



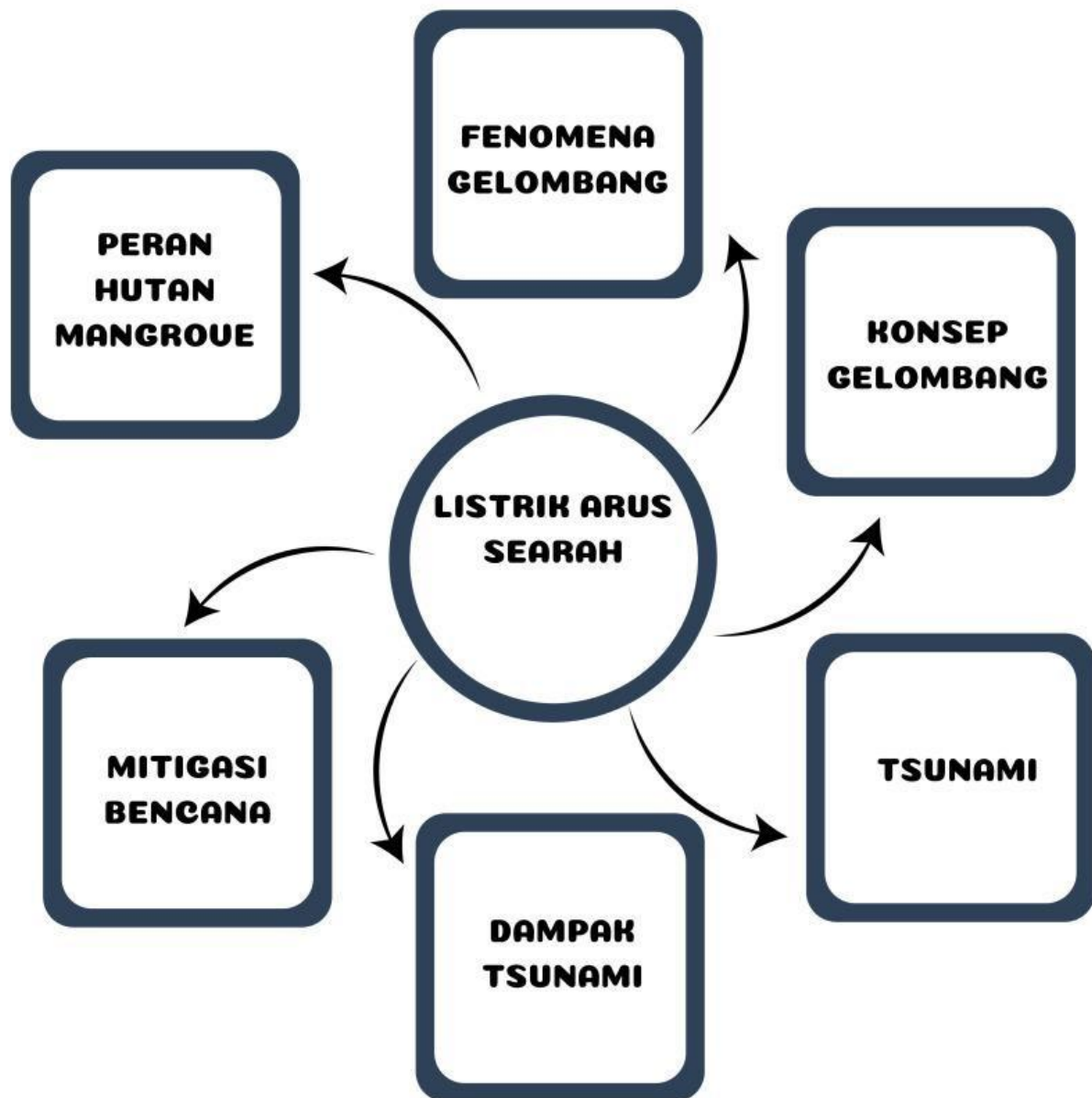
# BAHAN AJAR

## GELOMBANG PADA TSUNAMI



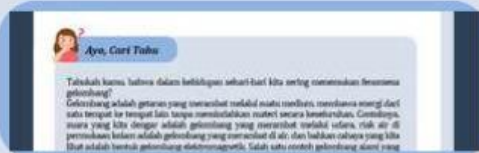
**DISUSUN OLEH:  
FAIZAH ISTISANIA**

## PETA KONSEP



## ORIENTASI KERANGKA KERJA LITERASI SAINS 2025

### PENGETAHUAN ILMIAH



#### Pengetahuan konten

Pengetahuan konten merupakan pengetahuan yang berisi tentang teori, ide, fakta, maupun informasi.

#### Pengetahuan epistemik

Pengetahuan epistemic merupakan pengetahuan yang berisi suatu penjelasan maupun pembuktian untuk mengetahui kebenaran yang dihasilkan oleh sains



#### Pengetahuan prosedural

Pengetahuan procedural merupakan konsep yang diperlukan untuk mendukung, mengumpulkan, menganalisis, dan mencari sebuah data.

### IDENTITAS SAINS



Menilai perspektif ilmiah dan pendekatan penelitian

Menilai perspektif ilmiah dan pendekatan penelitian



Kesadaran, kepedulian, dan agen lingkungan





## ORIENTASI KERANGKA KERJA LITERASI SAINS 2025

### KOMPETENSI SAINS

pusat gempa, telah akan terjadinya tsunami, sebuah proses yang berkaitan erat dengan letusan atau gempa gunung, yaitu pelepasan energi yang tersimpan melalui mekanisme dalam hal ini air laut.

Peristiwa tsunami paling tinggi yang pernah terjadi di Indonesia adalah tsunami Aceh 2004. Pada tanggal 26 Desember 2004, gempa bumi berkekuatan 9,1 skala Richter terjadi di sepanjang Palang Sunda di lepas pantai Sumatera. Gempa ini menggenangi dasar laut secara besar-besaran dan memicu tsunami dahsyat yang menewaskan lebih dari 250.000 orang serta menenggelamkan jutaan jiwa.



Menjelaskan fenomena secara ilmiah

Meneliti, mengevaluasi dan menggunakan informasi ilmiah untuk pengambilan keputusan dan tindakan

pusat gempa, telah akan terjadinya tsunami, sebuah proses yang berkaitan erat dengan letusan atau gempa gunung, yaitu pelepasan energi yang tersimpan melalui mekanisme dalam hal ini air laut.

Peristiwa tsunami paling tinggi yang pernah terjadi di Indonesia adalah tsunami Aceh 2004. Pada tanggal 26 Desember 2004, gempa bumi berkekuatan 9,1 skala Richter terjadi di sepanjang Palang Sunda di lepas pantai Sumatera. Gempa ini menggenangi dasar laut secara besar-besaran dan memicu tsunami dahsyat yang menewaskan lebih dari 250.000 orang serta menenggelamkan jutaan jiwa.



Menyusun dan mengevaluasi desain-desain untuk penyelidikan ilmiah serta interpretasi data dan bukti ilmiah secara kritis

### KOMPETENSI ILMU LINGKUNGAN

**Perubahan lingkungan**

Tsunami sering menyebabkan korban jiwa dalam jumlah besar karena gelombang datang dengan sangat cepat, sehingga banyak orang tidak sempat menyelamatkan diri. Selain korban meninggal, banyak juga yang mengalami luka berat akibat benturan dan terlempar air. Di pesisir, banyak rumah yang rusak dan terbawa air. Banyak rumah yang rusak parah. Korban banyak juga yang mengalami trauma, kehilangan tempat tinggal, dan harta benda tidak dapat diurus.



Menjelaskan dampak interaksi manusia dengan sistem bumi

Membuat keputusan berdasarkan informasi untuk bertindak berdasarkan evaluasi berbagai sumber bukti dan penerapan pemikiran kreatif dan sistematis untuk memperbarui dan mempertahankan lingkungan

**Pengembangan Infrastruktur Perikanan**

Infrastruktur seperti jala rakit yang ada, penerapan teknologi untuk meningkatkan hasil tangkapan ikan, serta evaluasi terhadap dampak lingkungan dari kegiatan perikanan. Infrastruktur ini harus dirancang dengan memperhatikan kapasitas alam dan kapasitas pemangsaan ikan dalam kondisi alam. Selain itu, perencanaan tata ruang yang baik untuk melindungi pemukiman penduduk di zona merah tsunami dapat mengurangi jumlah korban jiwa dan kerusakan properti. Dengan kebijakan infrastruktur, proses evaluasi bisa berlangsung lebih cepat dan aman.



Menunjukkan rasa hormat terhadap keberagaman perspektif dan harapan dalam mencari solusi untuk krisis sosio-ekologis

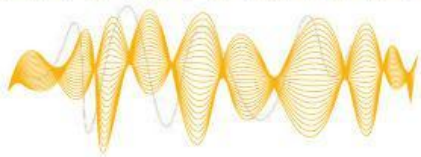
## FENOMENA TSUNAMI



### Ayo, Cari Tahu

Tahukah kamu, bahwa dalam kehidupan sehari-hari kita sering menemukan fenomena gelombang?

Gelombang adalah getaran yang merambat melalui suatu medium, membawa energi dari satu tempat ke tempat lain tanpa memindahkan materi secara keseluruhan. Contohnya, suara yang kita dengar adalah gelombang yang merambat melalui udara, riak air di permukaan kolam adalah gelombang yang merambat di air, dan bahkan cahaya yang kita lihat adalah bentuk gelombang elektromagnetik. Salah satu contoh gelombang alami yang berdampak besar terhadap kehidupan manusia adalah tsunami, yaitu gelombang laut besar yang terjadi akibat gangguan besar di dasar laut, seperti gempa bumi atau letusan gunung berapi bawah laut.



*Gelombang Bunyi*

*Gelombang Air*



### Tsunami

Berikut adalah contoh fenomena tsunami yang pernah terjadi di Indonesia, yaitu tsunami Aceh pada tahun 2004, yang menyebabkan dampak besar baik terhadap manusia maupun lingkungan.



## GELOMBANG



### Pengertian Gelombang

Gelombang adalah getaran yang merambat melalui suatu medium (seperti air, udara, atau tanah) yang membawa energi dari satu tempat ke tempat lain tanpa memindahkan partikel medium secara permanen. Dengan kata lain, gelombang memungkinkan energi bergerak tanpa harus membawa materi bersamanya.

### Karakteristik Gelombang

Untuk memahami gelombang lebih dalam, kita perlu mengenal beberapa karakteristik penting berikut:

#### Amplitudo (A)

Amplitudo adalah jarak maksimum partikel medium dari posisi keseimbangannya saat bergetar. Amplitudo menunjukkan seberapa besar energi yang dibawa gelombang semakin besar amplitudo, semakin besar pula energinya. Contoh: Ombak besar di laut memiliki amplitudo yang lebih besar daripada riak kecil di kolam.

#### Frekuensi (f)

Frekuensi adalah jumlah gelombang yang lewat di suatu titik dalam satu detik. Frekuensi diukur dalam satuan Hertz (Hz), di mana 1 Hz = 1 gelombang per detik. Semakin tinggi frekuensi, semakin banyak gelombang yang lewat dalam waktu tertentu.

#### Panjang Gelombang ( $\lambda$ - lambda)

Panjang gelombang adalah jarak antara dua puncak gelombang berturut-turut (atau dua lembah berturut-turut). Ini menggambarkan seberapa "lebar" satu gelombang saat bergerak. Panjang gelombang biasanya diukur dalam satuan meter (m).



Untuk memahami lebih dalam tentang karakteristik gelombang air, silakan saksikan video berikut.



## PROSES TERJADINYA TSUNAMI



### Ayo, Cari Tahu

Tahukah kamu? Salah satu fenomena gelombang terbesar di Bumi adalah tsunami. Tsunami terbentuk akibat adanya gempa bawah laut yang menghasilkan energi sangat besar. Ketika dasar laut bergeser secara tiba-tiba, sebagian besar air di atasnya terdorong secara vertikal, membangkitkan serangkaian gelombang air raksasa yang menyebar ke segala arah dari pusat gempa. Inilah awal terjadinya tsunami, sebuah proses yang berkaitan erat dengan konsep dasar fisika gelombang, yaitu pelepasan energi yang merambat melalui medium, dalam hal ini air laut.

Fenomena tsunami paling tragis yang pernah terjadi di Indonesia adalah tsunami Aceh 2004. Pada tanggal 26 Desember 2004, gempa bumi berkekuatan 9,1 skala Richter terjadi di sepanjang Palung Sunda di lepas pantai Sumatera. Gempa ini menggeser dasar laut secara besar-besaran dan memicu tsunami dahsyat yang menewaskan lebih dari 280.000 orang serta memengaruhi jutaan jiwa di



berbagai negara seperti Indonesia, Thailand, Sri Lanka, India, hingga Afrika Timur. Pada masa itu, belum ada sistem peringatan dini di kawasan Samudra Hindia, sehingga banyak korban tidak sempat menyelamatkan diri. Dalam fisika gelombang, tsunami termasuk dalam jenis gelombang air dangkal. Artinya, kecepatan gelombang bergantung pada kedalaman laut. Di laut dalam, tsunami bisa bergerak sangat cepat, mencapai kecepatan lebih dari 800 km/jam, hampir secepat pesawat jet, meskipun amplitudonya kecil dan sering tidak terasa di permukaan. Namun saat mendekati pantai, kedalaman laut berkurang, sehingga kecepatan tsunami melambat, panjang gelombangnya memendek, dan amplitudonya meningkat drastis membentuk gelombang raksasa yang dapat menyapu daratan.

Perlu dipahami bahwa tsunami berbeda dari gelombang laut biasa yang disebabkan oleh angin. Gelombang angin memiliki periode pendek (sekitar 5–20 detik) dan panjang gelombang ratusan meter, sementara tsunami memiliki periode lebih panjang (10 menit hingga 2 jam) dan panjang gelombang yang bisa mencapai ratusan kilometer. Karena panjang gelombangnya yang besar, energi tsunami tidak cepat hilang saat merambat melintasi lautan luas. Secara fisika, tsunami juga sering dikaitkan dengan konsep gelombang soliter, yaitu gelombang yang bergerak stabil tanpa berubah bentuk, mirip seperti gundukan air yang bergeser di atas permukaan laut. Saat merambat, tsunami mempertahankan energi totalnya. Inilah sebabnya mengapa tsunami tetap sangat kuat meskipun telah menempuh jarak ribuan kilometer dari sumber gempanya. Dengan memahami karakteristik gelombang tsunami, kita bisa lebih mengapresiasi betapa pentingnya ilmu pengetahuan dalam mengembangkan sistem peringatan dini dan upaya mitigasi bencana. Pengetahuan tentang sifat gelombang ini membantu manusia mengurangi risiko korban jiwa dan kerusakan di masa depan.



## DAMPAK GELOMBANG TSUNAMI



### *kerusakan ekosistem*

Tsunami membawa dampak besar terhadap ekosistem, terutama di wilayah pesisir. Hutan bakau, terumbu karang, padang lamun, dan berbagai ekosistem pantai lainnya sering kali hancur akibat kekuatan gelombang yang dahsyat. Selain itu, tsunami menyebabkan intrusi air laut ke daratan, yang membuat tanah menjadi asin dan tidak subur. Kondisi ini merusak habitat berbagai flora dan fauna, mengganggu rantai makanan, serta menyebabkan banyak spesies laut dan darat kehilangan tempat tinggal. Pemulihan ekosistem yang rusak akibat tsunami membutuhkan waktu yang sangat lama dan terkadang tidak dapat sepenuhnya kembali seperti semula tanpa bantuan manusia.



### *kerusakan infrastruktur*



Dampak fisik dari tsunami terhadap infrastruktur sangat besar dan luas. Bangunan seperti rumah, sekolah, rumah sakit, dan fasilitas umum lainnya sering kali hancur atau mengalami kerusakan berat. Sarana transportasi seperti jalan raya, jembatan, dan pelabuhan pun tidak luput dari kehancuran, sehingga menghambat evakuasi dan pengiriman bantuan. Selain itu, sistem listrik dan komunikasi biasanya lumpuh total, memperparah situasi darurat. Kehancuran lahan pertanian akibat genangan air laut juga berdampak pada ketahanan pangan masyarakat, mengganggu mata pencaharian, dan memperlambat proses pemulihan ekonomi.



### *korban manusia*

Tsunami sering menyebabkan korban jiwa dalam jumlah besar karena gelombangnya datang dengan sangat cepat, sehingga banyak orang tidak sempat menyelamatkan diri. Selain korban meninggal, banyak juga yang mengalami luka berat akibat benturan atau terbawa arus. Di pengungsian, kondisi sanitasi yang buruk dan kekurangan air bersih meningkatkan risiko penyakit. Korban selamat juga kerap menghadapi trauma, kehilangan tempat tinggal, dan harus memulai hidup baru dari awal.





## MITIGASI BENCANA TSUNAMI



### *sistem pringatan dini*

Sistem peringatan dini tsunami sangat penting untuk memberikan waktu bagi masyarakat melakukan evakuasi. Sistem ini bekerja dengan mendeteksi gempa bawah laut melalui sensor seismik dan buoy tsunami yang ditempatkan di laut. Setelah gempa terdeteksi, peringatan cepat disebarluaskan melalui sirene, media, dan pesan darurat. Dengan adanya sistem ini, diharapkan masyarakat dapat segera bergerak menuju lokasi evakuasi sebelum gelombang tsunami tiba.



### *Pendidikan dan Pelatihan Kebencanaan*



Pendidikan mengenai bencana tsunami perlu diberikan secara rutin kepada masyarakat, khususnya di daerah pesisir. Pengetahuan tentang tanda-tanda alam seperti surutnya air laut secara tiba-tiba atau gempa kuat yang berlangsung lama, dapat menjadi isyarat bagi masyarakat untuk segera menyelamatkan diri tanpa harus menunggu peringatan resmi. Simulasi evakuasi juga perlu dilakukan secara berkala untuk membiasakan masyarakat mengambil langkah cepat dan tepat saat bencana terjadi. Dengan meningkatkan literasi kebencanaan, tingkat keselamatan warga saat tsunami dapat meningkat secara signifikan.



### *Pembangunan Infrastruktur Pendukung*

Infrastruktur seperti jalur evakuasi yang jelas, papan petunjuk arah ke tempat aman, dan pembangunan shelter atau tempat evakuasi vertikal menjadi bagian penting dalam mitigasi tsunami. Infrastruktur ini harus dirancang dengan mempertimbangkan kecepatan akses dan kapasitas penampungan warga dalam kondisi darurat. Selain itu, perencanaan tata ruang yang tidak mengizinkan pembangunan pemukiman padat di zona merah tsunami dapat mengurangi jumlah korban jiwa dan kerusakan properti. Dengan kesiapan infrastruktur, proses evakuasi bisa berlangsung lebih cepat dan aman.





## PERAN HUTAN MANGROVE



### Ayo, Cari Tahu

Hutan mangrove memiliki peran vital sebagai pelindung alami pesisir dari dampak bencana alam, termasuk tsunami. Secara fisik, akar-akar mangrove yang rapat dan kuat mampu meredam energi gelombang laut yang datang dengan kecepatan tinggi. Ketika gelombang tsunami menghantam garis pantai, hutan mangrove berfungsi seperti perisai alami: memperlambat laju gelombang, mengurangi ketinggian air, dan menghambat kekuatan destruktifnya sebelum mencapai pemukiman manusia. Sebuah studi oleh Daniel Alongi (2008) menunjukkan bahwa kawasan dengan hutan mangrove yang lebat mampu mengurangi energi gelombang tsunami hingga 50–90% dalam jarak 100 meter dari garis pantai.

Dalam konteks pengetahuan ilmiah, memahami fungsi mangrove tidak hanya sebatas mengetahui kontennya (struktur akar, kerapatan pohon, dan spesies tumbuhan) tetapi juga bagaimana prosedur ilmiah dilakukan untuk menilai efektivitasnya. Misalnya, para ilmuwan melakukan simulasi gelombang di laboratorium dan penelitian lapangan untuk mengukur seberapa besar mangrove dapat mengurangi kecepatan dan energi gelombang laut.



Dengan demikian, pemahaman tentang hutan mangrove mencakup kombinasi antara teori ilmiah dan prosedur pengujian berbasis data. Sebagai bagian dari kompetensi sains, kita diajak untuk menggunakan bukti ilmiah dalam mengevaluasi solusi berbasis alam untuk mitigasi bencana. Data dari tsunami Samudra Hindia tahun 2004 menunjukkan bahwa desa-desa yang dilindungi hutan mangrove mengalami kerusakan dan korban jiwa yang jauh lebih sedikit dibandingkan desa tanpa pelindung alami tersebut. Ini menjadi bukti nyata bahwa solusi berbasis ekosistem bukan hanya teori, tetapi dapat diterapkan dalam upaya melindungi kehidupan manusia.

Dalam membentuk identitas sains sebagai agen lingkungan, penting bagi kita untuk menilai setiap solusi dari pendekatan ilmiah, sambil tetap menghargai kearifan lokal. Banyak komunitas pesisir tradisional di Indonesia telah lama memahami pentingnya menjaga hutan mangrove untuk kelangsungan hidup mereka, baik untuk perlindungan dari bencana maupun untuk keberlanjutan ekonomi (seperti hasil ikan dan udang). Akhirnya, dalam hal kompetensi lingkungan, kita didorong untuk membuat keputusan berbasis bukti: memperbaharui dan melestarikan hutan mangrove sebagai investasi jangka panjang untuk perlindungan pesisir. Kita juga perlu menghormati keberagaman perspektif dengan menggabungkan ilmu sains modern dan pengetahuan lokal, sehingga program konservasi menjadi lebih efektif dan berkelanjutan. Saat ini, Indonesia memiliki sekitar 3,36 juta hektar hutan mangrove, atau sekitar 20% dari total luas hutan mangrove dunia. Namun, sebagian besar berada dalam kondisi rusak. Upaya rehabilitasi mangrove menjadi prioritas nasional, termasuk melalui Gerakan Nasional Rehabilitasi Mangrove yang dicanangkan pada tahun 2020, yang menargetkan pemulihan 600.000 hektar hingga tahun 2024. Melindungi dan memulihkan hutan mangrove bukan hanya tentang menjaga keindahan alam, tetapi juga tentang melindungi masa depan kita dari ancaman bencana yang lebih besar.