

Analisis Spasial Kerusakan Infrastruktur Jembatan Pasca Galodo menggunakan GIS Sebagai Dasar Pemodelan BIM (Studi Kasus: Kecamatan Pauh, Kota Padang)

Zelmi Sriyolja^{1*}, Rozza Linda², Merry Thressia³

¹ Program Studi Arsitektur, Universitas Ekasakti, Padang, Indonesia

² Program Studi Teknik Industri, Universitas Ekasakti, Padang, Indonesia

³ Program Studi Teknik Sipil, Universitas Ekasakti, Padang, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 11 Mei 2026

Revisi Akhir: 28 Juni 2026

Diterbitkan Online: 20 Juli 2026

KATA KUNCI

Bencana
BIM
Galodo
GIS
Infrastruktur

KORESPONDENSI (*)

Phone: +62 812-6780-7582

E-mail: zelmisriyolja@gmail.com

A B S T R A K

Kota Padang merupakan salah satu wilayah yang rentan terhadap bencana alam salah satunya galodo yang terjadi pada November 2025 yang mengakibatkan kerusakan infrastruktur seperti jalan dan jembatan di Kecamatan Pauh. Penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan kondisi jembatan setelah bencana kemudian melakukan pengelolaan data infrastruktur dalam satu sistem data terpadu dalam Geographic Information System (GIS). Dengan data terpadu ini menjadi dasar untuk membuat reka model infrastruktur dengan konsep Building Information Modelling (I-BIM). Metode yang digunakan adalah pendekatan deskriptif kualitatif melalui survei langsung di lapangan pada jalan dan empat jembatan terdampak bencana galodo pada November 2025, yaitu Jembatan Irigasi 1, Jembatan Koto Panjang Limau Manis, Jembatan Koto Tuo, dan Jembatan Lambung Bukik dan jalan menuju jembatan Lambung Bukik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh jembatan mengalami kerusakan dengan tingkat yang berbeda-beda, mulai dari pengikisan tanah di sekitar struktur, retakan pada bagian utama, hingga kerusakan berat yang menyebabkan jembatan tidak lagi dapat digunakan. Data hasil survei kemudian diolah dan diintegrasikan ke dalam sistem GIS yang dilengkapi dengan informasi spasial dan atribut serta foto dokumentasi, sehingga mampu memberikan gambaran kondisi infrastruktur secara lebih menyeluruh dan mudah dipahami. Data dalam bentuk Digital ini yang akan menjadi dasar dalam membuat reka model *Building Information Modelling*.

PENDAHULUAN

Kota Padang memiliki tingkat kerentanan tinggi terhadap bencana alam (BNPB, 2024). Letaknya yang berada di pesisir barat Sumatera dan berdekatan dengan zona subduksi aktif membuat kota ini tidak hanya rawan gempa bumi dan tsunami, tetapi juga menghadapi ancaman banjir, longsor, serta fenomena hidrometeorologi lainnya (BMKG, 2023). Dalam beberapa tahun terakhir, intensitas curah hujan yang cenderung meningkat turut memperbesar potensi terjadinya bencana, salah satunya adalah galodo yang terjadi pada tahun 2025 yang melumpuhkan infrastruktur dasar, khususnya jembatan di Kecamatan Pauh, Kota Padang, yang pada akhirnya berdampak pada terhambatnya mobilitas masyarakat. Laporan *World Bank* (2021) menegaskan bahwa infrastruktur yang dirancang dan dikelola dengan baik secara signifikan dapat mengurangi dampak ekonomi maupun sosial akibat bencana. Perkembangan teknologi digital membuka peluang baru dalam pengelolaan infrastruktur, salah satunya adalah penggunaan *Building Information Modeling* (BIM), yang memungkinkan berbagai informasi teknis dan geometrik disatukan dalam satu model digital. Tidak hanya berhenti pada visualisasi tiga dimensi, BIM juga dapat digunakan untuk mendukung pengelolaan aset dalam jangka panjang. Eastman dkk. (2020) menjelaskan bahwa BIM mampu meningkatkan efisiensi tidak hanya pada tahap perencanaan, tetapi juga pada fase operasional. Bahkan, dalam perkembangannya, BIM telah mulai terhubung dengan konsep digital twin, yang

memungkinkan kondisi infrastruktur seperti jembatan yang dapat dipantau secara lebih dinamis dan mendekati kondisi aktual di lapangan (Sriyolja dkk., 2021; Lu dkk., 2023).

TINJAUAN PUSTAKA

Kota Padang merupakan salah satu kota yang mengalami perkembangan kawasan perkotaan yang cukup pesat, yang pada akhirnya meningkatkan kompleksitas persoalan ketika bencana terjadi (Badan Pusat Statistik, 2023). Risiko yang dihadapi tidak hanya terbatas pada gempa bumi dan tsunami, tetapi juga mencakup banjir serta longsor yang dipengaruhi oleh kondisi geografis dan iklim (Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2022). Razi dkk. (2025) menyatakan bahwa sebagian wilayah Kota Padang memiliki tingkat risiko yang tinggi akibat karakteristik tanah yang rentan serta tingkat kejenuhan air tanah yang signifikan. Temuan ini menunjukkan bahwa kerusakan jalan tidak dapat dijelaskan semata-mata dari kondisi fisik perkerasan, tetapi harus dikaitkan dengan faktor lingkungan yang lebih luas seperti kondisi topografi, hidrologi, dan geologi (Zhang dkk., 2022).

Peristiwa galodo tahun 2025 di Kota Padang mengakibatkan kerusakan tidak hanya pada permukiman, tetapi juga pada infrastruktur penting seperti jaringan jalan, jembatan, dan sistem drainase. Dampak tersebut secara langsung mengganggu mobilitas masyarakat, memperlambat distribusi bantuan, serta menghambat akses menuju kawasan terdampak (Yolanda & Fahmi, 2025). Kondisi ini sejalan dengan laporan World Bank (2021) yang menegaskan bahwa infrastruktur yang tangguh memiliki pengaruh signifikan terhadap kemampuan suatu wilayah dalam menekan dampak sosial dan ekonomi akibat bencana. Ketika jaringan jalan utama terputus, dampaknya meluas tidak hanya pada lalu lintas, tetapi juga pada proses evakuasi, distribusi logistik, akses layanan kesehatan, hingga pemulihan pascabencana (*United Nations Office for Disaster Risk Reduction*, 2022). Oleh karena itu, kajian mengenai kondisi jalan di daerah rawan bencana menjadi semakin penting, terutama jika dikaitkan dengan kebutuhan pengelolaan data yang lebih modern dan responsif.

Infrastruktur tidak hanya sebagai elemen yang berdiri sendiri, melainkan sebagai sistem yang saling terhubung (Ouyang, 2021). Jalan, jembatan, drainase, dan jaringan utilitas memiliki keterkaitan yang erat, sehingga gangguan pada satu komponen dapat memicu dampak berantai pada komponen lainnya. Oleh karena itu, kebutuhan terhadap data spasial menjadi semakin krusial. Integrasi antara survei lapangan dan sistem informasi geografis seperti *Geographic Information System* telah banyak digunakan untuk memetakan distribusi kerusakan (Li dkk., 2022). Kesenjangan tersebut membuka peluang penerapan *Building Information Modeling* dalam pengelolaan infrastruktur. Dalam perkembangan terbaru, BIM tidak lagi terbatas pada bangunan gedung, tetapi telah meluas ke bidang infrastruktur sipil seperti jalan, jembatan, dan sistem utilitas (Volk dkk., 2021). BIM pada dasarnya bukan hanya representasi model tiga dimensi, melainkan sebuah sistem yang mampu mengintegrasikan berbagai informasi ke dalam satu model digital yang saling terhubung (BIM Handbook, 2022). Dalam model tersebut, setiap elemen memiliki atribut data yang mencakup geometri, spesifikasi teknis, material, biaya, jadwal, hingga informasi operasional. Salzano dkk. (2023) menunjukkan bahwa konsep Open Infrastructure BIM (I-BIM) semakin banyak diterapkan dalam proyek jembatan, karena mampu mengintegrasikan data lintas disiplin secara lebih efisien. Dalam konteks infrastruktur perkotaan, kemampuan ini menjadi sangat penting, karena data teknis, data spasial, dan kondisi lapangan saling berkaitan erat.

Penggunaan BIM yang sebelumnya dominan pada tahap desain dan konstruksi kini telah berkembang ke arah pengelolaan aset dan mitigasi risiko Infrastructure Asset Management (Marzouk & Othman, 2022). Ini menjadikan BIM semakin relevan untuk wilayah rawan bencana seperti Kota Padang. BIM memiliki potensi besar dalam mendukung ketahanan terhadap bencana, karena mampu digunakan untuk simulasi skenario gangguan, identifikasi titik kritis, serta perencanaan respons darurat (Khanmohammadi dkk., 2021). Di Indonesia, Wibowo (2024) juga menunjukkan bahwa BIM dapat dimanfaatkan pada tahap kesiapsiagaan, misalnya dalam pemetaan jalur evakuasi, lokasi *shelter* sementara, dan infrastruktur pendukung lainnya.

Dalam konteks perencanaan jembatan, manfaat BIM menjadi semakin nyata. Data kerusakan hasil survei yang diintegrasikan ke dalam model BIM tidak lagi hanya berupa angka, tetapi dapat divisualisasikan secara langsung pada jembatan yang akan dikaitkan dengan faktor lingkungan, seperti kedekatan terhadap sungai, elevasi lahan, serta potensi longsor (Chen dkk., 2022). Dengan demikian, pengambil keputusan tidak hanya mengetahui tingkat kerusakan, tetapi juga memahami konteks risiko secara menyeluruh. Pendekatan ini jauh lebih efektif dibandingkan dengan sistem inventarisasi konvensional yang umumnya terfragmentasi dalam berbagai tabel dan dokumen terpisah.

Data hasil survei ditabulasi menurut lokasi dan kondisi. Pengolahan data menggunakan perangkat lunak ArcGIS 10.8. Selanjutnya dilakukan analisis data untuk dapat memberikan gambaran mengenai kondisi jalan dan jembatan di Kecamatan Pauh, Kota Padang. Data hasil penelitian dijadikan sebagai dasar reka model *Building Information Modelling* (BIM) untuk infrastruktur jembatan di Kota Padang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan dengan survei langsung ke lapangan untuk melihat kondisi jalan dan jembatan setelah bencana galodo tahun 2025 di Kecamatan Pauh, Kota Padang.



Gambar 2. Survey kondisi infrastruktur jalan dan jembatan ke Kecamatan Pauh, Kota Padang

Terdapat empat buah jembatan di Kecamatan Pauh yang terdampak oleh bencana galodo pada November 2025. Nama jembatan tersebut adalah Jembatan Irigasi 1, Jembatan Koto Panjang Limau Manis, Jembatan Koto Tuo, dan Jembatan Lambung Bukik serta jalan di dekat Jembatan Lambung Bukik.



Gambar 3. Kondisi Jembatan Irigasi 1 setelah galodo bulan November 2025

Kondisi jembatan Irigasi 1 setelah banjir dan galodo terjadi, bagian tepi jembatan mengalami pengikisan yang cukup dalam, sehingga terlihat seperti “tergerus” dan kehilangan penopang tanah di sekitarnya. Banyak material seperti batu, kayu, dan sisa-sisa puing yang menumpuk. Dinding saluran yang sebelumnya terlihat rapi kini tampak rusak di beberapa bagian, menunjukkan bahwa aliran air saat banjir dan galodo cukup kuat, sehingga merusak struktur yang ada.



Gambar 4. Jembatan Koto Panjang Limau Manis

Dari Gambar 3. diatas diketahui bahwa pada bagian bawah jembatan Koto Panjang Limau Manis (gelagar dan balok) terdapat retak terutama antara pondasi dan balok. Terdapat banyak material saat galodo terjadi seperti kayu yang tersangkut di jembatan. Material ini memberikan tekanan pada struktur jembatan yang membuat jembatan semakin tidak kokoh.



Gambar 5. Jembatan Koto Tuo

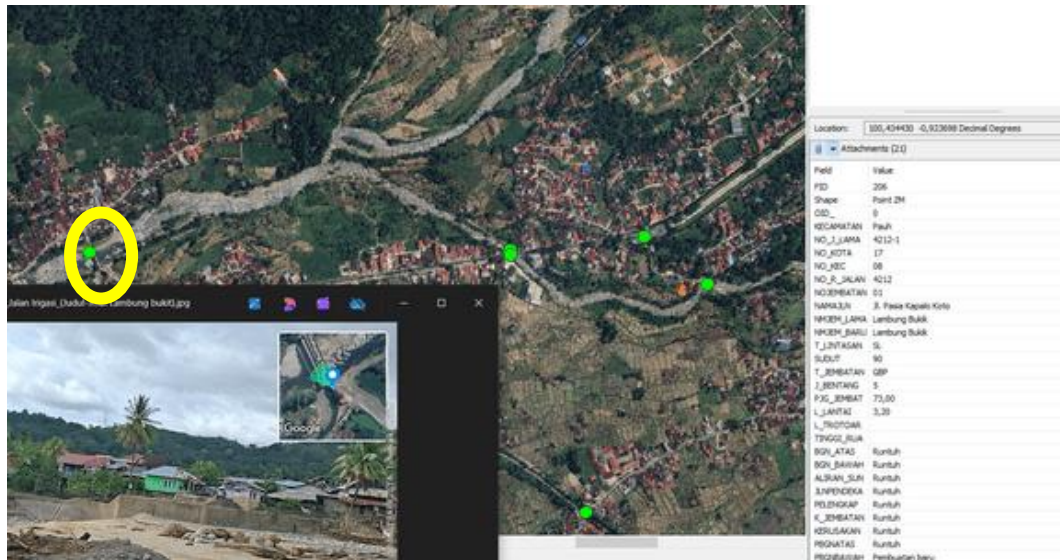
Kondisi Jembatan Koto Tuo setelah galodo bulan November 2025, terdapat banyak kerusakan. Dari Gambar 4. di atas dapat dilihat bahwa di sisi kiri jalan menuju jembatan terlihat dinding beton penahan tanah sudah miring dan area sekitarnya menunjukkan bekas gerusan yang cukup kuat. Terdapat jalan yang amblas dan elemen pembatas yang bergeser dan tidak lagi berada pada posisi semula. Di sekitar jembatan terlihat banyak material batu dan kerikil yang mengendap.



Gambar 6. Jembatan Lambung Bukik

Dari Gambar 5. di atas dapat dilihat bahwa akibat galodo pada bulan November 2025 membuat jembatan di Kelurahan Lambung Bukik terputus. Pondasi jembatan juga tidak layak digunakan lagi dan harus dilakukan uji kekuatan struktur untuk dapat digunakan kembali dengan nilai kerusakan jembatan lebih dari 60 %.

Setelah dilakukan survey ke lapangan di Kecamatan Pauh diperoleh data mengenai Jembatan Irigasi 1, Jembatan Koto Panjang Limau Manis, Jembatan Koto Tuo, dan Jembatan Lambung Bukik serta jalan di dekat jembatan lambung bukik. Setelah data diperoleh dilakukan penginputan data di dalam *software* GIS.



Gambar 7. Analisis Jembatan Lambung Bukik

Dalam *software* GIS dilakukan pengimputan data yang telah diperoleh dari survey lapangan, seperti terlihat pada gambar 6. di atas, tanda kuning menunjukkan lokasi jembatan Lambung Bukik yang telah dikombinasi antara data spasial dengan data atribut yang saling terintegrasi. Secara spasial, data jembatan direpresentasikan dalam bentuk titik-titik lokasi (*point*) yang tersebar di sepanjang aliran sungai di Kecamatan Pauh, Kota Padang, dengan masing-masing titik memiliki koordinat geografis dalam format derajat desimal. Sementara itu, data atribut yang menyertainya memuat informasi yang cukup lengkap, meliputi identitas jembatan serta informasi administratif seperti kecamatan (Pauh) dan Kelurahan atau kawasan Lambung Bukik. Selain itu, juga terdapat informasi detail jembatan, seperti nama jalan (misalnya Jl. Pasia Kapalo Koto), panjang jembatan, dan lebarnya. Data ini juga mencakup kondisi fisik struktur yang terdampak bencana, di mana beberapa komponen seperti bangunan atas, bangunan bawah, dan pelengkap. Dalam *Software* GIS juga dilengkapi dengan data pendukung berupa citra satelit sebagai *basemap* dan dokumentasi foto lapangan yang terhubung langsung dengan titik lokasi, sehingga memberikan gambaran nyata kondisi di lapangan. Dengan demikian, data ini memudahkan analisis kebencanaan, karena mampu menggambarkan lokasi, karakteristik, serta tingkat kerusakan infrastruktur secara komprehensif dalam satu sistem terpadu. Data ini juga menjadi dasar untuk membuat reka model infrastruktur dengan konsep *Building Information Modelling*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Bencana galodo yang terjadi di Kecamatan Pauh, Kota Padang, pada tahun 2025 memberikan dampak yang sangat besar terhadap kondisi infrastruktur, terutama jalan dan jembatan. Hasil survei lapangan menunjukkan bahwa seluruh jembatan yang ditinjau mengalami kerusakan dengan tingkat yang berbeda-beda. Kerusakan tersebut meliputi pengikisan tanah di sekitar fondasi jembatan, retakan pada struktur utama, kerusakan dinding penahan tanah, hingga putusnya akses jembatan yang menyebabkan terganggunya mobilitas masyarakat. Material bawaan arus galodo seperti kayu, batu, dan lumpur juga memperparah kondisi struktur karena menambah tekanan pada bagian jembatan yang sudah mengalami kerusakan. Dalam aplikasi Geographic Information System (GIS) mampu membantu proses pengelolaan data infrastruktur secara lebih terintegrasi. Data hasil survei lapangan, dokumentasi foto, serta informasi spasial dapat disatukan dalam satu sistem sehingga kondisi kerusakan infrastruktur dapat dipahami dengan lebih mudah dan menyeluruh. Melalui GIS, lokasi kerusakan dapat dipetakan secara akurat sehingga mempermudah proses analisis dan pengambilan keputusan dalam penanganan pascabencana. Selain itu, penelitian ini juga menunjukkan bahwa data yang telah terintegrasi melalui GIS

dapat menjadi dasar penting dalam pengembangan Building Information Modelling (BIM) untuk infrastruktur. Konsep BIM tidak hanya bermanfaat sebagai model visual tiga dimensi, tetapi juga dapat digunakan sebagai sistem informasi digital yang mendukung pengelolaan, pemeliharaan, dan mitigasi risiko infrastruktur di masa mendatang. Dengan adanya integrasi GIS dan BIM, pengelolaan infrastruktur pascabencana diharapkan menjadi lebih efektif, modern, dan mampu meningkatkan ketahanan infrastruktur terhadap ancaman bencana serupa di masa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abbondati, F. (2023). Implementation of BIM in infrastructure maintenance and resilience planning. *Journal of Infrastructure Systems*, 29(2), 04023012.
- [2] Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2022). *Indeks Risiko Bencana Indonesia*. Jakarta: Badan Nasional Penanggulangan Bencana.
- [3] Badan Pusat Statistik. (2023). *Kota Padang dalam angka 2023*. Padang: Badan Pusat Statistik.
- [4] BNPB. (2024). *Laporan bencana banjir bandang Sumatera Barat*.
- [5] Boje, C., Guerriero, A., Kubicki, S., & Rezgui, Y. (2021). Towards a semantic Construction Digital Twin: Directions for future research. *Automation in Construction*, 114, 103179.
- [6] Chen, L., Zhang, X., & Wang, Y. (2022). Spatial analysis for infrastructure risk assessment in urban areas. *Sustainable Cities and Society*, 80, 103761.
- [7] Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2022). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, designers, engineers, contractors, and facility managers* (3rd ed.). Hoboken, NJ: Wiley.
- [8] Khanmohammadi, M., dkk. (2021). Application of BIM in disaster risk management: A review. *Journal of Building Engineering*, 44, 102600.
- [9] Li, X., Zhou, W., & Chen, G. (2022). GIS-based damage assessment for infrastructure systems. *Remote Sensing*, 14(5), 1123.
- [10] Marzouk, M., & Othman, A. (2022). Planning utility infrastructure projects using BIM and GIS integration. *Automation in Construction*, 134, 104062.
- [11] Ouyang, M. (2021). A review on modeling and simulation of interdependent critical infrastructure systems. *Reliability Engineering & System Safety*, 210, 107537.
- [12] Sacks, R., Brilakis, I., Pikas, E., Xie, H. S., & Girolami, M. (2021). Construction with digital twin information systems. *Automation in Construction*, 120, 103356.
- [13] Salzano, E., dkk. (2023). Open BIM for infrastructure: Integrating multidisciplinary data in transport systems. *Engineering Structures*, 281, 115682.
- [14] Sriyolja, Z., Harwin, N., & Yahya, K. (2021). *Barriers to implement building information modeling (BIM) in construction industry: A critical review*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 738(1), 012021.
- [15] Sriyolja, Z., Harwin, N., Yahya, K., & Tahir, M. M. (2020). *Awareness of adopting building information modelling in construction: Case study of consultants perception in West Sumatra*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 849(1), 012006.
- [16] Sriyolja, Z., & Al Busyra Fuadi. (2025a). *Teknik Delphi sebagai metode untuk memperoleh konsensus tantangan implementasi building information modeling (BIM) pada industri konsultan konstruksi*. Media Bina Ilmiah, 19(7), 5115–5122.
- [17] Sriyolja, Z., Friyessi, & Elfida Agus. (2025b). *Perkembangan penelitian BIM di konsultan konstruksi Indonesia dengan analisis bibliometrik*. Jurnal Tera, 5(1), 116–123.
- [18] United Nations Office for Disaster Risk Reduction. (2022). *Global assessment report on disaster risk reduction 2022*. Geneva: United Nations Office for Disaster Risk Reduction.
- [19] World Bank. (2021). *Lifelines: The resilient infrastructure opportunity*. Washington, DC: World Bank.
- [20] Zhang, Y., Liu, H., & Wang, J. (2022). Geotechnical factors influencing infrastructure failure in saturated soil conditions. *Engineering Geology*, 301, 106584.