak terbawa arus.
- Eye Bolt, Eye bolt akan di pasang bagian bouy fungsinya untuk penghubung antara tali dan pemberat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bouyancy Wave bouy

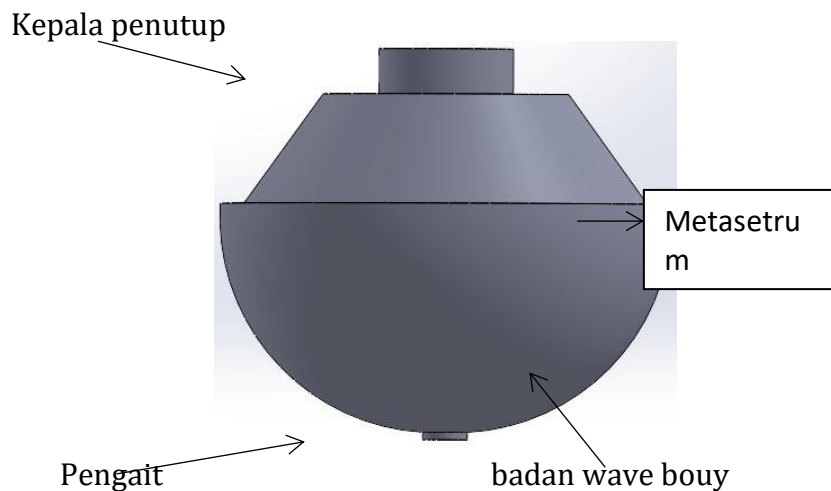
Pelampung wave bouy yang dihasilkan dalam berbentuk setengah bola dengan bagian penutup kerucut seperti terlihat pada gambar 1.1. parameter dari sebuah pelampung wave bouy adalah kestabilan, keseimbangan, dan kemampuan kembali seimbang. Berdasarkan gaya apung lebih besar dibandingkan dengan gaya berat benda demikian wave bouy ini mampu mengapung di atas permukaan air sehingga memenuhi syarat sebagai pelampung atau wave bouy. Secara perhitungan didapat hasilnya yaitu:

Tabel 1. 1 Hasil Uji Wahana

F_B	41	Kg/m^3
F_g	0,12	Kg/m^3
A	0,2	m^2
P	205	Kg/m^3
B	0,2	M
H	0,2	M
γ_{air}	1025	Kg/m^3
γ_b	3	Kg
M	6	

Berdasarkan nilai perhitungan di atas dari tabel 1.1 yaitu menunjukkan nilai gaya apung (F_B) yaitu sebesar 41 Kg/m^3 dan nilai gaya berat benda (F_g) $0,12 \text{ kg/m}^3$, gaya apung (F_B) lebih besar dari gaya berat benda (F_g) maka wave bouy ini mampu mengapung ke permukaan air dan memenuhi syarat sebagai wave bouy/ pelampung, kemudian nilai luas

permukaan tercelup (A) sebesar $0,2 \text{ m}^2$, dan nilai pada massa jenis benda (ρ) 205 kg/m^3 , diameter benda tercelup (B) pada pada wave bouy yaitu $0,2 \text{ m}$, kedalaman wave bouy tercelup (H) $0,2 \text{ m}$, dengan massa jenis massa air (γ_{air}) 1025 kg/m^3 , dan massa benda wave bouy (γ_b) sebesar 3 kg , dan jarak antar titik G dan titik nilai metasetrum (M) 3 . Jika benda dinyatakan stabil dikarenakan $M > G$. (Erik Munandar, 2018)



Gambar 1. 2 Wave Bouy Yang Dihasilkan
Tinggi Gelombang dan Suhu

Pengumpulan data tinggi dan suhu gelombang dilakukan selama periode 6 hari dalam jangka waktu 24 jam Data dimasukkan setiap jam. Apabila menggunakan pelampung gelombang untuk pendataan, kedalaman air yang dibutuhkan adalah 1 meter dari dasar laut. Pada tabel 1.2 berikut merupakan hasil pengambilan data tinggi gelombang yang sudah dilakukan.

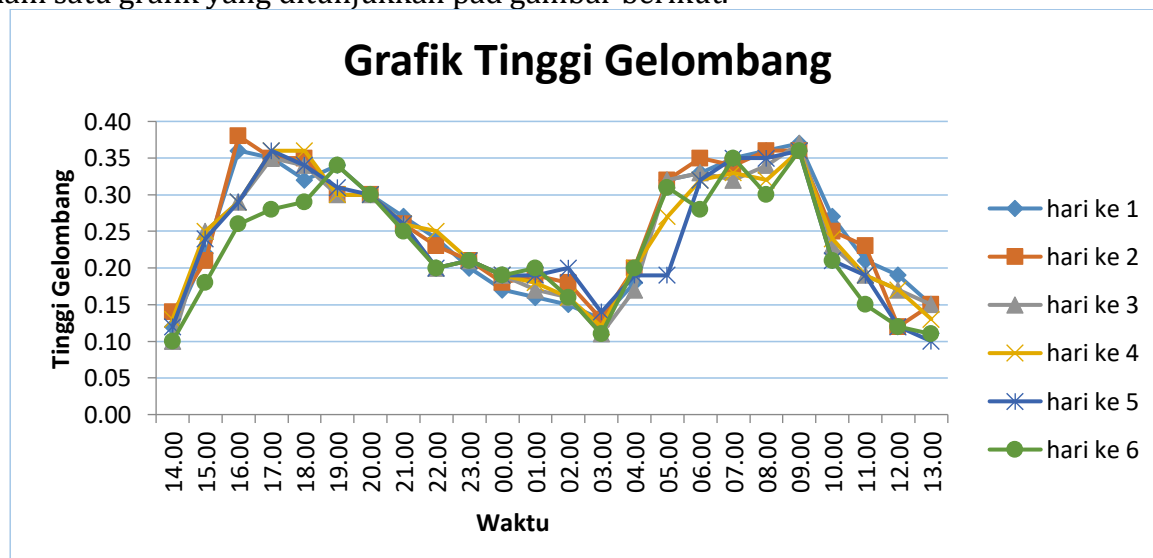
Tabel 1. 2 Tinggi Gelombang

jam	hari ke 1 (m)	hari ke 2 (m)	hari ke 3 (m)	hari ke 4 (m)	hari ke 5 (m)	hari ke 6 (m)	suhu (°)
14.00	0,12	0,14	0,10	0,13	0,12	0,10	30
15.00	0,22	0,21	0,25	0,25	0,24	0,18	30
16.00	0,36	0,38	0,29	0,29	0,29	0,26	30
17.00	0,35	0,35	0,35	0,36	0,36	0,28	30
18.00	0,32	0,35	0,34	0,36	0,34	0,29	30
19.00	0,34	0,30	0,30	0,30	0,31	0,34	30
20.00	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	30
21.00	0,27	0,26	0,26	0,26	0,26	0,25	30
22.00	0,24	0,23	0,20	0,25	0,20	0,20	30
23.00	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	30
00.00	0,17	0,18	0,19	0,19	0,19	0,19	30
01.00	0,16	0,19	0,17	0,18	0,19	0,20	30
02.00	0,15	0,18	0,16	0,16	0,20	0,16	30

03.00	0,13	0,13	0,11	0,12	0,14	0,11	30
04.00	0,18	0,20	0,17	0,20	0,19	0,20	30
05.00	0,32	0,32	0,32	0,27	0,19	0,31	30
06.00	0,33	0,35	0,33	0,32	0,32	0,28	30
07.00	0,35	0,34	0,32	0,33	0,35	0,35	30
08.00	0,36	0,36	0,34	0,32	0,35	0,30	30
09.00	0,37	0,36	0,37	0,36	0,36	0,36	30
10.00	0,27	0,25	0,23	0,24	0,21	0,21	30
11.00	0,21	0,23	0,19	0,19	0,19	0,15	30
12.00	0,19	0,12	0,17	0,17	0,12	0,12	30
13.00	0,15	0,15	0,15	0,13	0,10	0,11	30
Hmax	0,37	0,38	0,37	0,36	0,36	0,36	
Hmin	0,13	0,12	0,11	0,12	0,10	0,11	
Hmsl	0,25	0,25	0,24	0,24	0,23	0,24	

Berdasarkan tabel 1.2 dapat disimpulkan bahwa hasil tinggi gelombang yang didapatkan selama periode pengambilan data menunjukkan bahwa tinggi gelombang yang diukur menggunakan *wave bouy* yang diukur setiap jam dari pukul 14.00 hingga pukul 13.00 selama 6 hari berturut-turut dengan suhu konstan 30°C. Dengan nilai tinggi gelombang berkisar antara 0,10 m hingga 0,38 m. Dengan data ini dapat disimpulkan bahwa Nilai tinggi maksimum yang didapatkan adalah 0,38 m dan nilai tinggi minimum yang didapatkan adalah 0,10 m. Sehingga rata-rata tinggi gelombang yang didapatkan adalah sebesar 0,24 m. Data ini menunjukkan variasi kecil dalam tinggi gelombang selama periode pengamatan, dengan kondisi yang cukup konsisten setiap harinya.

Dari data yang di peroleh selama 6 hari dengan waktu 24 jam perhari, dapat dijelaskan dalam satu grafik yang ditunjukkan pad gambar berikut.



Gambar 1.3 Tinggi Gelombang hari ke 1 sampai hari ke 6

Dari gambar 1.2 Grafik Tinggi Gelombang menunjukkan variasi tinggi gelombang setiap jam dari pukul 14.00 hingga 13.00 selama enam hari berturut-turut. Tinggi gelombang

dapat mencapai puncaknya sekitar pukul 09.00 dengan nilai 0,38 meter, dan nilai terendah terjadi sekitar pukul 04.00 dengan tinggi gelombang 0,10 meter. Grafik ini juga menunjukkan pola yang relatif konsisten antar hari, dengan dua puncak utama sekitar pukul 16.00-17.00 dan 09.00 serta dua sekitar pukul 03.00-04.00 dan 13.00. Data ini mengindikasikan adanya pola harian dalam tinggi gelombang yang mungkin dipengaruhi oleh faktor lingkungan atau pasang surut air laut. Dari grafik di atas menunjukkan bahwa gelombang pasut campuran condong harian ganda (*mixed tide prevalling semidiurnal*) yang dimana sapasang surut pada tipe ini dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan 2 kali air surut.

KESIMPULAN

1. Telah didapatkan hasil dari *bouyancy wave bouy*, dimana pelampung *wave bouy* yang dihasilkan dalam berbentuk setengah bola dengan bagian penutup kerucut. Nilai yang dihasilkan yaitu nilai m (metasentrum) sebesar 3. Dimana nilai metasentrum lebih besar dari nilai gravitasi. Pengukuran tinggi gelombang dengan racangan yang dibuat dapat dilakukan. Hal ini dikarenakan racangan wahana memiliki nilai yang stabil.
2. Telah didapatkan hasil dari pengambilan data tinggi gelombang yang sudah dilakukan selama 6 hari dengan konsistensi suhu sebesar 30°C mendapatkan hasil bahwa tinggi gelombang maximum mencapai 0,38 meter dan tinggi gelombang minimum mencapai 0,10 meter. Sehingga didapatkan hasil rata-rata tinggi gelombang yaitu 0,25 meter. Hasil ini menunjukkan adanya variasi dalam tinggi gelombang selama periode pengambilan data, dengan kondisi yang cukup konsisten setiap harinya. Nilai yang didapatkan juga dipengaruhi oleh gelombang pasang surut yang dipengaruhi oleh gravitasi.

Pengakuan/Acknowledgements

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Muhammad Khaisar Wirawan, S. Kel., M. Si selaku Pembimbing utama dan Ibu Nurmawati, S. Kel., M. Si selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam pengerjaan jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amdani. 2019. "TA: Rancang Bangun Alat Ukur Tinggi Gelombang Air Laut Berbasis Mikrokontroller Arduino Uno." Program Studi Teknik Kelautan, Politeknik Kelautan dan Perikanan Karawang.
- [2] Hadikusumah. 2008. "Variabilitas suhu dan salinitas di Perairan Cisadane." *Makara Sains* 12, no. 2: 82–88.
- [3] ———. 2009. "Karakteristik Gelombang dan Arus di Eretan Indramayu." *Jurnal Makara Seri Sains* 13, no. 2: 163–172.
- [4] Ma'sum, Debi Nurgraha. 2021. "TA: Analisis Karakteristik Gelombang Menggunakan Metode Spm Dan Data Altimetri Di Perairan Luwuk Sulawesi Tengah." Diss., Institut Teknologi Nasional.
- [5] Munandar, Erik. 2016. "Tesis: Rancang Bangun Wave Buoy dan Analisis Pengukurannya (Sebagai Alat Pengukur Gelombang Permukaan di Daerah Pesisir)." Institut Pertanian Bogor.
- [6] Promput, Sommart. 2023. "Design and Analysis Performance of IoT Based Water Quality

- Monitoring System using LoRa Technology." *Journal*. Department of Mechatronics and Robotics Engineering, University of Technology Tawan-ok.
- [7] Setiawan, Joga Dharma, dkk. 2022. "PENGUJIAN SISTEM MONITORING KONDISI LINGKUNGAN PERAIRAN DENGAN MEMPERHATIKAN KONSUMSI DAYA DAN JARAK PENGIRIMAN DATA DENGAN MENGGUNAKAN WAHANA BUOY." *Jurnal*. Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- [8] Tirozzi, B., S. Puca, S. Pittalis, A. Bruschi, S. Morucci, E. Ferraro, and S. Corsini. 2007. *Neural Networks and Sea Time Series: Reconstruction and Extreme Event Analysis*. Boston: Springer Science & Business Media.