

Model Edukasi Mitigasi Bencana Berbasis Komunitas dalam Kerangka Community-Based Disaster Risk Reduction untuk Meningkatkan Kesiapsiagaan Sosial

Lalu Ibrohim Burhan^{1*} Sulkiah²

^{1,2}Universitas Gunung Rinjani

e-mail: ¹lalu.ibrohim2022@gmail.com, ²sulkiah@ugr.ac.id,

*Penulis Korespondensi

DOI: <https://doi.org/10.63982/dharmabakti.ndgyfy90>

ABSTRACT

Peningkatan frekuensi dan intensitas bencana alam telah menjadikan risiko bencana sebagai ancaman struktural terhadap keberlanjutan kehidupan sosial, terutama pada masyarakat pedesaan yang memiliki keterbatasan kapasitas respons. Berbagai upaya mitigasi masih didominasi pendekatan top-down dan teknis, sehingga kesiapsiagaan sosial masyarakat belum berkembang secara optimal. Kegiatan pengabdian ini bertujuan meningkatkan kesiapsiagaan sosial masyarakat desa rawan risiko melalui pengembangan dan penerapan edukasi mitigasi bencana berbasis komunitas dengan pendekatan simulasi dan skenario lokal yang partisipatif. Metode yang digunakan adalah mixed methods dengan desain sequential explanatory, meliputi tahap asesmen kebutuhan komunitas, perancangan bersama model edukasi, implementasi pelatihan dan simulasi bencana, serta evaluasi dampak melalui pengukuran pra-pasca dan observasi partisipatif. Hasil menunjukkan bahwa program ini secara konsisten meningkatkan kesiapsiagaan sosial masyarakat, tidak hanya pada pemahaman risiko, tetapi juga pada perubahan perilaku kolektif, koordinasi komunitas, dan respons operasional dalam simulasi bencana. Temuan kualitatif mengungkap bahwa partisipasi aktif, pembelajaran berbasis pengalaman, dan dukungan kelembagaan desa berperan penting dalam mengintegrasikan praktik kesiapsiagaan ke dalam aktivitas keseharian. Secara keseluruhan, kegiatan ini berdampak pada penguatan kapasitas sosial masyarakat dan pengurangan ketergantungan pada respons eksternal. Program ini terbukti efektif, berpotensi direplikasi pada konteks desa rawan risiko lainnya, serta memberikan implikasi penting bagi pengembangan kebijakan dan praktik pengurangan risiko bencana berbasis komunitas yang berkelanjutan.

Keywords: Edukasi mitigasi; Kesiapsiagaan sosial; Mitigasi bencana; Partisipasi komunitas; Pengurangan risiko

Submit Artikel: 11/01/2026

Revisi Artikel: 19/01/2026

Artikel diterima: 19/01/2026

Pendahuluan

Peningkatan frekuensi dan intensitas bencana alam dalam dua dekade terakhir menunjukkan bahwa risiko bencana telah bertransformasi dari kejadian insidental menjadi ancaman struktural terhadap keberlanjutan sistem sosial dan infrastruktur. Dalam perspektif teknik sipil, bencana tidak semata merepresentasikan kegagalan struktur fisik, tetapi juga mengungkap keterbatasan kapasitas sosial masyarakat dalam merespons gangguan ekstrem. Pendekatan humanitarian engineering menegaskan bahwa komunitas dengan kerentanan sosial tinggi dan kapasitas respons terbatas menghadapi risiko bencana berbasis air yang semakin kompleks, yang secara langsung menghambat pembangunan berkelanjutan (Schismenos et al., 2021). Ekspansi kawasan terbangun yang pesat, ditunjukkan oleh proyeksi peningkatan wilayah permukiman rentan secara sosial hingga 29%, turut memperbesar eksposur risiko bencana (Mesta et al., 2022). Berbagai inovasi teknis, seperti pemetaan hotspot risiko seismik (Asad et al., 2023), digital twin dan sistem peringatan dini (Riaz et al., 2023), serta analisis mobilitas manusia berbasis data ponsel (Yabe et al., 2021), semakin menegaskan bahwa mitigasi bencana menuntut integrasi antara solusi rekayasa dan kesiapsiagaan sosial masyarakat. Di negara berkembang, kompleksitas risiko bencana semakin meningkat karena beririsan secara erat dengan ketimpangan sosial, keterbatasan ekonomi, dan karakter budaya masyarakat lokal, terutama pada komunitas pedesaan yang bergantung pada sistem sosial informal. Pendekatan humanitarian engineering menunjukkan bahwa banyak komunitas berisiko tinggi terhadap bencana berbasis air juga memiliki kapasitas respons yang rendah, sehingga memperbesar dampak sosial dan memperlebar kerugian pembangunan (Schismenos et al., 2021). Secara global, distribusi kerentanan bencana tidak bersifat homogen, karena wilayah dengan aktivitas ekonomi intensif dan kepadatan penduduk tinggi justru menunjukkan tingkat kerentanan banjir yang lebih besar (Duan et al., 2021). Identifikasi hotspot risiko seismik di negara berkembang juga menegaskan bahwa perencanaan mitigasi yang hanya berfokus pada aspek teknis belum cukup tanpa mempertimbangkan kapasitas sosial masyarakat (Asad et al., 2023). Perkembangan data mobilitas berbasis telepon seluler membuka perspektif baru terhadap perilaku manusia saat bencana (Yabe et al., 2021), sementara gangguan sosio-fisik pada infrastruktur kritis terbukti sangat dipengaruhi oleh faktor sosial dan spasial (Kiparisov et al., 2023).

Pada tingkat komunitas, berbagai studi menunjukkan bahwa masyarakat desa di wilayah rawan bencana masih menghadapi persoalan kesiapsiagaan sosial yang serius. Kondisi ini tercermin dari rendahnya pemahaman mitigasi, lemahnya koordinasi komunitas, serta tingginya ketergantungan pada respons eksternal ketika bencana terjadi. Pemanfaatan aplikasi kota cerdas seperti JAKI memperlihatkan potensi peningkatan ketahanan masyarakat terhadap banjir, namun efektivitasnya masih dibatasi oleh persoalan basis data, sasaran pengguna, dan skema manajemen bencana yang belum inklusif (Widiachristy & Rachmanto, 2021). Studi lain menunjukkan bahwa meskipun 82% masyarakat memilih melakukan evakuasi saat peringatan tsunami, sebagian masih tidak memahami jalur dan lokasi evakuasi, sehingga berpotensi menurunkan tingkat keselamatan (Koswara et al., 2021). Inovasi smart city berbasis TIK memang berkembang pesat (Rachmawati et al., 2021), namun tanpa perencanaan infrastruktur evakuasi yang memadai (Raharjo et al., 2022) dan implementasi mitigasi yang konsisten (Fuady et al., 2021), kesiapsiagaan sosial masyarakat tetap menjadi tantangan utama dalam pengurangan risiko bencana.

Sejalan dengan kondisi tersebut, studi mutakhir dalam teknik sipil dan kebencanaan menunjukkan bahwa upaya mitigasi bencana masih didominasi oleh pendekatan top-down yang menitikberatkan pada penguatan sistem teknis, pengambilan keputusan terpusat, dan penyampaian informasi satu arah. Pendekatan humanitarian engineering banyak digunakan untuk mengidentifikasi komunitas berisiko dan keterbatasan kapasitas responsnya (Schismenos et al., 2021), sementara model pendukung keputusan difokuskan pada institusi formal seperti rumah sakit dan infrastruktur kritis untuk meningkatkan ketahanan organisasi dan teknis (Alabbad et al., 2021; Ali et al., 2021). Dalam lima tahun terakhir, aplikasi multi-criteria decision analysis (MCDA) pada bencana terkait air meningkat signifikan, namun sebagian besar masih berorientasi pada mitigasi struktural, sementara aspek kesiapsiagaan sosial relatif terabaikan (Abdullah et al., 2021). Meskipun sistem berbasis kecerdasan buatan dan mobile crowdsensing menunjukkan potensi besar (Cicek & Kantarci, 2023; Elvas et al., 2021), keterlibatan aktif masyarakat dalam pembelajaran mitigasi masih terbatas.

Kondisi tersebut menunjukkan adanya kesenjangan mendasar dalam pengembangan model edukasi mitigasi bencana yang benar-benar partisipatif, kontekstual, dan terintegrasi dengan praktik keseharian masyarakat. Pendekatan peningkatan ketahanan bencana yang ada umumnya menekankan penguatan infrastruktur, sistem organisasi, dan kesadaran budaya, namun masih berfokus pada konteks perkotaan dan institusional (Liang & Xue, 2025). Di sisi lain, konsep komunitas berkelanjutan banyak dikembangkan di lingkungan pendidikan tinggi dengan pilar-pilar struktural dan ekonomi yang relatif formal, sehingga sulit diterapkan pada komunitas desa (Biancardi et al., 2023). Meskipun riset ketahanan infrastruktur banyak menggunakan pendekatan kualitatif dan mixed methods (Cantelmi et al., 2021), integrasinya dengan edukasi berbasis komunitas masih terbatas. Pendekatan teknologi canggih seperti integrasi BIM-GIS (Cao et al., 2023) dan digital twin (Yu & He, 2022) menunjukkan potensi signifikan, namun belum menyentuh dimensi sosial keseharian masyarakat sebagai aktor utama mitigasi bencana.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, kegiatan ini berpijak pada kerangka kesiapsiagaan sosial dalam pengurangan risiko bencana yang dipadukan dengan teori pembelajaran berbasis komunitas. Dalam perspektif teknik sipil kebencanaan, risiko bencana dipahami sebagai hasil interaksi antara sistem fisik, lingkungan terbangun, dan kapasitas sosial masyarakat. Pendekatan ini menempatkan masyarakat bukan sekadar sebagai penerima informasi, tetapi sebagai aktor utama mitigasi melalui partisipasi aktif, pengalaman langsung, dan konstruksi pengetahuan kolektif. Pembelajaran berbasis simulasi dan skenario lokal memungkinkan pengetahuan teknis kebencanaan ditransformasikan menjadi praktik sosial yang kontekstual dan aplikatif. Dengan demikian, kesiapsiagaan tidak berhenti pada peningkatan kognitif, tetapi terinternalisasi dalam perilaku kolektif masyarakat. Kerangka ini memberikan landasan konseptual yang kuat untuk mengintegrasikan pendekatan teknis mitigasi dengan dinamika sosial komunitas secara berkelanjutan.

Berangkat dari landasan teoretis tersebut, program pengabdian ini memiliki relevansi strategis baik secara sosial maupun ilmiah. Secara sosial, penguatan kesiapsiagaan masyarakat desa rawan risiko berkontribusi langsung terhadap pengurangan dampak bencana dan peningkatan ketahanan komunitas. Secara ilmiah, kegiatan ini menawarkan pengembangan dan pembuktian model edukasi mitigasi bencana berbasis komunitas yang aplikatif dan dapat direplikasi, sehingga memperkaya praktik pengabdian dalam bidang teknik sipil kebencanaan. Rumusan masalah pengabdian ini berfokus pada

bagaimana mengembangkan dan menerapkan model edukasi mitigasi bencana berbasis komunitas yang mampu meningkatkan kesiapsiagaan sosial masyarakat desa rawan risiko secara nyata dan terukur. Sejalan dengan itu, tujuan utama program ini adalah meningkatkan kesiapsiagaan sosial masyarakat melalui pendekatan edukasi mitigasi yang partisipatif, berbasis simulasi, dan disesuaikan dengan skenario risiko lokal, guna memastikan keberlanjutan praktik pengurangan risiko bencana.

Metode Implementasi

Community Profile (Profil Komunitas Target)

Komunitas sasaran dalam kegiatan pengabdian ini adalah masyarakat desa yang secara sosial dan geografis berada pada kategori rawan risiko bencana. Pemilihan komunitas dilakukan secara evidence-based, dengan mempertimbangkan tingkat kerentanan sosial, keterbatasan akses terhadap informasi kebencanaan, serta ketergantungan tinggi pada mekanisme sosial informal dalam merespons bencana. Karakteristik utama komunitas meliputi dominasi mata pencaharian berbasis sumber daya lokal, keterbatasan infrastruktur pendukung mitigasi, serta kuatnya ikatan sosial berbasis kekerabatan dan gotong royong. Profil ini relevan dengan tujuan pengabdian karena kesiapsiagaan sosial di komunitas desa sangat ditentukan oleh kapasitas kolektif, pola interaksi sosial, dan praktik keseharian masyarakat. Dengan demikian, pemilihan komunitas sasaran didasarkan pada kesesuaian konteks dengan tujuan pengembangan dan pembuktian model edukasi mitigasi bencana berbasis komunitas.

Stakeholder Mapping (Pemetaan Pemangku Kepentingan)

Pemetaan pemangku kepentingan dilakukan untuk memastikan bahwa program pengabdian dirancang secara inklusif dan kolaboratif. Pemangku kepentingan utama meliputi masyarakat desa sebagai aktor inti, pemerintah desa sebagai pengambil kebijakan lokal, tokoh masyarakat dan tokoh adat sebagai penggerak sosial, serta relawan kebencanaan dan kelompok pemuda sebagai agen implementasi. Selain itu, tim pengabdian berperan sebagai fasilitator pengetahuan dan pengembang model. Pemetaan ini mengidentifikasi peran, kepentingan, serta tingkat pengaruh masing-masing aktor terhadap keberhasilan program. Pendekatan ini memungkinkan penguatan dukungan kelembagaan desa sebagai variabel moderator yang dapat memperkuat atau melemahkan dampak edukasi mitigasi terhadap kesiapsiagaan sosial masyarakat.

Problem Identification and Needs Assessment

Identifikasi masalah dan analisis kebutuhan dilakukan sebagai dasar ilmiah perancangan intervensi. Tahap ini mencakup focus group discussions (FGD) dengan masyarakat dan perangkat desa, wawancara semi-terstruktur dengan tokoh kunci, serta observasi lingkungan dan aktivitas keseharian warga. Proses ini bertujuan mengidentifikasi persepsi risiko bencana, tingkat pemahaman mitigasi, pola koordinasi sosial, serta praktik kesiapsiagaan yang telah ada. Hasil analisis kebutuhan menunjukkan adanya kesenjangan antara pengetahuan kebencanaan formal dan praktik nyata masyarakat, yang memperkuat urgensi pengembangan model edukasi mitigasi yang partisipatif, kontekstual, dan terintegrasi dengan kehidupan sehari-hari.

Participatory Approach / Theoretical Framework

Program pengabdian ini menggunakan pendekatan Community-Based Disaster Risk Reduction (CBDRR) yang dipadukan dengan teori kesiapsiagaan sosial dan pembelajaran berbasis komunitas. Pendekatan partisipatif menempatkan masyarakat sebagai subjek utama dalam seluruh tahapan program, mulai dari perencanaan hingga evaluasi. Pembelajaran berbasis pengalaman melalui simulasi dan skenario lokal digunakan untuk mentransformasikan pengetahuan teknis kebencanaan menjadi praktik sosial yang aplikatif. Kerangka ini memungkinkan analisis hubungan antara model edukasi mitigasi (X), partisipasi masyarakat (M_1), pemahaman risiko (M_2), kesiapsiagaan sosial (Y), serta dukungan kelembagaan desa (Z) dalam satu sistem sosial-teknis yang terintegrasi.

Implementation Stages (Tahapan Pelaksanaan)

Pre-implementation Stage

Pengumpulan data awal melalui survei baseline, FGD, dan observasi untuk memetakan kondisi kesiapsiagaan sosial dan kebutuhan komunitas.

Co-design and Planning Stage

Perancangan bersama model edukasi mitigasi, materi pembelajaran, dan skenario simulasi berbasis risiko lokal dengan melibatkan pemangku kepentingan desa.

Implementation Stage

Pelaksanaan edukasi mitigasi bencana berbasis komunitas melalui diskusi partisipatif, pelatihan, dan simulasi bencana.

Monitoring Stage

Pemantauan proses pelaksanaan, tingkat partisipasi masyarakat, dan dinamika sosial selama program berlangsung.

Evaluation Stage

Evaluasi dampak melalui pengukuran pre-test dan post-test kesiapsiagaan sosial serta observasi performa saat simulasi.

Follow-up & Sustainability Plan

Penguatan kapasitas lokal melalui rekomendasi kebijakan desa, pembentukan tim siaga, dan integrasi program ke agenda desa.

Materials, Tools, and Instruments

Instrumen yang digunakan meliputi kuesioner terstruktur untuk mengukur pengetahuan risiko dan kesiapsiagaan sosial, panduan wawancara semi-terstruktur, lembar observasi partisipatif, serta instrumen penilaian performa simulasi. Materi edukasi disusun secara kontekstual berbasis risiko lokal. Seluruh instrumen dirancang agar dapat direplikasi oleh peneliti atau praktisi lain pada konteks komunitas serupa.

Data Collection Techniques

Data dikumpulkan menggunakan survei terstruktur (baseline dan evaluasi dampak), wawancara semi-terstruktur, observasi partisipatif, dokumentasi kegiatan, serta penilaian performa saat simulasi. Validitas instrumen kuantitatif diuji melalui content validity dan reliabilitas internal, sedangkan keabsahan data kualitatif dijaga melalui triangulasi sumber dan metode.

Data Analysis

Data kualitatif dianalisis menggunakan thematic coding dan analisis naratif untuk memahami proses partisipasi dan integrasi praktik keseharian. Data kuantitatif dianalisis menggunakan uji beda pre-test–post-test serta analisis mediasi dan moderasi. Integrasi mixed methods dilakukan dengan menjelaskan temuan kuantitatif melalui data kualitatif.

Ethical Considerations

Seluruh partisipan memberikan persetujuan (informed consent). Data pribadi dijaga kerahasiaannya, dokumentasi visual dilakukan dengan izin peserta, dan interaksi dengan kelompok rentan mengikuti prinsip etika pengabdian. Program dilaksanakan dengan persetujuan pemerintah desa setempat. Keterbatasan penelitian meliputi waktu pelaksanaan yang terbatas, variasi tingkat partisipasi masyarakat, serta faktor eksternal seperti kondisi cuaca dan logistik yang dapat memengaruhi pelaksanaan simulasi.

Diskusi dan Hasil

Perubahan Tingkat Kesiapsiagaan Sosial Masyarakat (Pre-Post Intervention)

Hasil pengukuran kuantitatif menunjukkan bahwa implementasi model edukasi mitigasi bencana berbasis komunitas menghasilkan **peningkatan signifikan pada kesiapsiagaan sosial masyarakat**. Sebelum intervensi, kapasitas sosial masyarakat berada pada kategori rendah–sedang, terutama pada aspek koordinasi komunitas dan kesiapan evakuasi kolektif. Setelah program, seluruh indikator mengalami peningkatan bermakna.

Tabel 1. Perubahan Indeks Kesiapsiagaan Sosial Masyarakat

Indikator Kesiapsiagaan Sosial	Pra-Intervensi (Mean ± SD)	Pasca-Intervensi (Mean ± SD)	Δ (%)
Pengetahuan kesiapsiagaan	56.2 ± 8.1	78.9 ± 6.4	+40.4
Koordinasi komunitas	52.7 ± 7.9	80.3 ± 5.8	+52.3
Kesiapan evakuasi	49.5 ± 9.2	82.1 ± 6.1	+65.9
Respons kolektif	54.1 ± 8.6	79.4 ± 6.7	+46.8
Indeks total	53.1	80.2	+51.0

Hasil uji *paired t-test* menunjukkan perbedaan signifikan ($p < 0.001$), menegaskan dampak langsung intervensi terhadap kapasitas sosial masyarakat.

Efektivitas Simulasi dan Skenario Lokal terhadap Pemahaman Risiko

Pendekatan simulasi berbasis skenario lokal terbukti **lebih efektif dibandingkan sosialisasi konvensional** dalam meningkatkan pemahaman masyarakat terhadap risiko bencana dan prosedur mitigasi. Peningkatan tertinggi terjadi pada pemahaman jalur evakuasi dan sistem peringatan dini.

Tabel 2. Skor Pemahaman Risiko Bencana

Aspek Pemahaman	Pra-Test	Pasca-Test	Peningkatan (%)
Identifikasi ancaman	58.4	81.6	+39.7

Jalur evakuasi	46.9	84.2	+79.5
Prosedur mitigasi	51.3	78.8	+53.6
Sistem peringatan	49.7	76.1	+53.1

Data kualitatif menunjukkan bahwa masyarakat lebih mudah memahami mitigasi ketika skenario disesuaikan dengan kondisi lingkungan dan pengalaman sehari-hari, mendukung teori *experiential learning*.

Pengaruh Partisipasi Aktif terhadap Integrasi Praktik Kesiapsiagaan

Analisis menunjukkan bahwa **tingkat partisipasi masyarakat berperan sebagai variabel mediasi utama** dalam integrasi praktik kesiapsiagaan ke dalam aktivitas keseharian desa. Masyarakat dengan tingkat partisipasi tinggi menunjukkan konsistensi praktik mitigasi pasca-program.

Tabel 3. Hubungan Partisipasi dan Integrasi Praktik Kesiapsiagaan

Tingkat Partisipasi	Integrasi Praktik Harian (%)
Rendah	34.6
Sedang	61.2
Tinggi	85.7

Hasil analisis regresi mediasi menunjukkan bahwa partisipasi menjelaskan $\pm 48\%$ variasi pengaruh model edukasi terhadap kesiapsiagaan sosial, memperkuat validitas pendekatan berbasis komunitas.

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keberhasilan Implementasi Model

Analisis tematik data kualitatif mengidentifikasi faktor pendukung dan penghambat implementasi sebagai berikut:

Tabel 4. Faktor Keberhasilan dan Hambatan Implementasi

Dimensi	Faktor Pendukung	Faktor Penghambat
Sosial	Kepercayaan warga, gotong royong	Konflik laten, apatisme
Budaya	Nilai kolektivitas lokal	Resistensi terhadap perubahan
Struktural	Dukungan aparat desa	Keterbatasan regulasi
Teknis	Skenario lokal realistis	Keterbatasan sarana

Faktor struktural dan sosial berperan sebagai moderator yang memperkuat atau melemahkan dampak edukasi.

Respons Nyata Masyarakat dalam Simulasi Bencana

Observasi performa simulasi menunjukkan **peningkatan signifikan kesiapan operasional masyarakat** pasca-program.

Tabel 5. Perbandingan Respons Simulasi Pra-Pasca Program

Indikator Respons	Pra-Program	Pasca-Program
Waktu evakuasi (menit)	18.4	9.6
Kepatuhan prosedur (%)	42.1	88.3
Koordinasi komunitas (%)	39.7	85.4

Respons pasca-intervensi lebih terkoordinasi, cepat, dan mandiri, menunjukkan transformasi dari ketergantungan eksternal menuju kesiapsiagaan kolektif.

Temuan utama pengabdian ini menunjukkan bahwa penerapan model edukasi mitigasi bencana berbasis komunitas menghasilkan peningkatan yang konsisten pada

kesiapsiagaan sosial masyarakat desa rawan risiko. Perubahan tersebut tidak hanya tercermin pada aspek kognitif berupa pemahaman risiko, tetapi juga pada dimensi perilaku dan operasional, seperti koordinasi komunitas, kesiapan evakuasi, dan respons kolektif dalam simulasi bencana. Pola hasil mengindikasikan bahwa intervensi yang dirancang secara partisipatif dan kontekstual mampu menggeser kesiapsiagaan dari kondisi pasif dan reaktif menuju kesiapan sosial yang lebih adaptif dan terorganisasi. Dengan demikian, program ini menunjukkan bahwa penguatan kapasitas sosial masyarakat dapat dicapai melalui pendekatan edukasi yang melibatkan komunitas secara aktif dan mengaitkan mitigasi dengan pengalaman keseharian.

Peningkatan kesiapsiagaan sosial yang diamati dapat dijelaskan oleh mekanisme pembelajaran berbasis pengalaman yang terintegrasi dalam program. Simulasi dan skenario lokal memungkinkan masyarakat memaknai risiko bencana sebagai ancaman nyata yang dekat dengan kehidupan sehari-hari, bukan sebagai konsep abstrak. Proses ini memperkuat internalisasi pengetahuan dan mendorong perubahan perilaku kolektif. Selain itu, keterlibatan aktif masyarakat dalam perencanaan dan pelaksanaan program menciptakan rasa kepemilikan (*sense of ownership*) terhadap praktik mitigasi, yang pada akhirnya meningkatkan konsistensi penerapan kesiapsiagaan dalam aktivitas harian desa. Dinamika sosial seperti gotong royong dan kepercayaan antarwarga berperan penting dalam mempercepat transformasi dari ketergantungan pada respons eksternal menuju kesiapsiagaan mandiri berbasis komunitas.

Hasil ini mendukung kerangka *Community-Based Disaster Risk Reduction (CBDRR)* yang menempatkan masyarakat sebagai aktor utama pengurangan risiko bencana. Peningkatan kesiapsiagaan sosial menunjukkan bahwa pendekatan partisipatif efektif dalam menurunkan kerentanan sosial, sejalan dengan teori kerentanan sosial. Temuan terkait efektivitas simulasi menguatkan *experiential learning theory*, di mana pembelajaran melalui pengalaman langsung lebih berdampak dibandingkan sosialisasi satu arah. Peran partisipasi sebagai mediator antara edukasi dan kesiapsiagaan juga konsisten dengan *Theory of Planned Behavior*, yang menjelaskan bagaimana sikap dan niat kolektif dapat diterjemahkan menjadi tindakan nyata. Selain itu, pengaruh dukungan kelembagaan desa sebagai moderator menegaskan relevansi *social capital theory* dalam membangun kesiapsiagaan kolektif.

Temuan penelitian ini sejalan dengan studi yang menyoroti keterbatasan pendekatan *top-down* dalam mitigasi bencana (Schismenos et al., 2021; Abdullah et al., 2021), sekaligus melengkapi penelitian yang menekankan dominasi solusi teknis seperti sistem pendukung keputusan dan infrastruktur kritis (Ali et al., 2021; Alabbad et al., 2021). Berbeda dari pendekatan berbasis teknologi semata, seperti *mobile crowdsensing* atau *digital twin* (Elvas et al., 2021; Yu & He, 2022), studi ini menunjukkan bahwa teknologi dan skenario hanya efektif ketika diintegrasikan dengan proses pembelajaran sosial. Selain itu, hasil ini memperluas temuan Cantelmi et al. (2021) dengan menunjukkan bagaimana *mixed methods* tidak hanya berfungsi sebagai alat analisis, tetapi juga sebagai strategi implementasi untuk menjembatani proses dan dampak intervensi mitigasi.

Keberhasilan implementasi model dipengaruhi oleh sejumlah faktor pendukung, terutama tingginya partisipasi masyarakat, kuatnya nilai kolektivitas lokal, dan dukungan aparatur desa. Faktor-faktor ini memperkuat integrasi praktik kesiapsiagaan dalam kehidupan sehari-hari. Sebaliknya, hambatan utama berasal dari keterbatasan sarana pendukung, resistensi sebagian kecil warga terhadap perubahan, serta keterbatasan regulasi formal yang mengatur keberlanjutan program. Temuan ini menunjukkan bahwa

kesiapsiagaan sosial merupakan hasil interaksi antara faktor sosial, budaya, struktural, dan teknis, sehingga intervensi mitigasi perlu dirancang secara holistik dan sensitif terhadap konteks lokal.

Secara praktis, hasil ini menunjukkan bahwa edukasi mitigasi berbasis komunitas dapat menjadi strategi efektif bagi pendidik, pemerintah desa, dan pemangku kepentingan lokal untuk meningkatkan kesiapsiagaan tanpa ketergantungan penuh pada infrastruktur mahal. Dari sisi kebijakan, temuan ini mengindikasikan perlunya integrasi program edukasi mitigasi partisipatif ke dalam perencanaan pembangunan desa dan kebijakan pengurangan risiko bencana. Pendekatan mixed methods memungkinkan triangulasi yang kuat, di mana peningkatan skor kesiapsiagaan diperjelas oleh temuan kualitatif tentang perubahan perilaku dan dinamika sosial, sehingga memberikan pemahaman yang lebih komprehensif dibandingkan pendekatan tunggal.

Kontribusi utama artikel ini terletak pada pengembangan dan pembuktian model edukasi mitigasi bencana berbasis komunitas yang partisipatif, kontekstual, dan terintegrasi dengan praktik keseharian, serta divalidasi secara empiris. Model ini memperkaya literatur pengabdian dan kebencanaan dengan menekankan kesiapsiagaan sosial sebagai elemen kunci mitigasi. Keterbatasan program meliputi durasi intervensi yang relatif singkat dan keterbatasan sumber daya teknis, yang dapat memengaruhi skala dampak jangka panjang. Penelitian dan pengabdian selanjutnya disarankan untuk menguji keberlanjutan model ini dalam jangka waktu lebih panjang, mengintegrasikannya dengan teknologi kebencanaan, serta melakukan scale-up pada konteks komunitas desa yang lebih beragam.

Kesimpulan

Program pengabdian ini bertujuan meningkatkan kesiapsiagaan sosial masyarakat desa rawan risiko melalui edukasi mitigasi bencana berbasis komunitas dengan pendekatan simulasi dan skenario lokal yang partisipatif. Secara keseluruhan, hasil menunjukkan bahwa tujuan tersebut tercapai, ditandai oleh penguatan kesiapsiagaan sosial yang tidak hanya mencakup peningkatan pemahaman risiko, tetapi juga perubahan perilaku kolektif dan kesiapan operasional masyarakat. Temuan ini menegaskan bahwa pendekatan edukasi yang partisipatif dan kontekstual mampu menghasilkan dampak yang lebih komprehensif dibandingkan model sosialisasi konvensional.

Dari sisi signifikansi dan dampak, kegiatan ini berkontribusi pada peningkatan kapasitas sosial masyarakat dalam menghadapi bencana, khususnya melalui penguatan koordinasi komunitas dan internalisasi praktik kesiapsiagaan dalam kehidupan sehari-hari. Dampak sosial terlihat pada tumbuhnya kemandirian dan solidaritas komunitas, sementara dampak pengetahuan tercermin pada pemahaman risiko yang lebih aplikatif. Dalam jangka panjang, model ini berpotensi mendukung keberlanjutan pembangunan desa dengan menurunkan kerentanan sosial terhadap bencana tanpa ketergantungan berlebihan pada solusi teknis berbiaya tinggi.

Sejumlah lessons learned dapat ditarik dari pelaksanaan program ini. Keberhasilan utama ditentukan oleh tingginya partisipasi masyarakat, kuatnya nilai kolektivitas lokal, serta dukungan aparatur desa yang memperkuat legitimasi program. Pendekatan pembelajaran berbasis pengalaman melalui simulasi terbukti efektif dalam menjembatani kesenjangan antara pengetahuan dan praktik. Namun, proses

implementasi juga memberikan wawasan bahwa perubahan perilaku membutuhkan waktu, konsistensi pendampingan, dan sensitivitas terhadap dinamika sosial lokal.

Program ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu dicermati. Durasi intervensi yang relatif singkat membatasi pengamatan terhadap keberlanjutan dampak dalam jangka panjang. Selain itu, keterbatasan sarana pendukung dan variasi tingkat partisipasi masyarakat berpotensi memengaruhi intensitas hasil di setiap kelompok. Meskipun demikian, keterbatasan ini tidak mengurangi nilai ilmiah program, melainkan menunjukkan ruang pengembangan lebih lanjut.

Berdasarkan temuan tersebut, direkomendasikan agar masyarakat mempertahankan praktik kesiapsiagaan yang telah terintegrasi dalam aktivitas harian, sementara pemerintah desa dan pemangku kepentingan lokal perlu mengadopsi model edukasi mitigasi berbasis komunitas ini ke dalam perencanaan dan regulasi pengurangan risiko bencana. Dukungan kebijakan yang bersifat fasilitatif akan memperkuat keberlanjutan dan replikasi program di konteks serupa.

Ke depan, pengembangan lanjutan dapat diarahkan pada pengujian keberlanjutan model dalam periode yang lebih panjang, integrasi dengan teknologi kebencanaan yang relevan, serta scale-up ke komunitas desa dengan karakteristik risiko yang berbeda. Jalur keberlanjutan program diharapkan terwujud melalui penguatan kapasitas lokal, kemitraan multipihak, dan pelebagaan edukasi mitigasi bencana sebagai bagian integral dari pembangunan desa berkelanjutan.

Referensi

- Abdullah, M. F., Siraj, S., & Hodgett, R. (2021). An Overview of Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) Application in Managing Water-Related Disaster Events: Analyzing 20 Years of Literature for Flood and Drought Events. *Water*, 13, 1358. <https://doi.org/10.3390/w13101358>
- Alabbad, Y., Yildirim, E., & Demir, I. (2021). Flood mitigation data analytics and decision support framework: Iowa Middle Cedar Watershed case study. *The Science of the Total Environment*, 152768. <https://doi.org/10.31223/x53w6k>
- Ali, H. M., Desha, C., Ranse, J., & Roiko, A. (2021). Planning and assessment approaches towards disaster resilient hospitals: A systematic literature review. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2021.102319>
- Asad, R., Saleem, M., Habib, M., Mufti, N., & Mayo, S. (2023). Seismic risk assessment and hotspots prioritization: a developing country perspective. *Natural Hazards (Dordrecht, Netherlands)*, 1–39. <https://doi.org/10.1007/s11069-023-05970-7>
- Biancardi, A., Colasante, A., D'Adamo, I., Daraio, C., Gastaldi, M., & Uricchio, A. (2023). Strategies for developing sustainable communities in higher education institutions. *Scientific Reports*, 13. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-48021-8>
- Cantelmi, R., Di Gravio, G., & Patriarca, R. (2021). Reviewing qualitative research approaches in the context of critical infrastructure resilience. *Environment Systems & Decisions*, 41, 341–376. <https://doi.org/10.1007/s10669-020-09795-8>
- Cao, Y., Xu, C., Aziz, N., & Kamaruzzaman, S. (2023). BIM-GIS Integrated Utilization in Urban Disaster Management: The Contributions, Challenges, and Future Directions. *Remote. Sens.*, 15, 1331. <https://doi.org/10.3390/rs15051331>
- Cicek, D., & Kantarci, B. (2023). Use of Mobile Crowdsensing in Disaster Management: A Systematic Review, Challenges, and Open Issues. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 23. <https://doi.org/10.3390/s23031699>
- Duan, Y., Xiong, J., Cheng, W., Wang, N., Li, Y., He, Y., Liu, J., He, W., & Yang, G. (2021). Flood vulnerability assessment using the triangular fuzzy number-based analytic hierarchy process and support vector machine model for the Belt and Road region.

- Natural Hazards, 110, 269–294. <https://doi.org/10.1007/s11069-021-04946-9>
- Elvas, L., Mataloto, B., Martins, A., & Ferreira, J. (2021). Disaster Management in Smart Cities. *Smart Cities*, 4, 819–839. <https://doi.org/10.3390/smartcities4020042>
- Fuady, M., Munadi, R., & Fuady, M. (2021). Disaster mitigation in Indonesia: between plans and reality. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1087. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1087/1/012011>
- Kiparisov, P., Lagutov, V., & Pflug, G. (2023). Quantification of Loss of Access to Critical Services during Floods in Greater Jakarta: Integrating Social, Geospatial, and Network Perspectives. *Remote. Sens.*, 15, 5250. <https://doi.org/10.3390/rs15215250>
- Koswara, D., Windupranata, W., Meilano, I., Hayatiningsih, I., & Hanifa, N. (2021). Characteristics of Potential Tsunami Evacuee and Evacuation Infrastructure in Pangdaran Beach, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 925. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/925/1/012036>
- Liang, W., & Xue, Y. (2025). A CAS driven framework integrating entropy cloud and fuzzy cognitive map enhances disaster resilience in urban old communities. *Scientific Reports*, 15. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-98278-4>
- Mesta, C., Cremen, G., & Galasso, C. (2022). Urban growth modelling and social vulnerability assessment for a hazardous Kathmandu Valley. *Scientific Reports*, 12. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-09347-x>
- Rachmawati, R., Mei, E., Nurani, I. W., Ghiffari, R. A., Rohmah, A., & Sejati, M. A. (2021). Innovation in Coping with the COVID-19 Pandemic: The Best Practices from Five Smart Cities in Indonesia. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su132112072>
- Raharjo, E., Sarjana, S., & Safitri, M. (2022). Transportation infrastructure planning in supporting disaster mitigation: Case study in Mount Gamalama. *Jambá : Journal of Disaster Risk Studies*, 14. <https://doi.org/10.4102/jamba.v14i1.1123>
- Riaz, K., McAfee, M., & Gharbia, S. (2023). Management of Climate Resilience: Exploring the Potential of Digital Twin Technology, 3D City Modelling, and Early Warning Systems. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 23. <https://doi.org/10.3390/s23052659>
- Schismenos, S., Stevens, G., Emmanouloudis, D., Georgeou, N., Shrestha, S., & Chalaris, M. (2021). Humanitarian engineering at the sustainability-development nexus: mapping vulnerability and capability factors for communities at risk of water-based disasters. *Sustainability Science*, 16, 1185–1199. <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00890-y>
- Widiachristy, L., & Rachmanto, A. (2021). THE EFFECTIVENESS OF JAKARTA SMART CITY APPLICATION IN ENHANCING COMMUNITY RESILIENCE IN FACING FLOOD RISK. *Journal of Architecture&ENVIRONMENT*. <https://doi.org/10.12962/j2355262x.v20i1.a9034>
- Yabe, T., Jones, N., Rao, P., González, M., & Ukkusuri, S. (2021). Mobile phone location data for disasters: A review from natural hazards and epidemics. *Comput. Environ. Urban Syst.*, 94, 101777. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2022.101777>
- Yu, D., & He, Z. (2022). Digital twin-driven intelligence disaster prevention and mitigation for infrastructure: advances, challenges, and opportunities. *Natural Hazards (Dordrecht, Netherlands)*, 112, 1–36. <https://doi.org/10.1007/s11069-021-05190-x>