

## Analisis Strategi Mitigasi Potensi Tsunami Akibat Gempa Bumi di Danau Poso: Kajian Kualitatif Berbasis Studi Pustaka dan Rekomendasi Kebijakan

Yosafat Tabasi<sup>1</sup>, Muslim Muhammad<sup>2</sup>, Yuyun A Tobondo\*<sup>3</sup>

<sup>1-3</sup>Universitas Kristen Tentena

\*email: [alfa.trumpp@gmail.com](mailto:alfa.trumpp@gmail.com)

### ABSTRACT

*This study analyzed tsunami mitigation strategies due to earthquakes in Lake Poso, Central Sulawesi, Indonesia, through a qualitative literature review approach. The research synthesized secondary data from scientific journals, conference proceedings, and reports to explore risk understanding, infrastructure-based mitigation, community engagement, and policy integration. The deductive method guided the analysis, starting from general disaster risk management principles to context-specific strategies for Lake Poso. The findings highlight that Lake Poso faces high tsunami vulnerability due to seismic activity and geological factors like subaqueous landslides, but limited historical data poses challenges. Effective mitigation strategies include robust infrastructure, such as early warning systems and earthquake-resistant designs, alongside community education to foster risk awareness. Geographic Information Systems (GIS) integration in spatial planning supports risk zone identification, while collaborative stakeholder involvement ensures contextual relevance. The study concludes that a multi-sectoral approach, combining hard and soft measures, strengthens community resilience. Recommendations emphasize enhanced regulations, expanded education programs, advanced geological research, effective scientific communication, and long-term spatial planning integration.*

**Keywords :** *Community Engagement, Earthquake, Mitigation Strategies, Policy Integration, Tsunami Risk*

### ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis strategi mitigasi tsunami akibat gempa bumi di Danau Poso, Sulawesi Tengah, Indonesia, melalui pendekatan kualitatif berbasis studi pustaka. Penelitian menyintesis data sekunder dari jurnal ilmiah, prosiding konferensi, dan laporan untuk mengeksplorasi pemahaman risiko, mitigasi berbasis infrastruktur, keterlibatan masyarakat, dan integrasi kebijakan. Metode deduktif digunakan, dimulai dari prinsip umum manajemen risiko bencana hingga strategi spesifik untuk Danau Poso. Hasil menunjukkan bahwa Danau Poso memiliki kerentanan tinggi terhadap tsunami karena aktivitas seismik dan faktor geologis seperti longsor bawah air, namun data historis terbatas menjadi tantangan. Strategi mitigasi yang efektif mencakup infrastruktur tangguh, seperti sistem peringatan dini dan desain tahan gempa, serta pendidikan masyarakat untuk meningkatkan kesadaran risiko. Integrasi Sistem Informasi Geografis (GIS) dalam tata ruang mendukung identifikasi zona risiko, sementara kolaborasi pemangku kepentingan memastikan relevansi kontekstual. Penelitian menyimpulkan bahwa pendekatan multi-sektoral yang menggabungkan langkah keras dan lunak memperkuat ketahanan komunitas. Rekomendasi mencakup penguatan regulasi, perluasan program pendidikan, penelitian geologis lanjutan, komunikasi ilmiah yang efektif, dan integrasi perencanaan tata ruang jangka panjang.

**Kata Kunci :** Gempa Bumi, Integrasi Kebijakan, Keterlibatan Masyarakat, Risiko Tsunami, Strategi Mitigasi

### PENDAHULUAN

Bencana tsunami merupakan ancaman signifikan, terutama di wilayah yang dapat terdampak oleh aktivitas seismik bawah air dan gelombang pasang yang menyusul. Pengembangan strategi mitigasi yang efektif sangat krusial untuk membangun ketahanan

masyarakat terhadap bencana alam semacam ini. Pendekatan campuran, yang menggabungkan penilaian teknologi dengan keterlibatan dan pendidikan masyarakat, dapat meningkatkan upaya mitigasi (Anggraini et al., 2023; Pramesti, 2025).

Pertama, pemahaman terhadap mekanisme dan risiko yang terkait dengan tsunami sangatlah vital. Studi-studi menekankan pentingnya pemodelan bahaya tsunami sebagai aspek kritis dalam manajemen risiko bencana dan perlindungan lingkungan. Hal ini membentuk bagian dari kerangka yang lebih luas di mana penilaian bahaya memberikan data krusial untuk perencanaan evakuasi dan infrastruktur seperti sistem peringatan dini (Anggraini et al., 2023). Pengetahuan dan kesadaran masyarakat memainkan peran signifikan dalam mengurangi risiko; meningkatkan pemahaman populasi lokal tentang ancaman tsunami dapat mendorong kesiapsiagaan dan secara signifikan mengurangi kepanikan selama kejadian tersebut (Pramesti, 2025). Selain itu, infrastruktur yang memadai, termasuk tanda evakuasi dan rute, meningkatkan kesiapsiagaan dan mendorong respons kolektif masyarakat selama darurat (Pramesti, 2025).

Penilaian risiko kuantitatif sangat instrumental dalam memahami dampak finansial potensial akibat tsunami. Penelitian menunjukkan bahwa evaluasi serupa dapat diterapkan untuk menilai tsunami dalam berbagai konteks, menunjukkan bahwa kuantifikasi potensi kerusakan ekonomi merupakan langkah yang diperlukan menuju pengembangan kebijakan dan strategi mitigasi yang efektif (Strupler et al., 2018). Implementasi sistem manajemen risiko yang terstruktur dapat mendukung masyarakat yang menghadapi bahaya geologis, memastikan mereka lebih siap menghadapi kejadian seismik (Ophiyandri et al., 2020).

Selain itu, strategi manajemen risiko terintegrasi yang mencakup pertahanan struktural 'keras'—seperti dinding laut dan tanah yang ditinggikan—dan langkah 'lunak'—seperti pendidikan dan perencanaan penggunaan lahan—sangatlah esensial (León et al., 2022). Strategi ini melibatkan masyarakat dengan mengikutsertakan mereka dalam perencanaan kesiapsiagaan bencana, yang selanjutnya meningkatkan ketahanan (Wegscheider et al., 2011). Misalnya, mengintegrasikan partisipasi lokal dalam merancang sistem peringatan dan strategi mitigasi banjir memastikan bahwa langkah-langkah tersebut relevan secara kontekstual dan didukung oleh populasi yang terdampak (Strunz et al., 2011).

Studi empiris menunjukkan bahwa strategi pengurangan risiko bencana yang efektif memerlukan penilaian berkelanjutan dan partisipasi inklusif dari pemangku kepentingan lokal. Pendekatan partisipatif dalam menilai risiko dan mengidentifikasi langkah mitigasi yang tepat menghasilkan intervensi yang tertarget, yang pada akhirnya meningkatkan ketahanan masyarakat (Aguirre-Ayerbe et al., 2018). Akibatnya, penerapan kerangka yang mencakup penilaian probabilistik risiko tsunami di samping perencanaan masyarakat partisipatif dapat secara signifikan memperkuat efektivitas strategi mitigasi terhadap bahaya potensial (Horspool et al., 2014; Goda & Risi, 2024).

Dalam konteks spesifik Indonesia, khususnya di Sulawesi Tengah, analisis strategi mitigasi tsunami akibat gempa bumi di Danau Poso memerlukan pemahaman komprehensif terhadap lingkungan seismik dan konteks sosio-politik yang mendorong pengembangan serta implementasi kebijakan. Fitur geografis wilayah ini, ditambah dengan kerentanannya terhadap bahaya seismik, meningkatkan urgensi manajemen risiko bencana (DRM) yang efektif (Fuady et al., 2025; Tabasi et al., 2023). Langkah signifikan menuju peningkatan ketahanan melibatkan pendekatan terintegrasi dalam manajemen risiko bencana yang

mencakup tidak hanya mitigasi dan kesiapsiagaan, tetapi juga pemulihan, dengan penekanan pada kolaborasi antar pemangku kepentingan seperti masyarakat lokal, organisasi pemerintah, dan masyarakat sipil (Fuady et al., 2025; Husna et al., 2021).

Penelitian menunjukkan bahwa kerangka ketahanan bencana harus menggunakan infrastruktur yang kuat dan mampu menahan aktivitas seismik, termasuk rekomendasi seperti retrofitting bangunan existing dan mendorong desain tahan gempa sebagai langkah proaktif terhadap ancaman seismik dan tsunami (Dilek et al., 2021; Agussaini et al., 2022). Penguatan pengetahuan masyarakat tentang pengurangan risiko dan kesiapsiagaan tsunami melalui kampanye pendidikan dan latihan juga terbukti bermanfaat (Khairunnisa et al., 2021). Pentingnya rekomendasi kebijakan yang disesuaikan dengan kebutuhan unik wilayah seperti Danau Poso tidak dapat diremehkan, di mana pembuatan strategi manajemen risiko tsunami yang komprehensif memerlukan data yang andal untuk perencanaan dan implementasi, termasuk penggunaan teknologi seperti Sistem Informasi Geografis (GIS) untuk penilaian risiko seismik (Nazirurrahman, 2025).

Dari perspektif mitigasi, strategi terbaru menekankan integrasi rencana respons bencana dalam kerangka perencanaan kota, selaras dengan kebijakan pembangunan jangka panjang (Fuady et al., 2025). Pembentukan saluran komunikasi yang jelas untuk sistem peringatan dini sangat krusial, memfasilitasi respons tepat waktu yang dapat menyelamatkan nyawa selama bencana mendadak seperti tsunami (Haro et al., 2023). Konteks lokal harus menginformasikan pengembangan kebijakan, memastikan bahwa strategi mencerminkan dinamika budaya dan sosial yang unik di Sulawesi Tengah (Fuady et al., 2025; Kourou et al., 2025). Keberlanjutan momentum dalam pengurangan risiko bencana bergantung pada keterlibatan dan pendidikan masyarakat yang berkelanjutan (Khairunnisa et al., 2021).

Mitigasi risiko tsunami di daerah sekitar Danau Poso merupakan tantangan besar yang berhubungan erat dengan aktivitas seismik yang sering terjadi di kawasan tersebut. Strategi mitigasi perlu mencakup pendekatan multi-sektoral dan kebijakan terintegrasi yang dapat memperkuat kesiapan masyarakat serta memastikan respons cepat terhadap bencana (Akhirianto et al., 2024). Efektivitas mitigasi tsunami sangat bergantung pada regulasi pemerintah yang baik, di mana regulasi yang jelas dan efektif dalam manajemen risiko bencana sangat penting untuk menciptakan kepastian dalam kesiapsiagaan (Akhirianto et al., 2024). Pendidikan dan sosialisasi mengenai risiko bencana sangat krusial, termasuk implementasi budaya risiko melalui program edukasi di desa-desa untuk meningkatkan pemahaman masyarakat (Sebayang et al., 2024).

Perencanaan kebijakan lingkungan juga menjadi bagian integral, dengan memanfaatkan pendekatan perencanaan berbasis GIS untuk mengidentifikasi area rawan tsunami dan merencanakan tata ruang yang lebih aman (Utami, 2021). Keterlibatan komunitas dalam perencanaan risiko bencana sangat penting, termasuk implementasi pendidikan kesiapsiagaan tsunami di sekolah dan kerjasama dengan pemerintah lokal (Maliki et al., 2023). Untuk mengurangi risiko tsunami khususnya di Danau Poso, beberapa langkah strategis dapat diambil, seperti penguatan program edukasi masyarakat, pengembangan sistem peringatan dini berbasis data seismik, kolaborasi antara pemerintah, ilmuwan, dan komunitas lokal, penelitian lanjutan melalui analisis inti sedimen dan pemodelan numerik, serta promosi komunikasi ilmiah yang efektif (Tabasi et al., 2023).

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini menggunakan pendekatan studi pustaka secara kualitatif untuk menganalisis strategi mitigasi potensi tsunami akibat gempa bumi di Danau Poso, dengan fokus pada rekomendasi kebijakan yang berbasis bukti dari literatur terkait. Pendekatan ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam membangun ketahanan komunitas dan mengurangi dampak potensial bencana di masa depan.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini mengadopsi pendekatan kualitatif berbasis studi pustaka (*literature review*) untuk menganalisis strategi mitigasi potensi tsunami akibat gempa bumi di Danau Poso. Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan eksplorasi mendalam terhadap konsep, teori, dan praktik mitigasi bencana melalui sintesis data sekunder dari sumber-sumber ilmiah yang ada, tanpa melibatkan pengumpulan data primer seperti survei atau wawancara lapangan. Studi pustaka kualitatif ini bersifat deduktif, dimulai dari pemahaman umum tentang mitigasi tsunami dan risiko seismik, kemudian menyempit ke konteks spesifik Danau Poso di Sulawesi Tengah, Indonesia, untuk menghasilkan rekomendasi kebijakan yang kontekstual (berdasarkan kerangka analisis dari Anggraini et al., 2023; Tabasi et al., 2023).

Desain penelitian bersifat deskriptif-analitis kualitatif, dengan fokus pada kajian pustaka yang sistematis. Proses ini melibatkan identifikasi, seleksi, dan sintesis literatur terkait untuk membangun pemahaman holistik tentang strategi mitigasi. Pendekatan deduktif diterapkan dengan memulai dari prinsip-prinsip umum manajemen risiko bencana (seperti *hazard modeling* dan *integrated risk management*) yang dikemukakan dalam literatur global (Strupler et al., 2018; León et al., 2022), kemudian diaplikasikan ke kasus lokal di Indonesia, khususnya Danau Poso (Fuady et al., 2025; Akhirianto et al., 2024). Hal ini memastikan bahwa analisis bergerak dari konsep luas ke rekomendasi spesifik, sesuai dengan tujuan penelitian untuk memberikan rekomendasi kebijakan.

Data penelitian bersumber dari literatur sekunder, termasuk artikel jurnal ilmiah, prosiding konferensi, dan laporan penelitian yang relevan dengan topik mitigasi tsunami, risiko seismik, dan pengembangan kebijakan bencana. Sumber utama mencakup database seperti Google Scholar, Scopus, ResearchGate, dan repositori lokal seperti situs jurnal Indonesia. Kriteria inklusi literatur adalah: (1) publikasi antara tahun 2011 hingga 2025 untuk menangkap perkembangan terkini; (2) relevansi dengan konteks seismik dan tsunami di wilayah danau atau pesisir Indonesia; (3) fokus pada aspek kualitatif seperti strategi mitigasi, keterlibatan masyarakat, dan rekomendasi kebijakan. Total 30 referensi utama digunakan, termasuk karya dari Anggraini et al. (2023), Pramesti (2025), Tabasi et al. (2023), dan lainnya yang tercantum dalam daftar pustaka.

Pengumpulan data dilakukan melalui pencarian sistematis dengan menggunakan kata kunci yang dirancang untuk mencakup aspek mitigasi, risiko seismik, dan konteks geografis. Kata kunci utama dalam bahasa Inggris meliputi: ("tsunami mitigation" OR "tsunami preparedness" OR "tsunami risk reduction" OR "disaster mitigation") AND (earthquake OR seismic OR "earthquake hazards" OR "seismic activity") AND ("Lake Poso" OR "Poso Lake" OR "Central Sulawesi" OR Indonesia) AND (strategy OR policies OR planning OR "risk management strategy") AND ("policy recommendation" OR "policy development" OR "disaster policy" OR "environmental policy"). Sedangkan dalam bahasa Indonesia: ("mitigasi tsunami" OR "kesiapsiagaan tsunami" OR "pengurangan risiko tsunami" OR "mitigasi bencana") AND ("gempa bumi" OR seismik OR "aktivitas seismik" OR "bahaya

gempa") AND ("Danau Poso" OR "Poso Lake" OR "Sulawesi Tengah" OR Indonesia) AND (strategi OR kebijakan OR perencanaan OR "manajemen risiko bencana") AND ("rekomendasi kebijakan" OR "pengembangan kebijakan" OR "kebijakan bencana" OR "kebijakan lingkungan").

Pencarian dilakukan secara iteratif: tahap awal untuk mengidentifikasi literatur umum tentang mitigasi tsunami (misalnya, Horspool et al., 2014; Goda & Risi, 2024), diikuti tahap spesifik untuk konteks Danau Poso (Tabasi et al., 2023; Nazirurrahman, 2025). Hasil pencarian disaring berdasarkan abstrak dan kesesuaian, menghasilkan seleksi literatur yang representatif. Untuk memastikan kelengkapan, dilakukan cross-referencing dari referensi yang ada untuk menemukan sumber tambahan.

Analisis data menggunakan metode analisis konten kualitatif dengan pendekatan tematik. Langkah-langkahnya meliputi: (1) Pembacaan awal untuk identifikasi tema utama, seperti hazard assessment, community engagement, infrastructural development, dan policy integration (berdasarkan Wegscheider et al., 2011; Strunz et al., 2011); (2) Pengkodean data secara deduktif, di mana tema umum dari literatur global diterapkan ke data spesifik Danau Poso untuk menyempitkan fokus (Aguirre-Ayerbe et al., 2018; Fuady et al., 2025); (3) Sintesis temuan untuk membangun narasi analitis, termasuk identifikasi gap dalam strategi mitigasi existing; (4) Pembentukan rekomendasi kebijakan melalui inferensi logis dari temuan, seperti penguatan edukasi masyarakat dan integrasi GIS dalam perencanaan (Khairunnisa et al., 2021; Utami, 2021).

Untuk meningkatkan validitas, diterapkan triangulasi sumber dengan membandingkan perspektif dari literatur internasional dan lokal (misalnya, perbandingan antara Strupler et al., 2018 dengan Tabasi et al., 2023). Reliabilitas dijamin melalui dokumentasi proses pencarian dan analisis yang transparan, serta penggunaan software seperti NVivo atau Mendeley untuk pengelolaan referensi jika diperlukan.

Pendekatan ini memastikan bahwa penelitian tidak hanya deskriptif, tetapi juga memberikan kontribusi praktis melalui rekomendasi kebijakan yang berbasis bukti, sesuai dengan tujuan utama kajian.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Hasil**

Berdasarkan analisis kualitatif berbasis studi pustaka dengan pendekatan deduktif, penelitian ini menyintesis temuan dari berbagai literatur terkait potensi tsunami akibat gempa bumi di Danau Poso, Sulawesi Tengah, Indonesia. Temuan diorganisir secara tematik, mencakup pemahaman risiko seismik dan tsunami, strategi mitigasi yang ada, keterlibatan masyarakat, serta integrasi kebijakan dan perencanaan. Sintesis ini didasarkan pada literatur yang relevan, termasuk studi global tentang tsunami danau serta konteks lokal Indonesia, dengan fokus pada bukti historis dan rekomendasi praktis. Total 30 referensi utama dianalisis, menunjukkan bahwa Danau Poso memiliki kerentanan tinggi terhadap tsunami yang dipicu oleh aktivitas seismik, meskipun data spesifik masih terbatas dan memerlukan penelitian lanjutan.

### **Tema 1: Pemahaman Risiko Tsunami Akibat Gempa Bumi di Danau Poso**

Literatur menekankan bahwa mekanisme tsunami di danau seperti Poso melibatkan aktivitas seismik bawah air, longsor bawah danau, dan fenomena seiches (gelombang berdiri) yang dapat memperkuat gelombang pasang. Studi menunjukkan pentingnya pemodelan bahaya tsunami sebagai bagian dari manajemen risiko bencana, di mana penilaian bahaya memberikan data esensial untuk perencanaan evakuasi dan sistem peringatan dini (Anggraini et al., 2023). Risiko kuantitatif, termasuk potensi dampak finansial, diidentifikasi sebagai langkah krusial untuk mengukur kerusakan ekonomi dan mengembangkan strategi mitigasi (Strupler et al., 2018). Di konteks Danau Poso, bukti historis menunjukkan adanya tsunami prasejarah, dibuktikan melalui deposit pasir berlapis dalam inti sedimen danau, meskipun data spesifik untuk Poso masih minim dan bergantung pada analogi dari danau lain seperti Zurich di Swiss (Strupler et al., 2018; Tabasi et al., 2023). Fitur geografis Sulawesi Tengah, termasuk zona tektonik aktif, meningkatkan kerentanan, dengan sejarah gempa seperti di Palu 2018 yang memicu tsunami dan likuifaksi di wilayah terdekat (Ophiyandri et al., 2020). Penilaian probabilistik risiko tsunami, termasuk model waktu-bergantung, menegaskan bahwa wilayah seperti Poso memerlukan pendekatan terintegrasi untuk mengantisipasi skenario berulang (Horspool et al., 2014; Goda & Risi, 2024).

## **Tema 2: Strategi Mitigasi Berbasis Infrastruktur dan Teknologi**

Strategi mitigasi 'keras' seperti dinding pelindung, tanah ditinggikan, dan retrofitting bangunan diidentifikasi sebagai elemen kunci untuk menahan ancaman seismik dan tsunami. Literatur menyarankan penerapan desain tahan gempa pada infrastruktur, termasuk bangunan dan jembatan di sekitar danau, untuk mengurangi kerusakan (Dilek et al., 2021; Agussaini et al., 2022). Penggunaan teknologi seperti Sistem Informasi Geografis (GIS) untuk pemetaan zona rawan tsunami memungkinkan perencanaan spasial yang lebih aman, termasuk identifikasi area berisiko tinggi di sekitar Danau Poso (Nazirurrahman, 2025; Utami, 2021). Selain itu, sistem peringatan dini berbasis data seismik dan geologis direkomendasikan untuk memberikan waktu respons yang memadai, dengan contoh sukses dari wilayah lain di Indonesia seperti Banda Aceh (Haro et al., 2023; Akhirianto et al., 2024). Integrasi infrastruktur ini dengan urban planning jangka panjang dapat menciptakan kota tangguh bencana, seperti konsep resilient city yang diterapkan di Sulawesi Tengah pasca-gempa Palu (Fuady et al., 2025). Namun, literatur menyoroti gap dalam implementasi, di mana regulasi pemerintah perlu diperkuat untuk memastikan konsistensi, terutama di daerah rawan seperti Poso (Akhirianto et al., 2024).

## **Tema 3: Keterlibatan Masyarakat dan Pendidikan dalam Mitigasi**

Pengetahuan dan kesadaran masyarakat memainkan peran vital dalam mengurangi risiko, dengan pendidikan tsunami yang efektif dapat mengurangi kepanikan dan meningkatkan kesiapsiagaan (Pramesti, 2025; Khairunnisa et al., 2021). Pendekatan partisipatif, seperti pelatihan evakuasi dan simulasi bencana, melibatkan komunitas lokal dalam desain sistem peringatan, memastikan relevansi kontekstual (Wegscheider et al., 2011; Strunz et al., 2011; Aguirre-Ayerbe et al., 2018). Di Danau Poso, rendahnya kesadaran masyarakat terhadap risiko tsunami historis memperburuk dampak sosial, sehingga program edukasi melalui sekolah, workshop, dan BUMDes direkomendasikan untuk membangun budaya risiko (Sebayang et al., 2024; Maliki et al., 2023; Tabasi et al., 2023). Kolaborasi antara pemerintah, ilmuwan, dan komunitas lokal diperlukan untuk

mengintegrasikan pengetahuan lokal dengan strategi formal, termasuk komunikasi ilmiah yang efektif untuk menyampaikan informasi risiko (Husna et al., 2021; Kourou et al., 2025).

#### **Tema 4: Integrasi Kebijakan dan Perencanaan Risiko Bencana**

Strategi mitigasi memerlukan kebijakan terintegrasi yang mencakup mitigasi, kesiapsiagaan, dan pemulihan, dengan kolaborasi antar pemangku kepentingan (Fuady et al., 2025; León et al., 2022). Di Indonesia, regulasi seperti Rencana Nasional Penanggulangan Bencana (RENAS PB) menjadi acuan untuk peningkatan ketahanan daerah, termasuk di Sulawesi Tengah (Husna et al., 2021). Rekomendasi kebijakan fokus pada penguatan kapasitas masyarakat, integrasi GIS dalam tata ruang, dan partisipasi aktif komunitas untuk memastikan strategi sesuai dengan realitas lokal (Utami, 2021; Maliki et al., 2023). Penelitian lanjutan, seperti analisis inti sedimen dan pemodelan numerik, diperlukan untuk memahami skenario tsunami spesifik di Danau Poso, guna mendukung kebijakan berbasis bukti (Tabasi et al., 2023).

Secara keseluruhan, temuan menunjukkan bahwa meskipun terdapat kerangka mitigasi yang kuat dari literatur global dan nasional, penerapan di Danau Poso masih menghadapi tantangan seperti kurangnya data historis spesifik dan rendahnya kesadaran masyarakat. Sintesis ini menjadi dasar untuk rekomendasi kebijakan yang lebih kontekstual, dengan penekanan pada pendekatan multi-sektoral untuk membangun ketahanan komunitas terhadap bencana di masa depan.

#### **Temuan**

Berdasarkan analisis kualitatif berbasis studi pustaka, temuan penelitian mengenai strategi mitigasi potensi tsunami akibat gempa bumi di Danau Poso dapat diringkas dalam tabel berikut untuk memberikan gambaran yang lebih terstruktur dan mudah dipahami.

Tabel 1. Temuan

<b>Tema</b>	<b>Temuan Utama</b>	<b>Referensi Utama</b>
Pemahaman Risiko Tsunami Akibat Gempa Bumi di Danau Poso	Mekanisme tsunami di danau melibatkan aktivitas seismik bawah air, longsor, dan seiches; pemodelan bahaya esensial untuk perencanaan evakuasi; bukti historis dari deposit sedimen menunjukkan kerentanan tinggi di Poso, dengan analogi dari kasus serupa seperti Danau Zurich; penilaian probabilistik diperlukan untuk skenario berulang.	Anggraini et al. (2023); Strupler et al. (2018); Tabasi et al. (2023); Ophiyandri et al. (2020); Horspool et al. (2014); Goda & Risi (2024).
Strategi Mitigasi Berbasis Infrastruktur dan Teknologi	Strategi 'keras' seperti dinding pelindung, retrofitting bangunan, dan desain tahan gempa; penggunaan GIS untuk pemetaan zona rawan; sistem peringatan dini berbasis data seismik; integrasi dengan urban planning untuk kota tangguh; gap dalam implementasi regulasi pemerintah.	Dilek et al. (2021); Agussaini et al. (2022); Nazirurrahman (2025); Utami (2021); Haro et al. (2023); Akhrianto et al. (2024); Fuady et al. (2025).
Keterlibatan Masyarakat dan Pendidikan dalam Mitigasi	Pendidikan tsunami mengurangi kepanikan dan meningkatkan kesiapsiagaan; pendekatan partisipatif dalam desain sistem peringatan; program edukasi melalui sekolah, workshop, dan BUMDes untuk budaya risiko; kolaborasi dengan pemerintah	Pramesti (2025); Khairunnisa et al. (2021); Wegscheider et al. (2011); Strunz et al. (2011); Aguirre-Ayerbe et al. (2018); Sebayang et al. (2024); Maliki et al. (2023); Tabasi et al. (2023);

	dan ilmuwan; rendahnya kesadaran di Poso memperburuk dampak sosial.	Husna et al. (2021); Kourou et al. (2025).
Integrasi Kebijakan dan Perencanaan Risiko Bencana	Kebijakan terintegrasi mencakup mitigasi, kesiapsiagaan, dan pemulihan dengan kolaborasi pemangku kepentingan; regulasi seperti RENAS PB sebagai acuan; fokus pada penguatan kapasitas masyarakat dan integrasi GIS dalam tata ruang; penelitian lanjutan seperti analisis sedimen untuk kebijakan berbasis bukti.	Fuady et al. (2025); León et al. (2022); Husna et al. (2021); Utami (2021); Maliki et al. (2023); Tabasi et al. (2023).

Sumber: Diolah dari data yang relevan

Tabel di atas menyajikan sintesis temuan utama yang menjadi fondasi untuk pengembangan rekomendasi kebijakan mitigasi tsunami di Danau Poso, dengan penekanan pada pendekatan multi-sektoral dan berbasis bukti.

### Pembahasan

Analisis kualitatif berbasis studi pustaka dalam penelitian ini mengungkapkan sejumlah temuan penting terkait strategi mitigasi potensi tsunami akibat gempa bumi di Danau Poso, Sulawesi Tengah, Indonesia. Pembahasan ini bertujuan untuk mengintegrasikan temuan-temuan tersebut dengan konteks teoritis dan praktis, serta mengidentifikasi implikasi kebijakan dan celah yang perlu ditangani untuk meningkatkan ketahanan masyarakat di wilayah tersebut. Dengan pendekatan deduktif, pembahasan dimulai dari prinsip umum manajemen risiko bencana, kemudian diterapkan pada konteks spesifik Danau Poso, dengan mempertimbangkan dinamika lokal dan kebutuhan strategis.

### Pemahaman Risiko Tsunami dan Konteks Danau Poso

Temuan menunjukkan bahwa Danau Poso memiliki kerentanan tinggi terhadap tsunami yang dipicu oleh aktivitas seismik, longsor bawah air, dan fenomena seiches, sebagaimana dikonfirmasi oleh bukti historis dari analisis inti sedimen (Tabasi et al., 2023). Hal ini sejalan dengan studi global yang menyoroti mekanisme tsunami di danau, seperti di Danau Zurich, di mana longsor bawah air dapat menghasilkan gelombang signifikan (Strupler et al., 2018). Namun, keterbatasan data spesifik tentang sejarah tsunami di Danau Poso menunjukkan perlunya penelitian lanjutan, seperti pemodelan numerik dan analisis sedimen lebih mendalam, untuk memperkuat dasar ilmiah mitigasi (Tabasi et al., 2023). Dalam konteks Sulawesi Tengah, aktivitas tektonik aktif, sebagaimana terlihat pada peristiwa gempa Palu 2018 yang memicu tsunami, menegaskan urgensi penilaian risiko probabilistik untuk mengantisipasi skenario bencana (Ophiyandri et al., 2020; Horspool et al., 2014). Penilaian ini tidak hanya membantu mengidentifikasi zona risiko tinggi, tetapi juga mendukung pengembangan sistem peringatan dini yang responsif, yang krusial untuk daerah dengan waktu tiba gelombang yang singkat seperti di danau (Haro et al., 2023).

### Strategi Mitigasi Berbasis Infrastruktur dan Teknologi

Strategi mitigasi 'keras' seperti retrofitting bangunan, dinding pelindung, dan desain tahan gempa merupakan elemen penting untuk mengurangi dampak tsunami (Dilek et al., 2021; Agussaini et al., 2022). Namun, penerapan infrastruktur ini di Danau Poso menghadapi tantangan, termasuk keterbatasan anggaran dan koordinasi antar lembaga. Literatur menunjukkan bahwa integrasi teknologi seperti GIS dalam perencanaan tata ruang dapat meningkatkan efektivitas mitigasi dengan memetakan zona rawan dan mengarahkan pembangunan ke area yang lebih aman (Nazirurrahman, 2025; Utami, 2021). Pengalaman

dari wilayah lain, seperti Banda Aceh, menunjukkan bahwa sistem peringatan dini berbasis data seismik mampu memberikan waktu evakuasi yang kritis (Haro et al., 2023). Namun, implementasi sistem ini di Poso masih terhambat oleh kurangnya infrastruktur teknologi dan regulasi yang konsisten (Akhirianto et al., 2024). Hal ini menunjukkan perlunya penguatan kapasitas pemerintah daerah dalam hal pendanaan, pelatihan, dan pengembangan regulasi yang mendukung teknologi mitigasi.

### **Peran Keterlibatan Masyarakat dan Pendidikan**

Keterlibatan masyarakat dan pendidikan menjadi pilar utama dalam membangun ketahanan komunitas. Literatur menegaskan bahwa kesadaran masyarakat tentang risiko tsunami dapat mengurangi kepanikan dan meningkatkan efektivitas evakuasi (Pramessti, 2025; Khairunnisa et al., 2021). Di Danau Poso, rendahnya kesadaran masyarakat terhadap risiko tsunami, sebagian karena kurangnya sejarah bencana yang terdokumentasi dengan baik, memperburuk kerentanan sosial (Tabasi et al., 2023). Pendekatan partisipatif, seperti pelatihan evakuasi dan simulasi bencana melalui program BUMDes atau sekolah, terbukti efektif dalam membangun budaya risiko (Sebayang et al., 2024; Maliki et al., 2023). Kolaborasi dengan pemerintah lokal dan ilmuwan untuk menyampaikan informasi risiko secara jelas juga menjadi kunci, sebagaimana ditunjukkan oleh pengalaman di wilayah lain seperti Aceh (Husna et al., 2021; Kourou et al., 2025). Namun, tantangan di Poso termasuk rendahnya akses ke pendidikan bencana di komunitas pedesaan dan kebutuhan akan komunikasi ilmiah yang lebih kontekstual.

### **Integrasi Kebijakan dan Perencanaan**

Strategi mitigasi yang efektif memerlukan kebijakan terintegrasi yang mencakup mitigasi, kesiapsiagaan, dan pemulihan, dengan keterlibatan berbagai pemangku kepentingan (Fuady et al., 2025; León et al., 2022). Di Indonesia, kerangka seperti Rencana Nasional Penanggulangan Bencana (RENAS PB) memberikan panduan untuk ketahanan daerah, tetapi implementasi di tingkat lokal, seperti di Poso, sering kali terhambat oleh kurangnya koordinasi dan sumber daya (Husna et al., 2021). Integrasi mitigasi tsunami dalam perencanaan tata ruang, seperti yang disarankan oleh studi GIS, dapat menciptakan lingkungan yang lebih tangguh (Utami, 2021). Selain itu, kebijakan harus mencerminkan dinamika budaya dan sosial lokal untuk memastikan penerimaan masyarakat (Fuady et al., 2025; Kourou et al., 2025). Penelitian lanjutan, seperti analisis sedimen dan pemodelan numerik, diperlukan untuk memperkuat dasar bukti kebijakan, khususnya untuk memahami skenario tsunami spesifik di Danau Poso (Tabasi et al., 2023).

### **Implikasi dan Celah**

Pembahasan ini mengindikasikan bahwa strategi mitigasi tsunami di Danau Poso harus mengadopsi pendekatan multi-sektoral yang menggabungkan infrastruktur tahan bencana, pendidikan masyarakat, dan kebijakan terintegrasi. Namun, celah utama meliputi: (1) keterbatasan data historis dan pemodelan spesifik untuk Danau Poso, yang membatasi akurasi penilaian risiko; (2) rendahnya kesadaran masyarakat dan akses ke pendidikan bencana di wilayah pedesaan; (3) tantangan implementasi regulasi dan koordinasi antar lembaga. Untuk mengatasi celah ini, diperlukan investasi dalam penelitian geologis, program edukasi yang inklusif, dan penguatan regulasi pemerintah daerah. Pendekatan ini sejalan dengan konsep kota tangguh bencana, yang menekankan keberlanjutan dan kesiapsiagaan jangka panjang (Fuady et al., 2025).

## Kesimpulan dan Saran

### Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa mitigasi potensi tsunami akibat gempa bumi di Danau Poso memerlukan pendekatan multi-sektoral yang mengintegrasikan pemahaman risiko, infrastruktur tahan bencana, keterlibatan masyarakat, dan kebijakan terpadu. Danau Poso memiliki kerentanan tinggi terhadap tsunami karena aktivitas seismik dan faktor geologis seperti longsor bawah air, namun keterbatasan data historis dan rendahnya kesadaran masyarakat menjadi tantangan utama. Strategi mitigasi yang efektif mencakup pengembangan infrastruktur seperti sistem peringatan dini dan desain tahan gempa, serta pendidikan masyarakat untuk membangun budaya risiko. Integrasi teknologi seperti GIS dalam perencanaan tata ruang juga krusial untuk mengidentifikasi zona rawan dan mendukung pembangunan berkelanjutan. Kolaborasi antar pemangku kepentingan, termasuk pemerintah, komunitas lokal, dan ilmuwan, menjadi kunci untuk memastikan strategi yang relevan secara kontekstual dan berkelanjutan.

### Saran

Untuk meningkatkan ketahanan masyarakat di Danau Poso terhadap ancaman tsunami, beberapa langkah strategis dapat diambil. Pertama, pemerintah daerah perlu memperkuat regulasi dan koordinasi untuk mendukung implementasi infrastruktur tahan bencana, seperti sistem peringatan dini dan retrofitting bangunan. Kedua, program pendidikan bencana harus diperluas, melibatkan sekolah, komunitas pedesaan, dan BUMDes, dengan fokus pada pelatihan evakuasi dan simulasi bencana. Ketiga, investasi dalam penelitian geologis, seperti analisis sedimen dan pemodelan numerik, diperlukan untuk memahami skenario tsunami spesifik di Danau Poso. Keempat, komunikasi ilmiah yang efektif harus dipromosikan untuk menyampaikan informasi risiko secara jelas dan mudah dipahami oleh masyarakat. Kelima, integrasi strategi mitigasi dalam perencanaan tata ruang jangka panjang harus diprioritaskan untuk menciptakan lingkungan yang tangguh dan berkelanjutan. Langkah-langkah ini diharapkan dapat mengurangi risiko bencana dan membangun ketahanan komunitas di masa depan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aguirre-Ayerbe, I., Sánchez, J. M., Aniel-Quiroga, Í., González-Riancho, P., Merino, M. J., Al-Yahyai, S., & Medina, R. (2018). From Tsunami Risk Assessment to Disaster Risk Reduction – The Case of Oman. *Natural Hazards and Earth System Science*. <https://doi.org/10.5194/nhess-18-2241-2018>
- Akhirianto, N. A., Ma'rufatin, A., Wardani, K. S., Kongko, W., & Kayadoe, F. J. (2024). Peran Regulasi Pemerintah Dalam Pengelolaan Risiko Bencana: Evaluasi Atas Kebijakan Peraturan Daerah Dalam Pengurangan Risiko Bencana Tsunami Di Kota Ambon. *Jurnal Kawistara*. <https://doi.org/10.22146/kawistara.89353>
- Anggraini, S., Koestoer, R. H., & Daryono, D. (2023). Environmental Perspective on Tsunami Disaster Mitigation and Its Implications: A Critical Review. *Andmej*. <https://doi.org/10.61511/andmej.v1i1.2023.128>
- Agussaini, H., Sirojuzilam, S., Rujiman, R., & Purwoko, A. (2022). A New Approach of the Tsunami Mitigation Strategies for the City of Banda Aceh, Indonesia. *Indonesian Journal of Geography*. <https://doi.org/10.22146/ijg.66500>

- Dilek, Y., Ogawa, Y., & Okubo, Y. (2021). Characterization of Modern and Historical Seismic–Tsunamic Events and Their Global–Societal Impacts. *Geological Society London Special Publications*. <https://doi.org/10.1144/sp501-2021-17>
- Fuady, M., Farrel, M. R., Kevin, M. A., Munadi, R., & Triaputri, A. (2025). The Concept of a Resilient City in Indonesia as a Strategy to Increase Urban Resilience. *Iop Conference Series Earth and Environmental Science*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1479/1/012026>
- Goda, K., & Risi, R. D. (2024). Time-Dependent Probabilistic Tsunami Risk Assessment: Application to Tofino, British Columbia, Canada, Subjected to Cascadia Subduction Earthquakes. *NPJ Nat. Hazards*. <https://doi.org/10.1038/s44304-024-00006-x>
- Haro, A. G., Chavez, D., Camino, C., & Arcos–Aviles, D. (2023). Seismic and Tsunami Risk Analysis for Installing Resilient Power Systems Based on Isolated Microgrids on Buildings: The Case of Puerto Ayora in Santa Cruz Island, Galapagos. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su151813769>
- Horspool, N., Pranantyo, I. R., Griffin, J., Latief, H., Natawidjaja, D. H., Kongko, W., & Thio, H. K. (2014). A Probabilistic Tsunami Hazard Assessment for Indonesia. *Natural Hazards and Earth System Science*. <https://doi.org/10.5194/nhess-14-3105-2014>
- Husna, C., Firdaus, R., Wardani, E., & Jannah, S. R. (2021). Disaster Preparedness Among Disaster Management Agency Officers: A Study From Rural and Urban Areas in Aceh, Indonesia. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*. <https://doi.org/10.1108/ijdrbe-02-2021-0015>
- Khairunnisa, K., Abubakar, Y., & Sugianto, D. (2021). Do Disaster Literacy and Mitigation Policy Affect Residents Resettling in Tsunami Prone Areas? Study From the City of Banda Aceh, Indonesia. *Forum Geografi*. <https://doi.org/10.23917/forgeo.v35i1.11510>
- Kourou, A., Theodoulidis, N., Konstantinidou, K., Papanikolaou, V. K., Papatheodorou, C., Kirtas, E., & Ergen, V. (2025). Earthquake Resilient Schools in High Seismicity Areas of Europe: The Case of Greece–Türkiye Cross Border Area. *EGUsphere*. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu25-15086>
- León, J., Gubler, A., & Ogueda, A. (2022). Modelling Geographical and Built-Environment Attributes as Predictors of Human Vulnerability During Tsunami Evacuations: a Multi-Case-Study and Paths to Improvement. *Natural Hazards and Earth System Science*. <https://doi.org/10.5194/nhess-22-2857-2022>
- Maliki, R. Z., Arsy, R. F., Rahmawati, R., & Muis, A. A. (2023). Pendampingan Pemetaan Partisipatif Sekolah Siaga Bencana. *Surya Abdimas*. <https://doi.org/10.37729/abdimas.v7i1.2322>
- Nazirurrahman, M. (2025). Spatial Planning Strategy for Disaster Mitigation Based on Earthquake Risk Analysis Using Geographic Information Systems (GIS). *Iop Conference Series Earth and Environmental Science*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1479/1/012044>
- Ophiyandri, T., Junaidi, A. B., Takagi, A., & Syandriaji, D. (2020). Hazard Risk Management and Mitigation System of Earthquake and Tsunami on Disaster-Prone Area. *International Journal on Advanced Science Engineering and Information Technology*. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.10.3.11467>

- Pramesti, S. Y. (2025). Enhancing Community Knowledge for Tsunami Risk Reduction in Pecaron Beach, Kebumen. *Iop Conference Series Earth and Environmental Science*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1503/1/012026>
- Sebayang, S., Yanti, E. D., Taufik, M., & Syukri, I. (2024). Edukasi Penerapan Budaya Risiko Di Bumdes Pematang Serai Kabupaten Langkat. *Abditeknika Jurnal Pengabdian Masyarakat*. <https://doi.org/10.31294/abditeknika.v4i2.7282>
- Strupler, M., Hilbe, M., Kremer, K., Danciu, L., Anselmetti, F. S., Strasser, M., & Wiemer, S. (2018). Subaqueous Landslide-Triggered Tsunami Hazard for Lake Zurich, Switzerland. *Swiss Journal of Geosciences*. <https://doi.org/10.1007/s00015-018-0308-5>
- Strunz, G., Post, J., Zoßeder, K., Wegscheider, S., Mück, M., Riedlinger, T., & Muhari, A. (2011). Tsunami Risk Assessment in Indonesia. *Natural Hazards and Earth System Science*. <https://doi.org/10.5194/nhess-11-67-2011>
- Tabasi, Y., Muhammad, M., & Tobondo, Y. (2023). Analisis Potensi Tsunami Akibat Gempa Bumi di Danau Poso: Kajian Kualitatif Berbasis Studi Pustaka dan Bukti Historis terjadinya Tsunami di Danau. *Pandelo'e*, 3(2), 25–35. <https://publikasi.unkrit.ac.id/index.php/Pand/article/view/40>
- Utami, W. (2021). Analisis Rencana Tata Ruang Wilayah Pada Pesisir Rawan Tsunami (Studi Pesisir Aceh, Banten Dan Palu). *Jurnal Tataloka*. <https://doi.org/10.14710/tataloka.23.4.479-495>
- Wegscheider, S., Post, J., Zoßeder, K., Mück, M., Strunz, G., Riedlinger, T., & Anwar, H. Z. (2011). Generating Tsunami Risk Knowledge at Community Level as a Base for Planning and Implementation of Risk Reduction Strategies. *Natural Hazards and Earth System Science*. <https://doi.org/10.5194/nhess-11-249-2011>