



INOVASI MITIGASI BENCANA DALAM KETERBATASAN ANGGARAN: STRATEGI ADAPTIF BADAN NASIONAL PENANGGULANGAN BENCANA (BNPB)

Sajiva Purna Yudha¹, Nyoman Dwika Ayu Amrita², Nyoman Diah Utari
Dewi³

^{1,2,3}Program Magister Manajemen Inovasi, Universitas Ngurah Rai Bali, Indonesia
sajident07@gmail.com¹, dwika.ayu@unr.ac.id², diah.utari@unr.ac.id³

Abstrak: Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat risiko bencana tertinggi di dunia. Ada banyak faktor mengapa Indonesia rawan bencana alam. Indonesia dilintasi berbagai gunung api aktif dan disebut sebagai 'Ring of Fire'. Hal ini karena posisinya berada di Cincin atau Lingkar Api Pasifik. Wilayah ini membentang sepanjang 40.000 km di sekitar Samudra Pasifik yang sering terjadi gempa bumi dan letusan gunung api. Wilayah tersebut dikenal sebagai jalur gempa teraktif di dunia yang terdiri dari palung samudra, busur vulkanik, dan sabuk vulkanik. Semuanya terletak saling berdekatan satu sama lain. Serta letak geografis Indonesia yang berada di pertemuan tiga lempeng tektonik serta kondisi iklim tropis yang rentan terhadap bencana. Indonesia sebagai negara rawan bencana menghadapi tantangan besar dalam pengelolaan risiko bencana, terutama dalam kondisi keterbatasan anggaran. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis inovasi mitigasi bencana yang dapat diterapkan oleh BNPB dalam situasi keterbatasan fiskal. Metode penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dengan studi literatur dari jurnal ilmiah, dan kebijakan publik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa inovasi berbasis teknologi digital, pendidikan, pemberdayaan masyarakat, serta kolaborasi lintas sektor merupakan strategi efektif dalam meningkatkan ketahanan bencana dengan biaya yang efisien. Penelitian ini menegaskan bahwa keterbatasan anggaran dapat menjadi katalis bagi inovasi dalam manajemen bencana.

Kata Kunci: mitigasi bencana, inovasi, BNPB, efisiensi anggaran.

Abstract: Indonesia is one of the countries with the highest disaster risk levels in the world. There are many factors that make Indonesia prone to natural disasters. Indonesia is crossed by various active volcanoes and is referred to as the "Ring of Fire." This is because of its position on the Pacific Ring of Fire. This region stretches for 40,000 km around the Pacific Ocean, where earthquakes and volcanic eruptions frequently occur. This region is known as the world's most active earthquake belt, consisting of ocean trenches, volcanic arcs, and volcanic belts. All are located close to each other. Furthermore, Indonesia's geographical location at the confluence of three tectonic plates and tropical climate conditions are vulnerable to disasters. Indonesia, as a disaster-prone country, faces significant challenges in disaster risk management, especially in conditions of budget constraints. This study aims to analyze disaster mitigation innovations that can be implemented by the National Disaster Management Agency (BNPB) in a situation of fiscal constraints. The research method uses a qualitative approach with a literature review of scientific journals and public policy. The results show that digital technology-based innovations, education, community empowerment, and cross-sector collaboration are effective strategies for increasing disaster resilience cost-effectively. This study confirms that budget constraints can be a catalyst for innovation in disaster management.

Keywords: disaster mitigation, innovation, BNPB, budget efficiency

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat kerawanan bencana yang cukup tinggi karena berada pada kawasan Ring of Fire dan pertemuan tiga lempeng tektonik utama dunia. Kondisi geografis tersebut menyebabkan Indonesia rentan terhadap berbagai jenis bencana seperti gempa bumi, tsunami, banjir, tanah longsor, hingga letusan gunung api. Selain faktor geologis, peningkatan bencana hidrometeorologi akibat perubahan iklim juga semakin memperbesar tingkat risiko kebencanaan di Indonesia (Mahendra, 2023).

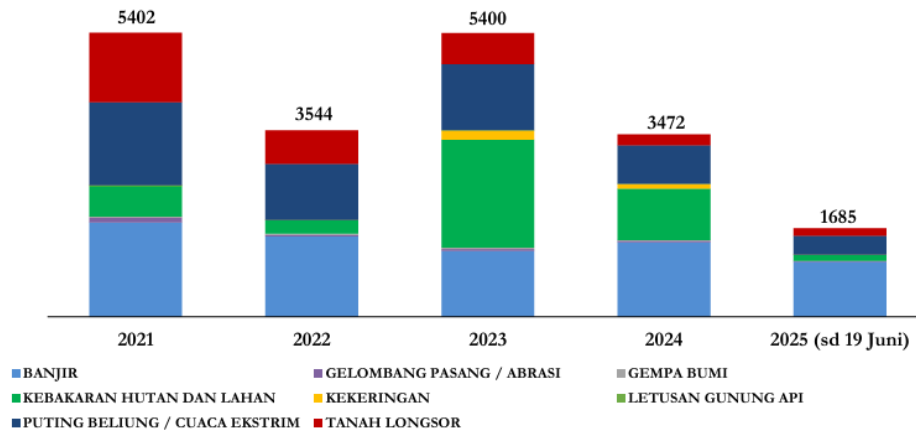


Sumber: (Wibawana, 2022)

Gambar 1
Pasifik Ring of Fire

Data Badan Nasional Penanggulangan Bencana menunjukkan bahwa kejadian bencana di Indonesia mengalami peningkatan dalam beberapa tahun terakhir dengan dominasi bencana hidrometeorologi seperti banjir, cuaca ekstrem, dan tanah longsor (BNPB, 2026). Tingginya intensitas kejadian bencana tersebut tidak hanya berdampak pada korban jiwa, tetapi juga menimbulkan kerugian ekonomi, kerusakan infrastruktur, serta gangguan terhadap stabilitas sosial masyarakat. Kondisi ini menunjukkan bahwa mitigasi bencana menjadi salah satu aspek penting dalam mendukung pembangunan nasional yang berkelanjutan.

KEJADIAN BENCANA ALAM DI INDONESIA, 2021–JUNI 2025



Sumber: Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB)

Gambar 2
Kejadian Bencana Alam di Indonesia

Mitigasi bencana pada dasarnya merupakan upaya yang dilakukan untuk mengurangi risiko dan dampak bencana melalui pendekatan struktural maupun non-struktural. Kurniawati (2020) menjelaskan bahwa mitigasi tidak hanya berfokus pada penanganan pascabencana, tetapi juga mencakup tindakan preventif melalui edukasi, komunikasi mitigasi, dan peningkatan kesiapsiagaan masyarakat. Dengan demikian, mitigasi bencana tidak hanya menjadi tanggung jawab pemerintah, tetapi juga memerlukan keterlibatan aktif masyarakat dan berbagai pihak terkait.



Sumber: Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB)

Gambar 3
Infografis Bencana Tahun 2025

Namun demikian, pelaksanaan mitigasi bencana di Indonesia masih menghadapi berbagai tantangan, salah satunya berkaitan dengan keterbatasan anggaran pemerintah dalam pembiayaan penanggulangan bencana. Keterbatasan fiskal dapat memengaruhi efektivitas program mitigasi apabila tidak diimbangi dengan strategi pengelolaan yang inovatif dan adaptif. Dalam Nota Keuangan RAPBN Tahun 2026 dijelaskan bahwa efisiensi pengelolaan anggaran menjadi salah satu tantangan utama dalam pelaksanaan program pemerintah, termasuk pada sektor kebencanaan (Kementerian Keuangan Republik Indonesia, 2025).

Dalam kondisi tersebut, inovasi menjadi faktor penting dalam mendukung efektivitas mitigasi bencana. Inovasi tidak hanya berkaitan dengan penggunaan teknologi digital, tetapi juga mencakup penguatan kolaborasi lintas sektor, pengembangan pendidikan pengurangan risiko bencana, serta optimalisasi sistem informasi kebencanaan. Batoebara (2021) menyatakan bahwa inovasi di era digital tidak dapat dipisahkan dari kolaborasi, komunikasi, dan integrasi informasi dalam mendukung efektivitas organisasi public

Berbagai penelitian sebelumnya telah membahas mitigasi bencana dari berbagai perspektif. Rahma (2018) menekankan pentingnya pendidikan formal dalam membangun budaya sadar bencana melalui implementasi pendidikan pengurangan risiko bencana di sekolah. Selain itu, Septikasari dkk. (2022) menjelaskan bahwa pendidikan kebencanaan memiliki peran penting dalam meningkatkan ketahanan sekolah terhadap risiko bencana. Di sisi lain, perkembangan transformasi digital juga mendorong pemanfaatan sistem informasi dan kecerdasan buatan dalam mitigasi bencana. Penelitian Fathir dkk. (2025) menunjukkan bahwa sistem informasi berbasis data *real-time* mampu meningkatkan efektivitas pengambilan keputusan dalam mitigasi bencana.

Selain sistem informasi, pemanfaatan *artificial intelligence* (AI), *machine learning*, dan teknologi satelit juga mulai dikembangkan dalam mendukung sistem prediksi dan pemetaan risiko bencana. Pitaloka dkk. (2024) menjelaskan bahwa *machine learning* memiliki kemampuan dalam mengolah data kebencanaan secara lebih cepat dan akurat, khususnya dalam prediksi banjir. Sementara itu, Afriyanto dkk. (2025) menyebutkan bahwa teknologi satelit berperan penting dalam mendukung resiliensi nasional terhadap ancaman geospasial.

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian terdahulu masih berfokus pada efektivitas teknologi atau implementasi mitigasi secara umum tanpa mengaitkannya dengan kondisi keterbatasan fiskal pemerintah, khususnya pada BNPB. Padahal, dalam kondisi keterbatasan anggaran, kemampuan

institusi dalam menciptakan inovasi menjadi faktor penting dalam menjaga efektivitas mitigasi bencana.

Berbagai penelitian terdahulu telah mengkaji mitigasi bencana melalui berbagai perspektif, seperti pemanfaatan teknologi digital, pendidikan pengurangan risiko bencana, kolaborasi lintas sektor, maupun sistem informasi berbasis data real-time. Namun demikian, penelitian-penelitian tersebut masih menunjukkan kecenderungan untuk membahas setiap pendekatan secara terpisah. Penelitian mengenai teknologi lebih banyak menitikberatkan pada peningkatan akurasi prediksi dan sistem peringatan dini, sedangkan penelitian mengenai pendidikan maupun kolaborasi lebih berfokus pada peningkatan kapasitas masyarakat dan koordinasi antar pemangku kepentingan. Kondisi tersebut menunjukkan belum adanya pendekatan yang mengintegrasikan berbagai bentuk inovasi mitigasi dalam konteks keterbatasan anggaran pemerintah, khususnya pada Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB).

Selain itu, dari sisi teoritis masih terdapat kesenjangan dalam pengembangan konsep inovasi sektor publik. Sebagian besar penelitian memandang inovasi sebagai adopsi teknologi atau perubahan prosedur organisasi, sedangkan kemampuan organisasi publik dalam membangun *strategic capability* melalui kolaborasi, tata kelola adaptif (*adaptive governance*), serta penciptaan nilai publik (*public value creation*) masih belum banyak dibahas dalam konteks mitigasi bencana. Padahal, dalam kondisi keterbatasan fiskal, keberhasilan mitigasi tidak hanya ditentukan oleh besarnya anggaran, tetapi juga oleh kemampuan organisasi dalam mengoptimalkan sumber daya yang tersedia melalui inovasi yang adaptif dan kolaboratif.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini bertujuan menganalisis berbagai inovasi mitigasi bencana yang dapat diterapkan oleh BNPB dalam menghadapi keterbatasan anggaran. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi teoritis terhadap pengembangan konsep inovasi sektor publik melalui integrasi pendekatan pendidikan kebencanaan, kolaborasi multi-sektoral, transformasi digital, dan pemanfaatan artificial intelligence sebagai strategi adaptif dalam meningkatkan efektivitas mitigasi bencana.

TINJAUAN LITERATUR

Mitigasi Bencana

Mitigasi bencana merupakan serangkaian upaya yang dilakukan untuk mengurangi risiko dan dampak bencana melalui pendekatan struktural maupun non-struktural. Mitigasi bertujuan meminimalkan

korban jiwa, kerusakan lingkungan, kerugian ekonomi, serta gangguan terhadap aktivitas sosial masyarakat akibat terjadinya bencana (Kurniawati, 2020).

Kurniawati (2020) menjelaskan bahwa mitigasi bencana tidak hanya berfokus pada penanganan pascabencana, tetapi juga menekankan pentingnya tindakan preventif melalui edukasi, komunikasi risiko, serta penguatan kesiapsiagaan masyarakat. Pendekatan mitigasi modern menempatkan masyarakat sebagai subjek utama dalam pengurangan risiko bencana sehingga pembangunan kapasitas masyarakat menjadi faktor penting dalam menciptakan ketahanan bencana yang berkelanjutan. Dalam konteks Indonesia sebagai negara rawan bencana, mitigasi memiliki peran strategis dalam mendukung pembangunan nasional yang berkelanjutan. Mitigasi yang efektif mampu mengurangi tingkat kerentanan masyarakat serta memperkuat kapasitas adaptasi terhadap berbagai ancaman bencana yang terus berkembang akibat perubahan iklim dan urbanisasi.

Inovasi dalam Penanggulangan Bencana

Inovasi merupakan proses pengembangan ide, metode, sistem, maupun teknologi baru yang bertujuan meningkatkan efektivitas dan efisiensi suatu organisasi. Dalam sektor publik, inovasi menjadi bagian penting dalam menciptakan tata kelola pemerintahan yang responsif terhadap perubahan lingkungan dan kebutuhan masyarakat. Menurut (Batoebara, 2021), inovasi di era digital tidak hanya berkaitan dengan pemanfaatan teknologi modern, tetapi juga mencakup penguatan komunikasi, kolaborasi, dan integrasi informasi antar lembaga. Dalam konteks penanggulangan bencana, inovasi diperlukan untuk menciptakan sistem mitigasi yang lebih adaptif, cepat, dan efisien dalam menghadapi kompleksitas risiko bencana.

Inovasi mitigasi bencana dapat diwujudkan melalui berbagai pendekatan, seperti pengembangan pendidikan kebencanaan, pemanfaatan teknologi digital, penguatan sistem informasi berbasis data real-time, hingga pembentukan model kolaborasi lintas sektor. Pendekatan tersebut dinilai mampu meningkatkan efektivitas mitigasi meskipun dalam kondisi keterbatasan sumber daya dan anggaran pemerintah.

Strategic Capability

Strategic capability merupakan kemampuan organisasi dalam mengintegrasikan sumber daya, pengetahuan, kompetensi, dan proses organisasi untuk merespons perubahan lingkungan secara efektif serta mempertahankan kinerja dalam kondisi yang penuh ketidakpastian. Dalam sektor publik, strategic capability tidak hanya berkaitan dengan kemampuan mengelola sumber daya internal, tetapi juga mencakup

kemampuan membangun kolaborasi lintas sektor, memanfaatkan teknologi digital, serta mendorong pembelajaran organisasi secara berkelanjutan. Kemampuan tersebut menjadi faktor penting bagi organisasi publik dalam menghadapi keterbatasan anggaran karena memungkinkan organisasi mengoptimalkan sumber daya yang tersedia tanpa mengurangi kualitas pelayanan kepada masyarakat (Kristian dkk., 2025). Dalam konteks mitigasi bencana, *strategic capability* menjadi landasan bagi BNPB dalam menentukan prioritas program, membangun kemitraan strategis, dan mengembangkan inovasi yang mampu meningkatkan efektivitas mitigasi secara berkelanjutan.

Adaptive Governance

Adaptive governance merupakan pendekatan tata kelola yang menekankan kemampuan organisasi publik untuk beradaptasi terhadap perubahan melalui fleksibilitas kelembagaan, kolaborasi multipihak, pembelajaran berkelanjutan, dan pengambilan keputusan yang responsif terhadap dinamika lingkungan. Pendekatan ini menjadi penting dalam pengelolaan risiko bencana karena karakteristik ancaman bencana yang terus berubah menuntut koordinasi lintas sektor, pemanfaatan teknologi informasi, serta keterlibatan masyarakat dalam proses mitigasi. Menurut Janssen & van der Voort (2016), adaptive governance memungkinkan organisasi publik meningkatkan kapasitas adaptif melalui pemanfaatan kapabilitas internal maupun eksternal, desentralisasi pengambilan keputusan, serta keseimbangan antara stabilitas, akuntabilitas, dan kemampuan beradaptasi. Oleh karena itu, pendekatan ini dipandang mampu meningkatkan efektivitas mitigasi bencana meskipun organisasi menghadapi keterbatasan sumber daya dan anggaran.

Public Value Creation

Konsep *public value creation* menjelaskan bahwa keberhasilan organisasi publik tidak hanya diukur berdasarkan efisiensi penggunaan anggaran, tetapi juga berdasarkan manfaat yang dihasilkan bagi masyarakat. Nilai publik tercipta ketika organisasi mampu menyediakan pelayanan yang berkualitas, meningkatkan kepercayaan masyarakat, serta menghasilkan dampak sosial yang berkelanjutan. Dalam mitigasi bencana, nilai publik diwujudkan melalui peningkatan keselamatan masyarakat, pengurangan risiko bencana, peningkatan kesiapsiagaan, serta penguatan ketahanan komunitas. Oleh karena itu, inovasi mitigasi tidak hanya bertujuan meningkatkan efisiensi organisasi, tetapi juga menghasilkan manfaat publik melalui pelayanan kebencanaan yang lebih efektif, inklusif, dan responsif terhadap kebutuhan masyarakat (Bojang, 2021).

Innovation in Public Sector

Inovasi sektor publik merupakan proses pengembangan ide, metode, layanan, maupun tata kelola baru yang bertujuan meningkatkan efektivitas, efisiensi, dan kualitas pelayanan publik. Berbeda dengan sektor privat yang berorientasi pada keuntungan, inovasi sektor publik diarahkan untuk menciptakan nilai publik (*public value*) melalui penyelesaian berbagai permasalahan masyarakat secara lebih adaptif dan berkelanjutan. Dalam konteks kebencanaan, inovasi tidak hanya diwujudkan melalui pemanfaatan teknologi digital, tetapi juga melalui pembentukan tata kelola kolaboratif, penguatan kapasitas kelembagaan, serta pengembangan strategi adaptif yang mampu menjawab keterbatasan sumber daya (Adyawarman, 2021).

Pendidikan Pengurangan Risiko Bencana (PRB)

Pendidikan Pengurangan Risiko Bencana (PRB) merupakan salah satu bentuk mitigasi non-struktural yang bertujuan meningkatkan pengetahuan, kesadaran, serta keterampilan masyarakat dalam menghadapi ancaman bencana. Pendidikan PRB dilakukan melalui pendidikan formal, non-formal, maupun informal guna membangun budaya sadar bencana sejak dini.

Rahma (2018) menyatakan bahwa sekolah memiliki peran strategis dalam membentuk perilaku masyarakat sadar bencana karena pendidikan mampu menciptakan agen perubahan (*agent of change*) dalam lingkungan sosial. Melalui pendidikan kebencanaan, peserta didik tidak hanya memperoleh pemahaman mengenai risiko bencana, tetapi juga kemampuan mitigasi, kesiapsiagaan, dan tanggap darurat.

Implementasi pendidikan PRB menjadi penting dalam menciptakan ketahanan masyarakat terhadap risiko bencana. Selain memiliki dampak jangka panjang, pendidikan mitigasi juga dinilai lebih efisien karena mampu mengurangi potensi kerugian akibat bencana melalui peningkatan kapasitas masyarakat sejak dini. Temuan tersebut menunjukkan bahwa pendidikan pengurangan risiko bencana merupakan bentuk inovasi non-struktural yang memiliki nilai strategis dalam meningkatkan kapasitas masyarakat. Hasil penelitian ini sejalan dengan konsep *strategic capability* yang menempatkan pengembangan kapasitas sumber daya manusia sebagai salah satu aset utama organisasi publik dalam menghadapi keterbatasan sumber daya. Selain itu, pendidikan kebencanaan juga mendukung penciptaan *public value* melalui peningkatan kesadaran, kesiapsiagaan, dan ketahanan masyarakat terhadap risiko bencana.

Kolaborasi Multi-Sektoral dalam Mitigasi Bencana

Penanggulangan bencana merupakan permasalahan kompleks yang memerlukan keterlibatan berbagai pihak. Oleh karena itu, pendekatan

kolaboratif menjadi salah satu strategi penting dalam memperkuat sistem mitigasi bencana. Konsep collaborative governance menekankan pentingnya kerja sama antara pemerintah, sektor swasta, akademisi, media, dan masyarakat dalam menyelesaikan permasalahan publik secara bersama-sama. Kolaborasi multi-sektoral memungkinkan terjadinya integrasi sumber daya, informasi, teknologi, serta pendanaan dalam mendukung efektivitas mitigasi bencana. Dalam kondisi keterbatasan anggaran BNPB, pendekatan kolaboratif dinilai mampu menjadi solusi strategis untuk memperkuat kapasitas mitigasi tanpa sepenuhnya bergantung pada pembiayaan pemerintah.

Selain itu, kerja sama lintas sektor juga mampu meningkatkan efisiensi koordinasi dan mempercepat proses pengambilan keputusan dalam situasi kebencanaan. Dengan demikian, kolaborasi menjadi salah satu bentuk inovasi kelembagaan yang penting dalam menciptakan sistem mitigasi yang adaptif dan berkelanjutan. Hasil tersebut memperlihatkan bahwa kolaborasi lintas sektor tidak hanya meningkatkan efektivitas koordinasi, tetapi juga memperkuat kemampuan organisasi dalam mengoptimalkan sumber daya yang tersedia. Temuan ini mendukung konsep adaptive governance yang menekankan pentingnya keterlibatan berbagai aktor dalam menciptakan tata kelola yang responsif terhadap perubahan lingkungan. Dengan demikian, kolaborasi menjadi strategi penting bagi BNPB dalam mempertahankan efektivitas mitigasi meskipun berada dalam kondisi keterbatasan fiskal.

Sistem Informasi dan Artificial Intelligence (AI) dalam Mitigasi Bencana

Perkembangan transformasi digital mendorong pemanfaatan sistem informasi dan artificial intelligence (AI) dalam mitigasi bencana. Sistem informasi berbasis data real-time memungkinkan proses pengumpulan, pengolahan, dan distribusi informasi kebencanaan dilakukan secara lebih cepat dan akurat. Fathir dkk. (2025) menjelaskan bahwa sistem informasi pendukung keputusan berbasis data real-time mampu meningkatkan efektivitas mitigasi bencana melalui integrasi data dari sensor lingkungan, satelit, dan media sosial. Teknologi tersebut membantu pemerintah dalam melakukan identifikasi risiko, prediksi bencana, serta pengambilan keputusan secara lebih responsif.

Selain itu, pemanfaatan AI seperti machine learning, GeoAI, dan penginderaan jauh memungkinkan analisis data kebencanaan dilakukan dalam skala besar dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi. Teknologi AI mampu mendukung proses prediksi banjir, pemetaan wilayah rawan bencana, identifikasi kerusakan, hingga pengembangan sistem peringatan dini. Meskipun demikian, implementasi teknologi digital dalam mitigasi bencana masih menghadapi berbagai tantangan seperti keterbatasan infrastruktur, kualitas data, serta kesiapan sumber daya manusia. Oleh

karena itu, pemanfaatan teknologi perlu diimbangi dengan penguatan kapasitas kelembagaan dan masyarakat agar implementasi inovasi digital dapat berjalan secara optimal dan berkelanjutan. Pemanfaatan artificial intelligence menunjukkan bahwa transformasi digital mampu meningkatkan kualitas pengambilan keputusan melalui analisis data yang lebih cepat dan akurat. Namun demikian, implementasi AI memerlukan kesiapan organisasi, infrastruktur digital, serta kualitas data yang memadai. Oleh karena itu, penerapan AI perlu dilakukan secara bertahap sesuai dengan kapasitas organisasi sehingga manfaat teknologi dapat dioptimalkan tanpa menimbulkan beban anggaran yang berlebihan.

METODE

Metode penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi literatur (*literature review*). Pendekatan ini digunakan untuk menganalisis berbagai inovasi mitigasi bencana yang dapat diterapkan dalam kondisi keterbatasan anggaran BNPB. Sumber data penelitian berasal dari jurnal ilmiah nasional, dokumen kebijakan pemerintah, laporan BNPB, serta artikel resmi dari lembaga terkait seperti BRIN dan Kementerian Keuangan Republik Indonesia. Literatur yang digunakan diprioritaskan berasal dari publikasi lima tahun terakhir agar relevan dengan perkembangan mitigasi bencana berbasis teknologi dan kebijakan fiskal terkini.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui dokumentasi dan penelusuran berbagai sumber literatur yang berkaitan dengan mitigasi bencana, inovasi sektor publik, pendidikan pengurangan risiko bencana, sistem informasi, dan *artificial intelligence* (AI). Teknik analisis data menggunakan content analysis dengan cara mengidentifikasi, mengelompokkan, dan menginterpretasikan berbagai temuan dari sumber literatur untuk memperoleh pemahaman mengenai strategi mitigasi bencana yang efektif dan efisien dalam kondisi keterbatasan anggaran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pendidikan Pengurangan Risiko Bencana sebagai Mitigasi Non-Struktural

Hasil kajian menunjukkan bahwa pendidikan pengurangan risiko bencana (PRB) menjadi salah satu bentuk mitigasi non-struktural yang memiliki peran penting dalam membangun budaya sadar bencana sejak dini. Implementasi pendidikan kebencanaan melalui pendidikan formal dinilai mampu meningkatkan pengetahuan, kesiapsiagaan, dan kemampuan masyarakat dalam menghadapi risiko bencana. Rahma (2018) menjelaskan bahwa pendidikan kebencanaan dapat membentuk perilaku masyarakat yang lebih responsif terhadap ancaman bencana melalui

peningkatan pemahaman dan kesiapsiagaan sejak usia sekolah. Selain itu, pendidikan mitigasi bencana dinilai lebih efisien karena memiliki biaya yang relatif lebih rendah dibandingkan kerugian yang ditimbulkan akibat bencana. Septikasari dkk. (2022) juga menegaskan bahwa pendidikan PRB memiliki kontribusi dalam memperkuat ketahanan sekolah dan meningkatkan kesiapsiagaan peserta didik terhadap potensi bencana di lingkungan sekitarnya.

Kolaborasi dan Pendanaan Multi-Sektoral

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kolaborasi multi-sektoral menjadi salah satu strategi adaptif yang penting dalam menghadapi keterbatasan anggaran BNPB. Penanggulangan bencana tidak dapat dilakukan hanya oleh pemerintah, tetapi memerlukan keterlibatan berbagai pihak seperti lembaga pemerintah, sektor swasta, akademisi, media, dan masyarakat. Tamitiadini dkk. (2019) menjelaskan bahwa model mitigasi bencana berbasis komunikasi, koordinasi, dan kerja sama antar lembaga mampu meningkatkan efektivitas penanggulangan bencana. Selain itu, BNPB juga telah melakukan berbagai kerja sama dalam negeri dengan sejumlah lembaga guna memperkuat sistem mitigasi dan kesiapsiagaan bencana nasional (BNPB, 2026).

Dalam aspek pembiayaan, pendekatan *Pooling Fund Bencana* (PFB) dinilai menjadi salah satu inovasi yang dapat mendukung keberlanjutan pendanaan mitigasi bencana. Khotimah (2024) menjelaskan bahwa keberadaan PFB mampu meningkatkan efektivitas pembiayaan mitigasi risiko bencana melalui sistem pendanaan yang lebih terencana dan berkelanjutan. Hal tersebut diperkuat oleh Danhas dkk. (2024) yang menyatakan bahwa prioritas pengalokasian dana kebencanaan perlu dilakukan secara terstruktur agar penggunaan anggaran menjadi lebih optimal.

Sistem Informasi Berbasis Data Real-Time

Perkembangan teknologi digital mendorong pemanfaatan sistem informasi berbasis data real-time dalam mendukung mitigasi bencana. Hasil kajian menunjukkan bahwa integrasi data dari sensor lingkungan, media sosial, dan citra satelit mampu meningkatkan efektivitas pengambilan keputusan dalam situasi kebencanaan. Fathir dkk. (2025) menjelaskan bahwa sistem informasi pendukung keputusan berbasis data real-time memiliki kemampuan dalam mempercepat proses identifikasi risiko dan respons kebencanaan. Selain itu, Mahendra (2023) juga menyebutkan bahwa pemanfaatan data statistik resmi dapat mendukung proses mitigasi bencana melalui penyediaan informasi yang lebih akurat dan terukur.

Pemanfaatan Teknologi dan Artificial Intelligence (AI)

Pemanfaatan artificial intelligence (AI) dalam mitigasi bencana menunjukkan perkembangan yang cukup signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Teknologi AI dinilai mampu meningkatkan efektivitas prediksi bencana, pemetaan wilayah rawan, serta pengembangan sistem peringatan dini berbasis data digital. Pitaloka dkk. (2024) menjelaskan bahwa penerapan *machine learning* dapat membantu proses prediksi banjir melalui analisis data dalam jumlah besar secara lebih cepat dan akurat. Selain itu, Riza dkk. (2023) menyatakan bahwa pemanfaatan kecerdasan artifisial dalam mitigasi bencana dapat meningkatkan efektivitas analisis risiko dan pengambilan keputusan. Pemanfaatan GeoAI dan teknologi satelit juga menjadi bagian penting dalam transformasi digital mitigasi bencana. BRIN (2026) menjelaskan bahwa GeoAI mampu mendukung tata kelola wilayah dan pemetaan risiko secara lebih presisi. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Afriyanto dkk. (2025) yang menyebutkan bahwa teknologi satelit memiliki peran strategis dalam mendukung resiliensi nasional terhadap ancaman geospasial.

Meskipun demikian, implementasi teknologi AI dalam mitigasi bencana masih menghadapi berbagai tantangan, terutama berkaitan dengan keterbatasan infrastruktur digital, kualitas data, serta kesiapan sumber daya manusia. Saputra (2025) menjelaskan bahwa efektivitas pemanfaatan AI dalam mitigasi bencana sangat dipengaruhi oleh kesiapan sistem pendukung dan kapasitas institusi dalam mengelola teknologi digital tersebut.

Pembahasan

Implikasi Strategis bagi BNPB

Berdasarkan hasil kajian, terdapat beberapa strategi yang dapat diterapkan oleh BNPB dalam meningkatkan efektivitas mitigasi bencana pada kondisi keterbatasan anggaran. Pertama, BNPB perlu memprioritaskan investasi pada inovasi yang memiliki dampak besar dengan kebutuhan biaya yang relatif rendah, seperti pendidikan pengurangan risiko bencana, penguatan sistem informasi kebencanaan, dan pengembangan sistem peringatan dini. Kedua, penguatan *collaborative governance* perlu dilakukan melalui kemitraan yang lebih erat antara pemerintah pusat, pemerintah daerah, perguruan tinggi, sektor swasta, organisasi masyarakat, media, serta komunitas relawan sehingga pemanfaatan sumber daya dapat dilakukan secara lebih optimal. Ketiga, efisiensi anggaran dapat ditingkatkan melalui penerapan skala prioritas program berbasis tingkat risiko, optimalisasi *Pooling Fund* Bencana, serta perluasan kerja sama pendanaan dengan sektor swasta maupun lembaga internasional. Keempat, implementasi artificial intelligence sebaiknya dilakukan secara bertahap, dimulai dari digitalisasi data kebencanaan,

integrasi basis data nasional, pengembangan model machine learning untuk prediksi risiko, hingga penerapan sistem pendukung keputusan berbasis kecerdasan buatan. Pendekatan bertahap tersebut memungkinkan transformasi digital berjalan lebih efektif sesuai kapasitas fiskal dan kesiapan organisasi.

Inovasi Mitigasi sebagai Strategi Adaptif BNPB

Hasil penelitian menunjukkan bahwa keterbatasan anggaran tidak selalu menjadi hambatan utama dalam mitigasi bencana. Dalam beberapa kasus, keterbatasan fiskal justru mendorong lahirnya strategi yang lebih adaptif, kolaboratif, dan berbasis inovasi. Inovasi mitigasi tidak hanya berkaitan dengan penggunaan teknologi modern, tetapi juga mencakup penguatan kapasitas masyarakat melalui pendidikan kebencanaan dan pemberdayaan komunitas. Pendekatan tersebut dinilai lebih berkelanjutan karena mampu membangun budaya sadar bencana dalam jangka panjang.

Efisiensi Anggaran melalui Pendekatan Kolaboratif

Kolaborasi multi-sektoral menunjukkan bahwa penanggulangan bencana tidak dapat hanya bergantung pada pemerintah. Keterlibatan berbagai lembaga memungkinkan optimalisasi sumber daya, pendanaan, serta transfer teknologi dalam mendukung mitigasi bencana. Penulis menilai bahwa pendekatan kolaboratif menjadi salah satu strategi paling realistis dalam kondisi keterbatasan anggaran BNPB karena mampu mengurangi beban pembiayaan pemerintah tanpa mengurangi efektivitas mitigasi.

Transformasi Digital dalam Mitigasi Bencana

Perkembangan teknologi digital memberikan peluang besar dalam meningkatkan efektivitas mitigasi bencana. Sistem informasi berbasis data real-time dan pemanfaatan AI memungkinkan proses prediksi dan pengambilan keputusan dilakukan secara lebih cepat dan akurat. Namun demikian, implementasi teknologi digital dalam mitigasi bencana masih menghadapi tantangan berupa keterbatasan infrastruktur, kualitas data, dan kesiapan sumber daya manusia di beberapa daerah Indonesia. Oleh karena itu, transformasi digital perlu diimbangi dengan peningkatan kapasitas kelembagaan dan masyarakat agar pemanfaatan teknologi dapat berjalan optimal.

Kontribusi Teoritis

Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan teori inovasi organisasi sektor publik dengan menunjukkan bahwa inovasi dalam mitigasi bencana tidak hanya berkaitan dengan pemanfaatan teknologi digital, tetapi juga mencakup kemampuan organisasi dalam

mengelola keterbatasan sumber daya melalui strategi yang adaptif dan kolaboratif. Penelitian ini memperluas konsep strategic capability dengan menunjukkan bahwa kemampuan membangun kolaborasi lintas sektor, memanfaatkan teknologi secara bertahap, dan memprioritaskan investasi inovasi merupakan faktor penting dalam menjaga efektivitas mitigasi bencana. Selain itu, penelitian ini memperkuat konsep adaptive governance melalui penekanan pada pentingnya fleksibilitas tata kelola dan koordinasi multipihak dalam menghadapi dinamika risiko bencana. Dari perspektif public value creation, penelitian ini menunjukkan bahwa inovasi mitigasi mampu menghasilkan manfaat publik berupa peningkatan ketahanan masyarakat, efektivitas pelayanan kebencanaan, dan efisiensi penggunaan anggaran pemerintah.

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa keterbatasan anggaran BNPB tidak selalu menjadi hambatan dalam mitigasi bencana, tetapi dapat menjadi pendorong lahirnya inovasi yang lebih efektif dan efisien. Berbagai inovasi mitigasi seperti pendidikan pengurangan risiko bencana, kolaborasi multi-sektoral, sistem informasi berbasis data real-time, serta pemanfaatan artificial intelligence (AI) dinilai mampu meningkatkan efektivitas mitigasi bencana dengan biaya yang relatif lebih efisien. Selain itu, penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan kolaboratif dan transformasi digital memiliki peran penting dalam mendukung strategi adaptif BNPB di tengah keterbatasan fiskal. Namun demikian, implementasi inovasi mitigasi masih menghadapi tantangan berupa kesiapan infrastruktur, kualitas data, dan kapasitas sumber daya manusia. Oleh karena itu, pemerintah perlu terus mendorong pengembangan inovasi mitigasi yang sesuai dengan karakteristik wilayah di Indonesia agar upaya pengurangan risiko bencana dapat dilakukan secara lebih optimal dan berkelanjutan.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan guna meningkatkan efektivitas mitigasi bencana di Indonesia, khususnya dalam kondisi keterbatasan anggaran pemerintah, yaitu:

- 1) Pemerintah dan BNPB diharapkan terus mendorong pengembangan inovasi mitigasi bencana yang berbasis teknologi, kolaborasi, dan pemberdayaan masyarakat. Inovasi tersebut perlu disesuaikan dengan karakteristik wilayah serta tingkat kerawanan bencana di masing-masing daerah agar implementasinya lebih efektif dan tepat sasaran.

- 2) Penguatan pendidikan pengurangan risiko bencana (PRB) perlu dilakukan secara berkelanjutan melalui integrasi kurikulum kebencanaan pada berbagai jenjang pendidikan. Pendidikan mitigasi bencana dinilai penting dalam membangun budaya sadar bencana dan meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat sejak dini.
- 3) Pemerintah perlu memperkuat kolaborasi multi-sektoral dengan melibatkan sektor swasta, akademisi, media, lembaga riset, dan masyarakat dalam mendukung sistem mitigasi bencana. Pendekatan kolaboratif dapat membantu optimalisasi sumber daya, teknologi, serta pendanaan sehingga mitigasi bencana tidak sepenuhnya bergantung pada anggaran pemerintah.
- 4) Pengembangan sistem informasi kebencanaan berbasis data real-time dan pemanfaatan artificial intelligence (AI) perlu terus ditingkatkan guna mendukung proses prediksi, pemetaan risiko, dan sistem peringatan dini yang lebih cepat dan akurat. Namun demikian, pengembangan teknologi tersebut juga harus diimbangi dengan peningkatan kualitas infrastruktur digital dan kapasitas sumber daya manusia.
- 5) Bagi penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan kajian empiris mengenai efektivitas implementasi inovasi mitigasi bencana pada daerah tertentu di Indonesia. Penelitian selanjutnya juga dapat mengembangkan pendekatan kuantitatif maupun studi kasus agar diperoleh analisis yang lebih mendalam mengenai pengaruh inovasi terhadap efektivitas mitigasi bencana.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, serta kontribusi dalam proses penyusunan penelitian ini. Ucapan terima kasih secara khusus disampaikan kepada Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), serta berbagai lembaga dan peneliti yang telah menyediakan data, informasi, dan referensi ilmiah yang digunakan dalam penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing, rekan akademisi, serta seluruh pihak yang telah memberikan masukan dan dukungan selama proses penelitian berlangsung. Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih memiliki keterbatasan, sehingga kritik dan saran yang konstruktif sangat diharapkan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

REFERENSI

- Adyawarman. (2021). The Challenges of Public Innovation: Insights From Risk Governance in Batang Regency. 25(1), 1-24. <https://journal.ugm.ac.id/jkap/article/view/6546>
- Afriyanto, M., Supriyadi, A. A., Arief, S., & Waluyo, D. (2025). Pemanfaatan teknologi satelit untuk mitigasi bencana dan penguatan resiliensi nasional terhadap ancaman geospasial di Indonesia. *PENDIPA Journal of Science Education*, 9(3), 866-877.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2026). *Kerjasama dalam Negeri*.
- Badan Riset dan Inovasi Nasional. (2026). *Pemanfaatan GeoAI dalam tata kelola perkotaan*.
- Batoebara, M. U. (2021). Inovasi dan Kolaborasi dalam Era Komunikasi Digital. *Jurnal Publik Reform Universitas Dharmawangsa*, 8, 21-29.
- Bojang, M. B. S. (2021). Appraising Public Value in the Public Sector: Re-evaluation of the Strategic Triangle. *SEISENSE Journal of Management*, 4(2), 1-10. <https://doi.org/10.33215/sjom.v4i2.551>
- Danhas, M., Jefrizal, R., Widiastomo, Y., Frinaldi, A., Lanin, D., Rembrant, R., & Umar, G. (2024). Kajian Model Struktur Kegiatan Untuk Menetapkan Prioritas Pengalokasian dana Bersama Penanggulangan Bencana. *Jurnal Ilman: Jurnal Ilmu Manajemen*, 12(3), 1-11.
- Fathir, F., Famuji, T. S., Citra, E. E., & Mutmainah, S. (2025). Analisis Perancangan Sistem Informasi Pendukung Keputusan Untuk Mitigasi Bencana Alam Berbasis Data Real-Time. *Scientific: Journal of Computer Sciences and Informatics*, 2(1), 23-29. <https://doi.org/https://doi.org/10.34304/scientific.v2i1.339>
- Janssen, M., & van der Voort, H. (2016). *Adaptive governance: Towards a stable, accountable and responsive government*. 33(1), 1-5.
- Kementerian Keuangan Republik Indonesia. (2025). *Nota Keuangan Beserta Rancangan Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (RAPBN) Tahun Anggaran 2026 Buku II*. Kementerian Keuangan RI.
- Khotimah, D. K. (2024). Pengaruh Pengeluaran Pemerintah terhadap Pembiayaan Mitigasi Risiko Bencana: Efektivitas Pooling Fund Bencana (PFB) di Indonesia. *INNOVATIVE: Journal of Social Science Research*, 4(4), 3288-3298.

- Kristian, I., Kurniawan, Y. T., Khaerani, T. R., Pramana, I., & Marbun, F. K. (2025). Beyond Bureaucratic Rigidity: A Dynamic Capability Framework for Public Sector Disaster Response. *Publica: Jurnal Pemikiran Administrasi Negara*, 17(1), 39–61. <https://doi.org/10.15575/jpan.v17i1.45351>
- Kurniawati, D. (2020). Komunikasi Mitigasi Bencana Sebagai Kewaspadaan Masyarakat Menghadapi Bencana. *Jurnal Simbolika: Research and Learning in Communication Study*, 6(1), 51–58. <https://doi.org/https://doi.org/10.31289/simbolika.v6i1.3494>
- Mahendra, D. R. (2023). Pemanfaatan Data Statistik Resmi dalam Mitigasi Bencana di Indonesia. *Madani: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 1(11), 571–574. <https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.10396458>
- Padantya Saputra, M. (2025). *Maheswara Padantya Saputra Pemanfaatan Kecerdasan Buatan untuk Mitigasi Bencana: Analisis Peluang dan Hambatan*. <https://doi.org/https://doi.org/10.47970/siskom-kb.v8i3.822>
- Pitaloka, E., Hartanto, T. B. A., & Sandiwarno, S. (2024). Penerapan Machine Learning Untuk Prediksi Bencana Banjir. *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, 14(1), 62–76. <https://doi.org/https://doi.org/10.21456/vol14iss1pp62-76>
- Rahma, A. (2018). Implementasi Program Pengurangan Risiko Bencana (PRB) Melalui Pendidikan Formal. *Varia Pendidikan*, 30(1), 1–11.
- Riza, H., Santoso, E. W., Tejakusuma, I. G., Prawiradisastra, F., & Prihartanto. (2023). *Pemanfaatan Kecerdasan Artifisial Untuk Meningkatkan Mitigasi Bencana Banjir*. Penerbit BRIN. <https://doi.org/10.55981/brin.668.c545>
- Septikasari, Z., Retnowati, H., & Wilujeng, I. (2022). Pendidikan Pencegahan dan Pengurangan Risiko Bencana (PRB) Sebagai Strategi Ketahanan Sekolah Dasar Dalam Penanggulangan Bencana. *Jurnal Ketahanan Nasional*, 28(1), 120–143. <https://doi.org/https://doi.org/10.22146/jkn.74412>
- Tamitiadini, D., Dewi, W. W. A., & Adila, I. (2019). Inovasi Model Mitigasi Bencana Non Struktural Berbasis Komunikasi, Informasi, Koordinasi dan Kerjasama. *Jurnal Komunikasi*, 13(1), 41–52. <https://doi.org/https://doi.org/10.21107/ilkom.v13i1.5216>