

Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) Dalam Pemetaan Risiko Bencana Untuk Perencanaan Kota Tangguh

Boby Indra Purnawan

Universitas Muhammadiyah Jambi, Indonesia

Email: bobyindrapurnawan@gmail.com

Kata Kunci	Abstrak
Sistem Informasi Geografis; Pemetaan Risiko Bencana; Kota Tangguh; Perencanaan Kota; Mitigasi	Perencanaan kota modern membutuhkan pendekatan berbasis data spasial untuk mengantisipasi risiko bencana yang semakin meningkat akibat perubahan iklim, urbanisasi pesat, dan degradasi lingkungan. Sistem Informasi Geografis (SIG) muncul sebagai teknologi kunci yang mampu mentransformasi data geospasial menjadi informasi strategis untuk pengelolaan risiko. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peran dan pemanfaatan SIG dalam pemetaan risiko bencana sebagai instrumen penting untuk mewujudkan kota tangguh. Metode penelitian yang digunakan adalah kualitatif deskriptif melalui studi literatur sistematis dan analisis kasus, dengan mengumpulkan dan mensintesis data dari jurnal ilmiah, laporan resmi, dan publikasi terkait. Hasil analisis mengungkapkan bahwa SIG berfungsi multifungsi, tidak hanya sebagai alat visualisasi pemetaan zona rawan bencana, tetapi juga sebagai sistem pendukung keputusan yang canggih. SIG memungkinkan integrasi data multidisiplin termasuk data fisik, sosial, ekonomi, dan infrastruktur untuk memodelkan kerentanan dan kapasitas secara komprehensif, sehingga mampu menghasilkan skenario mitigasi dan rencana kontinjensi yang berbasis bukti. Implikasi dari temuan penelitian ini menegaskan bahwa penerapan SIG yang efektif dalam perencanaan kota tangguh memerlukan prasyarat penting, yaitu kolaborasi lintas sektor yang kuat, ketersediaan data yang terstandarisasi dan mutakhir, serta peningkatan kapasitas sumber daya manusia dalam pengelolaan teknologi geospasial. Oleh karena itu, penelitian ini menyimpulkan bahwa SIG bukan sekadar alat teknis, melainkan fondasi strategis untuk pembangunan berkelanjutan dan adaptif dalam menghadapi kompleksitas ancaman bencana di kawasan perkotaan.
Keywords	Abstract
Geographic Information System; Disaster Risk Mapping; Resilient City; Urban Planning; Mitigation	<i>Modern urban planning requires a spatial data-driven approach to anticipate the increasing risk of disasters due to climate change, rapid urbanization, and environmental degradation. Geographic Information Systems (GIS) are emerging as a key technology capable of transforming geospatial data into strategic information for risk management. This study aims to analyze the role and use of GIS in disaster risk mapping as an important instrument to realize resilient cities. The research method used is qualitative descriptive through systematic literature studies and case analysis, by collecting and synthesizing data from scientific journals, official reports, and related publications. The results of the analysis revealed that GIS functions multifunctionally, not only as a visualization tool for mapping disaster-prone zones, but also as a sophisticated decision support system. GIS enables the integration of multidisciplinary data including physical, social, economic, and infrastructure data to comprehensively model vulnerabilities and capacities, resulting in evidence-based mitigation scenarios and contingency plans. The implications of this study's findings confirm that the effective implementation of GIS in resilient city planning requires important prerequisites, namely strong cross-sector collaboration, the availability of standardized and up-to-date data, and capacity building of human resources in the management of geospatial technologies. Therefore, this study concludes that GIS is not just a technical</i>

tool, but a strategic foundation for sustainable and adaptive development in dealing with the complexity of disaster threats in urban areas.



PENDAHULUAN

Kota-kota di Indonesia menghadapi tantangan serius dalam upaya membangun ketangguhan terhadap bencana (Parassa et al., 2024; Rahmawati et al., 2024). Pertumbuhan penduduk yang pesat, alih fungsi lahan, dan perubahan iklim global telah meningkatkan frekuensi serta intensitas bencana seperti banjir, longsor, gempa bumi, dan tsunami (Putra et al., 2025; Ragawilafa & Mahendra, 2025; Reza et al., 2025). Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) mencatat bahwa sepanjang dekade terakhir, tren bencana hidrometeorologi meningkat signifikan di wilayah perkotaan. Kondisi ini memperlihatkan kerentanan yang kompleks, baik dari sisi infrastruktur, sosial-ekonomi, maupun tata ruang kota.

Dalam konteks ini, perencanaan kota tangguh tidak dapat dilepaskan dari pemanfaatan teknologi informasi geospasial, salah satunya Sistem Informasi Geografis (SIG) (Erkamim et al., 2023; Julian & Umar, 2025; Selan et al., 2025). SIG mampu mengintegrasikan data spasial dengan atribut sosial-ekonomi untuk menghasilkan analisis kerentanan yang lebih komprehensif (Ardiansyah & Bahar, 2023; Rahayuono, 2025; Selan et al., 2025; Suryaningsih & Wahyuni, 2025). Dengan memanfaatkan SIG, pemerintah daerah dapat memetakan kawasan rawan bencana, menentukan prioritas intervensi, serta merancang strategi mitigasi berbasis lokasi.

Penelitian sebelumnya telah banyak mengkaji peran Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam konteks manajemen bencana. Misalnya, Liu & Xu (2015) mengembangkan model pemetaan risiko bencana alam berbasis SIG dengan fokus pada integrasi data fisik lingkungan. Di Indonesia, Kurniawan & Hidayat (2019) meneliti penggunaan SIG untuk pemetaan risiko banjir di Kota Semarang dengan pendekatan spasial-analitis, namun masih terbatas pada aspek hidrologi dan topografi. Sementara itu, Nahar & Dewi (2020) mengeksplorasi penerapan SIG dalam perencanaan kota tangguh, tetapi lebih banyak menyoroti aspek kebijakan dan tata ruang tanpa pendalaman terhadap kapasitas komunitas dan partisipasi publik.

Penelitian oleh Prasetyo & Rahman (2018) berfokus pada mitigasi longsor dengan menggunakan analisis overlay SIG, namun belum mengintegrasikan data kerentanan sosial-ekonomi secara komprehensif. Di sisi internasional, Cutter et al. (2003) mengembangkan indeks kerentanan sosial terhadap bencana, yang kemudian diadopsi dalam banyak studi SIG, tetapi penerapannya di konteks perkotaan Indonesia masih jarang diuji secara terintegrasi dengan data kapasitas dan bahaya. Goodchild (2007) memperkenalkan konsep *Volunteered Geographic Information* (VGI) sebagai sumber data partisipatif, yang mulai diterapkan di beberapa negara, namun pemanfaatannya dalam perencanaan kota tangguh di Indonesia masih sangat terbatas.

Dari tinjauan tersebut, dapat disimpulkan bahwa penelitian terdahulu cenderung terfragmentasi baik dalam hal cakupan aspek (hazard, vulnerability, atau capacity saja), pendekatan teknis, maupun integrasi dengan proses perencanaan kota yang holistik. Selain itu, masih terdapat kesenjangan antara pemanfaatan teknologi SIG dengan keterlibatan aktor lokal dan kebijakan implementatif di tingkat daerah.

Sejumlah penelitian terdahulu menegaskan peran SIG dalam pengelolaan risiko bencana. Misalnya, penggunaan SIG untuk pemetaan banjir perkotaan telah membantu identifikasi daerah rawan, sedangkan analisis spasial berbasis SIG untuk risiko gempa mampu mengarahkan pembangunan infrastruktur yang lebih aman. Namun demikian, pemanfaatan SIG di Indonesia masih menghadapi tantangan seperti keterbatasan data, rendahnya integrasi antar lembaga, dan kurangnya sumber daya manusia yang terampil.

Penelitian ini menawarkan beberapa kebaruan (*novelty*) dibandingkan dengan studi sebelumnya: 1) Pendekatan Holistik dan Terintegrasi: Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang sering kali hanya berfokus pada satu aspek risiko (misalnya hazard mapping), penelitian ini mengintegrasikan tiga komponen utama bahaya, kerentanan, dan kapasitas dalam satu kerangka analisis SIG yang utuh, sekaligus mengaitkannya dengan konsep *resilient city* yang multidimensi. 2) Kontekstualisasi di Indonesia dengan Studi Kasus Terbaru: Penelitian ini memperkaya studi kasus terkini dari berbagai wilayah urban di Indonesia yang menghadapi kompleksitas bencana berbeda (banjir, longsor, gempa), sehingga memberikan gambaran lebih komprehensif tentang tantangan dan peluang penerapan SIG di tingkat lokal. 3) Penekanan pada Aspek Kapasitas dan Partisipasi Publik: Selain aspek teknis-pemetaan, penelitian ini secara khusus mengkaji bagaimana SIG dapat memetakan dan meningkatkan kapasitas kelembagaan dan komunitas, termasuk pelibatan *Volunteered Geographic Information* (VGI) sebagai inovasi partisipatif dalam pengumpulan data spasial. 4) Rekomendasi Kebijakan yang Implementatif: Novelty juga terletak pada penyusunan rekomendasi kebijakan yang tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga menekankan aspek tata kelola, kolaborasi lintas sektor, dan penguatan SDM, sehingga dapat diadopsi oleh pemangku kepentingan di tingkat daerah dan nasional. 5) Integrasi Teori dan Praktik: Penelitian ini menghubungkan kerangka teori *disaster risk reduction* dan *urban resilience* dengan penerapan praktis SIG, serta menyajikan contoh aplikasi nyata dalam perencanaan kontinjensi dan mitigasi berbasis bukti.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peran SIG dalam pemetaan risiko bencana dengan menekankan pada kontribusinya bagi perencanaan kota tangguh. Kerangka teori yang digunakan meliputi konsep kota tangguh (*resilient city*) dan mitigasi berbasis spasial, dengan fokus pada bagaimana SIG dapat berperan sebagai sistem pendukung keputusan untuk kebijakan perkotaan. Manfaat penelitian ini diharapkan dapat memperkaya khazanah akademik mengenai penerapan teknologi geospasial dalam studi kebencanaan dan ketangguhan kota. Secara praktis, temuan dan rekomendasi dari penelitian ini dapat menjadi bahan pertimbangan bagi para perencana kota, pemangku kebijakan di pemerintah daerah, dan praktisi penanggulangan bencana (seperti BNPB/BPBD) dalam merancang dan mengimplementasikan kebijakan tata ruang serta program mitigasi berbasis bukti yang lebih efektif dan terintegrasi. Hasil penelitian ini membawa sejumlah implikasi signifikan secara teoritis, kebijakan, dan praktis. Secara teoritis, penelitian ini memperkuat kerangka konsep kota tangguh dengan mengintegrasikan pendekatan spasial-empiris melalui SIG, menegaskan bahwa ketangguhan

bersifat multidimensional dan dapat dimodelkan secara geografis. Dari sisi kebijakan, temuan ini menggarisbawahi urgensi penyusunan regulasi yang mendukung standarisasi dan berbagi data geospasial lintas lembaga, serta integrasi wajib SIG dalam proses perencanaan tata ruang seperti RTRW dan RDTR. Secara praktis, penelitian ini memberikan panduan operasional bagi pemerintah daerah dalam menyusun peta risiko berbasis SIG, memprioritaskan intervensi, dan memanfaatkan teknologi partisipatif seperti *Volunteered Geographic Information* (VGI) untuk meningkatkan akurasi data dan melibatkan masyarakat. Selain itu, penelitian ini membuka ruang untuk studi lanjutan terkait integrasi SIG dengan data real-time berbasis IoT serta evaluasi efektivitas penerapannya dalam pengurangan risiko bencana jangka panjang. Dengan demikian, implikasi penelitian ini tidak hanya memperkaya khazanah akademik, tetapi juga menawarkan langkah konkret untuk mengoptimalkan peran SIG dalam membangun kota yang lebih tangguh dan adaptif di Indonesia.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif melalui studi literatur dan analisis kasus. Sumber data berasal dari jurnal ilmiah, laporan resmi BNPB, publikasi internasional terkait SIG, serta dokumen perencanaan kota. Analisis dilakukan dengan metode deskriptif-analitis, yaitu mengkaji peran SIG dalam pemetaan risiko bencana serta menghubungkannya dengan kerangka pembangunan kota tangguh.

Dalam penelitian ini, pemanfaatan SIG dianalisis berdasarkan tiga aspek utama, yaitu: (1) pemetaan bahaya (*hazard mapping*) yang mengidentifikasi potensi bencana berdasarkan kondisi geologi, hidrologi, dan iklim; (2) pemetaan kerentanan (*vulnerability mapping*) yang meliputi aspek demografi, infrastruktur, dan kondisi sosial-ekonomi; serta (3) pemetaan kapasitas (*capacity mapping*) yang menilai kesiapan kelembagaan dan komunitas dalam menghadapi bencana. Ketiga aspek tersebut kemudian diintegrasikan untuk menghasilkan peta risiko komprehensif sebagai dasar pengambilan keputusan.

Instrumen penelitian utama adalah peneliti sendiri (*human instrument*) yang dibekali dengan pedoman analisis dokumen (*document analysis guide*). Instrumen ini berisi kerangka analisis yang telah disusun untuk mengekstrak dan mensistesis informasi dari setiap dokumen sampel, dengan fokus pada aspek-aspek kunci: konsep kota tangguh, fungsi SIG dalam pemetaan risiko (*hazard*, *vulnerability*, *capacity*), tantangan implementasi, dan rekomendasi kebijakan. Uji validitas data dijaga melalui triangulasi sumber, yaitu membandingkan dan mengecek konsistensi temuan dari berbagai jenis dokumen (jurnal, laporan, buku). Selain itu, digunakan triangulasi teori dengan mengonfirmasi interpretasi data menggunakan kerangka teori yang telah mapan. Untuk uji reliabilitas atau keandalan penelitian, dilakukan audit trail dengan mendokumentasikan secara rinci proses pencarian, seleksi, dan analisis dokumen, sehingga penelitian dapat ditelusuri dan direplikasi. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui studi literatur sistematis, yaitu mengumpulkan, menyeleksi, dan menganalisis dokumen-dokumen sekunder yang telah memenuhi kriteria inklusi. Prosedur penelitian dimulai dengan perumusan pertanyaan penelitian, dilanjutkan dengan pencarian literatur di database akademik (Google Scholar, ScienceDirect), seleksi berdasarkan judul dan abstrak, analisis mendalam terhadap dokumen terpilih, dan ekstraksi data ke dalam matriks analisis.

Analisis data dilakukan secara tematik (*thematic analysis*) dengan tahapan mengikuti model Braun dan Clarke. Perangkat lunak yang digunakan untuk mengorganisir literatur dan data adalah Mendeley untuk manajemen referensi dan Microsoft Excel untuk membuat matriks koding dan identifikasi tema. Teknik analisis data dimulai dengan pembacaan mendalam dan familiarisasi dengan seluruh dokumen sampel. Selanjutnya, dilakukan pemberian kode (*coding*) terhadap potongan-potongan data yang relevan. Kode-kode tersebut kemudian dikelompokkan untuk membentuk tema-tema potensial, yang selanjutnya ditinjau ulang, disempurnakan, dan didefinisikan menjadi tema-tema utama yang komprehensif. Hasil analisis tema ini kemudian diintegrasikan dengan studi kasus yang dipilih untuk memperkaya konteks dan argumentasi, sebelum akhirnya disajikan dalam bentuk narasi deskriptif-analitis yang menjawab tujuan penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam pemetaan risiko bencana memberikan kontribusi signifikan bagi perencanaan kota tangguh. Berdasarkan kajian literatur dan studi kasus, terlihat bahwa SIG memungkinkan analisis spasial yang lebih detail terhadap faktor bahaya, kerentanan, dan kapasitas masyarakat. Dengan demikian, SIG tidak hanya berfungsi sebagai alat visualisasi, tetapi juga sebagai sistem analisis dan pendukung pengambilan keputusan yang berbasis bukti. Hal ini menjadikan SIG sebagai salah satu instrumen penting dalam membangun tata ruang perkotaan yang adaptif terhadap ancaman bencana.

Pertama, pada aspek pemetaan bahaya (*hazard mapping*), SIG memungkinkan integrasi berbagai data fisik seperti topografi, geologi, curah hujan, dan riwayat kejadian bencana. Misalnya, pemodelan banjir dapat dilakukan dengan menggabungkan data ketinggian permukaan tanah, pola aliran sungai, curah hujan musiman, dan penggunaan lahan. Dari hasil integrasi tersebut, pemerintah kota dapat mengidentifikasi zona yang berisiko tinggi terdampak banjir dan menentukan prioritas intervensi. Hal serupa juga berlaku untuk pemetaan risiko gempa, tsunami, maupun tanah longsor, di mana SIG berperan dalam mengidentifikasi wilayah rawan secara spasial.

Kedua, dalam aspek kerentanan (*vulnerability mapping*), SIG memberikan gambaran lebih komprehensif tentang kelompok masyarakat yang paling rentan terhadap bencana. Misalnya, populasi anak-anak, lansia, dan penyandang disabilitas dapat dipetakan berdasarkan distribusi demografi. Kerentanan ekonomi, seperti permukiman padat di kawasan bantaran sungai atau permukiman informal di lereng bukit, juga dapat dianalisis. Dengan demikian, SIG memungkinkan perencanaan intervensi yang lebih terarah, seperti pembangunan hunian vertikal aman bencana atau penyediaan jalur evakuasi khusus bagi kelompok rentan.

Ketiga, aspek kapasitas (*capacity mapping*) juga mendapat perhatian penting dalam pemanfaatan SIG. Kapasitas masyarakat dan pemerintah dalam menghadapi bencana dapat dipetakan melalui ketersediaan infrastruktur, jalur evakuasi, posko siaga, rumah sakit, dan sumber daya logistik. Dengan analisis spasial, dapat diketahui wilayah mana yang memiliki kapasitas memadai dan wilayah mana yang masih mengalami kesenjangan. Hal ini memungkinkan perencanaan pembangunan fasilitas penanggulangan bencana yang lebih merata serta peningkatan ketahanan komunitas lokal.

Selain tiga aspek utama tersebut, hasil penelitian juga menunjukkan bahwa SIG dapat berfungsi sebagai alat prediksi dan simulasi. Misalnya, melalui pemodelan skenario banjir berdasarkan data curah hujan ekstrem, dapat diprediksi berapa luas wilayah terdampak dan jumlah penduduk yang harus dievakuasi. Simulasi ini penting untuk penyusunan rencana kontinjensi yang realistis. Dengan demikian, SIG tidak hanya bersifat deskriptif, tetapi juga proyektif dalam mendukung kesiapsiagaan bencana.

Dari perspektif perencanaan kota tangguh, SIG mendukung integrasi data lintas sektor. Data spasial mengenai bencana dapat dikombinasikan dengan rencana tata ruang, data ekonomi, serta rencana pembangunan infrastruktur. Hal ini membantu pemerintah daerah dalam menyusun kebijakan berbasis bukti. Misalnya, pembangunan jalan baru dapat diprioritaskan di area aman dari risiko longsor, atau pembangunan permukiman baru diarahkan ke zona bebas banjir. Dengan cara ini, SIG memastikan bahwa pembangunan kota tidak meningkatkan kerentanan, melainkan memperkuat ketangguhan.

Namun demikian, pemanfaatan SIG di Indonesia masih menghadapi sejumlah tantangan implementasi. Salah satu kendala utama adalah keterbatasan data spasial yang akurat, mutakhir, dan terstandarisasi. Banyak daerah masih mengandalkan data manual yang belum terintegrasi, sehingga analisis spasial menjadi kurang presisi. Selain itu, koordinasi antar lembaga sering kali lemah, di mana data BNPB, pemerintah daerah, dan instansi teknis belum sepenuhnya sinkron. Keterbatasan ini perlu diatasi melalui kebijakan nasional yang menekankan integrasi data geospasial secara lintas sektor.

Selain keterbatasan data, tantangan lain adalah keterampilan sumber daya manusia (SDM). Pemanfaatan SIG membutuhkan keahlian teknis dalam pemetaan, analisis spasial, serta pengoperasian perangkat lunak GIS. Sayangnya, banyak daerah masih kekurangan tenaga ahli yang mampu mengelola data geospasial secara efektif. Oleh karena itu, peningkatan kapasitas SDM melalui pelatihan, kerja sama dengan perguruan tinggi, dan dukungan lembaga internasional menjadi langkah strategis untuk memperkuat pemanfaatan SIG di tingkat lokal.

Di sisi lain, terdapat pula peluang besar dalam digitalisasi dan partisipasi masyarakat. Saat ini, perkembangan teknologi memungkinkan pemanfaatan data *volunteered geographic information* (VGI), di mana masyarakat dapat berkontribusi dalam pengumpulan data spasial melalui aplikasi berbasis lokasi. Hal ini dapat memperkaya basis data SIG sekaligus memperkuat keterlibatan masyarakat dalam perencanaan kota tangguh. Contoh penerapannya adalah laporan warga tentang titik banjir atau jalur evakuasi melalui aplikasi peta partisipatif yang terintegrasi dengan sistem pemerintah daerah.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menegaskan bahwa pemanfaatan SIG dalam pemetaan risiko bencana merupakan fondasi penting bagi pembangunan kota tangguh. SIG tidak hanya menyediakan informasi spasial yang lebih akurat, tetapi juga memperkuat integrasi lintas sektor dan meningkatkan kualitas pengambilan keputusan. Dengan dukungan kebijakan yang tepat, data yang terstandarisasi, serta peningkatan kapasitas SDM, SIG dapat menjadi instrumen strategis untuk mewujudkan kota yang lebih aman, adaptif, dan berkelanjutan dalam menghadapi ancaman bencana di masa depan.

KESIMPULAN

Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) terbukti menjadi instrumen penting dalam pemetaan risiko bencana untuk mendukung pembangunan kota tangguh. SIG tidak hanya mampu memetakan bahaya secara fisik, tetapi juga mengintegrasikan data kerentanan sosial-ekonomi dan kapasitas kelembagaan. Dengan demikian, SIG berfungsi sebagai fondasi untuk perencanaan tata ruang yang adaptif terhadap risiko bencana.

Namun, pemanfaatan SIG masih menghadapi sejumlah tantangan, terutama terkait ketersediaan data, koordinasi antar lembaga, dan keterbatasan kapasitas sumber daya manusia. Untuk mengoptimalkan perannya, perlu adanya integrasi SIG dalam kebijakan perencanaan kota, peningkatan kapasitas teknis aparatur, serta penguatan kolaborasi lintas sektor. Dengan langkah-langkah tersebut, SIG dapat menjadi instrumen utama dalam mewujudkan kota yang lebih tangguh, adaptif, dan berkelanjutan dalam menghadapi ancaman bencana.

REFERENSI

- Ardiansyah, A. N., & Bahar, S. (2023). *Sistem Informasi Geografis Untuk Pemetaan Dampak Gempa Bumi di Sepanjang Jalur Patahan Cugenang*.
- Ardiansyah, A. N., & Bahar, S. (2023). Sistem informasi geografis untuk pemetaan dampak gempa bumi di sepanjang jalur Patahan Cugenang.
- Cutter, S. L., Boruff, B. J., & Shirley, W. L. (2003). Social vulnerability to environmental hazards. *Social Science Quarterly*, 84(2), 242–261.
- Erkamim, M., Mukhlis, I. R., Putra, P., Adiwarman, M., Rassarandi, F. D., Rumata, N. A., Arrofiqoh, E. N., KN, A. R., Chusnayah, F., & Paddiyatu, N. (2023). *Sistem informasi geografis (SIG): Teori komprehensif SIG*. PT Green Pustaka Indonesia.
- Goodchild, M. F. (2007). Citizens as sensors: The world of volunteered geography. *GeoJournal*, 69(4), 211–221.
- Julian, Y. A., & Umar, G. (2025). Peran sistem tata kelola lingkungan berbasis data spasial dalam perencanaan pembangunan di kawasan urban. *Journal of Current Research in Management, Policy, and Social Studies*, 2(1), 1–8.
- Kurniawan, R., & Hidayat, R. (2019). Pemanfaatan SIG untuk pemetaan risiko banjir di Kota Semarang. *Jurnal Geospasial Indonesia*, 8(2), 112–125.
- Liu, Y., & Xu, C. (2015). Mapping and modeling the risk of natural disasters using GIS. *Natural Hazards*, 79(3), 1927–1947.
- Nahar, J., & Dewi, R. (2020). Sistem informasi geografis untuk perencanaan kota tangguh. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 15(3), 203–214.
- Parassa, H. S., Sirnan, S., & Annas, A. (2024). Peran pemerintah dalam pengembangan regulasi dan budaya sadar bencana di masyarakat perkotaan: Studi kasus di Kota Makassar. *Journal of Governance and Local Politics (JGLP)*, 6(2), 141–150.
- Prasetyo, H., & Rahman, A. (2018). Analisis SIG dalam mitigasi bencana tanah longsor. *Geomatika*, 24(1), 67–78.
- Putra, R. S. P., Tumoro, I. R., Chin, J. S. T., Nurida, A., Sembiring, T. B., Suryandari, R. Y., Andarmoyo, S., & Thoriq, S. S. (2025). *Mengelola risiko: Lingkungan kesehatan publik di tengah bencana dan urbanisasi*. PT Nawala Gama Education.
- Ragawilafa, A., & Mahendra, M. (2025). Fungsi pemerintah Kecamatan Bojongsoang dalam mengurangi risiko dan mitigasi bencana banjir pada kawasan pemukiman di Kabupaten Bandung tahun 2024. *JISIPOL: Jurnal Ilmu Sosial dan Ilmu Politik*, 9(3).
- Rahayuono, R. (2025). *Analisis zona rawan bencana banjir pada daerah Kecamatan Sayung Kabupaten Demak berbasis sistem informasi geografis (SIG)*. Universitas Ivet.

- Rahmawati, A., Mussalamah, F. K., Hapsari, A., Chandra, M., Kartiko, N. D., Nurmanita, K., Situmorang, S., Nugraha, S. H., Karimah, H. L., & Ubaidillah, M. A. (2024). *Visi membangun Indonesia tahan bencana dan perubahan iklim 2100: Kompilasi esai terpilih*. RDI. <https://rdi.or.id/wp-content/uploads/2024/04/E-Book-Laporan-Essai-DCR-1.pdf>
- Reza, M., Surya, B., Akil, A., Nasution, M. A., Muhibuddin, A., Saleh, H., Manaf, M., & Barkey, R. A. (2025). Analisis alih fungsi lahan pertanian pada kawasan rawan bencana di Kota Batu. *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu dan Pendidikan Geografi*, 9(2), 235–244.
- Selan, A., Ariswati, D. Y., & Saekoko, J. (2025). Analisis literatur: Efektivitas sistem informasi geografis untuk pemetaan daerah rawan bencana. *Jurnal Cakrawala Informasi*, 5(1), 1–12.
- Suryaningsih, E., & Wahyuni, P. (2025). Pemanfaatan artificial neural network dalam pemetaan kerentanan sosial-ekonomi terhadap bahaya longsor di Kapanewon Kokap, Kabupaten Kulonprogo, DIY. *Jurnal Green Growth dan Manajemen Lingkungan*, 15(1), 26–47.