

ANALISIS DAMPAK KETIDAKADAAN BUOY TERHADAP BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA (BMKG) STUDI KASUS TSUNAMI PALU

Siska¹⁾, dan Najlah rizky widati hidayat¹⁾

¹⁾Departemen Teknik Kelautan, Universitas Hasanuddin

Email: siskaharmi@gmail.com

Abstrak

Tsunami adalah gelombang besar yang dihasilkan oleh gempa bumi atau letusan gunung berapi bawah laut. Gelombang tsunami mengalami peningkatan tinggi saat mendekati pantai, dengan kecepatan terkait kedalaman laut, bukan jarak. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) berperan penting dalam pemantauan dan peringatan tsunami di Indonesia, meskipun beberapa wilayah, seperti Palu, mungkin tidak memiliki buoy yang memadai. Penelitian ini mengidentifikasi hambatan yang dihadapi BMKG dalam menjalankan tugas pemantauan dan peringatan tsunami, dengan fokus pada Palu. Metode penelitian mencakup analisis literatur melalui sumber tertulis seperti jurnal, buku, laporan penelitian, dan dokumen resmi. Hasil penelitian menyoroti minimnya buoy, keterbatasan peringatan dini, serta akibatnya terhadap masyarakat. Rekomendasi termasuk meningkatkan pengetahuan masyarakat tentang tsunami, pengembangan teknologi informasi bencana, dan pembahasan kembali penggunaan buoy. Studi ini mengilustrasikan pentingnya perencanaan lahan, infrastruktur, dan kapasitas masyarakat dalam menghadapi gempa bumi dan tsunami..

Kata Kunci : BMKG, Buoy, Dampak, Peringatan Dini dan Tsunami Palu

Abstract

Tsunamis are large waves generated by earthquakes or underwater volcanic eruptions. Tsunami waves increase in height as they approach the coast, with speed related to ocean depth rather than distance. The Meteorology, Climatology and Geophysics Agency (BMKG) plays an important role in tsunami monitoring and warning in Indonesia, although some areas, such as Palu, may not have adequate buoys. This research identifies the obstacles faced by BMKG in carrying out its tsunami monitoring and warning duties, with a focus on Palu. The research method includes literature analysis through written sources such as journals, books, research reports and official documents. The results highlighted the lack of buoys, the limitations of early warning and the consequences for the community. Recommendations included improving public knowledge about tsunamis, developing disaster information technology and revisiting the use of buoys. The study illustrates the importance of land planning, infrastructure and community capacity in dealing with earthquakes and tsunamis.

Keywords: BMKG, Buoy, Impact, Early Warning and Palu Tsunami

PENDAHULUAN

Tsunami, yang berasal dari aktivitas seismik seperti gempa bumi bawah laut atau letusan gunung berapi, dicirikan oleh gelombangnya yang sangat besar. Gelombang ini tidak bertambah tinggi secara signifikan pada kedalaman laut yang lebih dalam, tetapi mengalami lonjakan ketinggian yang nyata saat mendekati garis pantai karena berkurangnya kedalaman air. Kecepatan penjalaran tsunami secara langsung berkaitan dengan kedalaman laut, bukan dengan jarak dari titik asalnya. Di perairan dalam, tsunami dapat menjalar dengan kecepatan yang sebanding dengan pesawat jet, dan baru melambat ketika mereka bertemu dengan perairan yang lebih dangkal. Penting untuk dicatat bahwa para ahli oseanografi tidak menyarankan penggunaan istilah "pasang surut" untuk menggambarkan tsunami karena tidak ada hubungan antara pasang surut dan gelombang kolosal ini.

Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), yang sebelumnya bernama Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG), adalah sebuah organisasi penting di Indonesia yang bertanggung jawab atas tugas-tugas pemerintah yang berkaitan dengan meteorologi, klimatologi, dan geofisika, terutama dalam hal pemantauan dan peringatan dini tsunami.

Beberapa situasi, terutama di wilayah-wilayah dengan keterbatasan sumber daya dan infrastruktur, seperti Palu di Sulawesi Tengah, bisa jadi tidak tersedia buoy yang memadai. Ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti keterbatasan anggaran, kurangnya pemeliharaan peralatan yang sudah ada, dan masalah teknis. Ketidak adanya buoy yang



copyright is published under [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

memadai di daerah tersebut dapat berdampak signifikan pada kemampuan BMKG untuk memberikan peringatan dini yang tepat waktu dan akurat.

Dengan memahami implikasi dari ketidakhadanya buoy terhadap BMKG dan wilayah Palu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi hambatan-hambatan yang dihadapi BMKG dalam menjalankan tugasnya dalam pemantauan dan peringatan dini tsunami. Melalui studi kasus tsunami Palu, kami dapat mengevaluasi tingkat kerentanan dan risiko yang dihadapi oleh wilayah yang belum dilengkapi dengan sistem buoy yang memadai.

METODE PENELITIAN

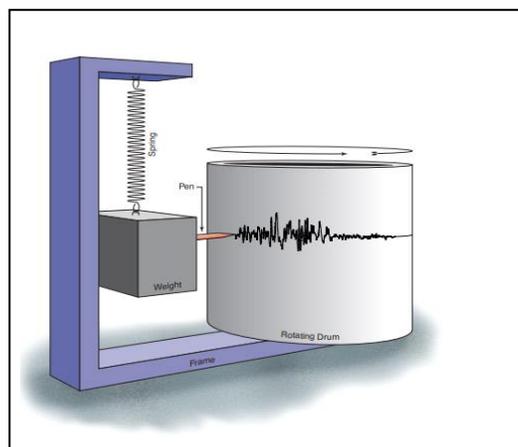
Pendekatan metode penelitian dengan menggunakan literatur melibatkan eksploitasi sumber-sumber informasi tertulis seperti jurnal ilmiah, buku, laporan penelitian, dan media massa serta dokumen resmi lainnya guna menghimpun data dan informasi yang relevan untuk menganalisis implikasi absennya *buoy* terhadap kinerja Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) dalam kerangka studi kasus tsunami di Palu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem Peringatan Dini Gempa dan Tsunami

Ina-TEWS merupakan sistem peringatan dini tsunami canggih yang mengintegrasikan teknologi canggih yang disebut sebagai sistem pendukung keputusan (decision support system, DSS). DSS berfungsi sebagai kerangka kerja untuk mengumpulkan data dari berbagai sumber, termasuk sistem pemantauan gempa bumi, simulasi tsunami, pemantauan tsunami, dan deformasi kerak bumi pascagempa. Penggabungan data ini memainkan peran penting dalam distribusi peringatan dini tsunami dan menjadi dasar untuk menilai peringatan ini. Dengan menggunakan antarmuka pengguna grafis, GUI.DSS mengeluarkan berbagai alarm yang mengharuskan operator bereaksi pada interval yang telah ditentukan sebelumnya.

Ina-TEWS memiliki kapasitas untuk mengeluarkan peringatan dini tsunami hanya dalam waktu lima menit setelah mendeteksi gempa bumi yang berpotensi tsunami. Proyek ini merupakan upaya kolaboratif yang dipelopori oleh pemerintah Indonesia dan melibatkan partisipasi dari 18 lembaga pemerintah. Selain itu, proyek ini juga mendapat dukungan finansial dan teknologi dari lima negara yang berkontribusi: Jerman, Cina, Jepang, Amerika Serikat, dan Perancis. Peresmian Ina-TEWS dilakukan pada bulan November 2008, di bawah kepemimpinan Presiden Indonesia saat itu, Susilo Bambang Yudhoyono. Ina-TEWS terdiri dari dua sistem pemantauan: yang pertama adalah sistem pemantauan terestrial yang mencakup jaringan seismometer broadband dan teknologi GPS. Yang kedua adalah sistem pengawasan maritim yang mencakup pelampung, pengukur pasang surut, dan pengawasan video.



Gambar 1. Seismometer

Seismometer merupakan sebuah perangkat atau sensor getaran yang umumnya digunakan untuk mengidentifikasi gempa bumi atau pergerakan getaran pada tanah. Internet *broadband* merujuk pada jenis sambungan internet yang sering digunakan di lingkungan rumah, di mana kecepatannya secara adil dibagi berdasarkan jumlah pengguna atau intensitas penggunaan internet. GPS adalah kependekan dari "Sistem Posisi Global," yang merupakan sistem navigasi dunia yang



copyright is published under [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

memanfaatkan satelit untuk mengidentifikasi lokasi dan waktu secara sangat akurat di seluruh penjuru planet ini. *Buoy* memiliki peran dalam memantau fluktuasi permukaan laut di lepas pantai,



Gambar 2. *Tide Gauge*

sedangkan *tide gauge* digunakan untuk memantau perubahan muka air laut di daerah pesisir. Selain itu, kamera pengawas CCTV dimanfaatkan untuk memantau potensi datangnya tsunami di wilayah pantai.

Ketidakadaan Buoy

Buoy adalah instrumen apung yang mampu mengidentifikasi gelombang tsunami yang dihasilkan oleh aktivitas seismik bawah laut. Pelampung mengamati dan mendokumentasikan perubahan permukaan air laut di dalam lautan. *Buoy* tsunami biasanya terdiri dari dua bagian utama: sensor tekanan yang terletak di dasar laut dan pelampung yang mengambang di permukaan laut. Sensor yang dipasang di dasar laut mengukur perubahan tekanan air yang terkait dengan perubahan ketinggian kolom air di atasnya yang disebabkan oleh gelombang tsunami. Data yang dikumpulkan oleh sensor tekanan ini dikirim melalui *telemetry* sering kali menggunakan teknologi *akustik* ke pelampung di permukaan laut, yang kemudian mengirimkan data tersebut melalui satelit atau jaringan komunikasi. Komunikasi lainnya ke pusat pemantauan dan penyebaran peringatan tsunami. Informasi ini digunakan untuk mendeteksi tsunami, mengukur ketinggian gelombang, dan memperingatkan daerah pesisir yang mungkin terkena dampak tsunami. *Buoy* tsunami penting dalam sistem peringatan tsunami karena membantu mendeteksi tsunami secepat mungkin dan memberikan informasi yang akurat kepada pihak berwenang dan masyarakat untuk mengambil tindakan yang tepat guna meminimalkan bahaya. Mekanisme tsunami dan dampak serius tsunami. Lokasi terbaik untuk memasang pelampung tsunami ditentukan dengan mempertimbangkan beberapa faktor. Pelampung anti-tsunami harus cukup jauh dari episentrum gempa bumi potensial untuk memastikan tidak ada gangguan antara sinyal *seismik* dari pelampung dan sinyal tsunami di permukaan laut. Di sisi lain, *buoy* tsunami harus cukup dekat dengan pusat gempa untuk dapat mendeteksi gelombang tsunami tepat waktu dan memaksimalkan waktu prakiraan tsunami untuk daerah pesisir. Selain itu, *buoy* tsunami idealnya ditempatkan di perairan yang lebih dalam dari 3.000 m untuk memastikan bahwa sinyal yang teramati tidak terganggu oleh jenis gelombang lain yang dampaknya lebih dangkal (mis. gelombang laut, angin permukaan).



Gambar 3. ETD buoy system Deep Ocean Assessment of Tsunami (DART) Easy to Deploy (ETD)

Pada awalnya, Indonesia memiliki total 22 unit *buoy*, namun saat ini tidak ada satupun yang beroperasi. Ketiadaan *buoy* atau alat pendeteksi tsunami ini disebabkan oleh berbagai faktor. Hal ini termasuk kerusakan *buoy*, pemindahan *buoy* secara tidak sah oleh oknum-oknum yang tidak bertanggung jawab, dan dampak yang cukup besar dari keterbatasan



copyright is published under [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

anggaran dalam upaya pencegahan bencana, terutama untuk tsunami di laut. Menurut BMKG, pada tahun 2011, tujuh buoy di perairan Banyuwangi dirusak secara tidak sengaja oleh nelayan. Selain itu, di Papua, dari 18 alat sensor gempa bumi dan tsunami, termasuk buoy, hanya 8 unit yang masih berfungsi dengan baik. Kerusakan buoy secara signifikan menghambat ketepatan dan ketepatan waktu peringatan dini tsunami. Buoy memainkan peran penting dalam menentukan keberadaan tsunami secara akurat dan cepat serta mengidentifikasi daerah yang paling rentan terhadap dampaknya, sehingga memungkinkan penanggulangan bencana yang lebih tepat sasaran.

Dampak Ketidakadaan Bouy

Gempa berkekuatan 7,4 SR di Palu dan Donggala, Sulawesi Tengah, yang diikuti oleh tsunami pada hari Jumat, menyebabkan sedikitnya 925 orang tewas, 99 orang hilang, 799 orang luka-luka, dan hampir 60.000 orang mengungsi... Evakuasi di lebih dari 100 titik. Pada saat kejadian, BMKG mengeluarkan peringatan dini tsunami pada pukul 17.00 WIB: 02: 44 WIB dan berakhir pada pukul 17.02 WIB Keputusan BMKG tersebut berdasarkan hasil analisis model tsunami Palu yang telah diverifikasi secara proxy. Keputusan ini menimbulkan kontroversi karena tsunami mematikan yang menerjang pesisir Palu terjadi setelah BMKG mengakhiri peringatan dini. Peringatan dini tsunami diakhiri 30 menit kemudian meskipun tsunami telah tiba 15 menit sebelumnya. Karena kurangnya data dan informasi pembanding dari BMKG mengenai bencana tsunami yang terjadi, BMKG mengambil keputusan untuk menghentikan pemberian peringatan dini mengenai tsunami yang terjadi di Palu, dan terputusnya jaringan komunikasi menjadi salah satu penyebabnya. Dalam hal ini, keberadaan Bouy menjadi penting karena data tersebut membandingkan apa yang dimodelkan dan apa yang sebenarnya terjadi di lapangan.



Gambar 4. Berita penyebab ketidakadaan buoy saat tsunami palu

Ketidak adaan *Buoy* pada lokasi kejadian berdampak kurangnya data atau informasi yang dibutuhkan untuk mengkonfirmasi adanya tsunami setelah gempa, pada saat itu penyebab gempa yang terjadi tidaklah biasa yaitu sesar geser di atas 7 berpotensi menimbulkan longsor di bawah laut hal ini diduga yang menjadi penyebab tsunami. Ketidak adaan *Buoy* di lokasi *epi senter* pada saat itu menyebabkan ketidak mampuan untuk mendeteksi ada atau tidak adanya tsunami yang terbangkitkan. Kekurangan alat menyebabkan data diambil dari stasiun pengamatan pasut milik BIG terdekat berjarak 300 km dari lokasi kejadian tepatnya di Mamuju tapi hal itu tidak bisa dijadikan pegangan. Pengambilan keputusan untuk mengeluarkan peringatan dini tsunami serta pengakhiran peringatan dini tersebut sangat membutuhkan data dari alat *Bouy*. Karena ketidak adaan alat tersebut bisa menghambat pengeluaran peringatan dini dari BMKG serta pencabutan peringatan dini itu.

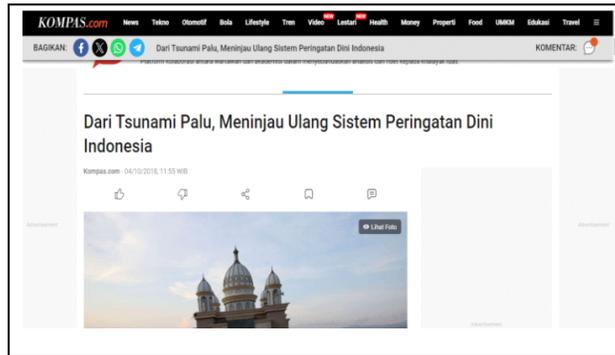
Keterbatasan Peringatan Dini Tsunami

Dalam bidang peringatan dini, memiliki waktu yang cukup lama sangat penting untuk memungkinkan penduduk di wilayah rawan bencana untuk mengungsi. Efektivitas sistem peringatan dini dan durasi yang tersedia untuk evakuasi meningkat dengan periode "emas" yang lebih panjang. Kasus tsunami Palu menyoroti ketidakcukupan peringatan dini yang dikeluarkan oleh BMKG. Meskipun BMKG mengeluarkan peringatan dini tsunami dalam waktu lima menit setelah gempa bumi, dengan mengikuti protokol standar, tsunami mencapai pantai Teluk Palu lebih awal dari yang diantisipasi. Situasi ini menggarisbawahi kegagalan BMKG dalam memprediksi jenis tsunami yang terjadi di Palu, yang kemungkinan besar dipicu oleh longsor bawah laut pasca gempa. Sistem yang ada saat ini hanya berfokus pada prakiraan tsunami yang diakibatkan oleh peristiwa seismik tektonik. Tsunami jarak pendek masih sering terjadi, dan waktu yang dibutuhkan untuk



copyright is published under [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

berkembangnya tsunami, terutama di Indonesia Timur, sangat singkat, seringkali kurang dari lima menit. Oleh karena itu, persiapan untuk menghadapi potensi ancaman tsunami harus dilakukan dalam jangka waktu yang sangat terbatas, bukan dalam hitungan jam seperti yang diasumsikan sebelumnya. Oleh karena itu, ada kebutuhan mendesak untuk menyempurnakan definisi peringatan dini tsunami.



Gambar 5, Berita kontroversi dari sistem pengatan dini saat tsunami palu

Sangatlah penting untuk memberikan definisi yang lebih tepat untuk tsunami lokal yang berlangsung kurang dari 5 menit. Klarifikasi ini penting karena memungkinkan kita untuk mengevaluasi pentingnya kapasitas untuk evakuasi mandiri, terlepas dari ketersediaan informasi peringatan dini tsunami. Hal ini menjadi semakin penting karena tsunami tidak hanya datang lebih cepat daripada peringatan dini, tetapi juga, karena ketinggian dan waktunya, perkiraan yang diberikan oleh BMKG sering kali tidak sesuai dengan kenyataan. Seperti yang ditunjukkan dalam peringatan dini yang dikeluarkan oleh BMKG, Kota Palu dan Kabupaten Donggala berada dalam klasifikasi "Siaga" dengan ketinggian tsunami yang diantisipasi kurang dari 10 meter. Tsunami Palu melampaui kapasitas penuh sistem peringatan dini. Meskipun demikian, terputusnya rantai peringatan dini tsunami yang sampai ke masyarakat mencerminkan adanya masalah dalam kerangka kerja birokrasi yang mendukungnya. Sejak diluncurkan pada tahun 2008, sistem InaTEWS telah mengeluarkan 22 peringatan dini tsunami, tetapi sebagian besar peringatan ini berkaitan dengan tsunami dengan ketinggian kurang dari 1 meter dan berdampak minimal. Hanya dua tsunami, keduanya lebih dari 1 meter, yang mengakibatkan dampak yang parah: Tsunami Mentawai pada 25 Oktober 2010, dan Tsunami Palu-Donggala pada 28 September 2018. Dalam kedua kejadian tersebut, terlihat jelas bahwa sistem InaTEWS tidak memiliki kemampuan untuk mengidentifikasi isu-isu yang berkaitan dengan intervensi dan evakuasi masyarakat. Sistem peringatan tsunami di kota Palu tetap tidak aktif selama kejadian, dan penduduk tidak menerima peringatan SMS tentang tsunami. Menurut Peraturan Pemerintah No. 21 Tahun 2008 tentang penanggulangan bencana, BMKG bertanggung jawab penuh untuk mengeluarkan peringatan dini tsunami, sementara kewenangan untuk memulai evakuasi dan mengaktifkan sirene ada di tangan pemerintah daerah. Prosedur yang telah ditetapkan menyatakan bahwa peringatan dini tsunami dari BMKG harus melalui Komando Pengendalian Daerah (KODAL) untuk mendapatkan persetujuan dan disebarluaskan kepada masyarakat. Anggota KODAL minimal terdiri dari gubernur, wakil gubernur, komandan polisi, dan kepala daerah. Proses pengambilan keputusan untuk aktivasi sirene memakan waktu lama, sehingga menghilangkan "momen emas" yang kritis. Dalam satu dekade terakhir, sejak penerapan sistem peringatan dini tsunami, tidak ada pemerintah daerah yang menunjukkan kemampuan untuk merespons dengan cepat dan tepat terhadap informasi yang diberikan oleh BMKG. Berdasarkan data yang tersedia, dapat disimpulkan bahwa kinerja InaTEWS masih jauh dari standar, karena masyarakat tidak dapat secara efektif merespons informasi yang diberikan untuk operasi penyelamatan.

Konsekuensi bagi masyarakat

Seakan-akan sebuah sirene yang sederhana namun dilengkapi dengan kemampuan canggih untuk mendeteksi tsunami dan memberi peringatan saat bahaya mendekat. Namun, sistem ini secara konsisten gagal beroperasi dengan benar, mengakibatkan kerusakan berkelanjutan dalam rantai peringatan dini. Akibatnya, individu yang mengandalkan peringatan dini dan menunggu perintah evakuasi saat sirene tsunami aktif mungkin melewatkan peluang optimal untuk memastikan keselamatan mereka. Ini adalah masalah yang dihadapi oleh seorang penduduk Kota Palu yang telah menerima pelatihan tsunami pada tahun 2012. Selama pelatihan, dia diinstruksikan tentang proses peringatan dini dan harapan evakuasi saat sirene tsunami diaktifkan. Awalnya, dia tidak menyadari bahwa tidak ada ancaman nyata tsunami setelah gempa utama. Oleh karena itu, warga desa dengan penuh semangat menunggu aktivasi sirene tsunami, tetapi tidak mendengar suara apa pun. Selain itu, diketahui bahwa penduduk desa Tipo di Kota Palu mengharapkan agar "sirene tsunami palsu" diaktifkan. Pada kenyataannya, perangkat ini hanyalah menara penguat sinyal yang dimiliki oleh penyedia layanan ponsel. Salah paham ini muncul karena selama konstruksi dan pemeliharaan rutin menara, pekerja lapangan secara berulang kali memberi tahu penduduk bahwa perangkat ini berfungsi sebagai "alat deteksi gempa bumi dan tsunami" yang dirancang untuk



menghasilkan sinyal suara selama gempa bumi dan tsunami. Masalah komunikasi ini menyebabkan beberapa orang menunda evakuasi selama gempa tanggal 28 September 2018, sambil menunggu sirene berbunyi. Tentu saja, ketika tsunami terjadi, alat ini tidak dan tidak akan pernah berbunyi karena bukan bagian dari sistem peringatan dini tsunami... Hal ini menunjukkan bahwa masyarakat kurang mendapatkan informasi tentang sistem InaTEWS. Kesenjangan ini dapat menciptakan "rasa aman palsu" dan mengikis kapasitas, bahkan menghambat keputusan masyarakat untuk melakukan evakuasi. Rasa aman yang semu ini juga berasal dari fakta bahwa masyarakat terlambat menerima informasi resmi dari BMKG. Hal ini terjadi di Desa Labean, di mana sebagian warga yang dievakuasi setelah gempa pertama pada pukul 15: 00 WITA kembali .. WITA berhenti beroperasi 2,5 jam setelah menerima informasi di saluran berita bahwa gempa tidak berpotensi tsunami melalui jejaring sosial dan pesan singkat. Namun, saat menuruni tangga, mereka mengalami gempa besar yang diikuti tsunami pada pukul 18.00 WITA.

Pelajaran yang dapat diambil

Ketika kita melihat dampak dari gempa bumi dan tsunami Palu tahun 2018, terlihat jelas bahwa upaya-upaya untuk memprediksi dan memitigasi bencana yang telah dilakukan sejak tahun 2010, tetap saja menghasilkan kerusakan yang signifikan. Perhatian segera diperlukan untuk mengatasi masalah-masalah yang berkaitan dengan tata ruang dan memastikan infrastruktur yang memadai untuk mempersiapkan diri menghadapi potensi gempa bumi dan tsunami yang dapat terjadi sewaktu-waktu. Gempa bumi dan tsunami Palu dan Donggala menjadi pelajaran berharga untuk menyusun strategi mitigasi di masa depan. Sangat penting bagi masyarakat untuk meningkatkan kemampuan evakuasi mandiri. Konsep evakuasi mandiri terbukti sangat efektif dalam melindungi penduduk pesisir dari bencana tsunami. Gempa bumi yang kuat dapat menjadi peringatan dini akan terjadinya tsunami, sehingga masyarakat pesisir harus segera mengosongkan pantai ketika mengalami gempa bumi yang signifikan. Meskipun kemungkinan terjadinya tsunami tidak boleh diabaikan, fokus utama haruslah menyelamatkan masyarakat. Pendirian stasiun pemantauan permukaan laut sangat penting untuk memastikan terjadinya tsunami di daerah-daerah yang rentan terhadap bencana tersebut. Alat ini diperlukan untuk meningkatkan operasi peringatan tsunami, terutama untuk memudahkan pengambilan keputusan dalam mengakhiri ancaman tsunami. Kita tidak dapat memprediksi kapan gempa bumi akan terjadi, tetapi kita harus bersiap untuk itu. Sosialisasi, edukasi, dan pelatihan evakuasi harus terus dilakukan agar kita semua dapat hidup selaras dengan alam yang sering terjadi gempa.

KESIMPULAN

- Ina-TEWS adalah sistem peringatan dini tsunami Indonesia yang canggih, yang menggunakan berbagai teknologi termasuk sistem pendukung keputusan (DSS) untuk mengumpulkan data dan menyebarkan peringatan.
- Minimnya Buoy sebagai alat pendeteksi tsunami di banyak lokasi berdampak serius terhadap keakuratan dan ketepatan waktu peringatan dini tsunami.
- Keterbatasan peringatan dini tsunami disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk waktu yang kurang ideal dalam beberapa kasus dan sulitnya memprediksi beberapa jenis tsunami.
- Akibat yang ditimbulkan bagi masyarakat adalah kesalahpahaman, rasa aman yang salah, dan kurangnya informasi yang diperlukan untuk melakukan evakuasi mandiri.
- Pembelajaran yang dapat diambil antara lain perlunya perencanaan penggunaan lahan, infrastruktur yang memadai, dan penguatan kapasitas masyarakat untuk melakukan evakuasi secara mandiri dalam menghadapi gempa bumi dan tsunami.

Rekomendasi

Berdasar pada kejadian yang terjadi di palu, dapat dikatakan kegagalan yang terjadi dikarenakan kegagalan yang berasal dari sistem peringatan tsunami yang saat itu digunakan yang menyebabkan masyarakat justru mengambil tindakan sendiri dengan cara menyelamatkan diri masing – masing setelah mendapat kabar akan terjadinya tsunami. Tentunya hal ini dapat dijadikan sebagai pelajaran kedepannya terutama kepada seluruh masyarakat, jauh sebelum terjadinya bencana maupun setelah terjadi, maka dari itu pentingnya juga pengetahuan serta kesiapan bagi masyarakat untuk tidak terlalu bergantung kepada satu sumber berita saja. Pengetahuan mengenai tsunami ini juga harus dijadikan sebagai pendidikan bagi siswa baik secara formal maupun informal. Selain bagi warga, pemerintahan juga perlu menanggulangi atau mengembangkan kembali sistem teknologi informasi yang akan diberi kepada masyarakat, agar tidak lagi terjadi kesalahan dalam memberikan informasi, walaupun saat ini pihak bmgk sudah berusaha berupaya dalam pengembangan sistem infpormasinya, namun lebih baik lagi jika pihak bmgk bisa mendeteksi dan menyalurkan informasi secara akurat apalagi dengan ketiadaan alat pendeteksi yang sudah terjamin akurat seperti *buoy*, atau dengan cara mengadakan kembali alat pendeteksi seperti *buoy*. Meskipun alat pendeteksi ini memang memakan anggaran yang cukup banyak setidaknya dengan



adanya *buoy* sistem informasi yang didapat akan lebih akurat, hal ini juga tentu harus dibicarakan kembali kepada institusi pemerintahan yang terkait, menganalisa kembali alat pendeteksi ini serta melakukan pengembangan teknologi informasi bencana – bencana alam.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahmad Arif,Irina Rafliana,Ardito M. Kodijat,Syarifah Dalimunthe.2019.*Keterbatasan dan tantangan sistem peringatan dini studi kasus tsunami palu-donggala 28 september 2018*.Jakarta: UNDRR.52-67.
- [2] bbc.com.1Oktober 2018.Lima hal yang perlu diketahui tentang buoy alat deteksi tsunami.Diakses pada 20 Oktober 2023,dari <https://www.bbc.com/indonesia/indonesia-45702989>
- [3] CNN indonesia.26 Desember 2017.Deteksi tsunami tanpa buoy di indonesia.Diakses pada 25 Oktober 2023,dari <https://www.youtube.com/watch?v=ITOTMTf1SVo>
- [4] Detik.com 1Oktober 2018.Alat deteksi tsunami tak berfungsi ini kata BMKG.Diakses pada 25 Oktober 2023,dari <https://www.youtube.com/watch?v=hK9N9KQvEoM>
- [5] dw.com.29 September 2018.Peneliti tsunami peringatan dini tak seharusnya dihentikan.Diakses pada 22 Oktober 2023,dari <https://www.dw.com/id/peneliti-tsunami-peringatan-dini-seharusnya-tidak-segera-dihentikan/a-45690028>
- [6] Indonesia.go.id. 26 Februari 2021. Buoy Pendeteksi Tsunami Super Cepat Buatan Indonesia.Diakses pada 20 Oktober 2023,dari <https://www.indonesia.go.id/kategori/budaya/2543/buoy-pendeteksi-tsunami-super-cepat-buatan-indonesia>.
- [7] kompas.com.4 Oktober 2018.Dari tsunami palu meninjau ulang sistem peringatan dini indonnesia.Diakses pada 21 Oktober 2023,dari <https://sains.kompas.com/read/2018/10/04/115535923/dari-tsunami-palu-meninjau-ulang-sistem-peringatan-dini-indonesia>
- [8] Kumparan sains.1 Oktober 2018.Mengenal ina-TEWS sistem perinagatan dini tsunami di indonesia.Diakses pada 23 Oktober 2023,dari <https://kumparan.com/kumparansains/mengenal-ina-tews-sistem-peringatan-dini-tsunami-di-indonesia-1538372883879278077/full>
- [9] Liputan 6.11 Februari 2021.Intip kecanggihan ina-TEWS sistem pendeteksi tsunami super cepat karya anak bangsa.Diakses pada 24 Oktober 2023 dari <https://www.liputan6.com/bisnis/read/4480442/intip-kecanggihan-ina-tews-sistem-pendeteksi-tsunami-super-cepat-karya-anak-bangsa>
- [10]Metro TV.29 September 2018.Analisis pakar soal tsunami palu.Diakses pada 25 Oktober 2023,<https://www.youtube.com/watch?v=Xn193hW1WS0>
- [11] Media indonesia.3 Oktober 2018.Pelajaran dari gempa palu dan donggala.Diakses pada 23 Oktober 2023,dari <https://mediaindonesia.com/opini/188144/pelajaran-dari-gempa-palu-dan-donggala>
- [12] Nationalgeographic.2 Oktober 2018.Buoy alat pendeteksi tsunami di indonesia rusak dan hilang di curi.Diakses pada 24 Oktober 2023,dari <https://nationalgeographic.grid.id/read/13948562/buoy-alat-pendeteksi-tsunami-di-indonesia-rusak-dan-hilang-dicuri>
- [13] oceanservice.noaa.gov.24 Agustus 2023.What is a tsunami.Diakses pada 20 Oktober 2023,dari <https://oceanservice.noaa.gov/facts/tsunami.html>
- [14] theconversation.com.2 Oktober 2018.Meninjau ulang strategi peringatan dini tsunami di indonesia cermin dari palu.Diakses pada 21 Oktober 2023,dari <https://theconversation.com/meninjau-ulang-strategi-peringatan-dini-tsunami-di-indonesia-cermin-dari-palu-104238>

