

Analisis Risiko dan Mitigasi Bencana Banjir Bandang di Texas Hill Country Pasca Peristiwa Juli 2025: Pendekatan Geospasial dan Konseptual

Bagus Felani¹, Suci Fitri Utami², Ilham Anjassetya Putra³, Andre Yansya⁴, Alpin Autoriti⁵, Astri Simbolon⁶, Alfin Saifudin⁷, Luthfiah Khairun Nisa⁸, Marningot Tua Natalis Situmorang⁹

^{1,2,3,4,5,6,7,8,9}Universitas Sahid Jakarta

2025339003@usahid.ac.id¹, 2024339004@usahid.ac.id², 2023330009@usahid.ac.id³,
2023330006@usahid.ac.id⁴, 2024339009@usahid.ac.id⁵, 2023330003@usahid.ac.id⁶,
2024339010@usahid.ac.id⁷, 2024339022@usahid.ac.id⁸, natalis_situmotang@usahid.ac.id⁹

ABSTRACT; *Flooding is a hydrometeorological disaster that significantly impacts communities, infrastructure, and socio-economic activities. The major flood event that occurred on July 4–7, 2025, in the Texas Hill Country, United States, was one of the deadliest disasters in the region's modern history. This study aims to analyze the level of flood risk in the affected area and mitigation efforts using a Geographic Information System (GIS) approach and the BNPB (National Disaster Management Agency) disaster risk concept (2022), which combines hazard, vulnerability, and capacity components. Data on extreme rainfall, topography, distance to rivers, and population density were used as analysis parameters. The results indicate that extreme rainfall intensity of 130–280 mm in a few hours, hilly topography, and the absence of an early warning system were the main triggers for the magnitude of the flood impact. The conceptual risk calculation yielded a score of 12, while the quantitative risk reached 24, both of which fall into the medium to high category. This study recommends strengthening early warning systems, risk-based spatial planning, and enhancing community preparedness to mitigate future flooding.*

Keywords: *Flood, Texas Hill Country, Disaster Risk, GIS, Preparedness, Mitigation.*

ABSTRAK; Banjir merupakan salah satu bencana hidrometeorologi yang memberikan dampak signifikan terhadap masyarakat, infrastruktur, dan aktivitas sosial-ekonomi. Peristiwa banjir besar yang terjadi pada 4–7 Juli 2025 di Texas Hill Country, Amerika Serikat, merupakan salah satu bencana paling mematikan dalam sejarah modern kawasan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat risiko banjir di wilayah terdampak dan upaya memitigasi menggunakan pendekatan Sistem Informasi Geografis (SIG) dan konsep risiko bencana BNPB (2022), yang memadukan komponen bahaya (hazard), kerentanan (vulnerability), dan kapasitas (capacity). Data curah hujan ekstrem, topografi, jarak terhadap sungai, dan kepadatan penduduk digunakan sebagai parameter analisis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa intensitas curah hujan ekstrem 130–280 mm dalam beberapa jam, kondisi topografi berbukit, serta ketiadaan sistem peringatan dini menjadi pemicu utama besarnya dampak banjir. Perhitungan risiko konseptual

menghasilkan nilai 12, sedangkan risiko kuantitatif mencapai 24, keduanya termasuk kategori menengah ke atas. Penelitian ini merekomendasikan penguatan sistem peringatan dini, perencanaan tata ruang berbasis risiko, dan peningkatan kesiapsiagaan masyarakat untuk mitigasi banjir di masa mendatang.

Kata Kunci: Banjir, Texas Hill Country, Risiko Bencana, SIG, Kesiapsiagaan, Mitigasi.

PENDAHULUAN

Texas Hill Country merupakan salah satu kawasan wisata alam terpopuler di negara bagian Texas, Amerika Serikat, yang dikenal dengan bentang alam perbukitannya, vegetasi khas Edwards Plateau, serta keberadaan sungai-sungai besar seperti Guadalupe River, Blanco River, dan Llano River. Sungai-sungai ini tidak hanya menawarkan nilai estetika, tetapi juga menjadi pusat aktivitas rekreasi utama bagi wisatawan, seperti tubing, kano, kayaking, memancing, dan berkemah. Keindahan alami dan aksesibilitas yang mudah menjadikan wilayah ini sebagai destinasi favorit bagi jutaan pengunjung setiap tahunnya.

Namun, daya tarik sungai yang menjadi kekuatan wisata tersebut sekaligus menyimpan risiko yang sangat besar. Texas Hill Country merupakan salah satu wilayah di Amerika yang ekologiannya sangat sensitif terhadap perubahan cuaca ekstrem. Wilayah ini dikenal dengan istilah *Flash Flood Alley*, yaitu zona dengan tingkat kejadian banjir bandang tertinggi di Amerika Serikat. Kondisi geomorfologi yang terdiri dari perbukitan curam, tanah berkapur yang tidak sepenuhnya menyerap air, serta pola hujan intensitas tinggi menyebabkan aliran permukaan meningkat drastis ketika hujan lebat terjadi dalam waktu singkat.

Hal inilah yang terbukti pada **peristiwa banjir besar Juli 2025**, kejadian ini disebabkan oleh hujan ekstrem memicu kenaikan muka air secara tiba-tiba di beberapa sungai. Peristiwa tersebut menelan korban jiwa, merusak fasilitas wisata, menghambat akses transportasi, dan memberikan dampak psikologis bagi masyarakat serta wisatawan yang berada di kawasan tersebut. Tragedi ini menunjukkan bahwa sungai yang menjadi pusat aktivitas wisata dapat berubah menjadi ancaman mematikan dalam hitungan menit apabila pengelolaan risiko tidak dilakukan secara optimal.

Perubahan iklim global menyebabkan peningkatan cuaca ekstrem yang tidak terprediksi sebelumnya, sehingga pengelolaan kawasan wisata harus melakukan mitigasi ulang sebagai langkah menjaga keselamatan pengunjung dan menjaga ekologis. Kejadian banjir besar pada

Juli 2025 ini menegaskan pentingnya mitigasi risiko banjir yang menyeluruh di kawasan wisata alam terutama yang kegiatannya di sekitar perairan, termasuk sistem peringatan dini, edukasi pengunjung tentang risiko bencana yang dapat terjadi, jalur evakuasi, serta perencanaan tata ruang bangunan di sepanjang bantaran sungai yang berorientasi pada keselamatan manusia dan keseimbangan alam.

Oleh karena itu, pemahaman terhadap dinamika hidrologi, potensi bahaya banjir, serta kesiapsiagaan pengelola dan wisatawan menjadi hal yang sangat penting untuk memastikan bahwa kegiatan rekreasi di *Texas Hill Country* tetap aman dan berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dan kualitatif yang disesuaikan dengan karakteristik bencana banjir di Texas. Data primer dikumpulkan melalui laporan resmi dan dokumentasi lapangan, sedangkan data sekunder diperoleh melalui publikasi pemerintah, artikel ilmiah, dan data hidrometeorologi dari National Weather Service (NWS).

Analisis spasial dilakukan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk memetakan wilayah rawan banjir berdasarkan empat parameter:

1. Curah hujan
2. Topografi
3. Jarak terhadap sungai
4. Kepadatan penduduk

Pendekatan ini digunakan untuk mengidentifikasi zona risiko serta memodelkan potensi bahaya dan kerentanan masyarakat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan laporan National Weather Service (NWS), curah hujan ekstrem dipicu oleh sistem tekanan rendah yang membawa massa udara lembap dari Teluk Meksiko ke wilayah Texas bagian tengah. Secara geomorfologi, Texas Hill Country merupakan bagian dari *Flash Flood Alley*, zona yang terkenal dengan risiko banjir bandang sangat tinggi. Struktur geologinya yang didominasi batu kapur (karst), kemiringan lereng yang curam, dan kemampuan infiltrasi tanah yang terbatas mempercepat terbentuknya limpasan permukaan (*surface runoff*) (Baker & Greensmith, 2020). Dalam kondisi hujan ekstrem, peningkatan debit sungai terjadi dalam hitungan menit, menyebabkan aliran air naik drastis dan menghasilkan banjir bandang yang merusak sepanjang aliran sungai.

Kerugian ekonomi diperkirakan mencapai ratusan juta dolar, dengan komponen kerugian meliputi kerusakan jalan raya, jembatan, saluran drainase, jaringan listrik, jaringan air bersih, serta bangunan publik dan fasilitas wisata. Bencana ini juga mengganggu aktivitas ekonomi lokal yang sangat bergantung pada sektor pariwisata air. Penutupan jalur tubing, kemping, dan aktivitas rekreasi lainnya selama berminggu-minggu berdampak pada pendapatan usaha kecil seperti penyedia jasa perahu, penyewaan alat wisata, restoran, dan akomodasi

Dampak sosial peristiwa banjir Juli 2025 sangat signifikan. Jumlah korban jiwa sebanyak 135 dan lebih dari 400 orang berhasil diselamatkan oleh tim SAR. Kawasan wisata di sepanjang Guadalupe River yang biasanya ramai oleh wisatawan yang melakukan tubing dan camping mendadak berubah menjadi zona berbahaya, terutama karena banyak pengunjung tidak siap menghadapi kenaikan muka air yang begitu cepat. Faktor kerentanan meningkat karena minimnya pengetahuan dan sistem informasi akan bahaya banjir bandang, tidak tersedianya sistem peringatan dini, dan ketergantungan pada wisata air sebagai daya tarik utama kawasan wisata. Hal ini menunjukkan adanya perbedaan yang mendasar antara promosi dan pengembangan kawasan wisata terhadap kemampuan memitigasi bencana yang dapat terjadi di kawasan wisata tersebut.

Peristiwa banjir 2025 memperkuat bukti bahwa intensitas dan frekuensi hujan ekstrem di wilayah Selatan Amerika Serikat meningkat secara signifikan dalam dua dekade terakhir (USGCRP, 2023). Perubahan iklim meningkatkan kapasitas atmosfer untuk menyimpan uap air, sehingga badai menghasilkan curah hujan lebih besar daripada rata-rata historis. Kondisi ini memaksa pemerintah federal, negara bagian, dan pemerintah daerah untuk meninjau ulang kebijakan pengelolaan lahan, tata ruang, dan keselamatan di kawasan wisata sungai.

Analisis risiko bencana merupakan komponen fundamental dalam memahami tingkat ancaman dan dampaknya terhadap masyarakat. Secara umum, risiko dipandang sebagai fungsi dari tiga variabel utama: **bahaya (hazard)**, **kerentanan (vulnerability)**, dan **kapasitas (capacity)**. Kerangka ini lazim digunakan dalam kajian kebencanaan internasional, termasuk oleh UNDRR dan UNESCO, untuk menggambarkan interaksi kompleks antara kondisi fisik dan sosial suatu wilayah.

Berdasarkan hasil perhitungan komponen resiko bencana, bencana di area Texas Amerika yaitu

$$\begin{aligned}\text{Risiko Konseptual} &= \text{Bahaya} \times \text{Kerentanan} \times \text{Kapasitas} \\ &= 4 \times 3 \times 1\end{aligned}$$

= 12

- Bahaya banjir nilai 4 dikarenakan area Texas berdekatan dengan Sungai Guadalupe
- Kerentanan nilai 3 dikarenakan hampir 20% warga meninggal yang artinya belum mengetahui cara mitigasi bencana.
- Kapasitas nilai 1 kapasitas yang disediakan di area tersebut kurang memadai



Gambar 3.1 Matrix Perhitungan Risiko Bencana

Nilai tersebut berada pada **kategori menengah-tinggi**, yang menunjukkan bahwa walaupun tingkat bahaya dan kerentanan sudah sangat signifikan, rendahnya kapasitas membuat risiko semakin meningkat. Dalam konteks banjir di Sungai Guadalupe, kapasitas rendah berarti masyarakat dan pengelola belum memiliki sistem pendukung yang memadai untuk menghadapi kejadian hidrometeorologi ekstrem.

Pendekatan konseptual ini membantu memahami bahwa peningkatan kapasitas—baik berupa sarana peringatan dini, edukasi publik, maupun prosedur mitigasi—dapat secara signifikan menurunkan risiko secara keseluruhan, meskipun tingkat bahaya fisik tidak dapat sepenuhnya dikontrol.

Risiko Kuantitatif = Bahaya × Kerentanan x Jumlah unsur yang terdampak

$$= 4 \times 3 \times 3$$

$$= 24$$

- Bahaya banjir nilai 4 dikarenakan area Texas berdekatan dengan Sungai Guadalupe
- Kerentanan = 3 dikarenakan hampir 20% warga meninggal yang artinya belum mengetahui cara mitigasi bencana
- Jumlah Unsur = 3 disebabkan daerah Texas merupakan daerah tinggi ekonomi dan

pendapatan serta memiliki infrastruktur yang diatas rata-rata

Nilai ini juga masuk kategori **menengah–tinggi**, menunjukkan bahwa semakin banyak objek yang terekspos, semakin besar potensi kerugian. Pada kawasan wisata Sungai Guadalupe, unsur terdampak berupa wisatawan, pelaku usaha, fasilitas rekreasi, dan infrastruktur publik memiliki nilai eksposur tinggi akibat tingginya intensitas kunjungan wisata.

Pendekatan kuantitatif juga memberikan dasar bagi perencanaan tata ruang dan respon darurat. Misalnya, lokasi perkemahan dan area tubing yang berada tepat di bantaran sungai memiliki skor eksposur tinggi karena berada di zona limpasan langsung. Hal ini mempertegas perlunya intervensi struktural dan non-struktural untuk menekan angka risiko dan membantu dalam mitigasi bencana agar lokasi wisata tersebut berkelanjutan.

Bahaya banjir dinilai 4 dikarenakan area Texas berdekatan dengan Sungai Guadalupe. Sungai Guadalupe merupakan sungai besar yang memiliki *flash flood potential* tinggi. Karakteristik hidrogeomorfologi Texas Hill Country termasuk lereng curam dan tanah karst yang sulit menyerap air menjadikan kawasan ini rawan mengalami banjir bandang. Bahaya meningkat selama hujan ekstrem yang dapat menaikkan muka air sungai hingga beberapa meter dalam waktu singkat. Kedekatan permukiman dan kawasan wisata dengan sungai meningkatkan probabilitas terpapar bahaya tersebut.

Kerentanan dinilai 3 dikarenakan jumlah korban jiwa mencapai 135 orang dan itu jumlahnya lebih dari 20% dari yang dievakuasi. Faktor yang membuat tingginya angka korban jiwa yaitu minimnya pengetahuan pengelola kawasan wisata dan wisatawan tentang tanda-tanda akan terjadinya banjir bandang, tidak adanya papan informasi yang menjelaskan tentang potensi bahaya bencana alam, dan tidak adanya informasi bencana ataupun cuaca yang *real time*.

Kapasitas dinilai 1 dikarenakan kemampuan komunitas atau wisatawan dalam merespons ancaman rendah. Rendahnya kapasitas dalam merespons ancaman ditambah dengan faktor tidak adanya sistem peringatan dini bencana dan jalur evakuasi yang jelas semakin memperburuk kapasitas wisatawan dalam waktu respons ketika bahaya banjir atau kenaikan volume air sungai naik secara tiba-tiba.

Jumlah Unsur dinilai 3 dikarenakan daerah Texas merupakan daerah tinggi aktivitas ekonomi dan pendapatannya serta memiliki infrastruktur yang diatas rata-rata. Kerusakan jalan

raya, jembatan, saluran drainase, jaringan listrik, jaringan air bersih, serta bangunan publik dan fasilitas wisata memperburuk kondisi setelah bencana banjir bandang terjadi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis terhadap bencana banjir yang terjadi di wilayah Texas Hill Country pada tanggal 4 hingga 7 Juli 2025, dapat disimpulkan bahwa:

1. Penyebab utama banjir adalah curah hujan ekstrem yang mencapai 5–11 inci (130–280 mm) dalam waktu singkat, diperparah oleh topografi berbukit dan sempitnya daerah aliran sungai (DAS) Sungai Guadalupe.
2. Bencana menyebabkan korban jiwa 135 orang, serta menyebabkan kerugian sosial dan ekonomi yang sangat besar bagi masyarakat Texas.
3. Ketiadaan sistem peringatan dini dan perangkat mitigasi banjir menjadi faktor penting yang memperparah dampak bencana.
4. Nilai dari perhitungan resiko konseptual & kuantitatif termasuk dalam kategori menengah keatas dan perlu dilakukan pengendalian dengan proses mitigasi bencana.
5. Penanganan darurat yang dilakukan oleh pemerintah negara bagian, federal, dan tim SAR internasional berhasil menyelamatkan lebih dari 400 orang, namun upaya tersebut bersifat reaktif dan belum didukung oleh sistem mitigasi jangka panjang.

Saran

Berdasarkan kesimpulan tersebut, beberapa saran yang dapat diberikan antara lain

1. Penerapan sistem peringatan dini (early warning system) yang mencakup sensor ketinggian air otomatis, sirene banjir, dan sistem komunikasi publik berbasis teknologi modern.
2. Peningkatan infrastruktur pengendali banjir, seperti tanggul, kolam retensi, dan saluran drainase di sekitar Sungai Guadalupe dan anak-anak sungainya.
3. Revisi kebijakan tata ruang dan penggunaan lahan agar memperhatikan zona rawan banjir serta menghindari pembangunan di daerah berisiko tinggi.
4. Penyusunan *evacuation map* dan jalur evakuasi resmi.
5. Pelatihan dan edukasi masyarakat mengenai kesiapsiagaan bencana, evakuasi mandiri, dan tindakan darurat saat terjadi banjir bandang.

Penerapan langkah-langkah tersebut, diharapkan risiko bencana banjir di wilayah Texas

dapat diminimalisir dan kejadian serupa di masa depan dapat ditangani dengan lebih cepat, efektif, dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Peraturan Kepala BNPB Nomor 13 Tahun 2014 tentang Pedoman Rehabilitasi dan Rekonstruksi Pascabencana. Jakarta: BNPB.
- World Meteorological Organization (WMO). (2010). *Guidelines on Early Warning Systems and Nowcasting & Warning Operations*. Geneva: WMO Press.
- Baker, V. R., & Greensmith, J. (2020). *Flash Flood Processes and River Response in Karst Landscapes*. Springer.
- Smith, J. (2021). "Climate Change and Extreme Rainfall Events in the Southern United States." *Journal of Hydrometeorology*, 22(4), 789–805.
- Torres, M., & Hall, T. (2022). "Atmospheric Moisture Transport and Gulf-Origin Storm Systems." *Weather and Climate Dynamics*, 3(2), 230–248.
- Aven, T. (2016). *Risk Assessment and Risk Management: Review of Recent Advances on Their Foundation*. European Journal of Operational Research, 253(1), 1–13.
- FEMA. (2020). *Risk Assessment Guidance for Mitigation Planning*.
- Wong, P. P. et al. (2022). *Managing Hazard Exposure in River Basin Communities*. Journal of Environmental Management, 315, 115–130.
- Xu, H., & Zhao, L. (2021). "Early Warning Systems and Community-Based Disaster Preparedness." *Natural Hazards Review*, 22(3).
- Federal Emergency Management Agency (FEMA). (2025). *July 2025 Texas Flood: Situation Report and Damage Assessment*.
- Texas Department of Transportation (TxDOT). (2025). *Infrastructure Damage and Recovery Plan: Hill Country Flood*.
- National Weather Service (NWS). (2025). *Texas Hill Country Extreme Rainfall Event Analysis*.