



Analisis Risiko Kebencanaan Indonesia untuk Mendukung Kebijakan Publik

Muhammad Gazali Rachman^{1,2}, Zshelda Tiara Zelvany², Falkis Edo Favali², Muhammad Reyfangga Aji Putra Nugraha²

1 Departemen Geosciences, Universiti Brunei Darussalam (UBD), Brunei Darussalam
2 Jurusan Teknik Geologi, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta, Indonesia

Corresponding author:
Muhammad Gazali Rachman | 21h2602@ubd.edu.bn

ABSTRACT

Indonesia is situated within an active tectonic zone, rendering it highly susceptible to earthquakes. Earthquake disasters not only result in physical damages and loss of life but also pose significant challenges in formulating adaptive and risk-based public policies. This study aims to analyze earthquake disaster risk in Indonesia and evaluate the extent to which public policy has addressed this potential hazard. The methodology employed is a literature review using a mixed-methods approach: qualitative analysis to examine geological and social aspects, and quantitative analysis through spatial assessments utilizing Geographic Information Systems (GIS). The analysis is grounded in a conceptual disaster risk framework encompassing three main components: hazard, exposure, and capacity. The findings reveal that the presence of active faults traversing densely populated areas, limited public awareness, and weak enforcement of technical regulations such as the Indonesian National Standard (*Standar Nasional Indonesia/SNI*) for earthquake-resistant buildings contribute to the high disaster risk. This study recommends the integration of disaster education into the school curriculum, the strengthening of technical regulations such as the earthquake-resistant SNI, and the incorporation of local wisdom in building practices as strategies to enhance community resilience to earthquake disasters.

Keywords: Earthquake; Fault; Regulation; Risk; Tectonic.

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang terletak di kawasan tektonik aktif sehingga memiliki potensi tinggi terhadap gempa bumi. Bencana gempa bumi tidak hanya menyebabkan kerugian fisik dan korban jiwa, tetapi juga menimbulkan tantangan dalam perumusan kebijakan publik yang adaptif dan berbasis risiko. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko kebencanaan gempa bumi di Indonesia serta mengevaluasi sejauh mana kebijakan publik telah merespons potensi tersebut. Metode yang digunakan adalah studi literatur dengan pendekatan campuran, yaitu kualitatif dalam menelaah aspek geologi dan sosial, serta kuantitatif dalam analisis spasial berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). Analisis didasarkan pada diagram konseptual risiko kebencanaan yang mencakup tiga komponen utama: *disaster* (bahaya), *exposure* (paparan), dan *capacity* (kapasitas). Hasil kajian menunjukkan bahwa keberadaan patahan aktif yang melintasi wilayah padat penduduk, rendahnya edukasi masyarakat, serta lemahnya pengawasan terhadap penerapan regulasi teknis seperti SNI bangunan tahan gempa, berkontribusi terhadap tingginya risiko bencana. Penelitian ini merekomendasikan integrasi edukasi bencana dalam kurikulum pendidikan, penguatan regulasi teknis seperti SNI tahan gempa, serta pemanfaatan kearifan lokal dalam konstruksi bangunan sebagai strategi membangun ketangguhan masyarakat terhadap bencana gempa bumi.

Kata Kunci: Gempa Bumi, Patahan, Regulasi, Risiko, Tektonik

ARTICLE HISTORY

Received: April 29, 2025

Revised: June 21, 2025

Published: June 24, 2025

Copyright © 2025, Journal of Infrastructure Policy and Management

CITATION (APA 7TH)

Rachman, M. G., Zelvany, Z. T., Favali, F. E., & Nugraha, M. R. A. P. (2025). Analisis risiko kebencanaan Indonesia untuk mendukung kebijakan publik. *Journal of Infrastructure Policy and Management*, 8(1), 85–96. <https://doi.org/10.35166/jipm.v8i1.99>

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki potensi bencana yang cukup tinggi (Irsyam et al., 2020). Kondisi tersebut erat kaitannya dengan aktivitas tektonik di mana Indonesia berada di antara empat lempeng, yaitu Indo-Australia, Eurasia, Pasifik, dan Filipina (Pratiwi et al., 2019). Interaksi di antara lempeng tersebut menjadi sebab Indonesia memiliki potensi bencana, dan salah satunya adalah gempa bumi.

Kajian ini berfokus pada bencana gempa tektonik yang diakibatkan oleh patahan aktif berdasarkan data dari Pusat Studi Gempa Nasional (PusGEN) tahun 2017. Berdasarkan data yang diperoleh, sejak tahun 1815 hingga tahun 2018, telah terjadi setidaknya 24

kejadian gempa yang cukup besar di Indonesia dan memakan sejumlah 38.399 korban jiwa serta merusak 169.240 rumah dan infrastruktur lain (Tabel 1). Data tersebut hanya sebagian kecil dari total kejadian gempa yang terjadi di Indonesia sehingga dapat disimpulkan bahwa Indonesia memiliki tingkat kerawanan bencana yang tinggi.

Secara umum, penelitian ini menjelaskan risiko bencana di Indonesia dengan mengulas tiga komponen utama: paparan, bencana, dan kapasitas. Hasil dari penelitian ini diharapkan bisa menjadi salah satu pertimbangan dalam kebijakan publik terkait kebencanaan. Oleh karena itu, penelitian ini menitikberatkan pada analisis risiko gempa bumi berbasis spasial dan mengevaluasi respons kebijakan publik terhadap risiko tersebut.

Tabel 1. Catatan Gempa Besar di Indonesia (National Centers for Environmental Information, 2024)

No	Daerah	Tahun	Total Korban Jiwa	Kebancuran Bangunan	Skala Magnitudo Moment (Mw)
1	BAU	1815	10253		
2	IRIAN JAYA	1976	6000		
3	JAWA: BANTUL, YOGYAKARTA	2006	5749	127000	6.3
4	SULAWESI	2018	4340	3673	7.5
5	LAUT BANDA	1899	2460		
6	BAU	1917	1500		
7	SUMATERA: BARAT DAYA	2005	1303	300	8.6
8	SUMATRA: PADANG	2009	1117		7.5
9	SUMATRA: ACEH - LEPAS PANTAI BARAT	2004	1001		9.1
10	WILAYAH FLORES, MAUMERE, BABI	1992	1000	31785	7.8
11	JAWA: WONOSOBO	1924	727		
12	BAU	1976	573		
13	PULAU LOMBOK	2018	560		6.9
14	IRIAN JAYA: PEGUNUNGAN JAYAWILAYA	1981	305		
15	TIMOR: PULAU ALDR	1896	250		
16	JAWA: JOGYAKARTA	1943	213		
17	SUMATERA SELATAN, UWA, LAMPUNG	1994	207	6000	6.9
18	PULAU SANGHE	1913	138		7.8
19	IRIAN JAYA: JAYAWILAYA	1976	133		
20	TIMOR: PANTAR, MOUNT SIRUNG	1987	125	237	
21	DISTRIK KURIMA, BALIEM RIVER	1989	120		
22	SULAWESI UTARA: MENADO, TIKALA, TOMOHON	1845	118		
23	SUMATRA: ACEH - PIDIE JAYA	2016	104	245	6.5
24	SUMATRA: BENGKULU, ENGGANO	2000	103		7.9

DATA DAN METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode campuran (kualitatif dan kuantitatif) untuk menganalisis potensi bahaya gempa bumi di Indonesia. Metode kualitatif digunakan dalam proses interpretasi geologi dan geodinamika, khususnya dalam menganalisis keterkaitan antara keberadaan patahan aktif dengan kepadatan penduduk dan aktivitas tektonik. Sementara itu, metode kuantitatif diterapkan melalui kompilasi dan analisis spasial data numerik, termasuk data demografi.

Penulis memanfaatkan data sekunder yang diperoleh dari berbagai sumber terpercaya, antara lain:

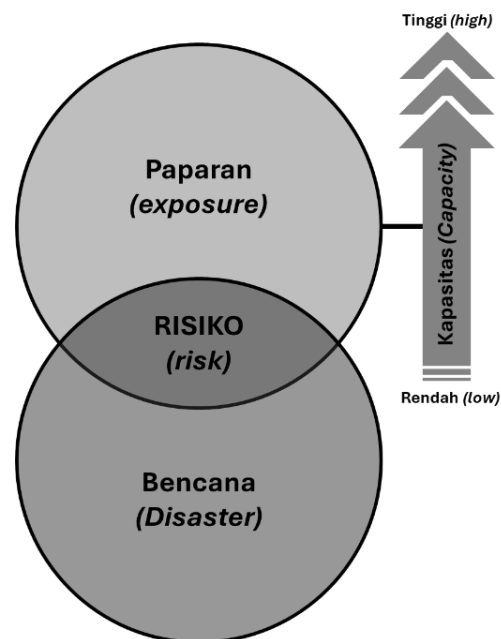
1. Titik sumber gempa (Supendi et al., 2020) digunakan dalam pemetaan distribusi aktivitas seismik dan identifikasi konsentrasi energi tektonik yang dapat menimbulkan gempa (Gambar 2).
2. Batas interaksi lempeng tektonik (Hasterok et al., 2022) digunakan untuk meninjau zona subduksi, konvergen, divergen, dan transform yang berperan penting dalam pembentukan patahan dan pemicu gempa.
3. Data patahan aktif dari Pusat Studi Gempa Nasional (Pusgen, 2017) digunakan untuk menentukan lokasi patahan yang masih menunjukkan aktivitas geologis dan memiliki potensi tinggi terhadap kejadian gempa bumi.
4. Data kepadatan penduduk Kementerian Dalam Negeri Republik Indonesia (2023) digunakan untuk menilai tingkat kerentanan suatu wilayah, di mana semakin tinggi jumlah penduduk di wilayah yang dilalui patahan aktif, maka semakin besar pula risiko kerugian sosial ekonomi yang dapat ditimbulkan apabila terjadi gempa bumi.

Seluruh data dikompilasi dan dianalisis menggunakan perangkat lunak pemetaan berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). Hasil pemetaan ini berupa visualisasi spasial yang menunjukkan lokasi-lokasi dengan tingkat potensi bahaya gempa bumi yang tinggi. Analisis ini juga memungkinkan identifikasi wilayah-wilayah prioritas untuk mitigasi bencana serta perencanaan tata ruang berbasis risiko (Farhan et al., 2024).

Dengan menggabungkan pendekatan geologi dan geografi kependudukan sebagaimana diaplikasikan dalam kajian gempa lainnya (seperti Jena et al. (2020) dan Kusniyah et al. 2025), penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran komprehensif mengenai keterkaitan dinamika geotektonik dan risiko terhadap masyarakat yang tinggal di daerah rawan gempa.

HASIL

Dalam analisis risiko kebencanaan, terdapat tiga komponen utama yang saling berkaitan, yaitu *hazard* (bencana), *exposure* (paparan), dan *capacity* (kapasitas), sebagaimana terlihat pada diagram konseptual Gambar 1.



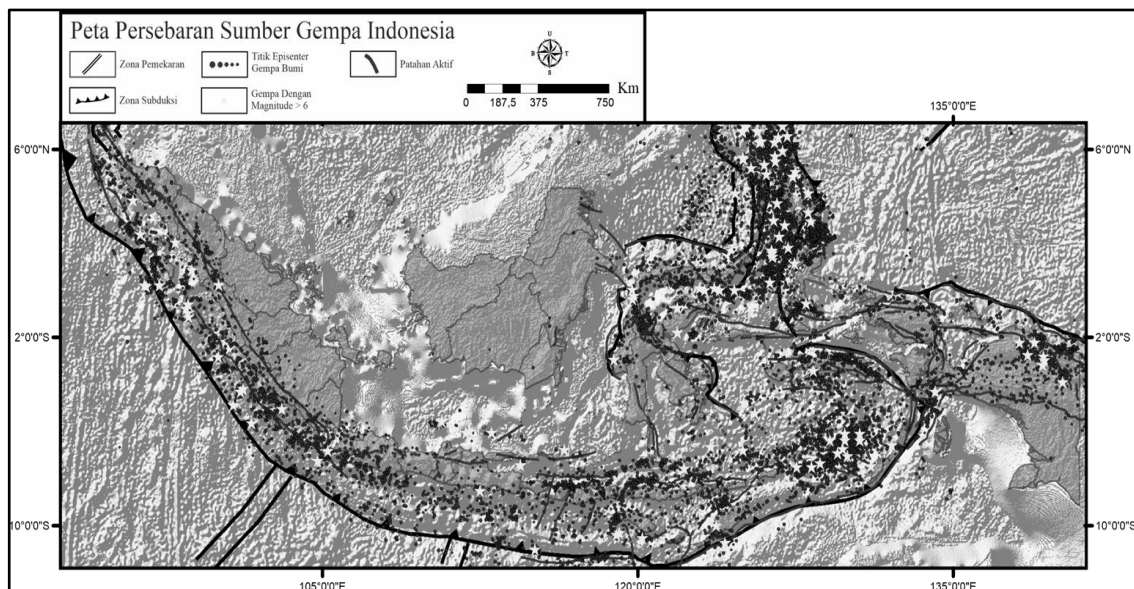
Gambar 1. Komponen Analisis Risiko Bencana

Diagram di atas menunjukkan bahwa *hazard* merupakan elemen yang bersifat statis dan tidak dapat dikendalikan. Bencana alam merupakan fenomena yang erat kaitannya dengan kondisi geologi, tektonik, dan klimatologi suatu wilayah. Di sisi lain, *exposure* merupakan elemen yang menggambarkan sejauh mana manusia, aset, dan infrastruktur terpapar oleh potensi bahaya. Dampak dari suatu bencana akan bergantung pada seberapa besar objek-objek kehidupan di permukaan bumi, seperti populasi manusia dan fasilitas/infrastruktur, berada dalam wilayah paparan tersebut.

Interaksi antara *hazard* dan *exposure* ini membentuk potensi risiko (*risk*). Namun, besarnya risiko tidak semata-mata ditentukan oleh dua faktor tersebut, melainkan juga dipengaruhi oleh tingkat *capacity* yang dimiliki. Kapasitas dalam konteks ini merujuk pada kemampuan suatu sistem, baik infrastruktur maupun masyarakat, dalam

menghadapi, merespons, dan memulihkan diri dari kejadian bencana. Berbeda dengan *hazard*, kapasitas merupakan komponen yang dapat dikendalikan dan ditingkatkan. Oleh sebab itu, peningkatan kapasitas menjadi strategi penting dalam upaya mitigasi risiko bencana. Penguatan kapasitas infrastruktur, sistem peringatan dini, serta edukasi pada masyarakat dalam merespons bencana adalah langkah strategis untuk mengurangi dampak bencana yang mungkin terjadi.

Indonesia merupakan daerah dengan ketersediaan patahan aktif yang menyebar di seluruh daerah (Watkinson & Hall, 2017; Makrup et al., 2018). Salah satu contoh patahan aktif yang ada di Indonesia adalah Patahan Semangko di Sumatera. Patahan Semangko merupakan salah satu patahan aktif yang ada di Indonesia, yang mana patahan tersebut melewati banyak kota besar di Sumatera dari utara yaitu Banda Aceh hingga di selatan seperti Lampung .



Gambar 2. Peta Persebaran Sumber Gempa

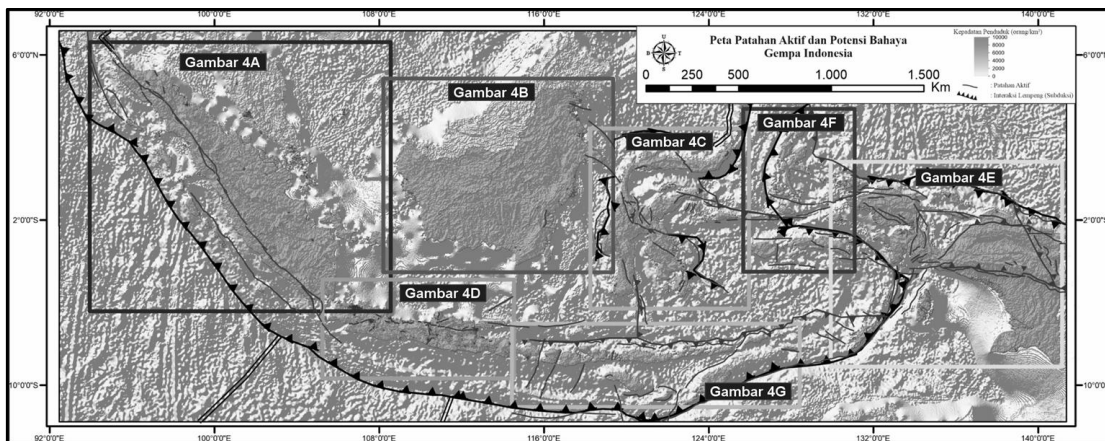
(Sumber: Diadaptasi dari PusGEN (2017), Supendi et al. (2020), dan Hasterok et al. (2022))

Gambar 2 menunjukkan bahwa aktivitas seismik di Indonesia sangat intens dan tersebar luas. Ribuan titik yang merepresentasikan episenter gempa bumi

menggambarkan bahwa Indonesia berada di wilayah yang sangat aktif secara tektonik. Konsentrasi terbesar episenter tampak di sepanjang zona subduksi yang membentang

dari barat Sumatera, selatan Jawa, hingga Nusa Tenggara, Maluku, dan Papua. Simbol bintang yang menggambarkan gempa dengan magnitudo >6 menjadi indikasi bahwa Indonesia tidak hanya rawan gempa dengan frekuensi tinggi, tetapi juga berpotensi mengalami gempa besar yang berdampak destruktif. Selain itu, garis-garis pada peta menandai keberadaan patahan aktif yang tersebar di hampir seluruh wilayah daratan

Indonesia. Keberadaan patahan aktif di wilayah padat penduduk merupakan indikator utama dalam pembentukan risiko gempa bumi. Peta ini dengan jelas memperlihatkan keterkaitan spasial antara *hazard* (sumber gempa) dan *exposure* (kepadatan penduduk), yang bila tidak diimbangi oleh kapasitas mitigasi yang memadai akan menghasilkan risiko gempa bumi dan destruksi yang sangat tinggi.

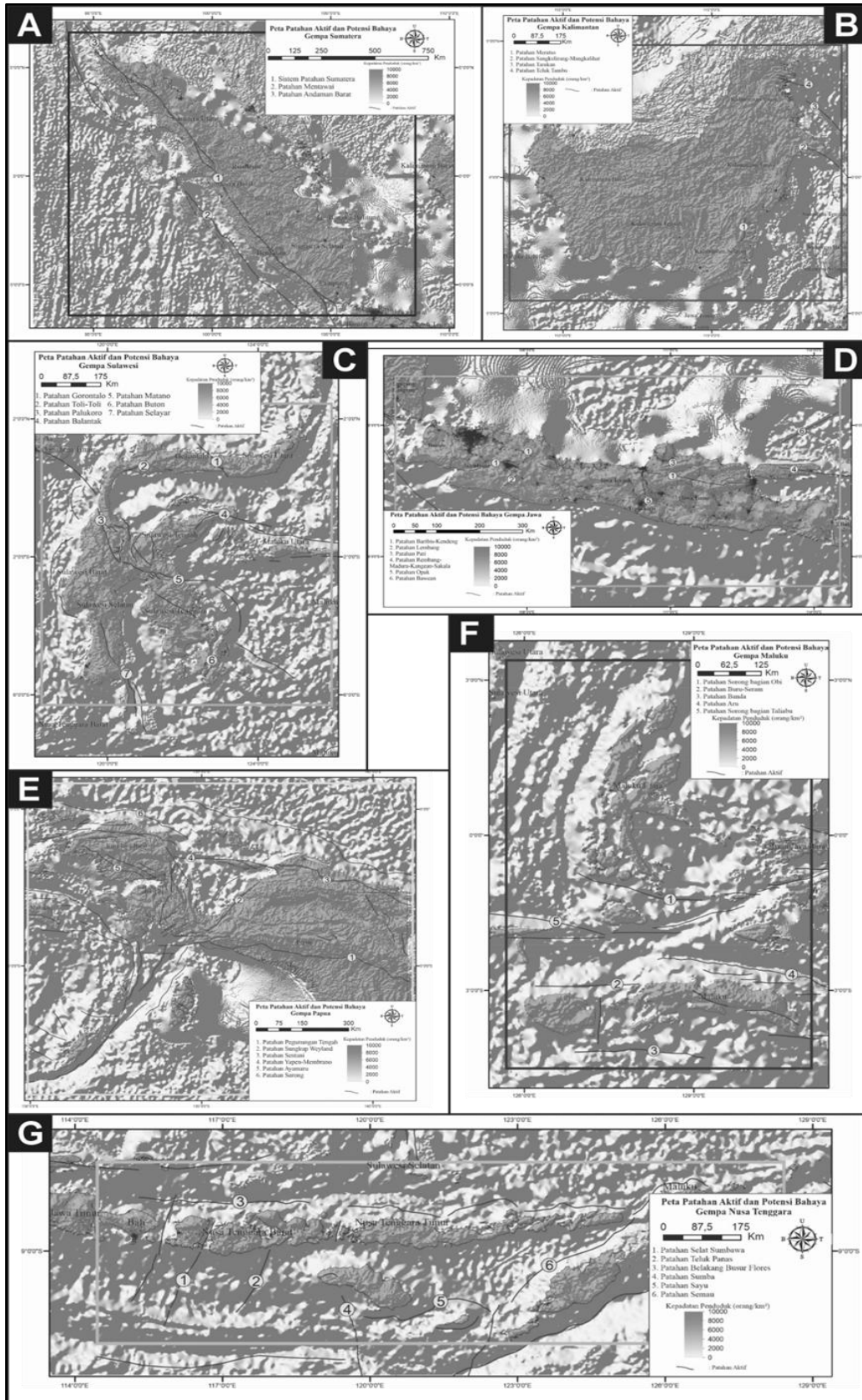


Gambar 3. Peta Tektonik Indonesia dan Persebaran Patahan Aktif. Ilustrasi Detail pada Gambar 4a-g.

Gambar 3 di atas (dan Gambar 4A-4G di bawah) menampilkan peta tektonik Indonesia yang terbagi dalam beberapa wilayah berdasarkan sistem patahan aktif. Peta ini sangat penting dalam menyoroti hubungan spasial antara patahan aktif dan kota-kota padat penduduk yang menjadi komponen kunci dalam peningkatan risiko kebencanaan.

Gambar 4A memperlihatkan Patahan Semangko melintasi kota-kota besar di Pulau Sumatera, seperti Padang dan Bukittinggi. Gambar 4B menunjukkan bahwa sebagian Kalimantan, meskipun tidak seaktif wilayah lain, memiliki beberapa patahan lokal yang mendekati kawasan permukiman. Di Gambar 4C, terlihat jelas Patahan Palu-Koro, yang melintasi Kota Palu dan menjadi penyebab utama bencana besar pada tahun 2018. Sementara itu, Gambar 4D memperlihatkan pulau Jawa dengan Patahan Lembang dekat

dengan kawasan urban di Bandung, serta Patahan Opak di sekitar Yogyakarta, dua kota dengan kepadatan sangat tinggi. Pada Gambar 4E, terlihat bahwa wilayah utara Papua dilalui Patahan Yapen dan Patahan Mamberamo yang berada dekat dengan kota-kota seperti Jayapura dan Nabire, yang memiliki konsentrasi penduduk cukup tinggi. Gambar 4F menunjukkan wilayah Maluku, di mana Patahan Sorong dan patahan lokal lainnya melintasi kota-kota seperti Ambon dan Ternate—dua wilayah dengan kerentanan tinggi terhadap gempa karena posisi tektonik yang kompleks. Sementara itu, Gambar 4G memperlihatkan wilayah Nusa Tenggara, di mana Patahan Flores dan patahan lainnya berada sangat dekat dengan kota-kota seperti Mataram di Lombok dan Bima di Sumbawa, yang keduanya menunjukkan paparan tinggi terhadap bahaya seismik akibat jalur patahan aktif yang melewatinya.



Gambar 4. Peta Kepadatan Penduduk dan Kehadiran Patahan Aktif pada Beberapa Pulau dan Kepulauan Besar di Indonesia

Tabel 2. Catatan Gempa Besar di Indonesia (National Centers for Environmental Information, 2024)

NO	KOTA	SESAR AKTIF	JUMLAH PENDUDUK/km2
1	Banda Aceh	Sumatran <i>Fault</i>	4006.7156127771
2	Padang	Taninbar <i>Fault</i>	1310.8213966497
3	Bandung	Sesar Cinandiri, Sesar Lembang	14886.70833
4	DIY	Sesar Opak	17771.80279
5	Semarang	Sesar Barbis Kendeng	4516.381294
6	Surabaya	Sesar Barbis Kendeng	8480.632738
7	Lombok	Lombok Strait <i>Strikeslip Fault</i>	2115.895233
8	Dengpasar	Lombok Strait <i>Strikeslip Fault</i>	5111.410236
9	Balikpapan	Sesar Meratus	1363.231499
10	Palu	Sesar Palu-Koro	942.0582278
11	Gorontalo	Sesar Gorontalo	2726.582975
12	Ambon	South Buru <i>Fault</i>	1180.43602
13	Raja Ampat	Sesar Sorong	7442.306
14	Jayapura	Sesar Sorong	14082.212
15	Jayawijaya	Wamena	38.82577158
16	Mimika	Papua <i>Fold Thrust Belt</i>	14.43419775

DISKUSI

Hasil analisis menunjukkan bahwa risiko kebencanaan gempa bumi di Indonesia dipengaruhi oleh sejumlah faktor yang saling berkaitan, mulai dari kondisi geologi dan tektonik hingga aspek sosial kelembagaan. Keberadaan patahan aktif yang melintasi kawasan padat penduduk, lemahnya kapasitas mitigasi masyarakat, serta kurang optimalnya implementasi kebijakan teknis menjadi faktor dominan yang memperparah kerentanan. Oleh sebab itu, upaya untuk membangun ketangguhan terhadap bencana gempa bumi membutuhkan intervensi lintas sektor yang terintegrasi dan berbasis data risiko. Tiga sektor utama yang perlu mendapat perhatian khusus dalam konteks mitigasi gempa adalah sektor pendidikan, pembangunan, dan perencanaan wilayah (Rahayu et al., 2020).

Pendidikan merupakan fondasi awal dalam membangun kesadaran dan budaya tanggap bencana (Muslim et al., 2019). Sayangnya, saat ini edukasi kebencanaan di Indonesia masih belum terintegrasi secara menyeluruh dalam kurikulum nasional, terutama di tingkat sekolah dasar dan menengah. Sebagian besar aktivitas pendidikan bencana bersifat insidental, bergantung pada program

lembaga non-pemerintah atau inisiatif lokal. Padahal, pemahaman dasar mengenai gempa bumi, evakuasi darurat, dan tindakan penyelamatan diri sangat penting diajarkan sejak dini untuk membentuk generasi yang sadar risiko (Irsyam et al., 2018). Oleh sebab itu, penelitian ini merekomendasikan agar pendidikan kebencanaan diintegrasikan secara formal ke dalam kurikulum nasional, disertai dengan pelatihan rutin bagi guru dan simulasi berkala di sekolah-sekolah yang berada di zona rawan gempa.

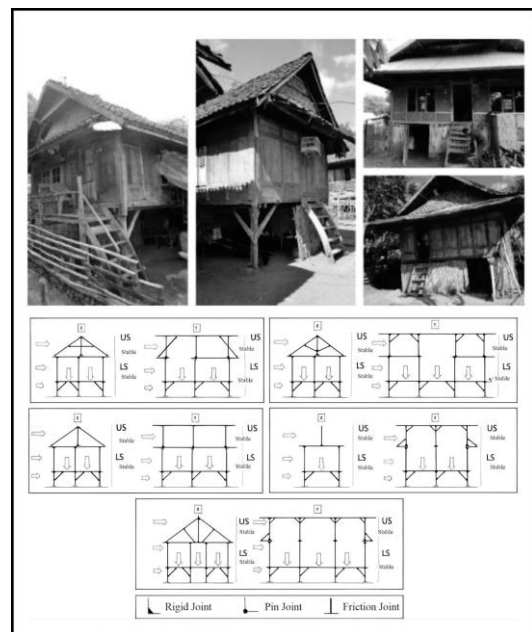
Rekomendasi ini sejalan dengan berbagai penelitian yang menunjukkan efektivitas sosialisasi dan edukasi dalam meningkatkan pemahaman serta kemampuan masyarakat dalam menghadapi bencana. Hasil penelitian Muhlisah (2021) menunjukkan bahwa sosialisasi kepada masyarakat sangat bermanfaat karena dapat meningkatkan pemahaman dan kemampuan mereka untuk tanggap ketika bencana terjadi. Meski demikian, edukasi mengenai mitigasi gempa bumi terhadap anak-anak masih dirasa kurang, seperti yang ditunjukkan oleh penelitian Maharani (2024) di Banjar Mandala, di mana anak-anak masih kesulitan menjawab pertanyaan mengenai tindakan yang harus diambil saat gempa bumi.

Peningkatan pemahaman gempa bumi dapat dilakukan dengan beberapa cara, seperti memberikan sosialisasi melalui simulasi tanggap bencana secara langsung maupun melalui media seperti video edukasi. Sosialisasi tanggap bencana yang dilakukan oleh Arisona (2020) di Ponorogo terbukti efektif meningkatkan pemahaman publik terhadap bencana gempa bumi. Pemberian video edukasi kepada masyarakat juga terbukti dapat meningkatkan pemahaman mengenai bencana gempa bumi dan cara menanggapi ketika bencana tersebut terjadi. Lebih lanjut, Antari dan Setyaningrum (2023) melakukan percobaan kepada siswa SD di Bantul dan menghasilkan peningkatan signifikan terhadap pemahaman siswa dalam menanggapi bencana gempa bumi. Berbagai studi ini memperkuat argumen bahwa edukasi terhadap masyarakat sangat perlu dilakukan dan terbukti meningkatkan pengetahuan masyarakat terhadap gempa bumi, sebagaimana ditunjukkan oleh studi Lukvianti (2023) yang menunjukkan adanya peningkatan pemahaman para lansia setelah mereka menerima materi sosialisasi.

Di sektor pembangunan, Indonesia sebenarnya memiliki kerangka regulasi teknis, seperti SNI 1726:2019 tentang ketahanan gempa bangunan (Badan Standardisasi Nasional, 2019). Namun, implementasi standar ini masih belum merata. Bangunan perumahan, fasilitas umum, dan infrastruktur di daerah rawan gempa banyak yang tidak dibangun sesuai standar tersebut, terutama karena keterbatasan pengawasan, rendahnya kapasitas teknis di tingkat daerah, dan kurangnya sosialisasi pada pelaku konstruksi nonformal. Selain itu, program bantuan rekonstruksi pascabencana sering kali tidak mengedepankan prinsip bangunan tahan gempa secara ketat.

Oleh karena itu, dibutuhkan penguatan sistem pengawasan dan insentif bagi penerapan SNI,

termasuk pelatihan kepada tukang bangunan, penyuluh lapangan, serta pemberian sertifikasi teknis untuk pekerjaan konstruksi di wilayah rawan gempa (Sengara & Aldiamar, 2021; Rais & Somantri, 2021). Di sektor pembangunan, penguatan kebijakan tidak seharusnya berfokus pada implementasi standar teknis modern saja, tetapi juga perlu menggali dan mengadopsi kembali kearifan lokal dalam arsitektur vernakular Indonesia. Struktur rumah adat berbentuk panggung, yang umum dijumpai di berbagai wilayah rawan gempa, secara empiris telah terbukti memiliki ketahanan gempa yang unggul.



Gambar 5. Rumah Adat Umu Panggu dan Bagian-bagiannya (Sumber: Hariyanto et al., 2023)

Salah satu contoh konstruksi tahan gempa adalah rumah panggung di Kabupaten Bima yang disebut Umu Panggu. Rumah ini memiliki struktur rangka dengan konstruksi yang terbuat dari kayu lokal. Sambungan kayu, pasak, dan gesek pada komponen struktur bawah dan atas disusun dalam tata letak struktur vertikal. Struktur Umu Panggu mampu memenuhi kriteria stabilitas dan kekakuan struktur, serta memberikan peluang terjadinya pergerakan yang elastis saat terjadi gempa bumi (Hariyanto et al., 2023).

Perencanaan wilayah dan tata ruang juga merupakan aspek kunci dalam mitigasi bencana, namun proses perencanaan masih sering mengabaikan data kebencanaan sebagai dasar pertimbangan utama. Contoh nyata dari lemahnya integrasi risiko gempa dalam perencanaan adalah kasus Jalan Tol Cisumdawu di Jawa Barat, yang mengalami pergeseran struktural tidak lama setelah diresmikan pada tahun 2023. Jalan tol tersebut melintasi zona patahan aktif, dan fakta bahwa dampak gempa dapat langsung dirasakan menunjukkan perlunya integrasi data geologi dan seismotektonik dalam tahap perencanaan proyek infrastruktur strategis. Ketidacermatan ini tidak hanya berisiko menimbulkan kerugian ekonomi tetapi juga memperbesar potensi korban jika terjadi bencana. Oleh sebab itu, seluruh proses perencanaan pembangunan, baik skala nasional maupun daerah, harus mewajibkan penggunaan data risiko sebagai prasyarat, bukan sekadar pelengkap.

Mengingat pentingnya mempertimbangkan aspek risiko kebencanaan gempa bumi pada sektor pendidikan, pembangunan, dan perencanaan wilayah, maka pemerintah perlu menerapkan pendekatan kebijakan yang lebih menyeluruh, berbasis bukti, dan berorientasi jangka panjang. Tanpa integrasi yang kuat antarsektor, upaya mitigasi bencana hanya akan bersifat simbolis dan reaktif. Penelitian ini menunjukkan bahwa analisis spasial risiko gempa, meskipun masih sederhana, dapat menjadi alat awal yang penting dalam mengidentifikasi zona rawan dan menyusun prioritas intervensi kebijakan. Ke depan, penguatan kapasitas analisis, pemanfaatan data spasial secara lebih mendalam, serta koordinasi lintas sektor perlu menjadi fokus utama dalam membangun masyarakat Indonesia yang tangguh dan antisipatif terhadap bencana.

Untuk memastikan bahwa rekomendasi kebijakan di sektor pendidikan, pembangunan, dan perencanaan tata ruang dapat diimplementasikan secara efektif dan berbasis pada data ilmiah yang akurat, keterlibatan para ahli menjadi prasyarat mutlak. Dalam konteks ini, pemerintah tidak perlu berjalan sendiri. Indonesia memiliki organisasi profesional yaitu Ikatan Ahli Geologi Indonesia (IAGI), yang di dalamnya terdapat kelompok kerja atau anak organisasi bernama Masyarakat Geologi Teknik Indonesia (MGTI) yang secara spesifik memiliki fokus dan keahlian dalam kajian geologi teknik untuk mitigasi bencana.

Oleh sebab itu, pemerintah – baik di tingkat pusat maupun daerah – perlu membangun mekanisme koordinasi yang formal dan berkelanjutan dengan IAGI dan MGTI. Kolaborasi ini dapat diwujudkan dalam penyusunan standar teknis bangunan yang lebih aplikatif, validasi data risiko untuk perencanaan tata ruang yang akurat, pengembangan materi edukasi kebencanaan yang tepat sasaran, serta pengawasan independen terhadap proyek-proyek infrastruktur strategis. Kemitraan ini akan menjembatani kesenjangan antara pengetahuan ilmiah dan praktik kebijakan, sehingga setiap regulasi dan program yang dihasilkan menjadi lebih kokoh, dapat dipertanggungjawabkan, dan benar-benar mampu meningkatkan ketangguhan bangsa terhadap bencana gempa bumi.

SIMPULAN

Meskipun kejadian bencana alam, khususnya gempa bumi, tidak dapat dicegah karena merupakan bagian dari *hazard* yang bersifat alamiah dan tidak dapat dikendalikan, dampak bencana alam dapat ditekan melalui pengurangan *exposure* dan peningkatan kapasitas. Penelitian ini menunjukkan bahwa risiko kebencanaan di Indonesia sangat

dipengaruhi oleh keberadaan patahan aktif yang melintasi wilayah padat penduduk serta lemahnya kapasitas mitigasi di tingkat masyarakat dan infrastruktur.

Penguatan kapasitas masyarakat melalui edukasi mitigasi bencana terbukti efektif dalam meningkatkan kesiapsiagaan, terutama jika diintegrasikan dalam kurikulum pendidikan formal dan pelatihan berbasis komunitas. Selain itu, penerapan dan pengawasan terhadap Standar Nasional Indonesia (SNI) bangunan tahan gempa perlu diperkuat agar pembangunan di wilayah rawan gempa benar-benar memperhitungkan aspek keselamatan.

Pemanfaatan kearifan lokal seperti rumah panggung, yang telah terbukti adaptif terhadap guncangan gempa, dapat dijadikan sebagai inspirasi desain bangunan tahan gempa yang kontekstual namun tetap relevan dengan teknologi masa kini. Dengan integrasi kebijakan lintas sektor berbasis data risiko serta kolaborasi aktif antara pemerintah dan komunitas keilmuan seperti IAGI dan MGTI, Indonesia dapat membangun sistem yang lebih tangguh dalam menghadapi risiko bencana di masa depan.

TENTANG PENULIS

Muhammad Gazali Rachman adalah peneliti doktoral bidang Geoscience di Universiti Brunei Darussalam. Ia adalah dosen Jurusan Teknik Geologi Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta. Ia

memperoleh gelar sarjana dan magister di bidang Teknik Geologi dari UPN “Veteran” Yogyakarta, masing-masing tahun 2014 dan 2018. Ia merupakan Ketua Pusat Studi Geoheritage dan Geopark UPN “Veteran” Yogyakarta serta aktif di bidang mitigasi bencana. Pada tahun 2023, Rachman mewakili Brunei Darussalam dan Indonesia sebagai *panel speaker* pada event Regional Workshop on Youth Innovation in Disaster Prevention and Climate Science di Malaysia.

Zshelda Tiara Zelvany adalah mahasiswa Teknik Geologi di UPN “Veteran” Yogyakarta. Ia pernah menjalani magang di industri nikel dan aktif berkontribusi dalam Seksi Mahasiswa – Ikatan Ahli Geologi Indonesia (SM-IAGI). Ia memiliki ketertarikan riset pada bidang geologi struktur, geologi dinamis, dan eksplorasi sumber daya mineral.

Falkis Edo Favali adalah mahasiswa Teknik Geologi UPN “Veteran” Yogyakarta dan merupakan anggota aktif Seksi Mahasiswa – Ikatan Ahli Geologi Indonesia (SM-IAGI). Ia Memiliki minat kajian pada bidang mineral dan geologi struktur, terutama analisis deformasi batuan, pemetaan geologi, dan eksplorasi sumber daya mineral.

Muhammad Reyfangga Aji Putra Nugraha adalah mahasiswa Teknik Geologi UPN “Veteran” Yogyakarta. Ia aktif menulis, termasuk artikel tentang potensi geotermal di Rembang, dan tergabung dalam organisasi SM-IAGI.

DAFTAR PUSTAKA

- Antari, R. D., & Setyaningrum, N. (2023). Pengaruh video edukasi bencana gempa bumi terhadap tingkat pengetahuan kesiapsiagaan bencana gempa bumi pada siswa SDN 1 Pundong Bantul, Yogyakarta. *Jurnal Kesehatan Masa Depan (JKMD)*, 2(2), 138–148. <https://jurnal.ruangide.org/JKMD>
- Arisona, R. D. (2020). Sosialisasi dan simulasi mitigasi bencana gempa bumi dalam meningkatkan kesiapsiagaan siswa SDN 2 Wates Ponorogo. *InEJ: Indonesian Engagement Journal*, 7, 107–116. <http://doi.org/10.21154/inej.v1i1.2049>

- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 1726:2019: Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung* (Keputusan Kepala BSN No. 693/KEP/BSN/12/2019). Badan Standardisasi Nasional.
- Hasterok, D., Jacqueline A. H., Alan S. C., Hand, M., Kreemer, C., Gard, M. G., & Glorie, S. (2022). New maps of global geological provinces and tectonic plates. *Earth-Science Reviews*, 231, <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2022.104069>.
- Farhan, A., Nasution, A. I., & Akhyar. (2024). Earthquake disaster map using GIS analysis: A case study of Bener Meriah-Aceh, Indonesia. *Arabian Journal of Geosciences*, 17(1), 1–15. <https://doi.org/10.1007/s12517-023-11850-y>
- Hariyanto, A. D., Triyadi, S., & Widyowijatnoko, A. (2023). The adaptability of stilt houses roof structure in earthquake prone region in the context of local seismic culture. *Arteks: Jurnal Teknik Arsitektur*, 8(1), 1–13. <https://doi.org/10.30822/arteks.v8i1.2130>
- Irsyam, M., Cummins, P., Asrurifak, M., Faizal, L., Natawidjaja, D., Widiyantoro, S., Meilano, I., Triyoso, W., Rudiyanto, A., Hidayati, S., Ridwan, M., Hanifa, N., & Syahbana, A. (2020). Development of the 2017 national seismic hazard maps of Indonesia. *Earthquake Spectra*, 36(1), 112–136. <https://doi.org/10.1177/8755293020951206>
- Irsyam, M., Hendriyawan, D., Asrurifak, M., Meilano, I., Natawidjaja, D., Widiyantoro, S., Nugraha, A., Sakti, L. M., Sabaruddin, A., Faisal, L., Simatupang, P. T., Hutapea, B., & Afriansyah, T. (2018). Recent efforts to mitigate the impacts of earthquake hazard in Indonesia from a geotechnical engineering perspective. In S. Lai (Ed.), *Developments in earthquake geotechnics* (pp. 131-150). https://doi.org/10.1007/978-3-319-62069-5_7
- Jena, R., Pradhan, B., Beydoun, G., Alamri, A., Ardiansyah, A., Nizamuddin, H., & Sofyan, H. (2020). *Integrated model for earthquake risk assessment using neural network and analytic hierarchy process: Aceh province, Indonesia*. Geoscience Frontiers. <https://doi.org/10.1016/J.GSF.2019.07.006>
- Kementerian Dalam Negeri Republik Indonesia. (2023). *Jumlah penduduk per kabupaten/kota*. E-Database. <https://e-database.kemendagri.go.id/kemendagri/dataset/257/tabel-data>
- Kusniyah, A., Sutrisno, S., & Hapsoro, C. A. (2025). Mapping earthquake-prone areas using a probabilistic seismic hazard analysis (PSHA) approach in South Malang Area. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1458(1), 012026. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1458/1/012026>
- Lukvianti, F., Mailani, F., & Ananda, Y. (2023). *Pengaruh pemberian edukasi kesiapsiagaan bencana gempa bumi pada lansia di Kelurahan Parupak Tabing Kota Padang*. *JINTAN: Jurnal Ilmu Keperawatan*, 3(2), 93–100. <https://doi.org/10.51771/jintan.v3i02.518>
- Maharani, N. (2024). *Analisa pengetahuan dan mitigasi bencana gempa bumi anak-anak di Banjar Mandala Sari Dauh Puri Kelod Bali*. *Pendipa: Journal of Science Education*, 8(1), 78–87. <https://doi.org/10.33369/pendipa.8.1.78-87>
- Makrup, L., Hariyanto, A., & Winarno, S. (2018). Seismic hazard map for Papua Island. *International Review of Civil Engineering*, 9(2), 57–62. <https://doi.org/10.15866/IRECE.V9I2.14090>
- Muhlisah, N., Arpin, R. M., & Mukarramah, S. K. (2021). Sosialisasi mitigasi bencana alam. *Abdimas Toddopuli: Jurnal Pengabdian pada Masyarakat*, 2(2), 107–111. <https://doi.org/10.30605/atjpm.v2i2.1232>
- Muslim, D., Zakaria, Z., Sophian, I., Haerani, E., & Yamaoka, S. (2019). Earthquake hazard perception of the education stakeholders in Sukabumi, West Java, Indonesia. *Journal of Physics: Conference Series*, 1363(1), 012022. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1363/1/012022>
- National Earthquake Study Center Team (PusGEN). (2017). *Indonesian earthquake sources and hazards map 2017*. Ministry of Public Works and Housing of Indonesia.
- NGDC/WDS. (2024). *National Centers for Environmental Information*. NOAA.
- Pratiwi, D. S., Teguh, M., & Pawirodikromo, W. (2019). An implementation of the HAZUS method for estimating potential damage of residential houses at Pacitan Sub-district, East Java, Indonesia due to earthquake. *MATEC Web of Conferences*, 280, 01008. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201928001008>

- Rahayu, T., Mulya, M., Ainun, A., & Sinambela, M. (2020). Seismic micro-zonation framework for earthquake risk in Medan, North Sumatera Indonesia using geotechnical engineering survey. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 851(1), 012043. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/851/1/012043>
- Rais, I. L. N., & Somantri, L. (2021). Analisis bencana gempa bumi dan mitigasi bencana di daerah Kertasari. *Jurnal Samudra Geografi*, 4(2), 14–19. <https://doi.org/10.33059/jsg.v4i2.3773>
- Sengara, I., & Aldiamar, F. (2021). Assessment on earthquake resistance spectral design load criteria for buildings and infrastructures in Indonesia. *E3S Web of Conferences*, 133, 07009. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202133107009>
- Supendi, P., Nugraha, A. D., Widiyantoro, S., Pesicek, J. D., Thurber, C. H., Abdullah, C. I., Daryono, D., Wiyono, S. H., Shiddiqi, H. A., & Rosalia, H., (2020). Relocated aftershocks and background seismicity in eastern Indonesia shed light on the 2018 Lombok and Palu earthquake sequences, *Geophysical International Journal*, 221(3), 1845–1855, <https://doi.org/10.1093/gji/ggaa118>
- Watkinson, I., & Hall, R. (2017). Fault systems of the eastern Indonesian triple junction: Evaluation of quaternary activity and implications for seismic hazards. *Geological Society: Special Publications*, 441, 120-171. <https://doi.org/10.1144/SP441.8>