

## Studi Karakteristik Gelombang Model Tsunami Longsoran Bola Pejal Dengan Bantuan Sensor Ultrasonik dan Arduino pada Variasi Sudut Kemiringan Lereng

Iqbal Adi Putra, Yudhiakto Pramudya

Program Studi Magister Pendidikan Fisika Universitas Ahamd Dahlan,  
Jl. Pramuka No.42, Pandeyan, Kec. Umbulharjo, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta  
55161

Email: yudhiakto.pramudya@pfis.uad.ac.id

**Abstract:** *The tsunami event that occurred in the eruption of Mount Anak Krakatau occurred due to a landslide that interacted with the waters. Landslides occur when there is a change in stable slope conditions to become unstable, instability occurs because the driving force on the slope is greater than the holding force. This research is an experimental simulation of a tsunami caused by a landslide using a solid ball moving on an inclined plane with a variation of the slope of 23.80 and 29.60. This research was conducted in the laboratory to determine changes in water level due to avalanches of solid ball material. Retrieval of data using the help of Arduino Uno along with ultrasonic sensors where the data is analyzed using Microsoft Excel. From the research results at an angle of 23.80, the change in water level on sensor 1 is 0.08 cm, sensor 2 is 0.3 cm, sensor 3 is 0.08 cm with a solid ball speed in water of 1.24 cm/s. Meanwhile, at an angle of 29.60, the change in water level on sensor 1 is 0.08 cm, sensor 2 is 0.08 cm, sensor 3 is 0.75 cm with a solid ball speed in water of 1.74 cm/s.*

**Keywords:** *Solid ball, arduino uno, ultrasonic sensor, inclined plane*

**Abstrak:** Peristiwa tsunami yang terjadi pada letusan gunung anak Krakatau terjadi akibat adanya tanah longsor yang berinteraksi dengan perairan. Tanah longsor terjadi apabila terjadinya perubahan kondisi lereng yang stabil berubah menjadi tidak stabil, ketidakstabilan terjadi karena faktor gaya pendorong pada lereng lebih besar daripada gaya penahannya. Penelitian ini merupakan eksperimen simulasi tsunami akibat tanah longsor dengan menggunakan bola pejal yang bergerak pada bidang miring dengan variasi kemiringan  $23,8^{\circ}$  dan  $29,6^{\circ}$ . Penelitian ini dilakukan di laboratorium untuk menentukan perubahan ketinggian air akibat longsoran material bola pejal. Pengambilan data menggunakan bantuan Arduino uno beserta sensor ultrasonik yang dimana data tersebut di analisis menggunakan *Microsoft excel*. Dari hasil penelitian pada sudut  $23,8^{\circ}$  diperoleh perubahan ketinggian air pada sensor 1 sebesar 0,08 cm, sensor 2 sebesar 0,3 cm, sensor 3 sebesar 0,08 cm dengan kecepatan bola pejal dalam air sebesar 1,24 cm/s. Sedangkan pada sudut  $29,6^{\circ}$  diperoleh perubahan ketinggian air pada sensor 1 sebesar 0,08 cm, sensor 2 sebesar 0,08 cm, sensor 3 sebesar 0,75 cm dengan kecepatan bola pejal dalam air sebesar 1,74 cm/s

**Kata kunci:** Bola pejal, arduino uno, sensor ultrasonik, bidang miring

### 1. PENDAHULUAN

Pertemuan tiga lempeng Eurasia, lempeng Australia dan lempeng pasifik terjadi di wilayah Indonesia. Adanya aktivitas-aktivitas yang dilakukan oleh ketiga lempeng tersebut menyebabkan Indonesia rawan terjadi bencana alam seperti gempa bumi. Selain itu, wilayah Indonesia terdiri dari dua pertiganya adalah laut yang mana hal tersebut menjadikan wilayah Indonesia berpotensi besar terjadi tsunami.

Selama ini informasi mengenai akibat terjadinya tsunami yaitu jika gempa besar berkekuatan diatas 6,5 skala richter dengan kedalaman kurang lebih 10 kilo meter, bawah laut yang dipicu gempa kecil saja juga berpotensi tsunami (Natawidjaja, 2009). Tsunami yang disebabkan oleh longsor di bawah laut dinamakan *Tsunamic Submarine Landslide*. Longsor

bawah laut ini biasanya disebabkan oleh gempa bumi tektonik atau letusan gunung bawah laut atau pergerakan di dasar laut. Salah satu contoh longsoran bawah laut yaitu pada peristiwa runtuhnya gunung bawah laut Kick'em Jenny. Volume longsoran diperkirakan sebesar  $4,4 \text{ km}^3$  (Dondin, et.al, 2012). Getaran kuat yang ditimbulkan oleh longsor kemudian bisa menyebabkan terjadinya tsunami. Selain itu, tabrakan lempeng di bawah laut ini juga bisa menyebabkan terjadinya longsor yang juga berpotensi menyebabkan tsunami.

Peristiwa tsunami yang terjadi pada letusan Gunung Anak Krakatau terjadi akibat adanya tanah longsor yang berinteraksi dengan perairan (Robertha et al., 2022). Tanah longsor terjadi apabila terjadinya perubahan kondisi lereng yang stabil berubah menjadi tidak stabil, ketidakstabilan terjadi karena faktor gaya pendorong pada lereng lebih besar daripada gaya penahannya (Ariefka, 2019). Tsunami yang dihasilkan oleh erupsi Gunung Anak Krakatau diperkirakan setinggi 100-150 meter berdasarkan hasil observasi dan simulasi (Heidarzadeh, et.al, 2020).

Adapun kategori-kategori pada longsoran yang terjadi diantara lainnya sebagai berikut : *slide* (gelincir), *falls* (gugur), *topples* dan lain-lain. *Slide* (tergelincir) merupakan longsoran yang terjadi dalam bentuk rotasi (berputar) dan translasi (Ilyas, 2011). Longsor juga dapat menyebabkan tsunami jika sudut lereng paling kritis di laut berada pada ujung paparan (*shelf edge*). Apabila lereng ini berada pada daerah jalur gempa, sangat mudah terjadi longsor ketika ada sebuah getaran yang mengganggu. Itulah sebabnya mengapa gempa dengan magnitudo kecilpun dapat memicu longsoran yang akan menyebabkan tsunami. Benda yang bergerak pada bidang miring merupakan salah satu simulasi yang dapat dibuat yang menyerupai contoh dari fenomena tanah longsor.

Penelitian terdahulu mengenai simulasi benda yang bergerak pada bidang miring dan kemudian mengenai air telah dilakukan oleh Ariefka (2019). Pada penelitian tersebut memvariasikan ketinggian air untuk mengetahui gerak benda di dalam air. Penelitian lain juga menyelidiki tentang tsunami longsoran dengan menggunakan model blok yang diluncurkan pada bidang miring. Blok mempunyai variasi sudut keruncingan yang menghujam ke permukaan air (Heller & Spinneken, 2013). Penelitian kali ini peneliti akan melakukan penelitian dengan menggunakan benda yang berbeda yaitu bola pejal serta melakukan variasi sudut kemiringan untuk mengetahui perubahan ketinggian permukaan air akibat longsoran bola pejal yang digelindingkan pada bidang miring. *Software tracker*, Arduino IDE, dan sensor *ultrasonic* digunakan untuk pengambilan dan pengolahan data dari eksperimen yang dilakukan.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini bertempat di Laboratorium WANI (Wave, Vibration and Fluid) prodi Magister Pendidikan Fisika Universitas Ahmad Dahlan, Daerah Istimewa Yogyakarta.

Penelitian ini menggunakan peralatan sebagai berikut:

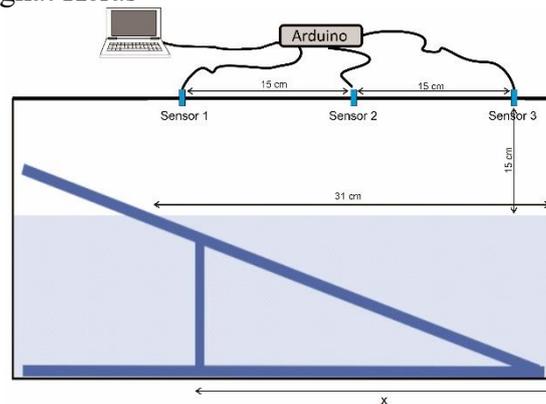
- Laptop windows 10, 64 bit RAM 12 GB, merupakan sarana untuk pembuatan program dan menampilkan data penelitian yang diperoleh dari *Ultrasonik HC-SR04*
- *Software Microsoft Excel*, merupakan bagian yang berperan untuk menampilkan hasil pengukuran dari sensor *Ultrasonik HC-SR04*
- *Software Arduino 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
- Bola biliard
- Tiga buah balok berukuran  $43,5$  m
- Kamera *canon 650D* dan *tripod* yang digunakan untuk menentukan Ketika bola masuk permukaan air dan waktu mengenai dinding aquarium
- Kabel *Jumpper*, merupakan sebagai sebagai penghubung antara *Arduino Uno* dengan *Breadboard*

Penelitian ini mengikuti prosedur penelitian sebagai berikut:

#### A. Prosedur Penelitian

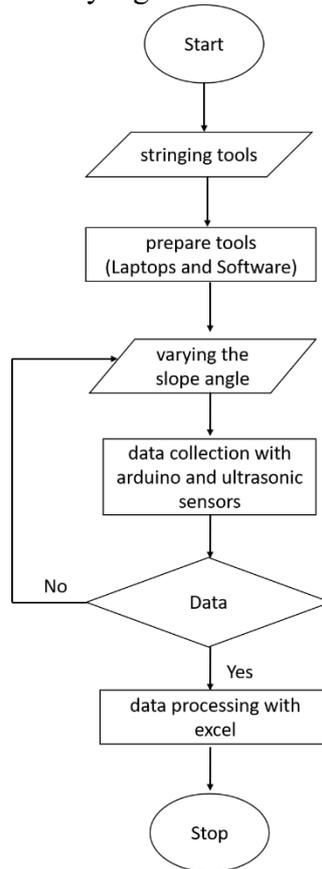
##### 1. Desain Perangkat Keras



**Gambar 1.** Susunan Peralatan

- Tiga buah Sensor Ultrasonik *HC-SR04* diletakkan di atas permukaan air, kemudian dihubungkan ke laptop melalui perantara *arduino-uno* dengan posisi seperti tampak pada gambar gambar 4,
  - Tingkat kemiringan bidang diatur dengan cara mengubah posisi balok penyangga.
- Desain Perangkat Lunak
    - Pembuatan program menggunakan pemrograman Bahasa C pada aplikasi *Arduino-IDE*.
    - Mengunggah program pada *Arduino Uno*, kemudian uji coba menampilkan hasil pengukuran pada data serial monitor
    - Instalasi *add-in data streamer* pada aplikasi *microsoft excel* yang akan merekam data secara langsung dari *arduino*.
    - Mengambil data
      - Perekaman data dimulai sesaat sebelum bola pejal digelindingkan hingga bola menyentuh dinding aquarium
      - Data ketinggian gelombang dan waktu yang terekam kemudian tersimpan pada aplikasi *microsoft excel*, kemudian dilanjutkan dengan mengulangi eksperimen sebanyak 1 kali.
      - Eksperimen dilakukan dengan 2 variasi kemiringan bidang. Kemiringan bidang dapat diketahui menggunakan aplikasi *water pass* pada *smartphone*.

- Data akan otomatis ditampilkan pada aplikasi Microsoft Excel 2019 melalui data streamer yang terkoneksi dengan data serial pada Arduino.

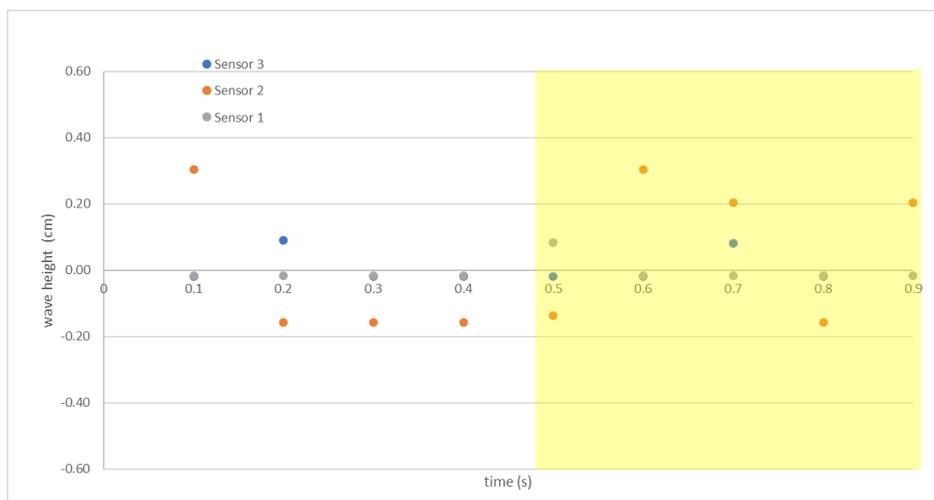


**Gambar 2.** Flowcart prosedur penelitian dalam pengumpulan dan pengolahan data

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data dilakukan dengan memvariasikan bidang miring dengan 2 variasi. Data didapatkan dari 3 sensor ultrasonik yang dipasang untuk mengamati perubahan ketinggian air. Hasil dari pengambilan data dapat dilihat pada grafik berikut.

- Grafik tinggi gelombang terhadap waktu pada sudut  $23,8^{\circ}$

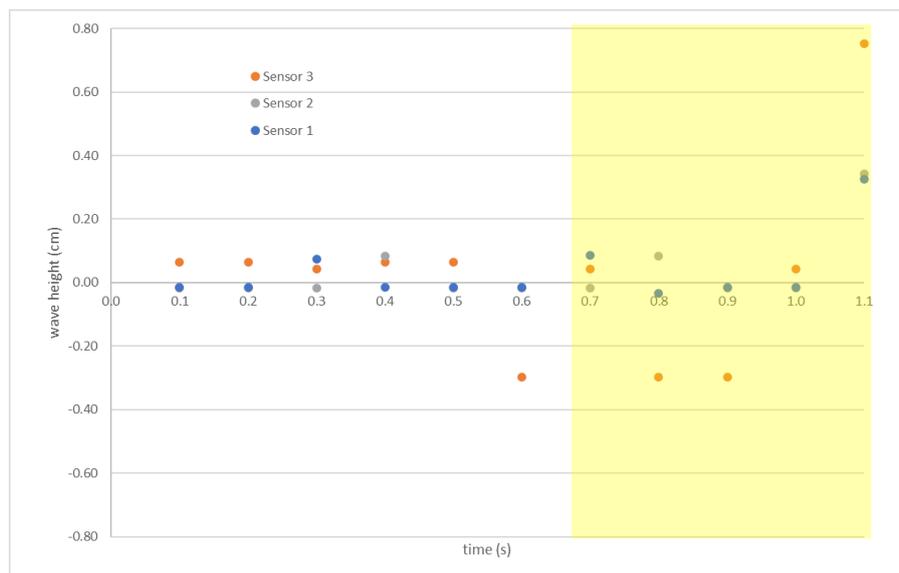


**Gambar 3.** Grafik Hubungan tinggi gelombang terhadap waktu sensor 1,2 da 3 pada variasi  $23,8^{\circ}$

Pada gambar 3, dapat dilihat grafik hubungan tinggi gelombang terhadap waktu pada sensor 1, sensor 2, dan sensor 3. Ketika bola masuk ke permukaan air sampai berhenti mengenai dinding aquarium terjadi selama 0,5 detik, dimana selama bola berada pada air sensor-sensor ultrasonic membaca perubahan ketinggian air yang disebabkan oleh bola pejal tersebut.

Pada sensor 1 terdapat puncak gelombang perubahan ketinggian air pada detik 0,5 dengan mencapai ketinggian 0,08 cm, pada sensor 2 terdapat puncak gelombang perubahan ketinggian air pada detik ke 0,6 yang mencapai perubahan ketinggian 0,3 cm sedangkan pada sensor 3 terdapat puncak gelombang perubahan ketinggian air terjadi pada detik ke 0,7 yang mencapai perubahan ketinggian 0,08 cm. Adapun kecepatan bola pejal saat masuk kedalam air pada sudut kemiringan  $23,8^{\circ}$  sebesar 1,24 cm/s.

- Grafik tinggi gelombang terhadap waktu pada sudut  $29,6^{\circ}$



**Gambar 4.** Grafik Hubungan tinggi gelombang terhadap waktu sensor 1,2 da 3 pada variasi  $29,6^{\circ}$

Pada gambar 4, dapat dilihat grafik hubungan tinggi gelombang terhadap waktu pada sensor 1, sensor 2, dan sensor 3. Ketika bola masuk ke permukaan air sampai berhenti mengenai dinding aquarium terjadi selama 0,5 detik, dimana selama bola berada pada air sensor-sensor ultrasonic membaca perubahan ketinggian air yang disebabkan oleh bola pejal tersebut.

Pada sensor 1 terdapat puncak gelombang perubahan ketinggian air pada detik 0,7 dengan mencapai ketinggian 0,08 cm, pada sensor 2 terdapat puncak gelombang perubahan ketinggian air pada detik ke 0,8 yang mencapai perubahan ketinggian 0,08 cm sedangkan pada sensor 3 terdapat puncak gelombang perubahan ketinggian air terjadi pada detik ke 1,1 yang mencapai perubahan ketinggian 0,75 cm. Adapun kecepatan bola pejal saat masuk kedalam air pada sudut kemiringan  $29,6^{\circ}$  sebesar 1,74 cm/s

#### 4. KESIMPULAN

Pada hasil penelitian, sensor ultrasonik telah mampu mengamati adanya perubahan ketinggian yang disebabkan oleh bola pejal yang menggelinding pada medium air. Dari hasil penelitian pada sudut  $23,8^{\circ}$  diperoleh perubahan ketinggian air pada sensor 1 sebesar 0,08

cm, sensor 2 sebesar 0,3 cm, sensor 3 sebesar 0,08 cm dengan kecepatan bola pejal dalam air sebesar 1,24 cm/s.

Untuk sudut  $29,6^{\circ}$  diperoleh perubahan ketinggian air pada sensor 1 sebesar 0,08 cm, sensor 2 sebesar 0,08 cm, sensor 3 sebesar 0,75 cm dengan kecepatan bola pejal dalam air sebesar 1,74 cm/s.

## 5. SARAN

Adapun saran yang dapat diberikan oleh peneliti untuk penelitian selanjutnya:

- Dapat menggunakan sudut kemiringan yang ekstrim
- Dapat menggunakan variasi diameter bola pejal yang berbeda-beda

## DAFTAR PUSTAKA

Ilyas, T. (2011). *Tanah Longsor (Landslide)*. Universitas Indonesia.

Natawidjaja, D. H. (2009). *Longsor Bawah Laut Bisa Memicu Tsunami*. <http://lipi.go.id/berita/longsor-bawah-laut-bisa-memicu-tsunami/3469>

Dondin, F., Lebrun, J., Kelfoun, K., Randrianasolo, A. (2012). Sector collapse at Kick'em Jenny submarine volcano (Lesser Antilles): numerical simulation and landslide behaviour. *Bulletin of Volcanology*. 74. 595-607.

Heidarzadeh, M., Ishibe, T., Sandanbata, O., Muhari, A., Wijanarto, A.B. (2020). Numerical Modeling of the subaerial landslide source of the 22 December 2018 Anak Krakatoa volcanic tsunami, Indonesia. *Ocean Engineering* 195 (106733).

Reza Ariefka. (2019). *Studi Numerik Gerak Silinder pada Bidang Miring Dalam Air Dengan Menggunakan SCILAB*. Universitas Ahmad Dahlan.

Robertha, D., Noel, A., Pramudya, Y., & Sukarelawan, M. I. (2022). *Gerak Silinder pada Bidang Miring dalam Air dengan Variasi Ketinggian Air*. 5(1), 37–42.

Heller, V., Spinneken, J. (2013). Improved landslide-tsunami prediction: Effects of block model parameters and slide model. *Journal of Geophysical Research: Oceans*. 118. 1489-1507