

**PENGEMBANGAN SISTEM PEMANTAUAN TINGGI GELOMBANG AIR PADA
MODEL TSUNAMI MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK HC-SR04
BERBANTUAN ARDUINO**

Hasbullah^{1*}, Yudhiakto Pramudya²

^{1,2} Magister Pendidikan Fisika Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta, Indonesia

Email: 1bullahtrk@gmail.com, 2yudhiakto.pramudya@pfis.uad.ac.id

Abstrak

Data fluktuasi ketinggian permukaan air laut akibat longsoran suatu daerah sangat penting dalam menganalisis dampak yang ditimbulkan pada suatu daerah yang rawan terjadi tsunami longsoran. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pengukuran ketinggian air pada model tsunami yang disebabkan oleh longsoran, serta untuk menyelidiki ketinggian gelombang air akibat longsoran dengan variasi sudut bidang miring. Untuk mengembangkan sistem pemantauan ketinggian gelombang air pada model tsunami digunakan Arduino Uno dan Sensor Ultrasonik HC-SR04 untuk mengukur durasi waktu gelombang ultrasonik memantul dari permukaan air, sehingga dapat diketahui jarak berdasarkan cepat rambat bunyi di udara. Silinder pejal digelindingkan pada sebuah bidang miring sebagai pemicu awal gelombang pada air. Ketinggian gelombang akan terukur pada empat buah sensor yang diletakkan di atas permukaan air. Add-ins Data Streamer pada Aplikasi Microsoft Excel digunakan untuk merekam data hasil pengukuran dari perangkat arduino. Pada sudut kemiringan $15,32^\circ$ diperoleh kecepatan rata-rata 111,18 cm/s dengan ketinggian gelombang rata-rata 0,42 cm. Pada sudut kemiringan $16,86^\circ$ diperoleh kecepatan rata-rata 113,33 cm/s dengan ketinggian gelombang rata-rata 0,64 cm. Pada sudut kemiringan $18,43^\circ$ diperoleh kecepatan rata-rata 132,22 cm/s dengan ketinggian gelombang rata-rata 0,83 cm. Dari hasil perhitungan ketinggian rata-rata gelombang air yang terukur akan cenderung meningkat pada variasi kemiringan sudut $15,32^\circ$ hingga sudut $18,43^\circ$.

Kata kunci: Tsunami, Landslide, Sensor Ultrasonik, Arduino Uno, Data Streamer

PENDAHULUAN

Peristiwa tsunami vulkanik terbesar di dunia adalah tsunami vulkanik tahun 1883 itu disebabkan oleh letusan Krakatau dan mengakibatkan lebih dari 36.000 korban tewas. Hasil numerik menunjukkan bahwa tsunami 1883 mengeluarkan material oleh aliran piroklastik sebanyak lebih dari 5 km^3 , dengan tingkat debit rata-rata $107 \text{ m}^3/\text{s}$ (Maeno et al., 2006).

Kejadian tsunami yang diakibatkan oleh longsor merupakan salah satu fenomena alam yang dapat diketahui melalui perubahan tinggi gelombang air laut (Alimsuardi et al.,

How to cite:	Hasbullah, Yudhiakto Pramudya (2024), Pengembangan Sistem Pemantauan Tinggi Gelombang Air pada Model Tsunami Menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04 Berbantuan Arduino, (6) 2, https://doi.org/10.46799/syntax-idea.v6i2.2849
E-ISSN:	2684-883X
Published by:	Ridwan Institute

2019; Edyanto, 2011; Hermon, 2015; Sugianto, n.d.). Sistem pemantauan tinggi gelombang air digunakan untuk menganalisis tinggi gelombang air laut yang dapat mengakibatkan gelombang tsunami akibat longsor.

Data fluktuasi ketinggian permukaan air laut akibat longsor suatu daerah sangat penting dalam menganalisis dampak yang ditimbulkan pada suatu daerah yang rawan terjadi tsunami longsor (Mambela, 2020; Yulaelawati, 2008). Data pemantauan ketinggian gelombang dapat digunakan oleh pengelola dan perencanaan untuk memodelkan karakteristik suatu wilayah (Yoo, 2018).

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka dibuat suatu rancangan model perangkat sistem monitoring ketinggian gelombang air yang diakibatkan oleh longsor. Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan untuk merancang model longsor menggunakan gerak silinder pada bidang miring di dalam air.

Pada penelitian ini akan menggunakan sensor Ultrasonik HC-SR04 dan mikrokontroler (Arduino-UNO) yang akan mengukur ketinggian gelombang air. Software Arduino-IDE digunakan dalam pemrograman, sedangkan data pemantauan tinggi gelombang akan ditampilkan pada aplikasi Microsoft Excel melalui data streamer secara real-time.

Sensor Ultrasonik HC-SR04 mampu mendeteksi objek dan mengukur jarak dengan mengikuti prinsip pemantulan bunyi di udara pada permukaan air akan mengukur durasi waktu menghasilkan jarak dari permukaan air (Adi et al., 2019). Sensor ultrasonik HC-SR04 ini bisa digunakan untuk mengukur jarak benda dari 2cm – 400 cm dengan akurasi 3 mm (Setiawan et al., 2014; Walingkas et al., 2019a, 2019b). Sensor ultrasonik ini memiliki 4 buah pin yaitu pin VCC sebagai input tegangan, pin GND sebagai grounding, pin trigger untuk trigger keluarnya sinyal, dan pin Echo untuk menangkap sinyal pantulan dari benda (DAULAY, 2021; Purwanto & Wahid, 2023; Zidan, 2022).

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pengukuran ketinggian air pada model tsunami akibat longsor dan menginvestigasi ketinggian gelombang air akibat longsor pada variasi sudut bidang miring.

Penelitian ini perlu dilakukan karena adanya kebutuhan untuk memahami dan mengantisipasi potensi bahaya dari fenomena alam seperti tsunami akibat longsor. Hal ini penting untuk keselamatan publik, di mana dengan pemahaman yang lebih baik tentang perilaku gelombang air akibat longsor, kita dapat meningkatkan keselamatan masyarakat yang tinggal di daerah rawan bencana tersebut. Informasi yang akurat tentang ketinggian gelombang dapat membantu dalam proses peringatan dini dan evakuasi yang tepat waktu. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring yang lebih baik dengan menggunakan teknologi sensor ultrasonik dan mikrokontroler, sehingga dapat memiliki sistem pemantauan yang lebih terintegrasi dan mudah digunakan untuk mendeteksi potensi ancaman tsunami akibat longsor. Melalui pemahaman yang lebih dalam terkait variasi sudut bidang miring dalam menghasilkan tsunami akibat longsor, penelitian ini juga berpotensi membantu dalam pengembangan model matematika yang lebih akurat untuk

memprediksi perilaku gelombang dalam situasi-situasi tertentu. Ini sangat penting untuk meningkatkan kemampuan kita dalam merencanakan mitigasi bencana dan mengurangi risiko yang terkait.

METODE PENELITIAN

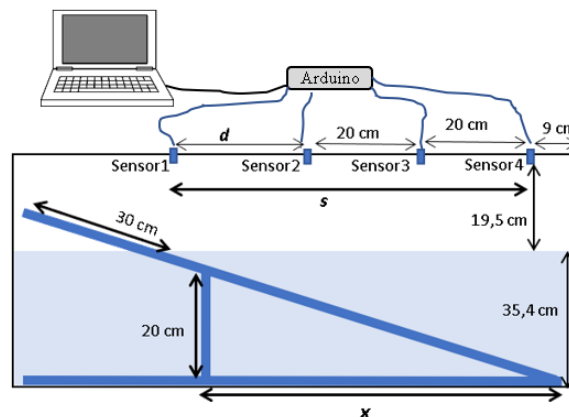
Penelitian ini menggunakan peralatan sebagai berikut:

- Laptop windows 10, 64 bit RAM 4 GB, merupakan sarana untuk pembuatan program dan menampilkan data penelitian yang diperoleh dari *Ultrasonik* HC-SR04
- Software Microsoft Excel*, merupakan bagian yang berperan untuk menampilkan *Data Stream* hasil pengukuran dari sensor *Ultrasonik* HC-SR04
- Software Arduino IDE*, merupakan aplikasi pemrograman menggunakan bahasa pemrograman tersendiri yang mirip dengan pemrograman Bahasa C pada arduino uno. Selain itu, aplikasi ini berfungsi untuk mengunggah program yang telah dibuat ke board Arduino.
- Arduino Uno, merupakan *interface microcontroller* untuk penghubung antara sensor *Ultrasonik* HC-SR04 dengan Laptop
- Sensor *Ultrasonik* HC-SR04, merupakan bagian yang berperan penting dalam penelitian yang berfungsi sebagai pendeteksi adanya sebuah getaran
- Breadboard* atau papan rangkaian akan digunakan untuk membuat rangkaian melalui kabel penghubung antara sensor *Ultrasonik* HC-SR04, Arduino-UNO, dan Laptop.
- Akuarium berukuran $1,30 \times 0,50 \times 0,55$ m.
- Papan lintasan bidang miring $1,20$ m yang dapat diubah kemiringannya
- Silinder pejal, tinggi $(3,99 \pm 0,01) \times 10^{-2}$ m, diameter $(3,275 \pm 0,001) \times 10^{-2}$ m, massa $(2,3798 \pm 0,0002) \times 10^{-1}$ kg dan massa jenis $\rho_s = (7065,4 \pm 18,1) \text{kg/m}^3$ [5].

Penelitian ini mengikuti prosedur penelitian sebagai berikut:

A. Prosedur Penelitian

1. Desain Perangkat Keras



Gambar 1 Susunan Peralatan

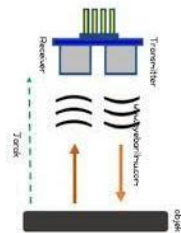
- a. 4 buah Sensor Ultrasonik HC-SR04 diletakkan di atas permukaan air, kemudian dihubungkan ke laptop melalui perantara arduino-uno dengan posisi seperti tampak pada gambar 2,
- b. Tingkat kemiringan bidang diatur dengan cara mengubah posisi balok penyangga sehingga diperoleh perbandingan jarak mendatar dan ketinggian balok penyangga bidang miring.
- c. Posisi silinder pejal sebelum digelindingkan adalah berjarak 30 cm sebelum menyentuh air pada bidang miring.
- d. Penentuan jarak antar sensor ultrasonik yang terpasang hanya menyesuaikan dengan panjang akuarium yang tersedia.

2. Desain Perangkat Lunak

- a. Pembuatan program menggunakan pemrograman Bahasa C pada aplikasi Arduino-IDE.

Tahap awal pemrograman adalah menentukan pin yang akan digunakan pada arduino. Selanjutnya identifikasi pada pin arduino yang akan dihubungkan sebagai input dan output pada sensor ultrasonik.

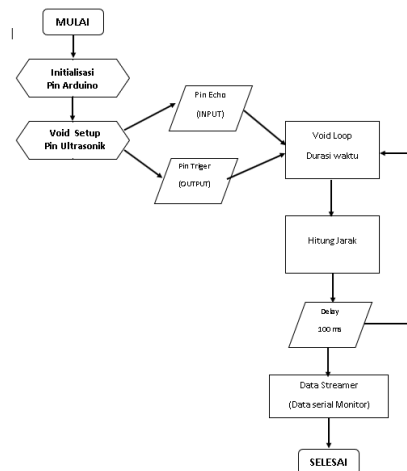
Tahap berikutnya adalah pembacaan durasi waktu yang dibutuhkan oleh ultrasonik untuk memancarkan dan menerima sinyal ultrasonik dalam satuan mikro detik. Durasi waktu tersebut akan digunakan untuk menentukan jarak permukaan air terhadap sensor.



Gambar 2 Deteksi sensor ultrasonik

Data jarak tersebut akan ditampilkan tiap delay 100 ms untuk selanjutnya ditampilkan pada aplikasi microsoft excel sebagai data streamer. Data ketinggian gelombang diperoleh sebagai selisih terhadap ketinggian awal sensor ultrasonik sebelum terjadi gelombang.

Pengembangan Sistem Pemantauan Tinggi Gelombang Air pada Model Tsunami Menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04 Berbantuan Arduino



Gambar 3 Flowchart pemrograman

- b. Mengunggah program pada Arduino Uno, kemudian uji coba menampilkan hasil pengukuran pada data serial monitor
- c. Instalasi add-in data streamer pada aplikasi microsoft excel yang akan merekam data secara langsung dari arduino.
- d. Kalibrasi hasil pengukuran jarak pada sensor Ultrasonik dengan membandingkan hasil pengukuran sebenarnya.

Aplikasi yang digunakan dalam pembuatan rancangan perangkat lunak adalah aplikasi Arduino IDE. Bahasa pemrograman Arduino memiliki Bahasa pemrograman tersendiri yang mirip dengan pemrograman Bahasa C yang sudah terintegrasi pada Arduino Integrated Development Environment (IDE). Aplikasi Microsoft Excel digunakan sebagai *Data Streamer* yang akan merekam Data waktu dan ketinggian gelombang hasil pengamatan secara real time.

e. Metode Pengambilan Data

- Perekaman data dimulai sesaat sebelum silider pejal digelindingkan hingga silider menyentuh dinding akuarium.
 - Data ketinggian gelombang dan waktu yang terekam kemudian tersimpan pada aplikasi microsoft excel, kemudian dilanjutkan dengan mengulangi eksperimen sebanyak 3 kali.
 - Eksperimen dilakukan dengan 3 variasi kemiringan bidang. Kemiringan bidang dapat diketahui pada jarak y dan d seperti pada gambar 2.
 - Data akan otomatis ditampilkan pada aplikasi Microsoft Excel 2019 melalui data streamer yang terkoneksi dengan data serial pada Arduino.

- Sensor -1 hanya merupakan indikator titik awal waktu penjalaran gelombang hingga sensor-4 untuk menghitung kecepatan pergerakan gelombang, sehingga data ketinggian gelombang yang digunakan adalah pada sensor-1, sensor-2, dan sensor-3.

f. Analisis Data

- Menentukan ketinggian gelombang yang terjadi pada tiap sensor dengan mengamati puncak gelombang yang terbentuk pada grafik.
- Menghitung ketinggian rata-rata puncak gelombang yang terbentuk pada masing-masing sensor-2, sensor-3, dan sensor-4 pada setiap variasi kemiringan bidang.
- Menghitung kecepatan rata-rata gelombang pada setiap variasi kemiringan bidang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

a. Telah dilakukan pengambilan data tinggi gelombang untuk tiga variasi sudut kemiringan bidang miring. Data ketinggian air didapatkan dari 3 sensor ultrasonik yang dipasang untuk memantau perambatan amplitudo gelombang air. Perolehan data dan pengolahan data dengan grafik akan dijelaskan.

b. Variasi Sudut kemiringan

- Kemiringan 15,32 derajat (x = 73 cm, d=30cm, s=70cm)
- Kemiringan 16,86 derajat (x = 66 cm, d=27cm, s=68cm)
- Kemiringan 18,43 derajat (x = 60 cm, d=23cm, s=63cm)

Tabel 1. Pengolahan Data

Sudut kemiringan	Kecepatan rerata (cm/s)	Tinggi gelombang rerata (cm)
15,32°	111,18	Sensor2 0,53
		Sensor3 0,43
		Sensor4 0,30
16,86°	113,33	Sensor2 0,73
		Sensor3 0,67
		Sensor4 0,53
18,43°	132,22	Sensor2 0,97
		Sensor3 0,87
		Sensor4 0,67

B. Pembahasan Penelitian

1. Variasi Sudut Kemiringan:

Pengembangan Sistem Pemantauan Tinggi Gelombang Air pada Model Tsunami Menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04 Berbantuan Arduino

Dari hasil pengukuran, dapat dilihat bahwa tinggi gelombang rata-rata meningkat seiring dengan peningkatan sudut kemiringan. Hal ini mengindikasikan bahwa semakin curam sudut kemiringan, semakin tinggi gelombang yang dihasilkan. Peningkatan kecepatan rata-rata juga teramati seiring dengan peningkatan sudut kemiringan. Hal ini sesuai dengan prinsip bahwa semakin besar sudut kemiringan, semakin cepat gelombang air akan merambat.

2. Pengolahan Data:

Data kecepatan rerata dan tinggi gelombang rerata dari masing-masing sensor telah diolah dan dihitung. Hasil ini memberikan gambaran tentang pola perubahan tinggi gelombang dan kecepatan gelombang air pada berbagai sudut kemiringan. Dengan adanya pengolahan data ini, dapat diperoleh pemahaman yang lebih baik tentang bagaimana tinggi gelombang dan kecepatan gelombang air berhubungan dengan sudut kemiringan bidang miring.

KESIMPULAN

Pada sudut kemiringan $15,32^\circ$ diperoleh kecepatan rata-rata 111,18 cm/s dengan ketinggian gelombang rata-rata 0,42 cm. Pada sudut kemiringan $16,86^\circ$ diperoleh kecepatan rata-rata 113,33 cm/s dengan ketinggian gelombang rata-rata 0,64 cm. Pada sudut kemiringan $18,43^\circ$ diperoleh kecepatan rata-rata 132,22 cm/s dengan ketinggian gelombang rata-rata 0,83 cm.

Dari hasil perhitungan ketinggian rata-rata gelombang air yang terukur akan cenderung meningkat pada variasi kemiringan sudut $15,32^\circ$ hingga sudut $18,43^\circ$.

BIBLIOGRAFI

- Adi, P., Prasetya, D., Setiawan, A., Nachrowie, N., & Arifuddin, R. (2019). Design of Tsunami Detector based Sort Message Service using arduino and sim900a to GSM/GPRS module. *Proceedings of The 2nd International Conference On Advance And Scientific Innovation, ICASI 2019, 18 July, Banda Aceh, Indonesia*.
- Alimsuardi, M., Suprayogi, A., & Amarrohman, F. J. (2019). Analisis Kerusakan Tutupan Lahan Akibat Bencana Tsunami Selat Sunda Di Kawasan Pesisir Pantai Kecamatan Carita dan Kecamatan Labuan Kabupaten Pandeglang. *Jurnal Geodesi Undip*, 9(1), 146–155.
- DAULAY, N. F. (2021). *FLORA BERTASBIH MENURUT PARA MUFASSIR DAN KORELASINYA DENGAN ULTRASONIK (Kajian Tafsir Tematik) (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU)*.
- Edyanto, C. B. H. (2011). Analisa Kebijakan Penataan Ruang Untuk Kawasan Rawan Tsunami di Wilayah Pesisir. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 12(3), 319–331.

- Hermon, D. (2015). *Geografi bencana alam*. PT. RajaGrafindo Persada-Rajawali Pers.
- Maeno, F., Imamura, F., & Taniguchi, H. (2006). Numerical simulation of tsunamis generated by caldera collapse during the 7.3 ka Kikai eruption, Kyushu, Japan. *Earth, Planets and Space*, 58, 1013–1024.
- Mambela, F. (2020). *Analisis Tingkat Kerawanan Tanah Longsor dengan Menggunakan Metode Frekuensi Rasio pada Sub Sub DAS Mamasa (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin)*.
- Purwanto, T. G., & Wahid, S. N. (2023). Rancang Bangun Alat Bantu Navigasi Tuna Netra Berbasis Arduino Dengan Sensor Ultrasonik. *Jurnal Qua Teknika*, 13(1), 91–101.
- Setiawan, D., Syahputra, T., & Iqbal, M. (2014). Rancang bangun alat pembuka dan penutup tong sampah otomatis berbasis mikrokontroler. *JURTEKSI ROYAL Vol 3 No 1, 1*.
- Sugianto, D. (n.d.). Analisis Tsunami Wilayah Barat Daya Lampung Menggunakan Tsunami Observation And Simulation Terminal (Toast). *PROCEEDING BOOK VOL. 4*, 269.
- Walingkas, I. S., Najohan, M. E. I., & Sugiarto, B. A. (2019a). Perpaduan Sensor Ultrasonik Dengan Mini Computer Raspberry Pi Sebagai Pemandu Robot Beroda. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 8(3), 121–132.
- Walingkas, I. S., Najohan, M. E. I., & Sugiarto, B. A. (2019b). Perpaduan Sensor Ultrasonik Dengan Mini Computer Raspberry Pi Sebagai Pemandu Robot Beroda. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 8(3), 121–132.
- Yoo, M. (2018). Development of experimental water level measuring device using an Arduino and an ultrasonic sensor. *The Journal of the Institute of Internet, Broadcasting and Communication*, 18(4), 143–147.
- Yulaelawati, E. (2008). *Mencerdasi bencana: banjir, tanah longsor, tsunami, gempa bumi, gunung api, kebakaran*. Grasindo.
- Zidan, M. H. (2022). *RANCANG BANGUN PEMUTUS ALIRAN LISTRIK SISTEM TEGANGAN RENDAH BERBASIS IOT PADA DAERAH BANJIR*. Jakarta.

Copyright Holder:

Hasbullah, Yudhiakto Pramudya (2024)

First publication right:

[Syntax Idea](#)

This article is licensed under:

Pengembangan Sistem Pemantauan Tinggi Gelombang Air pada Model Tsunami
Menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04 Berbantuan Arduino

