



Analisis Strategi Mitigasi Struktural Tsunami Aceh dalam Meningkatkan Kesiapsiagaan Masyarakat dengan Metode Analytical Hierarchy Proses

Lathifatil Auniyah¹, Winda Dwi Cahyani², Melantika Dewi Kharisma³, Assyifa Syanna Zhafira Dinar Putri⁴, Evana Clairina Heriyanto⁵, Emilda Putri Sania⁶, Nuh Krama Hadianto⁷, M. Noer Falaq Al Amin⁸

Universitas Negeri Surabaya, Indonesia¹⁻⁸

Email Korespondensi: 24040674187@mhs.unesa.ac.id

Article received: 01 Januari 2026, Review process: 12 Januari 2026

Article Accepted: 22 Maret 2026, Article published: 11 Mei 2026

ABSTRACT

Indonesia is a country with a high level of disaster vulnerability due to its location at the convergence of three of the world's tectonic plates, one of which results in tsunami disasters. Aceh Province is a region highly vulnerable to tsunamis, especially after the 2004 Aceh earthquake and tsunami that caused massive damage and a high number of casualties. This study aims to determine the most effective tsunami disaster mitigation policy priorities in Aceh using the Analytical Hierarchy Process (AHP) method. The research was conducted with a quantitative approach through the development of a decision hierarchy consisting of objectives, criteria, and policy alternatives. The criteria used include budget, sustainability, impact, and implementation time, while the policy alternatives consist of infrastructure development and preparedness facility improvement, installation of Tsunami Early Warning System (TEWS) sirens and mangrove planting, as well as spatial planning optimization and risk zoning-based relocation. The analysis results show that the impact criterion has the highest weight at 0.43, followed by sustainability at 0.33, budget at 0.22, and implementation time at 0.02. Based on the synthesis of alternative evaluations, the policy of installing TEWS sirens and planting coastal forests or mangroves obtained the highest value, making it the priority alternative for tsunami mitigation in Aceh. This policy is considered capable of providing more effective and sustainable protection through a combination of early warning systems and natural coastal protection.

Keywords: disaster mitigation, tsunami, Aceh, AHP, TEWS, mangrove.

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang memiliki tingkat kerawanan bencana tinggi akibat letaknya pada pertemuan tiga lempeng tektonik dunia, salah satunya adalah bencana tsunami. Provinsi Aceh menjadi wilayah yang sangat rentan terhadap tsunami, terutama setelah terjadinya gempa dan tsunami Aceh tahun 2004 yang menimbulkan kerusakan besar serta korban jiwa dalam jumlah tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan prioritas kebijakan mitigasi bencana tsunami yang paling efektif di Aceh menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP). Penelitian dilakukan dengan pendekatan kuantitatif melalui penyusunan hierarki keputusan yang terdiri atas tujuan, kriteria, dan alternatif kebijakan. Kriteria yang digunakan meliputi anggaran, keberlanjutan, dampak, dan waktu

pengerjaan, sedangkan alternatif kebijakan terdiri dari pembangunan infrastruktur dan pengembangan sarana kesiapsiagaan, pemasangan sirine Tsunami Early Warning System (TEWS) dan penanaman mangrove, serta optimalisasi tata ruang dan relokasi berbasis zonasi risiko. Hasil analisis menunjukkan bahwa kriteria dampak memiliki bobot tertinggi sebesar 0,43, diikuti keberlanjutan sebesar 0,33, anggaran sebesar 0,22, dan waktu pengerjaan sebesar 0,02. Berdasarkan sintesa evaluasi alternatif, kebijakan pemasangan sirine TEWS dan penanaman hutan pantai atau mangrove memperoleh nilai tertinggi sehingga menjadi alternatif prioritas dalam mitigasi tsunami di Aceh. Kebijakan tersebut dinilai mampu memberikan perlindungan yang lebih efektif dan berkelanjutan melalui kombinasi sistem peringatan dini dan perlindungan alami wilayah pesisir.

Kata Kunci: Mitigasi Bencana, Tsunami, Aceh, AHP, TEWS, Mangrove.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang berada di kawasan rawan bencana akibat pertemuan tiga lempeng tektonik utama dunia. Hal ini menyebabkan tingginya aktivitas vulkanik dan seismik di berbagai wilayah, sehingga Indonesia menjadi sangat rentan terhadap beragam bencana geologi, terutama gempa bumi dan tsunami. Tsunami merupakan gelombang laut berukuran sangat besar yang terjadi akibat perubahan vertikal massa air, yang dipicu oleh gangguan mendadak di laut dalam sehingga menyebabkan kenaikan gelombang ke permukaan (Agustiani, 2023). Tsunami dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya gempa tektonik, gunung api, dan letusan massa. Namun, di Indonesia sebagian besar bencana tsunami dipicu oleh gempa bumi (Fauzi, 2020). Salah satu wilayah dengan tingkat kerentanan tsunami yang tinggi adalah Provinsi Aceh, yang secara geografis terletak dekat dengan zona subduksi Sumatera sebagai sumber utama aktivitas tektonik (Vidya et al., 2025). Pada tahun 2004, Aceh mengalami bencana gempa bumi dan tsunami berkekuatan 9,1 sampai 9,3 skala richter (SR) yang merupakan bencana terbesar dalam sejarah dan berdampak pada 14 negara. Berdasarkan Laporan International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies (IFRC) Indonesia menjadi negara dengan jumlah korban terbanyak yaitu 173.741 jiwa meninggal dan 394.539 mengungsi. Dampak paling parah dari tsunami Aceh 2004 dirasakan oleh masyarakat di Kota Banda Aceh, Aceh Besar, Aceh Barat, dan Aceh Jaya. Sementara itu, wilayah lain seperti Pidie, Bireuen, dan Lhokseumawe juga terdampak, tetapi tingkat kerusakannya relatif lebih ringan (Syamsidik dkk., 2019).

Tingkat kerentanan tsunami di daerah pesisir juga dipengaruhi oleh kondisi penggunaan lahan serta karakteristik wilayah. Sebagai kota pesisir, Banda Aceh memanfaatkan banyak ruang untuk permukiman, aktivitas pelabuhan, dan pariwisata. Wilayah ini sangat rentan terhadap tsunami karena topografinya yang rendah dan dekat dengan sumber bahaya (Fatimah, n.d.). Namun, kemudahan geografis ini meningkatkan risiko tsunami. Musibah tsunami yang terjadi pada 26 Desember 2004 menunjukkan bahwa wilayah pesisir sangat rentan terhadap gelombang laut besar (Goto et al., 2011). Setelah tsunami 2004, pembangunan di Kota Banda Aceh meningkat ke arah utara atau daerah pesisir, meskipun kebijakan

seharusnya berkonsentrasi pada sisi selatan. Ini menimbulkan kekhawatiran tentang kemungkinan bencana serupa di masa depan karena pembangunan infrastruktur dan area pemukiman semakin dekat dengan pantai. Beberapa kecamatan pesisir seperti Meuraxa, Syiah Kuala, Kuta Alam, dan Kutaraja memiliki profil topografi yang rendah dan jarak dekat dari sumber bahaya, sehingga keselamatan daerah sangat bergantung pada bagaimana mitigasi bencana dilakukan dengan baik (Rustiani et al., 2026).

Berdasarkan kondisi tersebut, mitigasi bencana menjadi sangat penting dalam mengurangi risiko yang ditimbulkan. Pengertian mitigasi berdasarkan UU Nomor 24 Tahun 2007 adalah serangkaian upaya untuk mengurangi resiko bencana, termasuk pembangunan fisik dan kesadaran masyarakat serta peningkatan kemampuan untuk menghadapi ancaman bencana. Mitigasi bencana tsunami dapat dilakukan melalui dua pendekatan yakni pendekatan struktural dan pendekatan non-struktural. Mitigasi struktural merupakan upaya untuk mengurangi risiko bencana melalui pembangunan infrastruktur fisik seperti tanggul, pemecah gelombang, dan vegetasi pesisir. Gelombang tsunami lebih kuat saat belum mencapai daratan, mengurangi dampak mereka. Sedangkan mitigasi non-struktural yaitu pengurangan risiko bencana melalui kebijakan, perencanaan, dan peningkatan kapasitas masyarakat, bukan pembangunan fisik.

Saat ini, telah ada upaya mitigasi struktural dan non-struktural yang dilakukan oleh Aceh meliputi, pembuatan sistem peringatan dini (InaTEWS). Saat ini terdapat 6 sirine tsunami aktif di Aceh yang dikelola oleh BMKG dan BPBA (tersebar di Banda Aceh dan Aceh Besar). Sirine ini diuji setiap tanggal 26 setiap bulannya pukul 10.00 WIB untuk memastikan fungsionalitasnya. Selain itu, dari segi struktural, pemerintah membangun shelter (escape building) yang saat ini telah terdapat 4 Shelter utama di Banda Aceh (seperti di Deah Glumpang, Lambung, dan Meuraxa) yang dirancang mampu menahan gempa magnitudo besar dan beban gelombang tsunami. Dengan adanya shelter mitigasi bencana yang memiliki fleksibilitas ruang di kawasan pesisir pantai, akan membuat penduduk yang berdomisili di sekitar memiliki tujuan berlindung ketika terjadinya bencana (Yadzan, 2017) serta pemerintah telah memasang papan penunjuk jalan sebagai jalur evakuasi yang mengarahkan ke zona aman, seperti dataran tinggi atau gedung evakuasi. Dari segi non-struktural, pemerintah melakukan upaya edukasi dan simulasi melalui program Sekolah Aman Bencana (SAB) dan pembentukan Desa Tangguh Bencana (DESTANA) yang secara rutin melakukan simulasi tahunan, terutama setiap peringatan momen tsunami 26 Desember. Berdasarkan Laporan Tahunan BPBA (2024), fokus utama pemerintah saat ini adalah pemeliharaan aset mitigasi dan digitalisasi peta rawan bencana yang dapat diakses masyarakat melalui aplikasi berbasis GIS.

Namun, masih terdapat celah yang berisiko meningkatkan kerentanan di masa depan meskipun sistem mitigasi telah dibangun. Rendahnya literasi dan Amnesia bencana pada generasi muda yang tidak mengalami langsung bencana tsunami menjadi faktor penghambat atas upaya mitigasi tersebut (Syamsidik et al, 2021). Sedangkan, dari segi infrastruktur masih banyak sirine tsunami yang

mengalami kendala teknis atau korosi karena udara laut dan beberapa jalur evakuasi kini terhambat oleh pembangunan permukiman baru yang tidak mengikuti tata ruang berbasis risiko bencana, akibatnya jalur evakuasi menjadi kabur dan tidak efektif. Selain itu, menurut Data survei dari Tsunami and Disaster Mitigation Research Center (TDMRC) menunjukkan bahwa masyarakat yang tinggal di wilayah pesisir mulai mengabaikan pentingnya tas siaga bencana (emergency kit) karena merasa kondisi sudah aman dalam waktu yang lama.

Maka dari itu, secanggih apapun alat atau upaya mitigasi yang dilakukan akan gagal apabila tidak diiringi dengan kesadaran masyarakat akan waspada bencana atau masyarakat mengalami kelelahan dalam kewaspadaan karena bencana yang tak kunjung datang.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode Analytical Hierarchy Process (AHP) untuk menentukan prioritas kebijakan mitigasi bencana tsunami di Aceh yang paling efektif, khususnya dalam meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat di wilayah pesisir yang memiliki tingkat kerawanan tinggi terhadap tsunami. Penelitian terfokus pada wilayah pesisir Aceh yang memiliki pengalaman historis terhadap bencana tsunami serta telah menerapkan berbagai upaya mitigasi sejak terjadinya peristiwa Tsunami Aceh 2004. Metode AHP merupakan teknik pengambilan keputusan multikriteria yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty dan digunakan untuk menyusun serta menganalisis keputusan kompleks dengan cara memecah kompleksitas ke dalam struktur hierarki, kemudian melakukan perbandingan berpasangan (pairwise comparison) antar elemen untuk menghasilkan bobot prioritas. AHP memungkinkan peneliti menentukan alternatif kebijakan terbaik secara sistematis dan diukur berdasarkan tingkat kepentingan relatif setiap kriteria. Struktur hierarki dalam AHP pada penelitian ini terdiri dari tiga tingkat. Tingkat pertama adalah tujuan utama, yaitu menentukan strategi mitigasi tsunami yang paling efektif. Tingkat kedua adalah kriteria penilaian yang meliputi empat aspek, yaitu anggaran, keberlanjutan, dampak, dan waktu. Tingkat ketiga adalah kebijakan alternatif yang meliputi: (1) pembangunan infrastruktur dan pengembangan sarana kesiapsiagaan, (2) pemasangan sirine Tsunami Early Warning System (TEWS) serta penanaman hutan pantai atau mangrove, dan (3) optimalisasi tata ruang serta relokasi kegiatan berbasis zonasi risiko. Alternatif kebijakan yang digunakan bersumber dari kajian literatur seperti jurnal ilmiah bereputasi (Sinta, Scopus, dan Google Scholar) serta artikel/berita/dokumen kebijakan tentang upaya mitigasi bencana di Provinsi Aceh. Analisis proses dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu penyusunan hierarki keputusan, pembuatan matriks perbandingan berpasangan untuk setiap kriteria dan alternatif, serta perhitungan bobot prioritas. Hasil perhitungan AHP kemudian digunakan untuk menentukan urutan prioritas kebijakan mitigasi tsunami yang paling efektif serta diharapkan dapat memberikan rekomendasi kebijakan yang lebih terarah dalam meningkatkan Kesiapsiagaan masyarakat

terhadap bencana tsunami, tidak hanya di Aceh, namun juga di seluruh wilayah rawan bencana tsunami lainnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi masalah, kriteria, dan alternatif kebijakan

1) Tsunami Aceh dan Urgensi Pemilihan Strategi Mitigasi Terbaik

Tsunami Aceh pada 26 Desember 2004 merupakan salah satu bencana terbesar dalam sejarah modern yang terjadi akibat gempa bumi berkekuatan sekitar 9,1–9,3 SR di dasar Samudera Hindia. Peristiwa ini dipicu oleh pergeseran lempeng tektonik yang menyebabkan perubahan massa vertikal udara laut secara tiba-tiba, sehingga menimbulkan gelombang tsunami yang sangat besar. Gelombang tersebut menghantam wilayah pesisir Aceh, terutama Banda Aceh dan sekitarnya, dengan ketinggian mencapai puluhan meter dan menghancurkan sebagian besar wilayah daratan. Berdasarkan laporan IFRC, sekitar 173.741 jiwa meninggal dunia dan ratusan ribu lainnya mengungsi akibat bencana ini. Selain itu, lebih dari 500.000 orang kehilangan mata pencaharian, terutama yang bekerja di sektor perikanan, pertanian, dan perdagangan di wilayah pesisir. Infrastruktur seperti rumah, jalan, dan fasilitas umum juga hancur total, menunjukkan bahwa wilayah pesisir Aceh memiliki tingkat kerentanan yang tinggi terhadap tsunami dan memerlukan perhatian khusus dalam pengelolaan risiko bencana.

Oleh karena itu, diperlukan upaya mitigasi bencana yang efektif untuk mengurangi risiko tsunami, baik melalui mitigasi struktural maupun non-struktural. Mitigasi struktural merujuk pada pembangunan infrastruktur, sedangkan mitigasi non-struktural berfokus pada sosialisasi/pendidikan masyarakat. Dalam artikel ini, fokus pembahasan akan diarahkan pada analisis beberapa strategi mitigasi struktural yang telah diterapkan di wilayah rawan tsunami di Provinsi Aceh. Alasannya karena mitigasi struktural sudah banyak digalakkan di daerah tersebut, efeknya paling terlihat, dan hasilnya lebih mudah dihitung. Analisis dilakukan menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP) untuk menilai dan menentukan kebijakan mitigasi terbaik berdasarkan beberapa kriteria yang telah ditetapkan, sehingga diharapkan dapat memberikan rekomendasi paling tepat dalam upaya pengurangan risiko bencana tsunami di masa yang akan datang.

2) Kriteria

a) Anggaran

Kriteria anggaran menentukan jumlah dana yang diperlukan untuk menerapkan kebijakan mitigasi bencana tsunami. Terdapat dua faktor yang mempengaruhi penilaian yakni Jumlah dana yang dikeluarkan dan bagaimana anggaran digunakan untuk mencapai tujuan. Hal ini mencakup program mitigasi yang dijalankan, perencanaan, pelaksanaan, dan pemeliharaan infrastruktur. Keberhasilan suatu kebijakan juga bergantung pada kemampuan pengelolaan anggaran dan ketersediaan sumber pendanaan, selama kebijakan memberikan manfaat yang signifikan dan sebanding dengan biaya yang dikeluarkan. Kebijakan yang memerlukan biaya besar belum tentu memiliki nilai rendah. Sebaliknya,

kebijakan dengan biaya yang relatif kecil namun memberikan dampak yang paling besar akan memiliki nilai yang lebih tinggi menurut kriteria ini.

b) Keberlanjutan

Kriteria keberlanjutan menentukan seberapa baik suatu kebijakan mitigasi bencana dalam jangka panjang. Penilaian ini bergantung pada keberhasilan kebijakan dalam jangka pendek, konsistensi pelaksanaannya, pemeliharannya, dan kemampuan kebijakan untuk menyesuaikan diri dengan perubahan sosial dan lingkungan. Selain itu, elemen dukungan kelembagaan, dukungan pendanaan, dan partisipasi masyarakat sangat penting dalam menentukan keberlanjutan suatu kebijakan. Kebijakan yang dapat bertahan dan berfungsi dengan baik dalam jangka panjang tanpa menghasilkan efek yang merugikan akan dihargai.

c) Dampak

Kriteria dampak menggambarkan seberapa besar pengaruh yang dihasilkan oleh suatu kebijakan mitigasi bencana dalam mengurangi risiko dan kerugian akibat tsunami. Dampak tidak hanya dilihat dari jumlah korban jiwa yang dapat diselamatkan, tetapi juga dari kemampuan kebijakan tersebut dalam menekan kerusakan infrastruktur, menjaga stabilitas ekonomi, serta melindungi lingkungan dan kehidupan sosial masyarakat. Semakin luas dan signifikan manfaat yang diberikan baik dalam aspek keselamatan, ekonomi, maupun lingkungan maka semakin tinggi nilai suatu kebijakan berdasarkan kriteria ini.

d) Waktu

Kriteria waktu merujuk pada durasi yang dibutuhkan untuk merencanakan, melaksanakan, hingga menghasilkan manfaat dari suatu kebijakan mitigasi. Kriteria ini mencakup kecepatan implementasi serta seberapa cepat dampak kebijakan dapat dirasakan oleh masyarakat. Kebijakan yang dapat diterapkan dalam waktu singkat dan segera memberikan perlindungan biasanya lebih diutamakan dalam kondisi darurat, sementara kebijakan yang membutuhkan waktu lebih lama tetap penting untuk menjamin perlindungan jangka panjang. Oleh karena itu, keseimbangan antara kecepatan dan keberlanjutan hasil menjadi pertimbangan utama dalam kriteria waktu

3) Alternatif Kebijakan

Kebijakan yang selama ini telah digunakan oleh pemerintah dalam mitigasi bencana antara lain:

a) Pembangunan Infrastruktur dan Pengembangan Sarana Kesiapsiagaan.

Pembangunan infrastruktur yang telah dilakukan oleh pemerintah saat ini adalah pembuatan shelter mitigasi bencana, yaitu sebuah bangunan yang dibangun dalam upaya mitigasi struktural untuk merespon bencana. Bangunan ini merupakan fasilitas umum yang digunakan ketika terjadi bencana sebagai tempat evakuasi masyarakat setempat (Yadzan, 2017). Gedung evakuasi di Banda Aceh (seperti di Lambung dan Deah Glumpang) tidak hanya berfungsi sebagai tempat perlindungan, tetapi juga sebagai pusat kegiatan komunitas untuk menjaga keberlangsungan sarana tersebut. Pembangunan Gedung evakuasi vertikal (*Escape*

Building) merupakan solusi yang paling efektif bagi kawasan pesisir dengan kondisi topografi datar, terutama pada wilayah yang memiliki waktu kedatangan tsunami (*lead time*) yang sangat terbatas. Infrastruktur tidak hanya berfokus pada pembangunan fisik semata, tetapi juga pada pengaturan tata ruang yang dirancang untuk mengurangi risiko bencana. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembangunan jalan raya yang mengarah tegak lurus terhadap garis pantai dapat berfungsi efektif sebagai jalur evakuasi, sedangkan bangunan publik bertingkat seperti sekolah dan masjid perlu dikembangkan dengan standar ketahanan gempa dan tsunami agar dapat dimanfaatkan sebagai sarana kesiapsiagaan multifungsi.

Dari segi sarana kesiapsiagaan, pemerintah telah membangun rambu evakuasi berdasarkan syarat yang telah ditentukan dan biasanya ditempel pada bangunan publik seperti kantor, ataupun dapat dipasang pada tiang listrik maupun tiang telepon. Selain itu, penandaan dan pengembangan Jalur evakuasi dan papan peta rawan bencana. Jalur evakuasi adalah jalur penyelamatan yang didesain khusus dengan menghubungkan semua area ke area yang aman sebagai Titik Kumpul penduduk atau masyarakat yang sedang berada di wilayah tersebut. Sedangkan Peta Rawan Bencana adalah peta yang digunakan untuk menunjukkan wilayah atau lokasi yang memiliki potensi tinggi mengalami bencana, baik yang pernah terjadi maupun yang diperkirakan akan terjadi, seperti banjir, kekeringan, tanah longsor, tsunami, dan berbagai bencana alam lainnya (Fasya et al., 2025).

b) Pemasangan sirine TEWS (*Tsunami Early Warning System*) dan Penanaman Hutan Pantai/Mangrove

Alternatif ini menggabungkan dua pendekatan mitigasi yang berbeda namun saling melengkapi. Pendekatan pertama adalah mitigasi struktural buatan, yaitu *Tsunami Early Warning System* (TEWS) atau Sistem Peringatan Dini Tsunami. Sistem ini merupakan serangkaian alat yang bekerja untuk mendeteksi potensi tsunami secepat mungkin, lalu mengirimkan peringatan kepada masyarakat melalui sirine dan berbagai saluran komunikasi lainnya. Tujuannya sederhana namun krusial: memberikan waktu yang cukup bagi penduduk untuk segera melakukan evakuasi ke tempat yang lebih aman. Keberhasilan TEWS tidak hanya terletak pada kecanggihan teknologi pendeteksinya saja, melainkan juga pada pemahaman masyarakat tentang arti bunyi sirine dan rute evakuasi yang harus ditempuh. Tanpa latihan dan sosialisasi rutin, secanggih apapun alatnya, sistem peringatan ini tidak akan berjalan efektif (Badan Penanggulangan Bencana Aceh, 2024).

Pendekatan kedua adalah mitigasi struktural alami, yaitu penanaman hutan pantai atau mangrove. Hutan mangrove dan vegetasi pantai lainnya seperti cemara laut berfungsi sebagai sabuk hijau (*green belt*) pelindung alami. Secara ilmiah, sabuk hijau ini mampu meredam energi dan memperlambat laju gelombang tsunami sebelum menghantam daratan. Semakin rapat dan lebat kondisi hutannya, semakin besar kemampuannya dalam mengurangi tinggi dan kecepatan gelombang. Sebagai contoh, penelitian menunjukkan bahwa hutan mangrove dengan lebar tertentu dapat menurunkan energi hidrodinamik tsunami secara signifikan (Yanagisawa et al. dalam Senjana et al., 2023). Pemerintah Kota Banda Aceh sendiri

telah memiliki rencana untuk mengembangkan sabuk hijau ini di sepanjang garis pantai, sebagai bentuk perlindungan jangka panjang (Senjana et al., 2023). Kelebihan dari kebijakan ini adalah selain melindungi dari tsunami, hutan mangrove juga mencegah abrasi pantai dan menjadi habitat bagi berbagai biota laut yang menopang mata pencaharian nelayan.

c) **Optimalisasi Tata Ruang dan Relokasi Permukiman Berbasis Zonasi Risiko.**

Alternatif kebijakan ini berfokus pada penataan dan pengaturan ruang di wilayah pesisir. Optimalisasi tata ruang berarti mengatur pemanfaatan lahan berdasarkan tingkat bahaya tsunami yang telah dipetakan. Wilayah yang paling dekat dengan garis pantai, yang teridentifikasi sebagai zona bahaya tinggi, idealnya diperuntukkan bagi kegiatan yang tidak bersifat hunian tetap, seperti hutan kota, taman, atau area konservasi mangrove yang berfungsi sebagai zona penyangga. Dengan demikian, fungsi lahan disesuaikan dengan karakteristik risikonya.

Kebijakan ini juga mencakup relokasi pemukiman berbasis zonasi risiko, yaitu memindahkan permukiman penduduk yang berada di zona berisiko tinggi ke area yang lebih aman. Konsep penting dalam relokasi ini adalah kedekatan dengan sumber mata pencaharian. Bagi masyarakat nelayan, relokasi bukan berarti memindahkan mereka jauh ke daerah pegunungan, melainkan mencari lokasi aman terdekat yang masih memungkinkan mereka mengakses laut dengan mudah. Contoh konkretnya adalah rencana relokasi di kawasan Krueng Raya, Aceh Besar. Desa nelayan yang hancur total direncanakan untuk dipindahkan hanya sejauh sekitar 600 meter ke area perbukitan di dekat muara sungai. Lokasi ini dipilih karena aman dari terjangan tsunami, namun tetap menyediakan akses bagi perahu nelayan melalui sungai yang bermuara ke laut (Nirwansyah, 2006). Upaya ini merupakan solusi yang mempertimbangkan aspek keselamatan tanpa mengabaikan keberlanjutan ekonomi masyarakat, dan sejalan dengan prinsip mitigasi yang menyarankan adanya jarak aman dari garis pantai untuk bangunan hunian (Senjana et al., 2023).

Menghitung perbandingan antar kriteria

Tabel 1 Perbandingan antar kriteria

	K1	K2	K3	K4	Total	Bobot
K1		1/3	1/3	5	5,66	0,22
K2	3		1/3	5	8,33	0,33
K3	3	3		5	11	0,43
K4	1/5	1/5	1/5		0,6	0,02
Total keseluruhan					25,59	

Keterangan:

K1 = Anggaran; K2 = Keberlanjutan; K3 = Dampak; K4 = Waktu pengerjaan

Hasil perbandingan antar kriteria pada Tabel 1 menunjukkan tingkat kepentingan masing-masing kriteria dalam proses pengambilan keputusan menggunakan metode AHP. Kriteria yang dibandingkan meliputi K1 (Anggaran), K2 (Keberlanjutan), K3 (Dampak), dan K4 (Waktu pengerjaan). Nilai pada tabel menggambarkan tingkat kepentingan suatu kriteria dibandingkan dengan kriteria lainnya sehingga diperoleh bobot prioritas untuk setiap kriteria.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kriteria K3 (Dampak) memiliki bobot tertinggi sebesar 0,43 sehingga menjadi faktor yang paling diprioritaskan dalam penilaian alternatif. Selanjutnya, K2 (Keberlanjutan) memiliki bobot sebesar 0,33, kemudian diikuti oleh K1 (Anggaran) dengan bobot 0,22. Sementara itu, K4 (Waktu pengerjaan) memperoleh bobot paling rendah yaitu sebesar 0,02, sehingga dianggap memiliki pengaruh yang lebih kecil dibandingkan kriteria lainnya.

Dengan demikian, hasil pembobotan tersebut digunakan sebagai dasar dalam tahap evaluasi alternatif untuk menentukan alternatif terbaik sesuai prioritas kriteria yang telah ditetapkan.

Sintesa evaluasi alternatif

Tabel 2 Sintesa evaluatif alternatif

	Bobot	A1	A2	A3
K1	0,22	2	3	1
K2	0,33	2	2	3
K3	0,43	2	3	3
K4	0,02	2	3	1
Total poin tiap alternatif		8	11	8

Keterangan:

A1 = Pembangunan infrastruktur dan pengembangan sarana kesiapsiagaan; A2 = Pemasangan sirine *Tsunami Early Warning System* (TEWS) dan penanaman hutan pantai atau mangrove; A3 = Optimalisasi tata ruang dan relokasi kegiatan berbasis zonasi risiko

Berdasarkan Tabel 2 di atas, Hasil sintesa evaluatif alternatif menunjukkan penilaian terhadap tiga alternatif berdasarkan bobot kriteria yang telah diperoleh pada tahap sebelumnya. Alternatif yang dinilai terdiri dari A1 (Pembangunan infrastruktur dan pengembangan sarana kesiapsiagaan), A2 (Pemasangan sirine Tsunami Early Warning System (TEWS) dan penanaman hutan pantai atau mangrove), serta A3 (Optimalisasi tata ruang dan relokasi kegiatan berbasis zonasi risiko). Penilaian dilakukan berdasarkan empat kriteria, yaitu K1 (Anggaran), K2 (Keberlanjutan), K3 (Dampak), dan K4 (Waktu pengerjaan).

Hasil penilaian menunjukkan bahwa alternatif A2 memperoleh total poin tertinggi yaitu sebesar 11, sehingga menjadi alternatif yang paling diprioritaskan. Hal ini menunjukkan bahwa alternatif A2 dinilai lebih unggul dibandingkan alternatif lainnya berdasarkan kriteria yang telah ditentukan, terutama pada aspek keberlanjutan dan dampak yang memiliki bobot terbesar. Sementara itu, alternatif A1 dan A3 masing-masing memperoleh total poin sebesar 8, yang menunjukkan bahwa kedua alternatif tersebut memiliki tingkat prioritas yang relatif sama.

Dengan demikian, alternatif A2 dinilai sebagai alternatif yang paling efektif dan direkomendasikan sebagai pilihan utama dalam upaya mitigasi risiko bencana tsunami berdasarkan hasil evaluasi yang telah dilakukan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP), dapat disimpulkan bahwa mitigasi bencana tsunami di Aceh memerlukan strategi yang tidak hanya berfokus pada pembangunan fisik, tetapi juga mempertimbangkan efektifitas serta keberlanjutan terhadap masyarakat pesisir. Hasil analisis menunjukkan bahwa kriteria dampak menjadi kriteria dampak menjadi faktor yang paling penting dalam menentukan prioritas kebijakan mitigasi dengan bobot sebesar 0,43, kemudian keberlanjutan sebesar 0,33, anggaran 0,22, dan waktu sebesar 0,02. Hal ini menunjukkan bahwa kebijakan mitigasi yang dipilih harus mampu memberikan manfaat besar dan berkelanjutan bagi masyarakat dalam jangka panjang. Kemudian berdasarkan sintesa evaluasi alternatif, kebijakan pemasangan sirine Tsunami Early Warning System (TEWS) dan penanaman hutan pantai atau mangrove (A2) memperoleh nilai tertinggi, sehingga menjadi alternatif paling unggul dan dinilai efektif dalam mitigasi tsunami di Aceh. Alternatif tersebut unggul karena menggabungkan pendekatan struktural buatan melalui sistem peringatan dini dengan pendekatan alami melalui perlindungan ekosistem pesisir. Sirine TEWS mampu memberikan peringatan cepat kepada masyarakat untuk melakukan proses evakuasi, sedangkan hutan mangrove berfungsi sebagai pelindung alami yang dapat meredam energi gelombang tsunami sekaligus menjaga keberlanjutan lingkungan pesisir. Sementara itu, alternatif lain seperti pembangunan infrastruktur dan pengembangan sarana kesiapsiagaan (A1) serta optimalisasi tata ruang dan relokasi berbasis zonasi risiko (A3) tetap memiliki peran penting dalam mendukung mitigasi tsunami, meskipun tingkat prioritasnya berada di bawah alternatif A2. Oleh karena itu, implementasi mitigasi tsunami di Aceh sebaiknya dilakukan secara terpadu melalui kombinasi berbagai kebijakan

agar tercipta sistem pengurangan risiko bencana yang efektif, berkelanjutan, dan mampu meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat terhadap potensi tsunami di masa mendatang. Berdasarkan hasil penelitian, pemerintah diharapkan lebih memprioritaskan kebijakan mitigasi yang memiliki dampak besar dan berkelanjutan terhadap kesiapsiagaan masyarakat pesisir terhadap ancaman tsunami. Selain itu, efektivitas sistem mitigasi yang telah tersedia perlu terus ditingkatkan melalui pemeliharaan fasilitas secara berkala serta penguatan koordinasi antar lembaga terkait. Masyarakat juga diharapkan lebih aktif dalam mengikuti kegiatan edukasi dan simulasi kebencanaan agar kesiapsiagaan terhadap tsunami tetap terjaga dan tidak terjadi penurunan kewaspadaan akibat lamanya jeda bencana. Di sisi lain, pembangunan di wilayah pesisir perlu tetap memperhatikan aspek tata ruang berbasis risiko bencana agar tidak meningkatkan kerentanan masyarakat terhadap tsunami di masa mendatang. Bagi peneliti selanjutnya, penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi untuk mengembangkan kajian mitigasi tsunami dengan menambahkan variabel, metode, maupun data yang lebih luas sehingga menghasilkan analisis yang lebih mendalam dan komprehensif.

DAFTAR RUJUKAN

- Syamsidik, Nugroho A, Oktari RS, Fahmi M. (2019). Aceh Pasca Lima Belas Tahun Tsunami Kilas Balik dan Proses Pemulihan. Banda Aceh-Indonesia: Tsunami and Disaster Research Center (TDMRC); 2019.
- Fauzi, A., Hunainah, & Humaedi. (2020). Menyimak fenomena tsunami Selat Sunda. *Jurnal Geografi: Geografi dan Pengajarannya*, 18(1), 43.
- Fatimah, E. (n.d.). Penilaian tingkat risiko bencana tsunami untuk kawasan Kota Banda Aceh berdasarkan skenario tsunami Desember 2004. *Jurnal*, 3(2), 2014–2145.
- Rustiani, L., Herlambang, B. A., & Anam, A. K. (2026). Analisis risiko tsunami berbasis GIS dan kondisi eksisting pantai untuk mitigasi bencana di Kota Banda Aceh. *Modem: Jurnal Informatika dan Sains Teknologi*, 4(1), 118–128. <https://doi.org/10.62951/modem.v4i1.754>
- Agustiani, Nisrina. (2023). Tsunami dan mitigasi risikonya. *Socius: Jurnal Penelitian Ilmu-ilmu Sosial*, 1(1-2). Diakses dari <https://ojs.daarulhuda.or.id/index.php/Socius/index>
- Fasya, SA, Meutia, ZD, & Meutia. (2025). Evaluasi konsep mitigasi struktural bencana tsunami di Desa Lamjamee Kota Banda Aceh. *Jurnal Arsitektur dan Kota Berkelanjutan*, 7(2).
- BPBA. (2024). Laporan Kinerja Instansi Pemerintah: Mitigasi dan Kesiapsiagaan Bencana di Provinsi Aceh. Banda Aceh: Badan Penanggulangan Bencana Aceh.
- Syamsidik, Luthfi, M., Fahmi, M., & Oktari, R. S. (2021). Ten years of the UNESCO-IOC Tsunami Ready program: Assessing its impacts on local tsunami preparedness in Aceh, Indonesia. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 54, 102059.

- Oktari, R. S., et al. (2023). Community Preparedness for Tsunami in Aceh: A Long-term Evaluation Post-2004. *Jurnal Ilmu Kebencanaan (JIK)*
- Post, J., et al. (2019). Tsunami Risk Assessment for Local Communities in Indonesia. *Natural Hazards and Earth System Sciences*.
- Fasya, S. A., Meutia, Z. D., & Meutia. (2025). Evaluasi konsep mitigasi struktural bencana tsunami di Desa Lamjamee Kota Banda Aceh [Evaluation of the concept of structural mitigation of tsunami disaster in Lamjamee Village, Banda Aceh City]. *JIA*, 4(1). <http://dx.doi.org/10.22373/jia.v4i1.3466>
- Senjana, S., Djafar, T., & Putri, R. A. (2023). Konsep Hutan Bakau sebagai Konsep untuk Mitigasi Tsunami di Banda Aceh, Indonesia. *Desa-Kota*, 5(1), 163–171.
- Nirwansyah, F. (2006). Relokasi Kampung Nelayan di Kawasan Krueng Raya dari Fase Rehabilitasi ke Fase Rekonstruksi Pasca Bencana Tsunami. *Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia*.
- Ningrum, F. A. S., Amalia, R. R. Y., Kusmiarto, Dharmawan, A., Wahananta, B. M., & Ariks, E. Y. (2023). Pembangunan kembali pasca tsunami Aceh di Kecamatan Meuraxa Kota Banda Aceh: Analisis spasial dan sektoral. *Widya Bhumi*, 3(2), 81–98.
- Saaty, T. L. (1990). *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation* (Rev. ed.). Pittsburgh: RWS Publications.