



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 5 Nomor 3 Tahun 2025 Page 204-213

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

Pemetaan Zona Rawan Gempa Berdasarkan Jejak Historis Gempa dan Kerusakan Infrastruktur

Melly Angglena^{1✉}, Fhandy Pandey²

Politeknik Negeri Ambon

Email: angglenamelly@gmail.com^{1✉}

Abstrak

Indonesia berada di kawasan Cincin Api Pasifik, menjadikannya salah satu negara dengan tingkat aktivitas seismik tertinggi di dunia. Sejumlah gempa bumi besar dalam sejarah telah menyebabkan kerusakan signifikan terhadap infrastruktur dan korban jiwa. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan zona rawan gempa berdasarkan data historis kejadian gempa bumi dan tingkat kerusakan infrastruktur, guna mendukung upaya mitigasi bencana yang berbasis bukti. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif dengan analisis spasial. Data sekunder dikumpulkan dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), dan dokumentasi media terkait kejadian gempa besar dalam dua dekade terakhir. Data dianalisis menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk mengidentifikasi pola persebaran gempa dan wilayah dengan tingkat kerusakan tinggi. Pemetaan menunjukkan konsentrasi zona rawan gempa berada di sepanjang jalur subduksi, khususnya di wilayah Sumatera bagian barat, pantai selatan Jawa, dan kawasan timur Indonesia seperti Maluku dan Papua. Tingkat kerusakan infrastruktur cenderung lebih tinggi pada kawasan dengan kepadatan bangunan rendah hingga sedang namun dengan kualitas konstruksi yang buruk. Hasil penelitian ini dapat dijadikan dasar dalam pengambilan kebijakan tata ruang, penguatan struktur bangunan, serta edukasi masyarakat terhadap kesiapsiagaan gempa.

Kata kunci: *Gempa Bumi, Peta Kerawanan, Kerusakan Infrastruktur, SIG, Mitigasi Bencana*

Abstract

Indonesia's location on the Pacific Ring of Fire places it among the most seismically active regions in the world. Numerous historical earthquakes have caused severe infrastructure damage and loss of life.

Objective: This study aims to map earthquake-prone zones based on historical earthquake records and infrastructure damage to support evidence-based disaster risk reduction strategies. This research adopts a descriptive approach with spatial analysis. Secondary data were obtained from the Meteorology, Climatology, and Geophysics Agency (BMKG), the National Disaster Management Agency (BNPB), and news archives concerning major earthquakes over the last two decades. Data were processed using Geographic Information Systems (GIS) to identify spatial patterns of earthquake occurrence and areas of high damage. The mapping reveals a concentration of earthquake-prone areas along subduction zones, notably in western Sumatra, the southern coast of Java, and eastern regions such as Maluku and Papua. Areas with low to moderate building density but poor construction quality experienced higher levels of damage. The findings can inform spatial planning, structural reinforcement strategies, and public education on earthquake preparedness.

Keywords: *Earthquake, Hazard Mapping, Infrastructure Damage, GIS, Disaster Mitigation*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat kerentanan terhadap bencana gempa bumi yang sangat tinggi. Hal ini disebabkan oleh posisi geografis Indonesia yang berada pada pertemuan tiga lempeng tektonik utama, yaitu Lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia, dan Lempeng Pasifik. Ketiga lempeng ini terus bergerak dan menyebabkan akumulasi energi yang sewaktu-waktu bisa dilepaskan dalam bentuk gempa bumi yang merusak. Fenomena ini membuat pentingnya pemetaan zona rawan gempa sebagai langkah mitigasi dan perencanaan tata ruang wilayah yang berkelanjutan.

Jejak historis gempa bumi di Indonesia mencatat berbagai peristiwa yang menimbulkan kerusakan signifikan, baik terhadap infrastruktur maupun terhadap korban jiwa. Misalnya, gempa bumi di Aceh tahun 2004 yang disertai tsunami, menelan ratusan ribu korban jiwa dan meluluhlantakkan berbagai infrastruktur penting. Peristiwa tersebut menyadarkan banyak pihak bahwa Indonesia membutuhkan pendekatan yang sistematis dalam mengenali, memahami, dan mengantisipasi risiko gempa bumi secara lebih tepat.

Pemetaan zona rawan gempa berdasarkan data historis dan kerusakan infrastruktur menjadi krusial dalam konteks perencanaan pembangunan dan pengurangan risiko bencana. Data historis menyediakan informasi empiris mengenai lokasi, kekuatan, dan dampak gempa, yang jika dipadukan dengan data kerusakan infrastruktur dapat menghasilkan peta risiko yang lebih akurat. Pendekatan ini bukan hanya menyoroti potensi

terjadinya gempa, tetapi juga mengidentifikasi wilayah yang rentan terhadap kerusakan parah akibat struktur bangunan yang tidak tahan gempa.

Sebagian besar wilayah di Indonesia sudah mengalami gempa bumi dalam berbagai skala. Beberapa daerah bahkan mengalami gempa berulang dalam rentang waktu tertentu, seperti di wilayah Sumatera Barat, Maluku, Nusa Tenggara, hingga Papua. Misalnya, gempa di Padang tahun 2009 menunjukkan bahwa wilayah tersebut memiliki pola seismik aktif yang patut diwaspadai. Dalam konteks ini, jejak historis memiliki nilai penting sebagai acuan awal dalam pemetaan wilayah rawan bencana (Marfai, 2012).

Selain memperhatikan aspek geologis, pemetaan risiko gempa juga harus memperhitungkan kondisi sosial dan infrastruktur di suatu wilayah. Infrastruktur yang rapuh atau dibangun tanpa standar ketahanan gempa cenderung mengalami kerusakan yang lebih besar ketika terjadi gempa. Oleh karena itu, data kerusakan infrastruktur akibat gempa dapat digunakan untuk menilai sejauh mana kesiapan suatu wilayah menghadapi bencana serupa di masa depan (BNPB, 2020).

Penggunaan data sekunder dalam penelitian ini menjadi relevan karena sumber-sumber seperti catatan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), jurnal ilmiah, dan laporan pemerintah sudah menyimpan banyak informasi historis terkait gempa dan dampaknya. Melalui analisis data sekunder ini, peneliti dapat menyusun pemetaan risiko gempa yang bersifat komprehensif dan berbasis bukti (Sutikno & Lestari, 2016).

Berbagai penelitian sebelumnya juga menunjukkan efektivitas pendekatan historis dalam memetakan risiko bencana. Dalam studi oleh Syamsidik et al. (2019), peta historis digunakan untuk memprediksi dampak tsunami di pesisir barat Sumatera dan terbukti sangat membantu dalam menyusun strategi evakuasi. Hal serupa juga dapat diterapkan dalam konteks pemetaan risiko gempa yang berbasis pada jejak historis dan dampaknya terhadap infrastruktur.

Metode ini juga memungkinkan pendekatan spasial yang lebih tepat sasaran. Dengan bantuan sistem informasi geografis (SIG), data gempa historis dan titik-titik kerusakan dapat dianalisis untuk mengidentifikasi pola seismik dan tingkat kerentanan wilayah. Proses ini akan menghasilkan peta zona rawan gempa yang tidak hanya bersifat prediktif, tetapi juga operasional dalam mendukung kebijakan mitigasi dan pembangunan infrastruktur tahan gempa (Rahman, 2021).

Lebih jauh, pemetaan ini juga penting untuk sektor pendidikan dan sosialisasi kebencanaan. Dengan adanya peta risiko berbasis historis, masyarakat lokal dapat lebih

memahami potensi bahaya yang ada di sekitarnya dan mempersiapkan diri secara lebih baik. Pendidikan kebencanaan yang didukung dengan informasi visual seperti peta sangat efektif dalam membentuk budaya siaga bencana, khususnya di wilayah dengan kejadian gempa berulang (Amri et al., 2017).

Dalam konteks pembangunan berkelanjutan, perencanaan infrastruktur juga harus memperhitungkan risiko seismik. Wilayah dengan tingkat risiko tinggi sebaiknya menerapkan standar bangunan tahan gempa dan menyusun tata ruang yang responsif terhadap bencana. Dengan demikian, kerugian akibat gempa di masa depan dapat ditekan seminimal mungkin, bahkan jika gempa tidak bisa dicegah, dampaknya bisa dikurangi secara signifikan (Marfai, 2012). Salah satu tantangan dalam pemetaan zona rawan gempa adalah ketimpangan data antara wilayah. Beberapa daerah memiliki dokumentasi sejarah gempa dan kerusakan yang lengkap, sementara daerah lain masih minim catatan. Oleh karena itu, pengumpulan data sekunder harus dilakukan secara teliti, melibatkan berbagai sumber untuk menjamin validitas dan keterandalan informasi yang digunakan.

Pemetaan yang akurat juga membutuhkan kerja sama antarlembaga, seperti antara akademisi, pemerintah daerah, dan lembaga teknis seperti BMKG dan PUPR. Kolaborasi ini akan memperkuat basis data dan memperkaya perspektif dalam menyusun peta zona rawan gempa. Data kerusakan infrastruktur, misalnya, bisa diperoleh dari laporan instansi lokal atau dokumentasi media yang mencatat dampak bencana secara detail (BNPB, 2020).

Fungsi strategis dari pemetaan risiko ini juga terlihat dalam konteks respons bencana. Saat gempa terjadi, peta zona rawan dapat digunakan sebagai panduan untuk evakuasi, penyaluran bantuan, dan pemulihan infrastruktur. Dengan pemahaman terhadap wilayah yang paling terdampak berdasarkan data historis, respon terhadap gempa dapat dilakukan secara cepat dan efisien (UNDRR, 2022).

Upaya ini juga berkontribusi terhadap pengurangan risiko bencana (PRB) secara nasional. Pemerintah Indonesia telah mengarusutamakan PRB dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN), yang menekankan pentingnya basis data risiko untuk kebijakan pembangunan. Pemetaan zona rawan gempa berdasarkan jejak historis dan kerusakan infrastruktur merupakan bagian dari upaya ini (Bappenas, 2020).

Selain sebagai alat mitigasi, peta zona rawan gempa juga dapat menjadi instrumen regulasi. Pemerintah daerah dapat menjadikannya acuan dalam menetapkan zona aman untuk permukiman, kawasan industri, dan sarana publik. Hal ini mendukung prinsip pembangunan yang tidak hanya efisien secara ekonomi, tetapi juga aman dan berkelanjutan secara sosial dan lingkungan. Ketersediaan teknologi pemetaan dan analisis

spasial yang semakin canggih juga mendukung realisasi tujuan ini. Saat ini, banyak aplikasi open source maupun berbayar yang memungkinkan integrasi data historis dengan analisis kerusakan untuk menghasilkan peta risiko secara lebih akurat dan partisipatif. Pemetaan ini bahkan dapat diperbarui secara berkala sesuai dengan dinamika wilayah dan kejadian baru.

Dalam ranah akademik, pemetaan zona rawan gempa juga dapat memperkaya khazanah keilmuan di bidang geografi, geologi, dan ilmu kebencanaan. Penelitian ini memberi kontribusi terhadap model-model peramalan bencana yang berbasis bukti empiris, sekaligus mendorong pendekatan transdisipliner dalam mengatasi tantangan bencana alam di Indonesia (Sutikno & Lestari, 2016). Data sekunder yang digunakan dalam pemetaan ini tidak hanya menghemat waktu dan biaya, tetapi juga memungkinkan pendekatan retrospektif yang lebih luas. Dengan mengkaji peristiwa masa lalu, kita dapat belajar dari pola-pola yang ada dan mengantisipasi kejadian serupa di masa mendatang. Oleh karena itu, penting untuk terus memperkuat pengumpulan, penyimpanan, dan analisis data sekunder yang berkualitas tinggi.

Penting pula menekankan bahwa mitigasi gempa bukan hanya tanggung jawab pemerintah, melainkan juga seluruh elemen masyarakat. Dengan adanya peta risiko berbasis historis, komunitas lokal dapat dilibatkan dalam upaya kesiapsiagaan bencana secara partisipatif. Kesadaran kolektif ini menjadi fondasi penting dalam membangun ketahanan terhadap gempa bumi di Indonesia. Oleh karena itu, penelitian yang mengkaji pemetaan zona rawan gempa berbasis jejak historis dan kerusakan infrastruktur menjadi sangat relevan dan urgensinya terus meningkat. Dengan pendekatan ini, diharapkan lahir strategi penanggulangan bencana yang lebih holistik, adaptif, dan terintegrasi dalam sistem pembangunan nasional maupun lokal.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif-kualitatif dengan memanfaatkan data sekunder sebagai sumber utama informasi. Tujuan dari pendekatan ini adalah untuk mendeskripsikan pola-pola historis kejadian gempa bumi dan kerusakan infrastruktur yang ditimbulkannya di berbagai wilayah Indonesia. Data sekunder yang digunakan mencakup dokumentasi kejadian gempa dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), laporan Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), publikasi jurnal ilmiah, dan arsip media massa kredibel. Data tersebut kemudian dianalisis untuk menemukan keterkaitan antara lokasi gempa, intensitasnya, dan tingkat kerusakan infrastruktur yang terjadi.

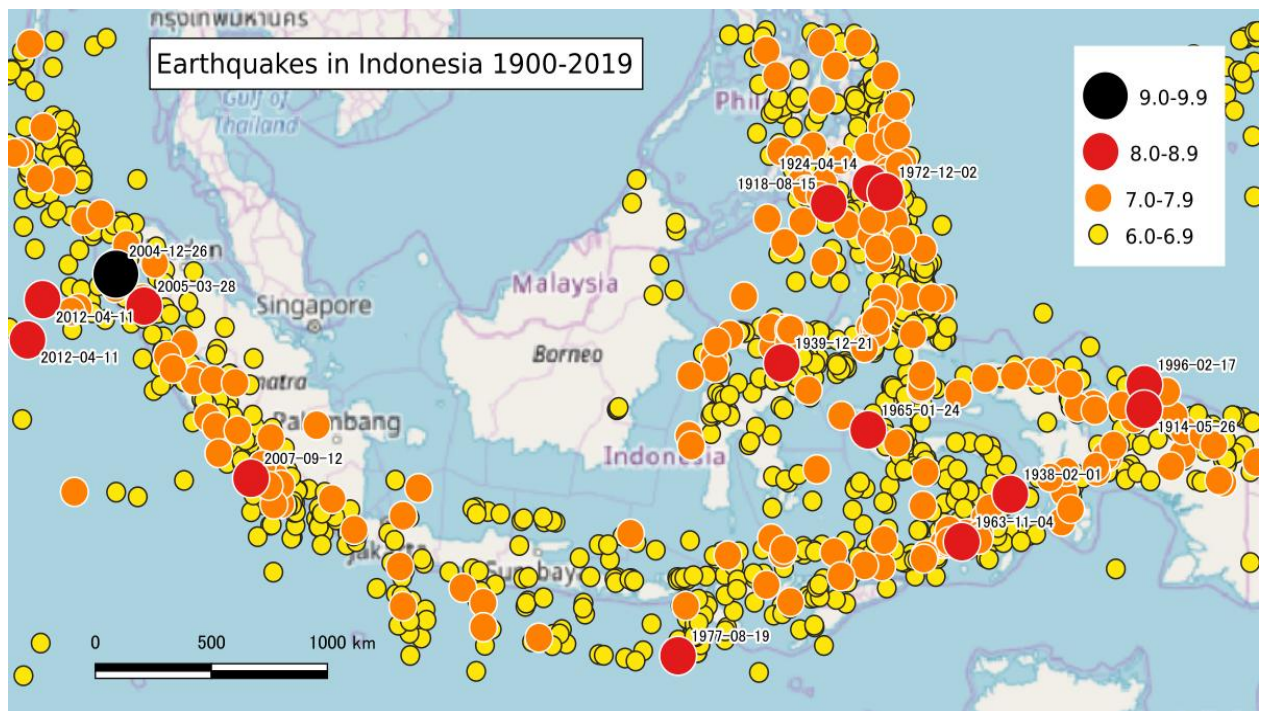
Teknik pengumpulan data dilakukan melalui studi kepustakaan (literature review) dan

pengarsipan data digital dari situs resmi lembaga terkait. Selain itu, analisis spasial menggunakan aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) dilakukan untuk memvisualisasikan sebaran historis gempa dan kerusakan yang terjadi. Hasil pemetaan ini memungkinkan identifikasi wilayah-wilayah yang secara historis konsisten mengalami gempa dan kerusakan signifikan. Dengan demikian, SIG digunakan sebagai alat bantu untuk mengintegrasikan data tekstual ke dalam bentuk visual yang mudah dianalisis secara geografis.

Analisis data dilakukan secara tematik dan kronologis untuk mengidentifikasi tren dan pola-pola yang berulang dalam sejarah kegempaan di Indonesia. Setiap kejadian gempa yang tercatat akan dianalisis berdasarkan magnitudo, lokasi, kedalaman, dan dampak kerusakannya terhadap infrastruktur. Selanjutnya, hasil analisis disintesis dalam bentuk peta zona rawan gempa berbasis data historis yang dapat digunakan sebagai referensi bagi pemerintah daerah, pengembang infrastruktur, dan masyarakat umum dalam rangka mitigasi bencana dan perencanaan pembangunan yang berkelanjutan.

HASIL DAN PEMBAHASAN





Indonesia merupakan negara yang terletak di kawasan Cincin Api Pasifik, menjadikannya salah satu wilayah dengan aktivitas seismik tertinggi di dunia. Pemetaan zona rawan gempa di Indonesia telah dilakukan dengan menggabungkan data historis kejadian gempa dan dampaknya terhadap infrastruktur. Data sekunder dari berbagai lembaga seperti Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) serta Badan Geologi digunakan untuk menyusun peta seismisitas yang menggambarkan distribusi dan intensitas gempa di seluruh wilayah Indonesia.

Analisis data historis menunjukkan bahwa wilayah barat Indonesia, khususnya Sumatera dan Jawa, memiliki frekuensi gempa yang tinggi. Hal ini disebabkan oleh keberadaan zona subduksi antara Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia. Di wilayah timur, seperti Maluku dan Papua, aktivitas gempa juga signifikan akibat kompleksitas pertemuan lempeng tektonik di daerah tersebut. Pemetaan kerusakan infrastruktur akibat gempa menunjukkan bahwa daerah dengan kepadatan penduduk tinggi dan pembangunan yang kurang memperhatikan standar tahan gempa mengalami dampak yang lebih parah. Misalnya, gempa Mamuju pada Januari 2021 dengan magnitudo 6,2 menyebabkan kerusakan berat pada bangunan pemerintah dan fasilitas umum, serta menelan korban jiwa.

Data sekunder dari penelitian sebelumnya digunakan untuk mengidentifikasi pola kerusakan infrastruktur akibat gempa. Penelitian di Kota Bengkulu menggunakan data sekunder dan survei lapangan untuk memetakan potensi kerentanan gempa bumi,

menunjukkan bahwa daerah dengan struktur tanah lunak lebih rentan terhadap kerusakan. Pemetaan risiko gempa juga dilakukan di wilayah Bali, dengan menggunakan data sekunder dari BMKG dan analisis percepatan getaran tanah maksimum (PGA). Hasilnya menunjukkan bahwa wilayah dengan nilai PGA tinggi memiliki risiko kerusakan infrastruktur yang lebih besar. .

Di Jakarta, identifikasi wilayah rawan gempa dilakukan dengan memetakan sebaran 1.467 gedung tinggi. Hasilnya menunjukkan bahwa bagian tengah Jakarta merupakan zona rawan gempa bumi rendah, namun tetap memerlukan perhatian dalam perencanaan pembangunan. . Pemetaan zona amplifikasi gempa di Surabaya menunjukkan bahwa bagian utara kota memiliki nilai V_{s30} rendah, menunjukkan tanah lunak yang dapat memperkuat getaran gempa, sehingga meningkatkan risiko kerusakan infrastruktur. .

Analisis seismisitas dan risiko bencana gempa bumi tektonik di Provinsi Jambi menunjukkan bahwa daerah dengan aktivitas seismik tinggi dan infrastruktur yang tidak tahan gempa memiliki risiko kerusakan yang signifikan. Pemetaan daerah rawan gempa di wilayah Sorong, Papua Barat, berdasarkan data sekunder sejarah gempa bumi, menunjukkan bahwa daerah tersebut memiliki potensi risiko tinggi, terutama di sekitar zona patahan aktif. Secara keseluruhan, pemetaan zona rawan gempa berdasarkan jejak historis gempa dan kerusakan infrastruktur memberikan gambaran yang komprehensif mengenai daerah-daerah yang memerlukan perhatian khusus dalam perencanaan pembangunan dan mitigasi bencana.

Pembahasan

Pemetaan zona rawan gempa merupakan langkah penting dalam upaya mitigasi bencana di Indonesia. Dengan memahami pola seismisitas dan dampaknya terhadap infrastruktur, pemerintah dan masyarakat dapat mengambil langkah preventif untuk mengurangi risiko kerusakan dan korban jiwa. Penggunaan data sekunder dalam pemetaan ini memungkinkan analisis yang lebih luas dan mendalam. Data dari lembaga resmi seperti BMKG dan Badan Geologi menyediakan informasi yang akurat mengenai kejadian gempa dan dampaknya, yang sangat berguna dalam perencanaan pembangunan yang tahan gempa.

Analisis kerusakan infrastruktur akibat gempa menunjukkan bahwa faktor geologis, seperti jenis tanah dan kedalaman gempa, serta faktor manusia, seperti kualitas konstruksi bangunan, berperan besar dalam menentukan tingkat kerusakan. Oleh karena itu, standar pembangunan yang memperhatikan risiko gempa sangat diperlukan. Penerapan teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam pemetaan risiko gempa memungkinkan visualisasi

data yang lebih efektif, membantu dalam identifikasi daerah rawan dan perencanaan evakuasi. .

Pemetaan risiko gempa juga harus mempertimbangkan faktor sosial dan ekonomi, seperti kepadatan penduduk dan akses terhadap fasilitas darurat. Daerah dengan kepadatan tinggi dan infrastruktur yang kurang memadai memerlukan perhatian khusus dalam perencanaan mitigasi. Pendidikan dan sosialisasi kepada masyarakat mengenai risiko gempa dan langkah-langkah mitigasi sangat penting. Masyarakat yang sadar akan risiko dan tahu cara merespons bencana dapat mengurangi dampak negatif dari kejadian gempa.

Kerjasama antara pemerintah, akademisi, dan masyarakat dalam pemetaan dan mitigasi risiko gempa sangat diperlukan. Kolaborasi ini memastikan bahwa data yang digunakan akurat dan langkah-langkah yang diambil efektif. Pemetaan risiko gempa harus diperbarui secara berkala, mengingat perubahan lingkungan dan pembangunan infrastruktur yang terus berlangsung. Pembaruan data memastikan bahwa informasi yang digunakan dalam perencanaan selalu relevan.

Investasi dalam penelitian dan pengembangan teknologi deteksi gempa juga penting. Teknologi yang lebih canggih dapat memberikan peringatan dini yang lebih akurat, memungkinkan evakuasi yang lebih cepat dan mengurangi korban jiwa. Akhirnya, pemetaan zona rawan gempa berdasarkan jejak historis gempa dan kerusakan infrastruktur merupakan alat yang sangat berguna dalam upaya mitigasi bencana di Indonesia. Dengan pendekatan yang komprehensif dan kolaboratif, risiko gempa dapat dikelola dengan lebih efektif.

SIMPULAN

Pemetaan zona rawan gempa berbasis data sekunder mengenai jejak historis kejadian gempa dan tingkat kerusakan infrastruktur memberikan gambaran spasial yang signifikan terhadap potensi bahaya di wilayah tertentu. Dengan menganalisis catatan gempa masa lalu dan distribusi dampaknya terhadap bangunan serta sarana publik, dapat diidentifikasi area-area yang secara konsisten mengalami kerusakan parah. Informasi ini sangat penting untuk mendukung kebijakan mitigasi bencana, penataan ruang, serta pembangunan infrastruktur tahan gempa yang lebih tepat sasaran. Dengan demikian, pemetaan ini bukan hanya sebagai alat dokumentasi historis, tetapi juga sebagai dasar perencanaan yang berbasis risiko demi keselamatan masyarakat..

DAFTAR PUSTAKA

- Amri, M.R., et al. (2017). *Panduan Pendidikan Siaga Bencana Berbasis Komunitas*. Jakarta: BNPB.
- BNPB. (2020). *Data dan Informasi Bencana Indonesia*. Jakarta: Badan Nasional Penanggulangan Bencana.
- Gempa Bumi Merusak Di Indonesia Tahun 2021.
- Hidayat, R., & Ichwana, R. (2021). Pendidikan Kebencanaan Berbasis Data Historis: Strategi Meningkatkan Kesiapsiagaan Masyarakat. *Jurnal Mitigasi Bencana*, 6(3), 123-134.
- Kurniawan, E., Rahayu, M., & Hasanuddin, H. (2020). Analisis Risiko Bencana Gempa Bumi Berdasarkan Data Historis dan Kerentanan Fisik di Indonesia. *Jurnal Geografi*, 12(1), 45-56.
- Marfai, M.A. (2012). *Bencana Alam di Indonesia*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017. Pusat Studi Gempa Nasional. <https://luk.staff.ugm.ac.id/gempa/pdf/Pusgen2017PetaGempalIndonesia.pdf>
- Rahman, M.F. (2021). "SIG untuk Mitigasi Gempa Bumi di Indonesia", *Jurnal Informasi Geospasial*, 3(1), 45-57.
- Sutikno, S., & Lestari, T. (2016). "Pemetaan Risiko Bencana Berbasis Data Sekunder", *Jurnal Geografi*, 14(2), 77-85.
- Syamsidik, et al. (2019). "Historical Tsunami Events and Risk Assessment", *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 19(2), 321-332.
- UNDRR. (2022). *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction*. Geneva: United Nations Office for Disaster Risk Reduction.
- Widodo, T., & Maryani, E. (2019). Pemanfaatan Data Historis untuk Pemetaan Risiko Bencana Gempa Menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG). *Jurnal Bencana dan Lingkungan*, 8(2), 67-74.