ULIL ALBAB : Jurnal Ilmiah Multidisiplin
Vol.5, No.11, Oktober 2026

Dari Fatalistik Menuju Adaptif: Peran Teknologi dalam Membentuk Sikap Masyarakat terhadap Risiko Bencana

Vera Yunika Marpaung[1], Sutanto[2], Fauzi Bahar[3]
[123]Manajemen Bencana, Fakultas Keamanan Nasional, Universitas Pertahanan Republik Indonesia, Bogor, Indonesia
E-mail: veraympg.unhan@gmail.com[1], sutanto@idu.ac.id[2], fauzi.bahar@idu.ac.id[3]

Article History:
Received: 05 Oktober 2026
Revised: 06 Oktober 2026
Accepted: 07 Oktober 2026

Keywords: *Kapasitas Adaptif, Ketahanan Masyarakat, Risiko Bencana, Teknologi Digital, Fatalisme, Kesiapan.*

Abstrak: *Tinjauan literatur sistematis ini meneliti bagaimana teknologi berkontribusi pada kapasitas adaptif komunitas dalam manajemen risiko bencana, dengan memperhatikan transisi konseptual dari orientasi pasif atau fatalistik menuju respons adaptif. Tinjauan ini mengikuti prinsip pelaporan PRISMA 2020 dan menggunakan Scopus sebagai satu-satunya basis data bibliografi. Pencarian dilakukan pada 9 September 2026 menggunakan strategi Boolean yang telah ditentukan sebelumnya yang mencakup teknologi, bencana, komunitas, sikap, adaptasi, kesiapan, dan ketahanan. Pencarian awal mengidentifikasi 1.595 catatan. Setelah penyaringan berdasarkan tahun publikasi, jenis dokumen, dan bahasa, 1.029 catatan dikeluarkan, menyisakan 566 laporan untuk diambil. Setelah pengambilan dan penilaian kelayakan, 75 artikel dimasukkan dalam sintesis kualitatif. Bukti menunjukkan bahwa platform digital, media sosial, sistem informasi geografis, aplikasi seluler, sistem peringatan dini, realitas virtual, sains warga, dan kecerdasan buatan mendukung akses informasi risiko, pengetahuan, persepsi risiko, efikasi diri, kesiapan, partisipasi, dan ketahanan komunitas. Namun, teknologi tidak secara otomatis menghasilkan perilaku adaptif. Kontribusinya bergantung pada akses digital, literasi, kepercayaan, legitimasi budaya, bahasa, inklusi, pengetahuan lokal, dan tata kelola partisipatif. Tinjauan ini mensintesis hubungan-hubungan tersebut ke dalam jalur informasi-ke-adaptasi.*

PENDAHULUAN

Bencana tidak hanya menghasilkan kerusakan fisik dan ekonomi, tetapi juga memengaruhi cara masyarakat memahami ancaman, menilai kemampuan diri, mempercayai informasi, dan menentukan tindakan. Dalam manajemen bencana, keberadaan teknologi tidak dapat dipisahkan dari kapasitas manusia yang menerima dan menggunakan informasi. Teknologi yang secara teknis akurat dapat menghasilkan manfaat yang terbatas apabila informasi tidak dapat diakses, tidak dipahami, tidak dipercaya, atau tidak diterjemahkan menjadi tindakan. Kajian komunikasi risiko

menunjukkan bahwa pemilihan sumber informasi bencana dipengaruhi oleh karakteristik sosial penerima, sehingga komunikasi tidak dapat bergantung pada satu kanal saja (Feldman dkk., 2016).

Sikap masyarakat menjadi komponen penting dalam menjelaskan mengapa informasi risiko yang sama dapat menghasilkan respons yang berbeda. Dalam kajian ini, orientasi fatalistik dipahami secara konseptual sebagai kecenderungan pasif ketika ancaman dipandang sulit dikendalikan sehingga manfaat tindakan pencegahan dianggap rendah. Sebaliknya, orientasi adaptif merujuk pada kecenderungan mengenali ancaman, menilai pilihan tindakan, mempersiapkan diri, belajar dari pengalaman, dan menyesuaikan perilaku berdasarkan perubahan kondisi risiko. Penting ditegaskan bahwa istilah fatalisme tidak menjadi konstruk dominan dalam seluruh studi yang ditelaah; karena itu, hubungan fatalistik–adaptif digunakan sebagai kerangka sintesis, bukan sebagai variabel yang secara langsung diukur dalam setiap artikel.

Perkembangan teknologi digital memperluas cara masyarakat memperoleh, menafsirkan, dan membagikan informasi risiko. Teknologi yang ditemukan dalam korpus meliputi media sosial, ICT, sistem peringatan dini, pemetaan partisipatif, GIS, aplikasi seluler, *virtual reality*, *serious games*, *citizen science*, *crowdsourcing*, *digital twins*, *Internet of Things*, observasi bumi, dan *artificial intelligence*. Kajian tentang teknologi untuk pengurangan risiko banjir menunjukkan bahwa manfaat teknologi sangat bergantung pada kemampuan pengguna dan integrasinya dengan pengambilan keputusan komunitas (McCallum dkk., 2016).

Bukti empiris menunjukkan bahwa teknologi dapat bekerja melalui beberapa mekanisme. Realitas virtual dan permainan edukatif dapat memperkuat pengetahuan serta efikasi; media sosial dapat memperluas komunikasi dan bantuan timbal balik; citizen science dapat menempatkan warga sebagai produsen pengetahuan risiko; sementara sistem peringatan dini dapat mempercepat penyampaian informasi. Pada saat yang sama, ketimpangan digital, hambatan bahasa, budaya, dan keterbatasan akses dapat memutus hubungan antara informasi dan tindakan (Cooper, Hayes, & Karanasios, 2022; Sawangnate, Chaisri, & Kittipongvises, 2022).

Literatur terbaru juga menunjukkan pergeseran dari pendekatan teknologi-sentris menuju pendekatan *people-centred*. *Co-design*, partisipasi komunitas, pengetahuan lokal, dan legitimasi budaya semakin dipandang sebagai komponen penting keberlanjutan teknologi kebencanaan. Pengalaman sistem peringatan tsunami di Indonesia menunjukkan bahwa peningkatan awareness tidak selalu diterjemahkan menjadi tindakan praktis ketika terdapat ketidaksesuaian antara teknologi, budaya bencana, dan profil risiko lokal (Wicaksono, Desportes, & Sopaheluwakan, 2024).

Meskipun literatur berkembang pesat, penelitian masih cenderung terfragmentasi berdasarkan jenis teknologi atau jenis bencana. Sebagian penelitian berfokus pada akurasi sistem, kecepatan informasi, atau adopsi teknologi, sedangkan mekanisme yang menghubungkan informasi risiko dengan persepsi, efikasi, kesiapsiagaan, partisipasi, dan kapasitas adaptif belum selalu disintesis dalam satu kerangka. Literatur tentang teknologi dan resiliensi juga menunjukkan kebutuhan untuk mengintegrasikan dimensi sosial, budaya, dan keadilan dalam pengembangan teknologi (Kordi & Ertz, 2026). Kebaruan kajian ini terletak pada sintesis lintas teknologi yang menempatkan teknologi bukan sebagai tujuan akhir, melainkan sebagai mekanisme pengungkit dalam jalur informasi–pengetahuan–persepsi–efikasi–kesiapsiagaan–partisipasi–adaptasi. Kerangka ini menghubungkan bukti yang selama ini tersebar berdasarkan jenis teknologi atau jenis bencana ke dalam satu perspektif kapasitas adaptif masyarakat, sekaligus menempatkan akses, budaya, bahasa, pengetahuan lokal, inklusivitas, dan tata kelola sebagai kondisi yang menentukan efektivitas teknologi.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini bertujuan menyintesis bukti mengenai peran

teknologi dalam membentuk sikap dan kapasitas adaptif masyarakat terhadap risiko bencana serta menyusun kerangka konseptual lintas teknologi yang menjelaskan jalur dari akses informasi menuju tindakan adaptif. Pertanyaan kajian dirumuskan sebagai berikut: (1) teknologi apa saja yang digunakan untuk mendukung respons dan kesiapsiagaan masyarakat terhadap risiko bencana; (2) melalui mekanisme apa teknologi berhubungan dengan pengetahuan, persepsi risiko, efikasi, kepercayaan, kesiapsiagaan, partisipasi, dan resiliensi; (3) kondisi apa yang memperkuat atau menghambat kontribusi teknologi terhadap perilaku adaptif; dan (4) apa implikasi temuan tersebut bagi manajemen bencana di Indonesia?

METODE PENELITIAN

1. Desain dan Pedoman Pelaporan

Penelitian ini menggunakan tinjauan literatur sistematis (SLR) dengan pelaporan yang mengikuti prinsip PRISMA 2020 (Page dkk., 2021). PRISMA 2020 digunakan untuk meningkatkan transparansi dalam pelaporan alasan kajian, kriteria kelayakan, proses pencarian, seleksi, dan sintesis. Karena kajian ini bersifat sintesis literatur dan tidak melibatkan pengumpulan data primer dari manusia, tidak dilakukan persetujuan etik lapangan.

2. Database, Tanggal Pencarian, dan Strategi Pencarian

Pencarian literatur dilakukan hanya melalui database Scopus pada 9 September 2026. Pemilihan Scopus dilakukan karena menyediakan metadata bibliografis, abstrak, kata kunci, informasi sumber, dan DOI yang diperlukan untuk proses seleksi serta ekstraksi. Strategi pencarian disusun dalam empat kelompok konsep: teknologi, bencana, masyarakat, dan sikap/adaptasi. String pencarian (*search string*) pada Scopus adalah (technology OR "digital technology" OR "information technology" OR ICT) AND (disaster OR "disaster management" OR "disaster risk") AND (community OR communities) AND (attitude OR "adaptive attitude" OR "fatalistic attitude" OR fatalism OR fatalistic OR adaptive OR "adaptive behavior" OR "risk perception" OR preparedness OR resilience).

Pencarian dibatasi pada publikasi tahun 2016–2026, document type Article, dan bahasa English. Pencarian awal menghasilkan 1.595 rekaman. Seluruh rekaman kemudian menjalani tahap *screening*. Sebanyak 1.029 rekaman dikeluarkan berdasarkan tahun publikasi, jenis dokumen, dan bahasa, sehingga 566 laporan masuk ke tahap pencarian *full-text* (teks lengkap).

3. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Tabel 1. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

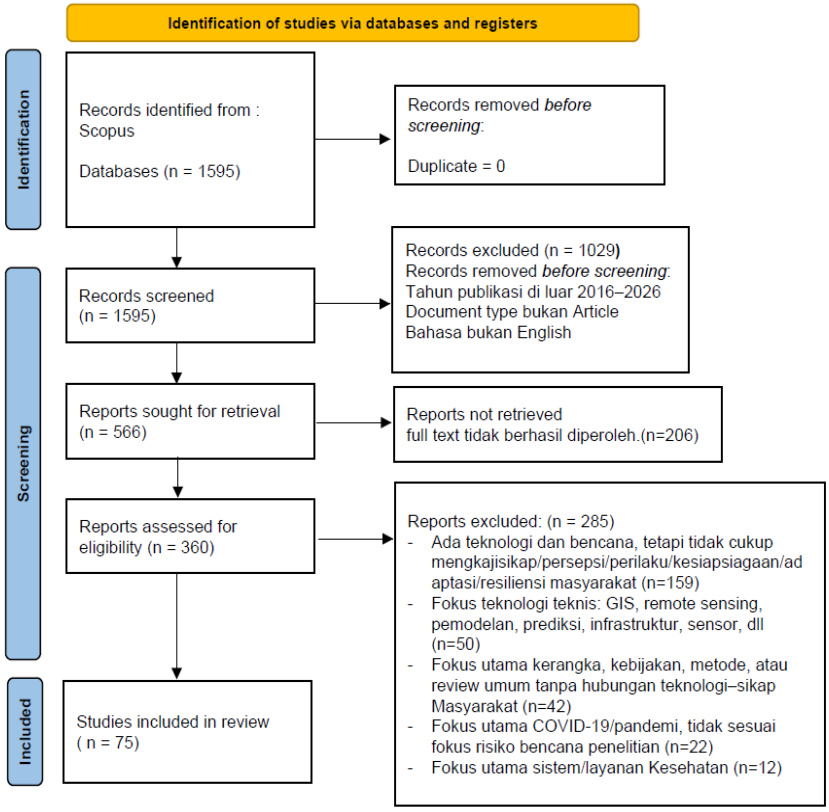
Kriteria Inklusi	Kriteria Eksklusi
Artikel jurnal (Article) berbahasa Inggris.	Teknologi teknis tanpa hubungan dengan masyarakat.
Terbit 2016–2026.	GIS/remote sensing/model/prediksi/infrastruktur yang tidak memiliki dimensi sosial yang relevan.
Membahas bencana atau risiko bencana.	Review umum, kebijakan, atau metode tanpa hubungan teknologi pada masyarakat.
Mengandung teknologi/teknologi digital atau sistem berbasis teknologi.	Fokus utama pandemi/COVID-19 yang tidak terkait dengan risiko bencana dalam ruang lingkup kajian.
Memiliki dimensi masyarakat, komunitas, rumah tangga, individu, kelompok rentan, atau aktor lokal.	Fokus utama sistem atau layanan kesehatan tanpa kaitan dengan respons/adaptasi masyarakat terhadap bencana.

Mengkaji sikap, persepsi, perilaku, kesiapsiagaan, adaptasi, partisipasi, atau resiliensi.	Artikel yang tidak menyediakan informasi yang memadai untuk menilai relevansi terhadap pertanyaan kajian.

Sumber: dianalisis oleh peneliti (2026).

4. Proses Seleksi dan PRISMA

Dari 566 laporan yang masuk ke tahap *retrieval*, sebanyak 206 laporan tidak berhasil diperoleh sehingga 360 laporan dinilai untuk kelayakan. Sebanyak 285 laporan dikeluarkan karena tidak memenuhi fokus penelitian. Selanjutnya, sebanyak 75 artikel memenuhi persyaratan dan disertakan dalam sintesis kualitatif. Proses seleksi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alur pemilihan artikel mengacu pada PRISMA 2020

Sumber: diolah peneliti berdasarkan hasil penelusuran literatur.

5. Ekstraksi dan Sintesis Data

Data diperoleh dari 75 artikel dengan menggunakan metadata Scopus dan informasi abstrak yang tersedia. Variabel ekstraksi meliputi penulis, tahun, judul, sumber jurnal, DOI, teknologi, konteks bencana, kelompok masyarakat, bentuk respons, dan temuan utama. Analisis deskriptif digunakan untuk menggambarkan distribusi publikasi, sedangkan sintesis tematik digunakan untuk mengelompokkan bukti ke dalam akses informasi, pengetahuan, persepsi risiko, efikasi, kepercayaan, kesiapsiagaan, partisipasi, adaptasi, dan resiliensi.

Visualisasi keterhubungan kata kunci menggunakan VOSviewer digunakan sebagai analisis pendukung untuk memetakan tema yang muncul dalam korpus. Interpretasi VOSviewer tidak diperlakukan sebagai bukti kausal, melainkan sebagai pemetaan hubungan tematik yang kemudian dibandingkan dengan hasil sintesis isi. Karena korpus yang tersedia untuk penelitian ini berupa metadata dan abstrak Scopus, kajian tidak melakukan meta-analisis efek kuantitatif dan tidak mengklaim penilaian *risk of bias* individual pada setiap studi. Keterbatasan *retrieval* 206

laporan dan ketergantungan pada satu database dicatat sebagai keterbatasan utama. Matriks ekstraksi 75 artikel disediakan sebagai dokumen pendukung untuk meningkatkan auditabilitas.

6. Transparansi dan Reproduktibilitas

Search string, tanggal pencarian, kriteria seleksi, alur PRISMA, serta matriks metadata 75 artikel didokumentasikan untuk memungkinkan penelusuran ulang. Pelaporan strategi pencarian disusun dengan mempertimbangkan prinsip PRISMA-S.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik Korpus Literatur

Tabel 2. Karakteristik Korpus Literatur

Tahun	Jumlah	Proporsi
2016	3	4.0%
2018	5	6.7%
2019	2	2.7%
2020	1	1.3%
2021	4	5.3%
2022	7	9.3%
2023	10	13.3%
2024	9	12.0%
2025	21	28.0%
2026	13	17.3%
Total	75	100%

Sumber: diolah peneliti berdasarkan hasil penelusuran literatur.

Korpus terdiri atas 75 artikel dan menunjukkan peningkatan perhatian terhadap teknologi serta kapasitas masyarakat dalam beberapa tahun terakhir. Sebanyak 34 artikel (45,3%) terbit pada 2025–2026 dan 60 artikel (80,0%) terbit pada 2022–2026. Pola ini menunjukkan bahwa isu digitalisasi, kecerdasan buatan, media sosial, sistem peringatan dini, pembelajaran digital, dan teknologi partisipatif semakin terintegrasi dengan agenda kesiapsiagaan dan resiliensi masyarakat.

Dari sisi isi, korpus tidak didominasi satu jenis teknologi. Teknologi komunikasi dan informasi, media sosial, early warning systems, GIS dan pemetaan, *virtual reality*, *citizen science*/*crowdsourcing*, *digital twins/IoT*, observasi bumi, dan AI muncul dalam berbagai konteks bencana. Keragaman ini mendukung penggunaan pendekatan lintas teknologi dalam sintesis.

Sintesis Bukti dari 75 Artikel Scopus

Secara keseluruhan, korpus menunjukkan pergeseran dari pandangan teknologi sebagai alat teknis menuju teknologi sebagai *enabling mechanism* dalam pembentukan kapasitas adaptif. Teknologi memperkuat jalur informasi–pengetahuan–persepsi–efikasi–kesiapsiagaan–partisipasi–adaptasi, tetapi jalur tersebut dapat terputus oleh rendahnya akses, literasi, kepercayaan, legitimasi budaya, bahasa, atau tata kelola. Oleh sebab itu, istilah "fatalistik menuju adaptif" digunakan sebagai kerangka sintesis untuk menjelaskan arah perubahan konseptual, bukan sebagai klaim bahwa seluruh studi mengukur fatalisme secara langsung.

Persepsi risiko, penerimaan teknologi, kepemimpinan digital, dan tata kelola informasi menjadi mekanisme yang menjembatani teknologi dengan tindakan. Bukti tentang aplikasi seluler, InaRISK, komunikasi digital pascabencana, dan *digital leadership* menunjukkan bahwa teknologi lebih mungkin digunakan ketika dianggap relevan, dapat dipercaya, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna. AI juga membuka peluang untuk pengelolaan misinformasi dan dukungan adaptasi, tetapi manfaatnya memerlukan tata kelola dan penerimaan pengguna yang memadai (Crescimbene, Cugliari, La Longa, & Moreschini, 2026; Gargiulo, Russo, Gugg, Amoroso, & Capuano, 2025;

Komendantova & Erokhin, 2025; Kordi & Ertz, 2026; Makudza dkk., 2025; Nazlıoğlu, Kalem, & Yazıcı, 2024; Suharini, Syifauddin, Al-Hanif, Kurniawan, & Nugraha, 2023; Zhao, Zhao, Hui, Wu, & Zhao, 2025).

Manfaat teknologi juga tidak terdistribusi secara merata. Kesenjangan perangkat, konektivitas, kemampuan digital, bahasa, gender, usia, disabilitas, dan kondisi sosial dapat menentukan siapa yang menerima serta mampu menggunakan informasi risiko. Media sosial dan digitalisasi dapat memperkuat resiliensi, tetapi juga berpotensi memperlebar ketimpangan apabila desain hanya sesuai bagi kelompok yang memiliki akses dan literasi tinggi. Temuan ini menempatkan inklusi digital sebagai bagian dari keselamatan bencana, bukan sekadar isu akses teknologi (Bonati, Nardini, Boersma, & Clark, 2023; Chan dkk., 2018; Clark dkk., 2024; Cooper dkk., 2022; Lai, Chib, & Ling, 2018; Mabon & Kawabe, 2023; Marshall, Wilson, & Dale, 2023; Schuster, Wachter, Hussain, & Gartin, 2024; Todorova, Mwale, & Liu, 2026).

Partisipasi, *citizen science*, *co-design*, transfer pengetahuan, dan integrasi kearifan lokal memperlihatkan bahwa teknologi bekerja melalui proses sosial. Warga dapat berperan sebagai produsen informasi dan pengetahuan risiko, sementara *co-design* meningkatkan kesesuaian solusi dengan kebutuhan komunitas. Pada saat yang sama, keberlanjutan teknologi dipengaruhi pemberdayaan, fleksibilitas, kesetaraan, dan kemampuan komunitas menyesuaikan solusi terhadap perubahan risiko. Karena itu, pendekatan *people-centred* menjadi penghubung penting antara inovasi teknologi dan kapasitas adaptif (Bailey dkk., 2025; Benekos dkk., 2022; Chari dkk., 2019; Gharrad, Benekos, Yasar, & Bekiaris, 2026; Krikowa, Delmo, McDonald, & Millar, 2026; Moon, Remling, & Yates, 2026; Muda, Md Amin, Mohd Khidzir, Tukiman, & Mohd. Hussain, 2021; Paul dkk., 2018; Pujiyono, Ruslan, Suratno, & Soesanto, 2025; Ridwan dkk., 2025; Schismenos dkk., 2022; Tootell dkk., 2023).

Teknologi pendidikan, *virtual reality*, *serious games*, dan *mobile learning* terutama memperkuat pengetahuan, efikasi, serta kemampuan mengambil keputusan. Simulasi memungkinkan masyarakat atau peserta didik berlatih menghadapi skenario bencana sebelum kejadian nyata, sedangkan mobile learning memperluas kesempatan belajar. Temuan tersebut menunjukkan bahwa teknologi pendidikan lebih berpotensi menghasilkan kapasitas adaptif ketika pembelajaran diarahkan pada tindakan, bukan sekadar penyampaian informasi (Arwin dkk., 2024; Bacus, 2025; D'Amico, Bernardini, Lovreglio, & Quagliarini, 2023; Dey dkk., 2021; Di Giuseppantonio Di Franco, Dolcetti, Baraldo, & Day, 2025; Kusumandari, 2025; Lestari & Haryono, 2026; Mueller dkk., 2026; Rindone & Russo, 2025; Rismayani, Paliling, Nurhidayani, & Pineng, 2022).

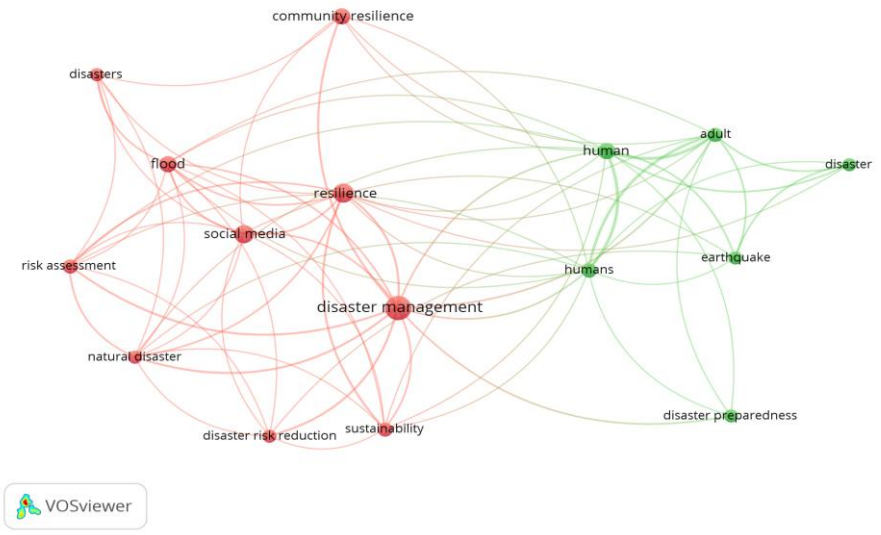
Teknologi spasial dan pemodelan membantu mengubah data risiko yang abstrak menjadi informasi yang lebih kontekstual. GIS, pemetaan bahaya, digital twin, observasi bumi, dan IoT dapat mendukung perencanaan, kolaborasi, serta keputusan komunitas ketika informasi tersebut dipahami dan dianggap bermanfaat. Bukti menunjukkan bahwa penerimaan teknologi dipengaruhi pengalaman risiko, literasi, persepsi manfaat, dan kesesuaian dengan kebutuhan lokal. Dengan demikian, nilai teknologi terletak pada kemampuannya menghubungkan data dengan keputusan, bukan hanya pada kecanggihan perangkat (Anand, Enayati, Raj, Montresor, & Ramesh, 2024; Budiman, Yani, & Fatmawati, 2025; Devilat, Lanuza, Mane, & Pithawalla, 2024; Ge dkk., 2025; Kanbara, Shaw, Eguchi, & Das, 2025; Katapodi & Antoniou, 2025; Luleci, Sevim, Ozguven, & Catbas, 2024; Raub dkk., 2026; Sawangnate dkk., 2022).

Sistem peringatan dini, pemetaan partisipatif, *crowdsourcing*, dan infrastruktur data memperlihatkan bahwa teknologi dapat mempercepat akses terhadap informasi bahaya sekaligus mendukung pengambilan keputusan. Namun, keberhasilan tidak hanya ditentukan oleh kecepatan

sistem. Kesiapan penerima, keterlibatan pemangku kepentingan, desain yang berpusat pada pengguna, dan kemampuan menerjemahkan peringatan menjadi tindakan tetap menentukan hasil. Integrasi pengetahuan lokal dan pendekatan *participatory action research* memperkuat legitimasi serta keberlanjutan sistem, sementara desain yang inklusif diperlukan bagi kelompok dengan kebutuhan berbeda (Al-mueed dkk., 2021; Fajrillah, Hartanto, & Nugroho, 2026; Frigerio dkk., 2018; Ganapathy, Nath, Zaalishvili, & Burdzieva, 2023; Gumiran & Daag, 2021; Haworth, Whittaker, & Bruce, 2016; Kavitha dkk., 2024; Munoz Rivas, Davis, & Pedell, 2025; Onwudebelu, Ugah, & Fasola, 2025; Painter, Semmens, Cattoën, Carr, & Maxfield, 2026; Pandey & Basnet, 2023; Pertiwi dkk., 2026; Sterlacchini, Bordogna, Cappellini, & Voltolina, 2018).

Komunikasi risiko, difusi informasi, dan pembelajaran sosial merupakan pola penting dalam korpus. Media sosial, ICT, dan kanal komunikasi hibrida memperluas jangkauan informasi serta memungkinkan pertukaran bantuan, tetapi efektivitasnya tetap dipengaruhi karakteristik penerima dan konteks lokal. Difusi informasi juga menunjukkan bahwa penerimaan pesan kesiapsiagaan berlangsung melalui proses sosial, bukan sekadar paparan informasi. Bukti di Indonesia memperlihatkan bahwa teknologi dapat mendukung budaya sadar bencana dan manajemen pengetahuan, termasuk melalui repositori pendidikan kebencanaan. Pengalaman komunitas juga menegaskan perlunya menyesuaikan teknologi dengan konteks budaya dan kebutuhan pengguna (Dicarlo & Berglund, 2020; Feldman dkk., 2016; McCallum dkk., 2016; Nasliati, Bisri, Sasaki, & Oktari, 2025; Rajan & Fernandes, 2025; Ruslanjari, Safitri, Rahman, & Ramadhan, 2023; Samaddar, Roy, Akter, & Tatano, 2022; Wepa, Thomas, & Jabin, 2025; Wolkin, Schnall, Nakata, & Ellis, 2019; Xu & Qiang, 2022; Zhai & Lee, 2023; Zolkefli, Zan, & Ramli, 2025).

2. Keterhubungan Tema Teknologi, Masyarakat, dan Resiliensi



Gambar 2. Visualisasi keterhubungan kata kunci pada korpus penelitian.
Sumber: VOSviewer berdasarkan metadata Scopus.

Peta kata kunci memperlihatkan kedekatan tema disaster management, resilience, social media, flood, disaster risk reduction, sustainability, dan risk assessment, serta kelompok istilah yang berkaitan dengan human, earthquake, dan disaster preparedness. Pola tersebut memperlihatkan bahwa teknologi tidak berdiri sebagai domain teknis yang terpisah, tetapi berada

di dalam ekosistem yang menghubungkan informasi, manusia, kesiapsiagaan, dan resiliensi. Secara konseptual, hubungan tersebut mendukung temuan bahwa nilai teknologi dalam manajemen bencana ditentukan bukan hanya oleh kemampuan menghasilkan atau menyebarkan data, tetapi oleh proses sosial yang memungkinkan informasi ditafsirkan dan digunakan. Dengan demikian, fokus evaluasi teknologi sebaiknya bergeser dari "apakah teknologi tersedia?" menuju "apakah teknologi menghasilkan kapasitas untuk bertindak?"

3. Teknologi Sebagai Penghubung Informasi dan Persepsi Risiko

Teknologi memperluas akses terhadap informasi risiko, tetapi akses merupakan tahap awal dan bukan hasil akhir. Studi tentang produk prediksi banjir berbasis satelit menunjukkan bahwa keputusan rumah tangga dipengaruhi oleh pengalaman banjir, pengetahuan, persepsi risiko, kesiapsiagaan, mitigasi, serta penilaian atas nilai penerapan teknologi (Ge dkk., 2025). Temuan tersebut memperlihatkan bahwa teknologi berpotensi memengaruhi tindakan melalui cara pengguna menilai relevansi dan manfaat informasi.

Pemetaan partisipatif, GIS, dan platform informasi dapat membuat risiko yang abstrak menjadi lebih konkret dan kontekstual. Namun, manfaat tersebut meningkat ketika masyarakat dapat memahami informasi spasial dan menghubungkannya dengan kondisi lokal. Karena itu, literasi risiko perlu berjalan bersama literasi digital agar masyarakat tidak sekadar menerima data, tetapi mampu menggunakannya untuk pengambilan keputusan (Haworth dkk., 2016; Sawangnate dkk., 2022).

Sistem peringatan dini juga menunjukkan bahwa kecepatan penyampaian informasi bukan satu-satunya ukuran keberhasilan. Pengalaman di Indonesia menunjukkan adanya ketidaksesuaian antara sistem peringatan dini, budaya kebencanaan, dan karakteristik risiko lokal; peningkatan kesadaran belum selalu menghasilkan perubahan tindakan. Hal ini menegaskan pentingnya desain peringatan yang kontekstual dan keterlibatan masyarakat dalam pemeliharaan serta pengembangan sistem (Wicaksono dkk., 2024).

4. Teknologi, Pengetahuan, dan Efikasi Diri

Teknologi pembelajaran memberikan mekanisme yang lebih langsung dalam membangun kemampuan bertindak. *Virtual reality* dan *serious games* dapat menciptakan pengalaman simulatif yang memungkinkan pengguna berlatih mengambil keputusan sebelum menghadapi bencana nyata. Studi tentang pelatihan keselamatan banjir berbasis *virtual reality* menunjukkan peningkatan pengetahuan keselamatan dan efikasi diri, sedangkan pembelajaran STEM digital juga dikaitkan dengan peningkatan kemampuan adaptasi siswa (Arwin dkk., 2024; D'Amico dkk., 2023).

Permainan digital juga dapat digunakan untuk mempertahankan pengetahuan dan membangun kapasitas kelompok masyarakat. Temuan tentang mobile game pada relawan kesehatan masyarakat menunjukkan manfaat teknologi pembelajaran ketika materi dan mekanisme disesuaikan dengan kebutuhan pengguna. Dengan demikian, teknologi pendidikan dapat menjadi penghubung antara pengetahuan deklaratif dan kemampuan praktis, bukan hanya sebagai media penyampaian materi (Mueller dkk., 2026).

Mekanisme tersebut memperkuat posisi efikasi diri dalam model transformasi. Masyarakat cenderung lebih mungkin bertindak ketika mereka tidak hanya mengetahui ancaman, tetapi juga merasa memiliki kemampuan, sumber daya, dan pilihan untuk merespons. Oleh sebab itu, desain teknologi kebencanaan perlu menggabungkan informasi "apa yang terjadi" dengan informasi "apa yang dapat dilakukan" dan "bagaimana melakukannya".

5. Media Sosial, Partisipasi, dan Resiliensi

Media sosial memperluas komunikasi horizontal karena masyarakat dapat mencari, membagikan, dan memproduksi informasi. Studi tentang hujan ekstrem Zhengzhou menunjukkan

hubungan antara penggunaan sumber daya ICT, media sosial, dan resiliensi komunitas. Pada situasi darurat, media sosial juga dapat digunakan untuk mencari dan memberikan bantuan, sehingga fungsinya melampaui penyiaran satu arah (Dicarlo & Berglund, 2020; Zhai & Lee, 2023).

Citizen science dan *crowdsourcing* memperluas peran masyarakat dari penerima informasi menjadi produsen informasi. Keterlibatan warga dalam pengumpulan data, pemetaan, dan pengamatan lingkungan dapat meningkatkan pengetahuan berbasis pengalaman serta memperkuat rasa kepemilikan terhadap proses pengurangan risiko. Namun, partisipasi memerlukan desain kelembagaan yang memastikan data warga diterjemahkan menjadi keputusan yang dapat dipertanggungjawabkan (Chari dkk., 2019; Paul dkk., 2018).

Pendekatan partisipatif juga relevan untuk keberlanjutan teknologi. *Co-design* memungkinkan kebutuhan, pengalaman, bahasa, dan kebiasaan pengguna diterjemahkan ke dalam rancangan sistem. Literatur tentang aplikasi komunitas multikultural menunjukkan bahwa personalisasi, visual, gamifikasi, bahasa sederhana, dan pengalaman pengguna merupakan bagian dari proses penerimaan teknologi (Krikowa dkk., 2026).

6. Kepercayaan, Budaya, Bahasa, dan Legitimasi

Kepercayaan merupakan mekanisme penting yang menghubungkan informasi dengan tindakan. Masyarakat tidak selalu menerima informasi digital sebagai kebenaran yang otomatis harus diikuti. Kepercayaan terbentuk melalui pengalaman, legitimasi institusi, kualitas komunikasi, serta kesesuaian pesan dengan nilai dan pengetahuan lokal. Penelitian tentang resiliensi digital yang berakar pada budaya menunjukkan bahwa konteks budaya memengaruhi pemaknaan (*sensemaking*), adopsi, dan produksi pengetahuan (Blitch dkk., 2026).

Integrasi teknologi dengan pengetahuan lokal dapat meningkatkan legitimasi sosial. Bukti dari Serang menunjukkan bahwa teknologi modern yang dikombinasikan dengan kearifan lokal dapat memperkuat keandalan, legitimasi budaya, kepercayaan, dan kecepatan respons. Dengan demikian, digitalisasi tidak seharusnya dipahami sebagai penggantian seluruh praktik lokal, tetapi sebagai penguatan terhadap mekanisme komunikasi yang sudah dipercaya (Pujiyono dkk., 2025).

Bahasa juga menentukan siapa yang dapat menerima dan menggunakan informasi. Analisis komunikasi multibahasa menunjukkan bahwa hierarki bahasa dan ketergantungan pada penerjemah informal dapat membatasi akses kelompok marginal. Implikasinya, sistem peringatan dan platform kebencanaan perlu mempertimbangkan bahasa lokal, aksesibilitas, dan bentuk komunikasi non-digital (Todorova dkk., 2026).

7. Kesenjangan Digital dan Kelompok Rentan

Teknologi dapat memperkuat ketangguhan sekaligus memperbesar ketimpangan. Pada populasi lansia di wilayah rawan banjir, penggunaan aplikasi dan platform daring masih terbatas, sementara literasi digital dan pengalaman penggunaan teknologi menjadi hambatan kesiapsiagaan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa investasi teknologi perlu disertai peningkatan kapasitas pengguna dan kanal komunikasi alternatif (Sawangnate dkk., 2022).

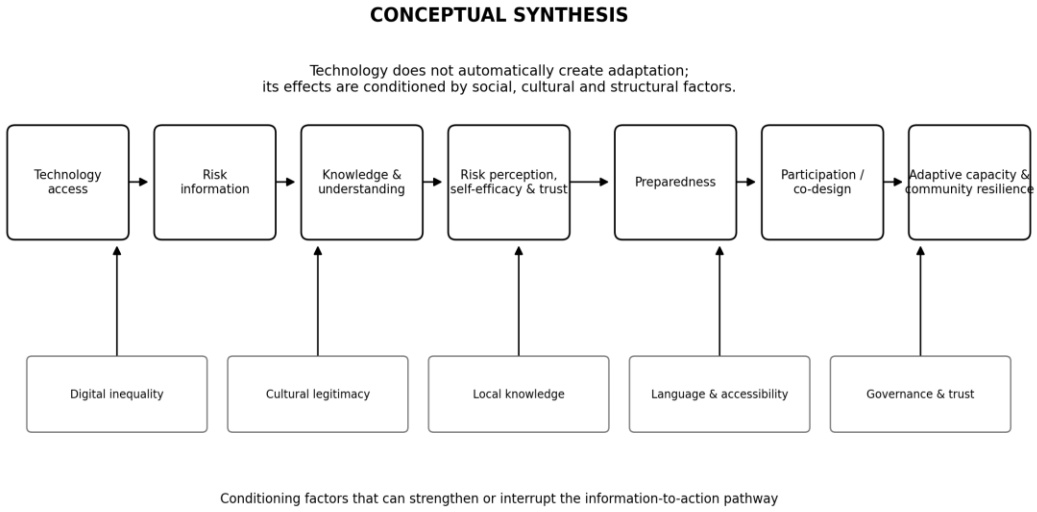
Kelompok rentan juga memiliki pola penggunaan media dan kebutuhan yang berbeda. Survei terhadap kelompok rentan menunjukkan variasi dalam penggunaan media sosial untuk memperoleh dan membagikan informasi bencana. Pada kelompok penyandang disabilitas, kajian tentang sistem peringatan dini bahaya vulkanik di Indonesia menemukan tantangan pada aksesibilitas, cakupan, dan kejelasan pesan (Cooper dkk., 2022; Pertiwi dkk., 2026).

Karena itu, ukuran keberhasilan teknologi tidak cukup berupa jumlah pengguna, kecepatan penyebaran informasi, atau akurasi sistem. Ukuran yang lebih relevan untuk manajemen bencana adalah apakah kelompok dengan tingkat kerentanan berbeda memperoleh informasi yang dapat dipahami, dipercaya, dan ditindaklanjuti.

8. Dari Fatalistik Menuju Adaptif: Sintesis Konseptual

Dalam korpus 75 artikel, fatalisme tidak menjadi konstruk yang dominan secara eksplisit. Literatur lebih sering menggunakan konsep *awareness, risk perception, preparedness, resilience, adaptation, self-efficacy, trust, acceptance, dan behaviour*. Oleh karena itu, istilah "dari fatalistik menuju adaptif" dalam penelitian ini harus dipahami sebagai kerangka konseptual untuk menjelaskan arah perubahan dari pasivitas menuju kapasitas bertindak, bukan sebagai klaim bahwa seluruh studi secara langsung mengukur fatalisme.

Sintesis menghasilkan tujuh tahapan: (1) akses teknologi; (2) paparan terhadap informasi risiko; (3) pengetahuan dan pemahaman; (4) persepsi risiko, efikasi diri, dan kepercayaan; (5) kesiapsiagaan; (6) partisipasi dan *co-design*; dan (7) kapasitas adaptif serta resiliensi. Rangkaian ini menjelaskan bahwa perubahan sikap bukan peristiwa tunggal, tetapi proses yang memerlukan penguatan pada beberapa titik.



Gambar 3. Model konseptual transformasi teknologi menuju kapasitas adaptif masyarakat.

Teknologi berfungsi sebagai pengungkit ketika akses informasi diikuti kemampuan memahami, menilai risiko, mempercayai sumber, dan merasa mampu bertindak. Sebaliknya, rantai tersebut dapat terputus ketika akses rendah, pesan tidak sesuai budaya, bahasa tidak inklusif, atau pengguna tidak memiliki literasi digital. Dengan demikian, hubungan teknologi pada adaptasi lebih tepat dipahami sebagai hubungan kondisional daripada hubungan otomatis. Model ini memperluas pemahaman tentang teknologi dalam manajemen bencana dengan menempatkan faktor sosial sebagai mekanisme dan kondisi pembatas. Teknologi tidak diposisikan sebagai penyebab tunggal adaptasi, melainkan sebagai *enabling mechanism* yang bekerja melalui proses psikologis, sosial, dan kelembagaan. Perspektif ini konsisten dengan literatur yang menekankan *digital leadership, knowledge sharing, trust, dan community resilience* sebagai proses yang saling terkait (Zhao dkk., 2025).

9. Implikasi Bagi Manajemen Bencana Indonesia

Pengembangan teknologi kebencanaan di Indonesia perlu menggunakan pendekatan *people-centred*. Keberhasilan sebuah platform digital tidak semata-mata bergantung pada ketersediaan informasi, melainkan persepsi kegunaan, kemudahan penggunaan, literasi, dan kemampuan masyarakat untuk bertindak. Karena itu, sistem peringatan dini perlu menggunakan komunikasi hibrida yang melengkapi tokoh lokal, sirene, pengeras suara, komunikasi tatap muka,

dan jaringan sosial, terutama di wilayah dengan konektivitas dan literasi digital yang beragam (Suharini dkk., 2023).

Literasi digital perlu dipadukan dengan literasi risiko agar masyarakat mampu menilai kredibilitas informasi, memahami tingkat ancaman, memilih tindakan yang tepat, dan membedakan informasi resmi dari informasi keliru. Prinsip inklusivitas juga perlu diterapkan sejak tahap perancangan agar lansia, penyandang disabilitas, masyarakat pedesaan, kelompok dengan keterbatasan bahasa, dan komunitas dengan konektivitas rendah tetap memiliki akses yang dapat ditindaklanjuti. Pada saat yang sama, tata kelola perlu mengintegrasikan pengetahuan lokal dan *co-design* untuk memperkuat legitimasi, kepemilikan, dan keberlanjutan sistem (Komendantova & Erokhin, 2025).

KESIMPULAN

Berdasarkan sintesis 75 artikel Scopus, teknologi memiliki peran penting dalam memperkuat kapasitas masyarakat menghadapi risiko bencana melalui perluasan akses informasi, peningkatan pengetahuan, pembentukan persepsi risiko, penguatan efikasi dan kepercayaan, peningkatan kesiapsiagaan, partisipasi, serta adaptasi dan resiliensi. Teknologi yang ditemukan mencakup media sosial, ICT, GIS, sistem peringatan dini, aplikasi seluler, *virtual reality*, *serious games*, *citizen science*, *crowdsourcing*, observasi bumi, IoT, *digital twins*, dan *artificial intelligence*.

Temuan utama menunjukkan bahwa teknologi tidak secara otomatis mengubah sikap masyarakat menjadi adaptif. Pengaruh teknologi bergantung pada aksesibilitas, literasi digital dan risiko, kepercayaan, legitimasi budaya, bahasa, pengetahuan lokal, inklusivitas, dan tata kelola partisipatif. Oleh karena itu, "dari fatalistik menuju adaptif" lebih tepat dipahami sebagai arah perubahan konseptual yang berlangsung melalui tahapan informasi, pengetahuan, persepsi, efikasi, kesiapsiagaan, partisipasi, dan kapasitas adaptif.

Bagi manajemen bencana Indonesia, strategi digital perlu bergerak dari orientasi penyediaan teknologi menuju pembangunan kapasitas manusia. Sistem peringatan dan platform informasi perlu dikembangkan secara *people-centred*, menggunakan komunikasi hibrida, mengintegrasikan pengetahuan lokal, dan dirancang bersama kelompok pengguna yang beragam. Dengan pendekatan tersebut, teknologi berpeluang lebih besar menjadi instrumen penguatan kapasitas adaptif dan resiliensi masyarakat.

DAFTAR REFERENSI

Al-mueed, M., Chawdhery, M. R. A., Harera, E., Alhazmi, R. A., Mobrad, A. M., Althunayyan, S. M., & Al-wathinani, A. M. (2021). Potential of community volunteers in flood early warning dissemination: A case study of Bangladesh. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *18*(24). https://doi.org/10.3390/ijerph182413010

Anand, S., Enayati, M., Raj, D., Montresor, A., & Ramesh, M. V. (2024). Internet over the ocean: A smart IoT-enabled digital ecosystem for empowering coastal fisher communities. *Technology in Society*, *79*. https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2024.102686

Arwin, A., Kenedi, A. K., Anita, Y., Hamimah, H., Handrianto, C., & Zainil, M. (2024). STEM-based digital disaster learning model for disaster adaptation ability of elementary school students. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, *13*(5), 3248. https://doi.org/10.11591/ijere.v13i5.29616

Bacus, J. A. (2025). Disaster-Based Mobile Learning System Using Technology Acceptance

Model †. *Engineering Proceedings*, *103*(1). https://doi.org/10.3390/engproc2025103005

Bailey, M.-S., Matthews, T., Kanasa, H., Bach, A., Zhang, F., & Rutherford, S. (2025). Citizen science for cooler schools: Improving heat resilience in educational settings. *Australian Journal of Emergency Management*, *40*(4), 16–27. https://doi.org/10.47389/40.4.16

Benekos, I., Bekiaris, E., Wodniak, K., Serhan, W., Sułkowski, Ł., Gharrad, H., & Yasar, A. (2022). A Proposed Methodological Approach for Considering Community Resilience in Technology Development and Disaster Management Pilot Testing. *International Journal of Disaster Risk Science*, *13*(3), 342–357. https://doi.org/10.1007/s13753-022-00417-2

Blitch, M., Marentes, C. P., Andelkovic, J., Butterbaugh, N., Aguilar, E., Koszarek, A., … Stephens, K. K. (2026). "Saber Que No Estaba Sola; Knowing I Was Not Alone": A Community's Organizing Through Technology for Resilience. *Management Communication Quarterly*. https://doi.org/10.1177/08933189251415165

Bonati, S., Nardini, O., Boersma, K., & Clark, N. (2023). Unravelling dynamics of vulnerability and social media use on displaced minors in the aftermath of Italian earthquakes. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, *89*. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2023.103632

Budiman, B., Yani, A., & Fatmawati, F. (2025). GIS-Based "Banua Siaga" Platform for Enhancing Disaster Preparedness Through Health Post Mapping in Palu. *Journal of Public Health and Pharmacy*, *5*(1), 141–149. https://doi.org/10.56338/jphp.v5i1.6235

Chan, E. Y. Y., Ho, J. Y.-E., Huang, Z., Kim, J. H., Lam, H. C. Y., Chung, P. P. W., … Chow, S. (2018). Long-Term and Immediate Impacts of Health Emergency and Disaster Risk Management (Health-EDRM) Education Interventions in a Rural Chinese Earthquake-Prone Transitional Village. *International Journal of Disaster Risk Science*, *9*(3), 319–330. https://doi.org/10.1007/s13753-018-0186-5

Chari, R., Petrun Sayers, E. L., Amiri, S., Leinhos, M., Kotzias, V., Madrigano, J., … Uscher-Pines, L. (2019). Enhancing community preparedness: An inventory and analysis of disaster citizen science activities. *BMC Public Health*, *19*(1). https://doi.org/10.1186/s12889-019-7689-x

Clark, N., Boersma, K., Bonati, S., Fonio, C., Gehlhar, S., Habig, T., … Raju, E. (2024). Exploring the impacts of social media and crowdsourcing on disaster resilience. *Open Research Europe*, *1*. https://doi.org/10.12688/openreseurope.13721.3

Cooper, V., Hayes, P., & Karanasios, S. (2022). Building Social Resilience and Inclusion in Disasters: A Survey of Vulnerable Persons' Social Media Use. *Australasian Journal of Information Systems*, *26*. https://doi.org/10.3127/ajis.v26i0.3281

Crescimbene, M., Cugliari, L., La Longa, F., & Moreschini, I. (2026). Living with the Volcano: Perception of Tsunami and Volcanic Risk Among Residents of Stromboli Island, Italy. *Social Sciences*, *15*(3). https://doi.org/10.3390/socsci15030157

D'Amico, A., Bernardini, G., Lovreglio, R., & Quagliarini, E. (2023). A non-immersive virtual reality serious game application for flood safety training. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, *96*. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2023.103940

Devilat, B. M., Lanuza, F., Mane, M., & Pithawalla, Z. (2024). Advanced documentation technologies for people-centred preparedness and re-construction in Bela, India. *Disaster Prevention and Management*, *33*(5), 480–501. https://doi.org/10.1108/DPM-12-2023-0316

Dey, C., Baruah, S., Choudhury, B. K., Chetia, T., Saikia, S., Sharma, A., & Phukan, M. K. (2021). Living with earthquakes: Educating masses through earthquake awareness: North east (NE) India perspective. *Annals of Geophysics*, *64*(3). https://doi.org/10.4401/AG-8479

Di Giuseppantonio Di Franco, P., Dolcetti, F., Baraldo, M., & Day, S. (2025). Can immersive technologies rebuild heritage and sense of place? Examining virtual Reality's role in fostering community resilience in post-disaster Italy. *International Journal of Heritage Studies*, *31*(7), 956–977. https://doi.org/10.1080/13527258.2025.2520760

Dicarlo, M. F., & Berglund, E. Z. (2020). Use of social media to seek and provide help in hurricanes florence and michael. *Smart Cities*, *3*(4), 1187–1218. https://doi.org/10.3390/smartcities3040059

Fajrillah, A. A. N., Hartanto, R., & Nugroho, L. (2026). From narrative to machine-readable logic: Formalising and validating local indigenous knowledge for rural early warning systems. *Jamba: Journal of Disaster Risk Studies*, *18*(1). https://doi.org/10.4102/jamba.v18i1.2036

Feldman, D., Contreras, S., Karlin, B., Basolo, V., Matthew, R., Sanders, B., … Luke, A. (2016). Communicating flood risk: Looking back and forward at traditional and social media outlets. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, *15*, 43–51. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2015.12.004

Frigerio, S., Schenato, L., Bossi, G., Mantovani, M., Marcato, G., & Pasuto, A. (2018). Hands-on experience of crowdsourcing for flood risks. An android mobile application tested in Frederikssund, Denmark. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *15*(9). https://doi.org/10.3390/ijerph15091926

Ganapathy, G. P., Nath, A., Zaalishvili, V., & Burdzieva, O. (2023). Building sustainable and resilient communities with landslide early warning systems: A review of best practices. *Sustainable Development of Mountain Territories*, *15*(4), 1007–1022. https://doi.org/10.21177/1998-4502-2023-15-4-1007-1022

Gargiulo, M. V., Russo, R., Gugg, G., Amoroso, O., & Capuano, P. (2025). Standardising risk perception assessment: The CORE APP training and competition evaluation protocol. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, *116*. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2024.105071

Ge, Y., Iman, S., Martín, Y., Lim, S. H., Jacobs, J. M., & Jia, X. (2025). Residents' Perception of Flood Prediction Products: The Study of NASA's Satellite Enhanced Snowmelt Flood Prediction. *Sustainability (Switzerland)*, *17*(14). https://doi.org/10.3390/su17146328

Gharrad, H., Benekos, I., Yasar, A., & Bekiaris, E. (2026). From community resilience to equity-centred technology solutions: Participatory insights from first responders and stakeholders. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, *143*. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2026.106364

Gumiran, B. A., & Daag, A. (2021). Negotiated participatory action research for multi-stakeholder implementation of early warning systems for landslides. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, *58*. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102184

Haworth, B., Whittaker, J., & Bruce, E. (2016). Assessing the application and value of participatory mapping for community bushfire preparation. *Applied Geography*, *76*, 115–127. https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2016.09.019

Kanbara, S., Shaw, R., Eguchi, K., & Das, S. (2025). Lessons from the 2024 Noto Peninsula Earthquake: Need for digital transformation in disaster response. *Progress in Disaster Science*, *25*. https://doi.org/10.1016/j.pdisas.2024.100400

Katapodi, E., & Antoniou, V. (2025). Assessing Geohazards on Lefkas Island, Greece: GIS-Based Analysis and Public Dissemination Through a GIS Web Application. *Applied Sciences (Switzerland)*, *15*(14). https://doi.org/10.3390/app15147935

Kavitha, P., Yatheesh, K. C., Anand, A., Sreenivasan, S., Mohammed, S. H., Borah, N., & Saikia,

D. (2024). The Development of Early Flood Monitoring and a WhatsApp-Based Alert System for Timely Disaster Preparedness and Response in Vulnerable Communities. *Engineering Proceedings*, *62*(1). https://doi.org/10.3390/engproc2024062018

Komendantova, N., & Erokhin, D. (2025). Artificial Intelligence Tools in Misinformation Management during Natural Disasters. *Public Organization Review*, *25*(1), 81–105. https://doi.org/10.1007/s11115-025-00815-2

Kordi, M., & Ertz, M. (2026). Deciphering technological advancements for efficient disaster management and community resilience. *Technology in Society*, *84*. https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2025.103057

Krikowa, N., Delmo, K., McDonald, M., & Millar, J. (2026). Using co-designed smartphone apps to cultivate authentic communication and disaster risk resilience in multi-cultural communities. *Media International Australia*, *199*(1 Feature topic: uncovering youth-driven digital practices in a fluid and adaptive world), 345–364. https://doi.org/10.1177/1329878X241288030

Kusumandari, R. B. (2025). Trauma-Informed Game-Based Learning: A Technological Approach to Enhancing Children's Resilience in Post-Disaster Education. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, *24*(7), 611–623. https://doi.org/10.26803/ijlter.24.7.30

Lai, C.-H., Chib, A., & Ling, R. (2018). Digital disparities and vulnerability: Mobile phone use, information behaviour, and disaster preparedness in Southeast Asia. *Disasters*, *42*(4), 734–760. https://doi.org/10.1111/disa.12279

Lestari, N. A., & Haryono, E. (2026). The Influence of Eco-STEM-based Sustainable Physics Project Learning Models to Reinforce Mitigation and Adaptation Capabilities of Climate Change Disasters. *Perspektivy Nauki i Obrazovania*, *2026*(1), 360–373. https://doi.org/10.32744/pse.2026.1.22

Luleci, F., Sevim, A., Ozguven, E. E., & Catbas, F. N. (2024). Community Twin Ecosystem for Disaster Resilient Communities. *Smart Cities*, *7*(6), 3511–3546. https://doi.org/10.3390/smartcities7060137

Mabon, L., & Kawabe, M. (2023). Social media within digitalisation for coastal resilience: The case of coastal fisheries in Minamisoma, Fukushima Prefecture, Japan. *Ocean and Coastal Management*, *232*. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2022.106440

Makudza, F., Dangaiso, P., Muparangi, S., Mtisi, E., Makiwa, N., & Makandwa, G. (2025). Leveraging climate resilience through AI chatbot farming adoption among rural Zimbabwean women. *Cogent Social Sciences*, *11*(1). https://doi.org/10.1080/23311886.2025.2546520

Marshall, A., Wilson, C.-A., & Dale, A. (2023). Telecommunications and natural disasters in rural Australia: The role of digital capability in building disaster resilience. *Journal of Rural Studies*, *100*. https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2023.03.004

McCallum, I., Liu, W., See, L., Mechler, R., Keating, A., Hochrainer-Stigler, S., … Moorthy, I. (2016). Technologies to Support Community Flood Disaster Risk Reduction. *International Journal of Disaster Risk Science*, *7*(2), 198–204. https://doi.org/10.1007/s13753-016-0086-5

Moon, K., Remling, E., & Yates, S. (2026). Kitchen table conversations as a social technology for place-based disaster preparedness. *Environmental Sociology*. https://doi.org/10.1080/23251042.2026.2668514

Muda, R. S., Md Amin, M. F., Mohd Khidzir, A. B., Tukiman, I., & Mohd. Hussain, M. R. (2021).

Knowledge Transfer in People-Centered Dam-Related Disaster Program in Cameron Highlands. *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology*, *24*(1), 37–46. https://doi.org/10.37934/araset.24.1.3746

Mueller, S., Stavrianaki, K., Boscor, A., Saville, N., Arjyal, A., Baral, S. C., … Kostkova, P. (2026). MANTRA game analytics: Effectiveness of educational mobile game on knowledge gain and retention of Female Community Health Volunteers (FCHVs) and women in rural Nepal assessed through game analytics. *BMC Public Health*, *26*(1). https://doi.org/10.1186/s12889-026-26997-y

Munoz Rivas, A., Davis, H., & Pedell, S. (2025). The People and the Fire Tree: Co-Designing a Bushfire Early Warning System to Meet the Sustainable Development Goals. *Urban Planning*, *10*. https://doi.org/10.17645/up.9125

Nasliati, Bisri, M. B. F., Sasaki, D., & Oktari, R. S. (2025). Indonesia Disaster Education Repository House (IN-DEPTH) as a knowledge management system platform for disaster education. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, *123*, 105502. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2025.105502

Nazlıoğlu, S., Kalem, G., & Yazıcı, A. (2024). Digital Solutions for Disaster Management: Analyzing the Impact of the February 2023 Earthquake in Türkiye. *Journal of Disaster and Risk*, *7*(1), 158–171. https://doi.org/10.35341/afet.1336337

Onwudebelu, U., Ugah, J. O., & Fasola, O. O. (2025). Harnessing Disruptive Technologies for Flood Prediction and Advisory Systems through Persuasive Modeling. *Digital Technologies Research and Applications*, *4*(3), 113–135. https://doi.org/10.54963/dtra.v4i3.1648

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., … Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, n71. https://doi.org/10.1136/bmj.n71

Painter, P., Semmens, K., Cattoën, C., Carr, R. H., & Maxfield, K. (2026). Moving Towards Transilience: Rethinking the Role of Flood Early Warning Systems in a Changing World. *International Journal of Disaster Risk Science*. https://doi.org/10.1007/s13753-026-00751-9

Pandey, C. L., & Basnet, A. (2023). Challenges and Prospects of Flood Early Warning Systems: A Study of Narayani Basin. *Asian Journal of Water, Environment and Pollution*, *20*(1), 17–24. https://doi.org/10.3233/AJW230004

Paul, J. D., Buytaert, W., Allen, S., Ballesteros-Canovas, J. A., Bhusal, J., Cieslik, K., … Supper, R. (2018). Citizen science for hydrological risk reduction and resilience building. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, *5*(1). https://doi.org/10.1002/WAT2.1262

Pertiwi, P., Martiningtyas, M., Manurung, D., Saprowi, F., Pangestika, F., & Bisri, M. (2026). The inclusivity of volcanic hazard early warning systems: Experiences of persons with disabilities in Indonesia. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, *141*. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2026.106199

Pujiyono, B., Ruslan, A., Suratno, G., & Soesanto, D. P. (2025). Integrating Modern Technology and Local Wisdom in Tsunami Early Warning Systems: Evidence from Serang Regency, Indonesia. *Environment and Ecology Research*, *13*(5), 726–734. https://doi.org/10.13189/eer.2025.130511

Rajan, S. S., & Fernandes, R. B. (2025). Designing Community Information Systems for Coastal Disaster Response and Maritime Livelihood Support. *Indian Journal of Information Sources and Services*, *15*(3), 108–112. https://doi.org/10.51983/ijiss-2025.IJISS.15.3.12

Raub, K. B., Mendez Guijarro, M., Daniels, S., Pabón Rico, F., Flynn, S. E., Cabán-Alemán, C., … Guevara Velasquez, G. (2026). Empowering Climate Resilience in La Margarita, Salinas, Puerto Rico: Lessons Learned From the Co-Production of NASA Earth Observation Data Applications for Environmental Justice. *Community Science*, *5*(3). https://doi.org/10.1029/2025CSJ000157

Ridwan, R. E., Julianto, M. A., Marpaung, P. N., Utami, A. R., Ismail, T., Wijayanti, S. W., … Setiawan, R. J. (2025). Coastal Community Empowerment Based on Local Wisdom and Technological Innovation for Climate Change Adaptation, Erosion Control, and Sustainable Ecotourism Development. *Sustainable Marine Structures*, *7*(4), 9–35. https://doi.org/10.36956/sms.v7i4.2701

Rindone, C., & Russo, A. (2025). Disaster Risk Reduction in a Manhattan-Type Road Network: A Framework for Serious Game Activities for Evacuation. *Sustainability (Switzerland)*, *17*(14). https://doi.org/10.3390/su17146326

Rismayani, Paliling, A., Nurhidayani, A., & Pineng, M. (2022). Fundamental Design of Flood Management Educational Games Using Virtual Reality Technology. *International Journal of Online and Biomedical Engineering (iJOE)*, *18*(03), 19–32. https://doi.org/10.3991/ijoe.v18i03.27787

Ruslanjari, D., Safitri, E. W., Rahman, F. A., & Ramadhan, C. (2023). ICT for public awareness culture on hydrometeorological disaster. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, *92*. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2023.103690

Samaddar, S., Roy, S., Akter, F., & Tatano, H. (2022). Diffusion of Disaster-Preparedness Information by Hearing from Early Adopters to Late Adopters in Coastal Bangladesh. *Sustainability (Switzerland)*, *14*(7). https://doi.org/10.3390/su14073897

Sawangnate, C., Chaisri, B., & Kittipongvises, S. (2022). Flood Hazard Mapping and Flood Preparedness Literacy of the Elderly Population Residing in Bangkok, Thailand. *Water (Switzerland)*, *14*(8). https://doi.org/10.3390/w14081268

Schismenos, S., Stevens, G. J., Emmanouloudis, D., Georgeou, N., Shrestha, S., Katopodes, N. D., & Wali, N. (2022). Humanitarian Engineering for Renewable Energy and Flood Early Warning in Remote Communities: A Scoping Review of Enabling Factors and Sustainability. *Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems*, *10*(3). https://doi.org/10.13044/j.sdewes.d9.0406

Schuster, R. C., Wachter, K., Hussain, F., & Gartin, M. L. (2024). Gendered effects of climate change and health inequities among forcibly displaced populations: Displaced Rohingya women foster resilience through technology. *Journal of Climate Change and Health*, *18*. https://doi.org/10.1016/j.joclim.2024.100303

Sterlacchini, S., Bordogna, G., Cappellini, G., & Voltolina, D. (2018). SIRENE: A Spatial Data Infrastructure to Enhance Communities' Resilience to Disaster-Related Emergency. *International Journal of Disaster Risk Science*, *9*(1), 129–142. https://doi.org/10.1007/s13753-018-0160-2

Suharini, E., Syifauddin, M., Al-Hanif, E. T., Kurniawan, E., & Nugraha, S. (2023). An Evaluation of Community Adoption of the InaRISK BNPB Platform for Disaster Management: An Application of the Technology Acceptance Model (TAM). *International Journal of Safety and Security Engineering*, *13*(4), 673–684. https://doi.org/10.18280/ijsse.130409

Todorova, M., Mwale, S., & Liu, R. (2026). Language hierarchies and community resilience: Sociolinguistic analysis of multilingual disaster communication in rural Malawi. *Linguistics Vanguard*. https://doi.org/10.1515/lingvan-2024-0232

Tootell, A., Treadwell, L., Schulz, R., Margetts, B., Grozdanov, J., & Spinks, G. (2023). Developing Flexible Risk Management Systems for Resilience in a Post-pandemic World: Can Lessons from a Makerspace Case Study Support Pacific Island Communities? *Global Journal of Flexible Systems Management*, *24*(Suppl 1), 101–118. https://doi.org/10.1007/s40171-023-00371-y

Wepa, D., Thomas, S., & Jabin, Md. S. R. (2025). The Experience and Impact of Digital Technologies on Indigenous Populations in New Zealand During the COVID-19 Pandemic and Cyclone Gabrielle: The Kaupapa Māori Methodology. *JMIR Aging*, *8*. https://doi.org/10.2196/73974

Wicaksono, W., Desportes, I., & Sopaheluwakan, J. (2024). Disaster cultures and the Indonesia Tsunami Early Warning System: (Mis) alignments revealed by the 2018 non-tectonic tsunami in Labuan. *Australian Journal of Emergency Management*, *39*(1), 34–40. https://doi.org/10.47389/39.1.34

Wolkin, A. F., Schnall, A. H., Nakata, N. K., & Ellis, E. M. (2019). Getting the message out: Social media and word-of-mouth as effective communication methods during emergencies. *Prehospital and Disaster Medicine*, *34*(1), 72–81. https://doi.org/10.1017/S1049023X1800119X

Xu, J., & Qiang, Y. (2022). Analysing Information Diffusion in Natural Hazards using Retweets—A Case Study of 2018 Winter Storm Diego. *Annals of GIS*, *28*(2), 213–227. https://doi.org/10.1080/19475683.2021.1954086

Zhai, L., & Lee, J. E. (2023). Harnessing ICT Resources to Enhance Community Disaster Resilience: A Case Study of Employing Social Media to Zhengzhou 7.20 Rainstorm, China. *Water (Switzerland)*, *15*(19). https://doi.org/10.3390/w15193516

Zhao, G., Zhao, F., Hui, X., Wu, Y., & Zhao, X. (2025). How digital leadership impacts community resilience: A moderated mediation model. *Frontiers in Public Health*, *13*. https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1524985

Zolkefli, N. Z., Zan, Z. M., & Ramli, R. A. (2025). Empowering Community-Based Flood Disaster Management Through Media Technology: Evidence from Community Leaders for Sustainable Community Development in Malaysia. *Paper Asia*, *41*(5), 92–100. https://doi.org/10.59953/paperasia.v41i5b.684