

ULASAN PENERAPAN TEKNOLOGI PENANGGULANGAN BENCANA LAUT DI INDONESIA

Sriwanti ¹⁾, Muhammad Fakhri Ardyansyah ¹⁾
¹⁾ Departemen Teknik Kelautan, Universitas Hasanuddin

Email: sriwanti0@gmail.com

Abstrak

Indonesia ialah negara yang rentan terhadap berbagai jenis bencana laut, seperti tsunami, gempa bumi, dan letusan gunung berapi. Untuk memitigasi dampak bencana tersebut, pengembangan dan penerapan teknologi dalam penanggulangan bencana menjadi hal yang sangat penting. Tinjauan ini berfokus pada teknologi yang digunakan dalam mitigasi bencana laut di Indonesia. Salah satu teknologi kunci yang digunakan dalam penanggulangan bencana adalah *Early Warning System* (EWS). EWS adalah sistem yang mendeteksi dan memberi tahu pihak berwenang dan masyarakat tentang bencana yang akan terjadi, sehingga memungkinkan mereka mengambil tindakan segera untuk meminimalkan dampaknya. Di Indonesia, EWS telah diterapkan untuk memberikan peringatan dini terhadap tsunami, sehingga memungkinkan masyarakat untuk mengungsi ke daerah yang lebih aman. Teknologi ini mengandalkan jaringan sensor yang dipasang di lokasi strategis, yang memantau aktivitas seismik dan mengirimkan data real-time ke pusat komando pusat untuk dianalisis dan disebarluaskan peringatan. Teknologi lain yang telah dimanfaatkan dalam penanggulangan bencana adalah penginderaan jauh. Penginderaan jarak jauh menggunakan satelit dan sensor udara lainnya untuk mengumpulkan data tentang permukaan bumi, termasuk kondisi lautan dan pola cuaca. Data ini kemudian dianalisis untuk memberikan informasi potensi bencana dan dampaknya. Di Indonesia, penginderaan jauh digunakan untuk memantau kondisi lautan, seperti suhu permukaan laut dan tinggi gelombang, untuk memberikan peringatan dini terhadap potensi tsunami, badai, atau bencana terkait laut lainnya.

Kata Kunci : Bencana, Mitigasi, Teknologi

Abstract

Indonesia is a country prone to various types of marine disasters, such as tsunamis, earthquakes and volcanic eruptions. To mitigate the impact of these disasters, the development and application of technology in disaster management is very important. This review focuses on the technologies used in marine disaster mitigation in Indonesia. One of the key technologies used in disaster management is the Early Warning System (EWS). An EWS is a system that detects and notifies authorities and communities of an impending disaster, allowing them to take immediate action to minimize its impact. In Indonesia, EWS has been implemented to provide early warning against tsunamis, allowing people to evacuate to safer areas. This technology relies on a network of sensors installed in strategic locations, which monitor seismic activity and transmit real-time data to a central command center for analysis and dissemination of warnings. Another technology that has been utilized in disaster management is remote sensing. Remote sensing uses satellites and other airborne sensors to collect data about the Earth's surface, including ocean conditions and weather patterns. This data is then analyzed to provide information on potential disasters and their impacts. In Indonesia, remote sensing is used to monitor ocean conditions, such as sea surface temperature and wave height, to provide early warning of potential tsunamis, storms or other ocean-related disasters.

Keywords : Disaster, Mitigation, Technology

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki wilayah daratan 70% dan 30% daratan dan berbentuk kepulauan. Indonesia merupakan negara yg terletak pada daerah dengan tingkat kegiatan gempa bumi tinggi, hal tersebut terjadi karna bertemunya 3 lempeng tektonik utama dunia yakni: samudera Hindia–Australia pada sebelah selatan, samudera Pasifik pada sebelah Timur dan Eurasia, dimana sebagian besar daerah Indonesia berada di dalamnya. akibat pergerakan relatif antar lempeng tektonik pada Indonesia serta kegiatan sesar–sesar regional juga lokal ribuan gempa terjadi setiap tahunnya.[1]

Bencana artinya peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan warga yang ditimbulkan oleh faktor alam dan nonalam serta faktor manusia. Ini dapat menyebabkan korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan efek psikologis.. Tsunami asal dari Bahasa Jepang yg berarti gelombang ombak lautan. Tsunami merupakan serangkaian gelombang ombak laut super besar yang timbul sebab adanya gempa bumi.[2]



Mitigasi adalah berbagai cara yang dilakukan untuk mengurangi resiko bencana, baik itu bencana alam maupun bencana ulah manusia, sehingga korban dan kerugian bisa diminimalisir. Cara memitigasi dapat dengan meningkatkan kesadaran kemampuan masyarakat untuk menghadapi ancaman bencana, pembangunan fisik. Penanggulangan bencana, dikenal juga sebagai tanggap darurat bencana, adalah kumpulan tindakan yang dilakukan segera setelah bencana terjadi untuk mengurangi efek negatifnya. Rangkaian aktivitas itu mencakup evakuasi korban, pemenuhan kebutuhan pokok, perlindungan, pengurusan pengungsi, dan perbaikan sarana dan prasarana, membuat peta wilayah rawan bencana. Kali ini akan dijelaskan secara spesifik tentang teknologi mitigasi bencana laut yang ada di Indonesia.[12].Teknologi mitigasi bencana yang terdapat di Indonesia yaitu INA-TEWS dan lain-lain

METODE PENELITIAN

Dalam Penelitian ini menggunakan metode studi literatur dimana studi literatur adalah serangkaian kegiatan yang berkenaan dengan metode pengumpulan data pustaka, membaca dan mencatat, serta mengelolah bahan penelitian (Zed,2008:3). Karena penelitian ini mengumpulkan sumber dari sumber yang telah ditulis sebelumnya. Dalam hal ini membahas tentang teknologi mitigasi bencana laut yang ada di Indonesia

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bencana Laut

Bencana ialah insiden yang mengancam dan menghambat kehidupan masyarakat yg disebabkan, baik faktor internal dan eksternal sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan mental. Definisi tadi menyebutkan bahwa bencana disebabkan oleh faktor alam, non alam, dan manusia. oleh sebab itu, Undang-Undang angka 24 Tahun 2007 tersebut juga mendefinisikan mengenai bencana alam, bencana nonalam, dan bencana sosial. bencana alam merupakan mala yang diakibatkan oleh peristiwa atau yg ditimbulkan sang alam antara lain berupa gempa bumi, tsunami, gunung meletus, banjir, kekeringan, angin topan, serta tanah longsor. bencana Non Alam artinya bencana yang diakibatkan sang insiden atau serangkaian insiden non alam yang diantaranya berupa kegagalan teknologi serta wabah penyakit. bencana sosial ialah mala yg disebabkan sang peristiwa atau serangkaian insiden yg diakibatkan oleh insan yg mencakup konflik sosial antar kelompok atau antar komunitas rakyat, dan teror.[9] Gambar 1. *Bencana laut*,Tempo.co 2022



Gambar 1. Bencana laut
(Sumber: Tempo.co 2022)

Bencana laut adalah bencana alam yang berasal dari laut hingga mencapai pesisir. Bencana tersebut bisa menyebabkan korban jiwa dan kerugian material. Pada umumnya bencana yang terjadi di pesisir Indonesia antara lain: longsor, abrasi, tornado, tsunami, dan badai.

Tsunami berasal dari bahasa Jepang Tsu berarti Pelabuhan dan nami berarti gelombang yang secara harafiah berarti ombak besar yang ada di Pelabuhan. Tsunami adalah gelombang air yang sangat besar yang disebabkan oleh gangguan *implusive* dari dasar laut. Gangguan ini dapat berupa gangguan pergeseran tektonik, longsor, serta letusan gunung api di bawah laut. Pergerakan Tsunami dapat mencapai 900 kilometer per jam dan kecepatannya semakin membesar ketika mencapai area dangkal juga ketinggian gelombang semakin meningkat dan dapat menghancurkan semua apa yang dilaluinya.[10] Contoh tsunami yaitu tsunami Aceh pada 26 desember 2004 dan tsunami palu pada 28 september 2018



Gambar 2. Tsunami
(Sumber: *BBC news* 2018)

Badai dalam menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), adalah angin kencang (yang datang dengan tiba-tiba) yang memiliki kecepatan sekitar 64-72 knot. Badai ini saat di laut dapat menyebabkan kenaikan air laut ke daratan yang bisa mencapai 200m. Secara umum Masyarakat di Indonesia menyebutnya gelombang pasang. Badai gelombang ini terjadi saat angin kencang berhembus dan kemudian menyusut seiring kecepatan anginnya meredah. Contoh gelombang badai yaitu siklon tropis flamboyant yang berada di Samudra hindia barat daya lampung.[11]



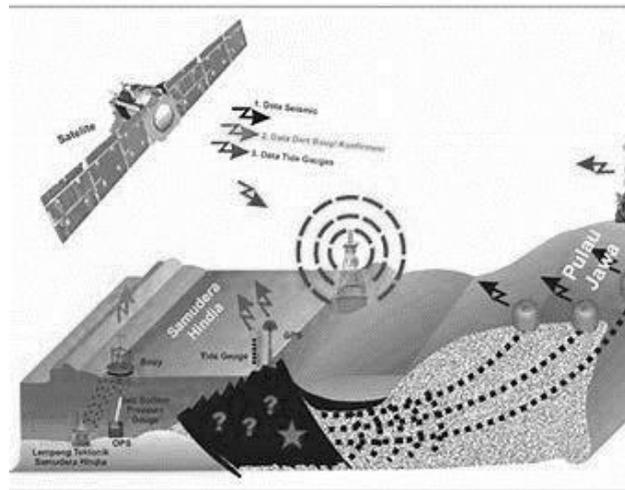
Gambar 3. Ombak dan badai di laut
(Sumber: *Maritimeworld* 2015)

Abrasi laut adalah pengikisan area pantai dan pesisir karena gelombang dan arus yang diperparah oleh aktifitas manusia yang kurang baik.

Teknologi Memitigasi Bencana Laut di Indonesia

Mitigasi merupakan aneka macam upaya yg dilakukan buat mengurangi resiko bencana, baik itu bencana alam juga bencana ulah manusia, sehingga korban serta kerugian mampu diperkecil. Cara memitigasi dapat dengan menaikkan kesadaran kemampuan warga buat menghadapi ancaman bencana, pembangunan fisik. Penanggulangan bencana, juga dikenal sebagai tanggap darurat bencana, adalah kumpulan tindakan yang dilakukan segera setelah bencana untuk menangani efek negatifnya. Ini termasuk penyelamatan dan evakuasi korban, pemenuhan kebutuhan pokok, perlindungan, manajemen pengungsi, dan perbaikan sarana dan prasarana., membentuk peta wilayah rawan mala. Kali ini akan dijelaskan secara spesifik tentang teknologi mitigasi bencana laut yang ada di Indonesia.[12]

1. Ina TEWS (*Indonesia Tsunami Early Warning System*)



Gambar 4. Sistem Peringatan Tsunami

Ina TEWS adalah singkatan dari Sistem Peringatan Dini Tsunami Indonesia.. Pembentukan InaTEWS merupakan acara nasional yang dilaksanakan di bawah koordinasi Kementerian Negara Riset dan Teknologi serta melibatkan 16 lembaga nasional lainnya yaitu.. (ESDM), (DKP), (Kominfo), (Kemdagri), (Kemlu), (Ristek), (Bappenas), (LH), (BMKG), (Bakosurtanal), (BPPT), (BNPB), (LIPI), (LAPAN), (ITB), (Polisi Republik Indonesia), serta di bawah naungan administrasi Menteri Kesejahteraan Rakyat.[7]

Ina TEWS telah menerapkan teknologi baru, Decision Support System (DSS). Singkatnya, DSS adalah sistem yang menghimpun semua informasi yang dihasilkan oleh sistem pemantau gempa, termasuk simulasi tsunami, pemantauan tsunami, dan deformasi kerak bumi yang terjadi setelah gempa terjadi. DSS akan mengeluarkan beberapa masalah atau peringatan dini kepada operator pada waktu yang telah ditentukan melalui GUI (*Graphic User Interface*), selain membantu menyiarkan gosip peringatan dini tsunami. Ina-TEWS dapat memberikan peringatan dini tsunami lima menit setelah gempa bumi yang berpotensi menyebabkan tsunami.[7]

Ina-TEWS berfungsi untuk:

1. Mendeteksi adanya gejala alam yang berpotensi tsunami
2. Menemukan pusat gempa tsunami
3. Memprediksi kerusakan yang mungkin terjadi
4. Memprediksi arah mana yang akan terkena dampak tsunami
5. Mengurangi korban jiwa [7]

Untuk mendeteksi gempa bumi, perlu adanya jaringan pengamatan darat, termasuk seismik dan GPS, sedangkan untuk mendeteksi tsunami, perlu adanya jaringan pengamatan bahari, termasuk *buoys* dan pengukur pasang surut. pada Jika hasil analisis menunjukkan bahwa parameter gempa bumi yang terjadi memenuhi kriteria berpotensi mengakibatkan tsunami, seperti lokasi di laut, magnitud lebih dari 7,0 SR, dan kedalaman kurang dari 70 km, Pusat Peringatan Tsunami Nasional/Regional (NTWC / RTWC) akan mengeluarkan dan menyebarkan Peringatan Potensi Tsunami terutama ke institusi interface, yang selanjutnya akan menindak lanjuti dengan menyebarkan informasi melalui berbagai media, termasuk aktivasi sirine. Berdasarkan data yang diperoleh dari sensor *Buoys* atau *Tide Gauge*, peringatan potensi tsunami ditindak lanjuti dengan mengkonfirmasi terjadinya tsunami.

a. Ina Buoy

buoy ialah suatu alat terapung yang mampu mendeteksi gelombang yg ditimbulkan oleh gempa bumi bawah laut. Buoy akan bertugas buat mengawasi serta mencatat perubahan tingkat pada air laut pada samudera. Di Indonesia kini memakai 4 jenis *buoy* yg sedang beroperasi pada perairan Indonesia, yaitu *Buoy Tsunami Indonesia*, *Deep Ocean Assessment and Reporting Tsunamis (DART)* Amerika, *German-Indonesian Tsunami Warning Systemn (GITWS)* serta *Buoy Wavestan*. pada buoy ini terdapat OBU (*Ocean Bottom Unit*) dimana nantinya indera inilah yang mendeteksi adanya gelombang yang berpotensi menjadi tsunami yang lewat pada atasnya. [8]

b. Ina CBT

Selanjutnya, sistem pemantauan bahaya tsunami INA-CBT, yang disebut sebagai tsunamimeter berbasis kabel, menggunakan sensor tekanan air laut dan *accelerometer* yang dipasang di dasar laut dengan kabel optik. Teknologi ini merupakan hasil penelitian dan pengembangan yang dilakukan oleh BPPT sebelumnya. Ini memanfaatkan perubahan tekanan air di dasar laut sebagai akibat dari aktivitas seismik di dasar laut, yang memungkinkan warga untuk melakukan evakuasi dini. INA-CBT telah diinstal di Rokatenda dan Labuan Bajo di Nusa Tenggara Timur..[8]

c. Ina CAT

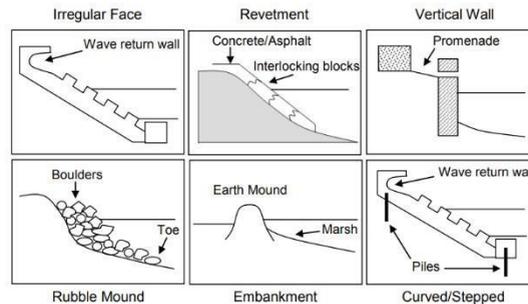
INA-CAT—juga dikenal sebagai *Indonesia Coastel Acoustic Tomografi*—berbasis teknologi akustik tomografi pantai mendeteksi gelombang tsunami dan arus laut melalui transmisi rambatan gelombang bunyi yang diterima oleh pasangan stasiun akustik..[8]

d. Ina TOC

Ina-TOC (*Indonesia Tsunami Observation Center*) isu BMKG 4.0 yg menyampaikan layanan berita cuaca serta iklim secara lebih presisi serta akurat. Perangkat Digital *Enhanced Cordless Telecommunications (DECT) Handset* dimaksudkan untuk membantu petugas memantau lokasi mala Yang lebih berbahaya, seperti tanah longsor atau letusan gunung. Dengan kemampuan teknologi Call Center untuk secara otomatis menghasilkan laporan statistik tentang jenis panggilan darurat yang pernah diterima oleh petugas lapangan, proses analisis keadaan dapat dilakukan dengan cepat. Multi Parameter Radar (MPR) membantu dalam perekaman data cuaca dan dapat memberi peringatan dini jika terjadi. Mereka juga dapat dipindahkan sinkron jika diperlukan. Kita juga akan melihat beberapa teknologi mitigasi bencana yang ada di dunia antara lain :

1. *Seawalls*

Tembok laut adalah struktur rekayasa keras dengan fungsi utama untuk mencegah erosi lebih lanjut pada garis pantai. Mereka dibangun sejajar dengan pantai dan bertujuan untuk menahan atau mencegah tergelincirnya tanah, sekaligus memberikan perlindungan dari aksi gelombang (UNFCCC, 1999). Walaupun fungsi utamanya adalah pengurangan erosi, namun mempunyai fungsi a fungsi sekunder sebagai pertahanan banjir pantai. Bentuk fisik dari struktur ini sangat bervariasi; tembok laut bisa vertikal atau miring dan dibangun dari berbagai macam bahan. [4]



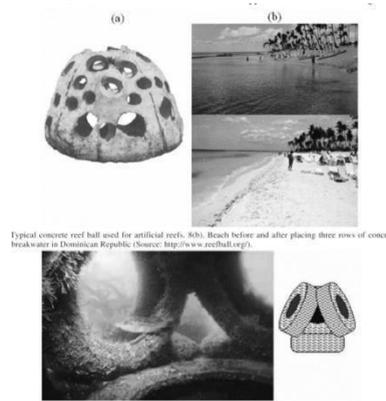
Gambar 5. Sea wall

2. *Sea Dikes* (tanggul laut)

Fungsi utama tanggul laut adalah untuk melindungi daerah pesisir yang rendah dari genangan air di bawahnya kondisi ekstrim (Pilarczyk, 1998a). Tanggul tidak dimaksudkan untuk melestarikan pantai yang mungkin terdapat di dalamnya depan bangunan atau pantai lain yang berdekatan dan tidak terlindungi. Struktur ini memiliki volume tinggi yang membantu menahan tekanan air, sisi miring untuk mengurangi gelombang beban dan ketinggian puncak yang cukup untuk mencegah luapan air banjir.[4]

3. Terumbu karang buatan

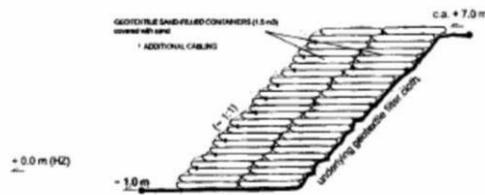
Terumbu karang menghilangkan energi gelombang melalui pemecahan gelombang dan karenanya melindungi pantai kita. Banyak terumbu karang telah rusak karena alasan seperti polusi, penggunaan dinamit untuk menangkap ikan, kenaikan suhu air laut, dan lain lain terumbu buatan yang terendam dari hampir semua bahan dapat digunakan untuk menciptakan kembali koloni terumbu karang. Terumbu karang buatan yang terendam dari kantong plastik berisi pasir atau bola karang beton yang dipatenkan sedang digunakan secara luas saat ini. Terumbu karang buatan adalah struktur buatan manusia yang terbuat dari apa saja, mulai dari mobil/kapal yang tenggelam/balok beton/karung pasir, dll, yang dapat menarik kehidupan laut dan juga meredam gelombang laut.[6]



Gambar 6. Terumbu karang buatan

4. *Revetment Geotekstil*

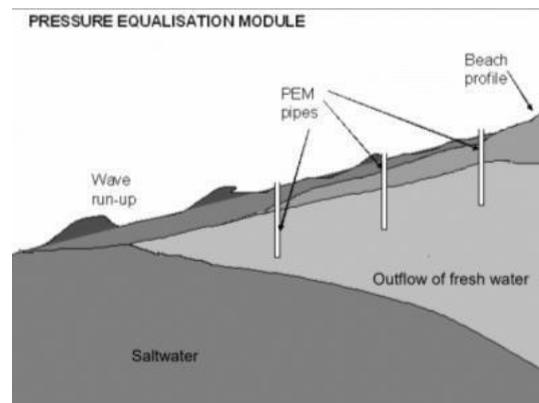
Revetment geotekstil kontainer geotekstil berisi pasir juga dapat ditumpuk untuk membentuk revetment untuk menggunakan batu. Ini sebagian besar digunakan di sepanjang tepian sungai di Malaysia tetapi tidak secara luas secara luas untuk perlindungan pantai.[5]



Gambar 7. Revetment geotekstil

5. Pressure Equalisation Modules

Modul Pemerataan Tekanan adalah sistem lain yang relatif baru yang saat ini sedang diuji di Kuantan, Pahang. PEM berfungsi pada zona *uprush* di lepas pantai dimana gelombang naik ke permukaan pantai dan ketika mencapai batasnya.[5]



Gambar 8. Modul Pemerataan Tekanan

KESIMPULAN

Bencana laut di Indonesia pada umumnya adalah badai atau gelombang besar, tsunami dan abrasi. Bencana tersebut dapat menimbulkan kerusakan yang sangat besar dan memakan korban jiwa. Maka dari itu mitigasi bencana diperlukan untuk mengurangi dan memperkecil akibat terjadinya bencana. Contoh mitigasi yaitu teknologi penanggulangan kelautan, hal ini digunakan agar mengurangi korban jiwa dari bencana kelautan. Ada beberapa teknologi yang ada di Indonesia yaitu INA-TEWS, buoy, GPS, DECT, teknologi *call center*. Di dunia juga ada teknologi penanggulangan yang bisa diadopsi seperti terumbu karang buatan, *revetment geotekstil* untuk mencegah adanya abrasi yang tidak terlalu besar dan juga tidak seperti teknologi yang dimiliki negara Jepang dan Singapura karena perbedaan bentang alam.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Harijono, Sri Wono B. 2010. Indonesia Tsunami Early Warning System
- [2] Nur Wulan. 2014. Bencana Laut
- [3] M.Ilyas. 2021. Riset dan Inovasi Teknologi Kebencanaan
- [4] Zhu, Xianli; Linham, Matthew M.; Nicholls, Robert J. 2010. Technologies for Climate Change Adaptation - Coastal Erosion and Flooding
- [5] Ir. Nor Hisham M. Ghazali. 2005. New Innovation and Technologiest in Coastal Rehabilitation
- [6] A.V Hegde. 2010. Coastal erosion and mitigation methods – Global state of art
- [7] Wikipedia. 2023. Ina-TEWS
- [8] Antara. 2023. Ini Empat Teknologi Pendukung Mitigasi Gempa-Tsunami Dalam InaTEWS [9] BPBD Tanah Laut. 2023. Definisi Bencana menurut Undang-undang Nomor 24 Tahun 2007 [10] BPBK Aceh Jaya. 2023. Definisi Dan Jenis Bencana
- [11] Detik News. 2022. Apa itu Badai? Ini Penjelasan Badai yang Berkaitan Siklon Tropis
- [12] Quipper Blog. 2019. Mitigasi Bencana Alam kelas 10