

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Penelitian sebelumnya memberikan dasar teoritis maupun empiris yang signifikan dalam menjelaskan perkembangan inovasi sistem informasi peringatan dini, terutama dalam ranah mitigasi erupsi gunung berapi (Ghassani, 2017). Bagian ini tidak hanya berperan sebagai pijakan konseptual, tetapi juga menjadi instrumen analitis untuk mengevaluasi keterkaitan, kebaruan, serta sumbangsih penelitian yang sedang dilaksanakan. Melalui penelaahan terhadap kajian-kajian yang relevan, peneliti mampu menemukan kesenjangan penelitian (research gap) sekaligus menguatkan argumen teoritis dan metodologis yang menjadi fondasi kajian ini.

Kajian pertama merupakan artikel ilmiah yang ditulis oleh Sagay dan Pangemanan berjudul *“Efektivitas Sistem Peringatan Dini untuk Mitigasi Bencana Banjir di Kota Manado”*. Fokus utama penelitian ini adalah menilai kinerja sistem peringatan dini banjir di wilayah Kota Manado sekaligus mengidentifikasi berbagai kendala yang dihadapi oleh Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) setempat. Metode yang digunakan ialah pendekatan kualitatif deskriptif dengan mengacu pada teori efektivitas organisasi yang dikemukakan oleh James L. Gibson (2005), yang meliputi delapan indikator pokok seperti kejelasan sasaran, strategi pelaksanaan, perencanaan, penyusunan program, ketersediaan sarana dan prasarana, penerapan, hingga mekanisme pengawasan. Temuan penelitian mengungkapkan bahwa walaupun sistem peringatan dini telah dipasang, hanya dua dari tujuh lokasi yang berfungsi dengan baik. Hambatan utama yang muncul antara lain minimnya sosialisasi, lemahnya pemeliharaan, keterbatasan tenaga manusia, serta kekurangan anggaran. Keadaan tersebut menyebabkan efektivitas sistem peringatan dini banjir di Kota Manado masih jauh dari standar ideal yang diharapkan untuk mendukung upaya mitigasi bencana (Sagay & Pangemanan, 2023).

Penelitian Sagay dan Pangemanan (2023) memiliki relevansi dengan kajian ini karena sama-sama menyoroti peran BPBD sebagai lembaga pemerintah daerah dalam

mengelola sistem peringatan dini sebagai instrumen mitigasi bencana. Namun, terdapat perbedaan fokus analisis dan pendekatan teoretis. Sagay dan Pangemanan meneliti sistem peringatan dini banjir dengan mengukur efektivitasnya berdasarkan indikator organisasi menurut Gibson. Sementara itu, penelitian ini berfokus pada inovasi sistem informasi peringatan dini untuk bencana gunung api di Kabupaten Malang dan dianalisis menggunakan teori *Diffusion of Innovation* dari Everett Rogers. Dengan pendekatan tersebut, penelitian ini menitikberatkan pada karakteristik inovasi, proses difusi, serta penerimaan sistem baru dalam konteks tata kelola pemerintahan lokal. Perbedaan ini menjadikan penelitian saya sebagai perluasan kajian, dengan menekankan bagaimana inovasi teknologi dalam sistem peringatan dini dapat diterima, diadopsi, dan dimanfaatkan secara efektif oleh BPBD dan masyarakat sekitar wilayah rawan bencana.

Penelitian kedua adalah karya ilmiah yang ditulis oleh Salsabila Mulya berjudul “Evaluasi Kebijakan Penanggulangan Bencana Erupsi Gunung Marapi di Kabupaten Tanah Datar”. Studi ini membahas sejauh mana kebijakan penanggulangan bencana yang dilaksanakan oleh pemerintah daerah efektif dalam menghadapi potensi erupsi Gunung Marapi, dengan menekankan peran Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD). Metode yang dipakai ialah pendekatan kualitatif deskriptif. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa implementasi kebijakan penanggulangan bencana erupsi Gunung Marapi di Kabupaten Tanah Datar telah menunjukkan respon cepat, koordinasi antarinstansi yang cukup baik, serta penyaluran bantuan yang relatif merata dengan mekanisme desentralistik. Akan tetapi, tingkat efektivitasnya masih terhambat oleh sejumlah faktor, antara lain koordinasi lintas sektor yang belum maksimal, lemahnya sistem pemantauan dan evaluasi berbasis data, serta rendahnya kesiapsiagaan masyarakat pada tahap pra-bencana (Mulya, 2025).

Selain itu, penerapan prinsip good governance dalam aspek partisipasi masyarakat dan penyebaran informasi sudah cukup baik, tetapi masih menghadapi tantangan di efisiensi fiskal, pemerataan akses, dan keberlanjutan strategi jangka panjang. Penelitian juga menyoroti bahwa kebijakan cenderung reaktif daripada preventif, dengan ketergantungan pada langkah-langkah pasca-bencana dan minimnya

kegiatan edukasi serta simulasi yang berkelanjutan,. Upaya peningkatan kapasitas, pemanfaatan teknologi informasi spasial, dan pendekatan berbasis risiko menjadi rekomendasi penting agar kebijakan tersebut dapat menjadi lebih adaptif dan resilien di masa depan.

Adapun kesamaan penelitian yang dilakukan oleh Salsabila Mulya dengan penelitian penulis terletak pada fokus kajian terhadap penanggulangan bencana gunung api serta peran BPBD sebagai lembaga penggerak utama dalam pengelolaan kebencanaan. Namun, terdapat perbedaan substansial dalam ruang lingkup analisis dan kerangka teoretis yang digunakan. Salsabila menitikberatkan kajiannya pada evaluasi kebijakan penanggulangan bencana secara umum di Kabupaten Tanah Datar, dengan penekanan pada sejauh mana kebijakan publik dapat diimplementasikan dan dirasakan oleh masyarakat. Sebaliknya, penelitian ini secara khusus mengarahkan perhatian pada pengelolaan inovasi sistem informasi peringatan dini bencana gunung api di Kabupaten Malang, menggunakan kerangka Diffusion of Innovation (Rogers) untuk menganalisis karakteristik inovasi, proses difusi antaraktor pemerintahan, dan faktor-faktor yang memengaruhi adopsi serta penerimaan sistem baru. Dengan demikian, penelitian penulis menonjolkan aspek tata kelola pemerintahan dalam konteks adopsi teknologi dan mekanisme penyebaran inovasi, sementara penelitian Salsabila lebih berorientasi pada efektivitas kebijakan publik sebagai instrumen penanggulangan.

Penelitian ketiga yaitu penelitian yang ditulis oleh Novian Andri Akhirianto yang berjudul “Peran Regulasi Pemerintah dalam Pengelolaan Risiko Bencana: Evaluasi atas Kebijakan Peraturan Daerah dalam Pengurangan Risiko Bencana Tsunami di Kota Ambon”. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi efektivitas kebijakan pemerintah daerah melalui peraturan daerah yang difungsikan sebagai instrumen utama dalam pengurangan risiko bencana tsunami. Melalui pendekatan kualitatif deskriptif, temuan penelitian memperlihatkan bahwa penguatan aspek kelembagaan dalam penanggulangan bencana tsunami di Kota Ambon membutuhkan langkah strategis, salah satunya dengan membentuk forum PRB yang memperoleh dukungan payung hukum berupa peraturan daerah. Forum ini melibatkan unsur pentahelix yakni

pemerintah daerah, lembaga non-pemerintah, masyarakat, sektor swasta, akademisi, serta media untuk mewujudkan Kota Ambon yang tangguh menghadapi ancaman tsunami. Di samping itu, penataan tata ruang kota harus berlandaskan pada kajian risiko bencana dan dilaksanakan sesuai ketentuan zonasi, dengan memperhatikan jalur evakuasi serta penetapan zonasi tsunami yang efektif (Akhirianto, Ma'rufatin, Wardani, Kongko, & Kayadoe, 2024).

Penelitian Novian Andri Akhirianto memiliki kesamaan dengan penelitian penulis karena keduanya menempatkan BPBD dan pemerintah daerah sebagai aktor kunci dalam pengelolaan risiko bencana. Namun, perbedaan terletak pada fokus dan kerangka analisis. Novian menitikberatkan kajiannya pada evaluasi regulasi hukum dalam konteks mitigasi tsunami, sedangkan penelitian ini memusatkan perhatian pada pengelolaan inovasi sistem informasi peringatan dini untuk bencana gunung api di Kabupaten Malang dengan menggunakan kerangka Diffusion of Innovation (Rogers). Dengan demikian, temuan Novian memberikan perspektif penting mengenai peran regulasi dan dasar hukum sebagai fondasi kelembagaan, sementara penelitian penulis menyoroti proses difusi, karakteristik inovasi, dan faktor-faktor yang memengaruhi adopsi teknologi oleh BPBD dan pemangku kepentingan lokal. Kedua kajian saling melengkapi: aspek regulasi memperkuat legitimasi dan keberlanjutan inovasi, sedangkan analisis difusi menjelaskan dinamika penerimaan dan pemanfaatan teknologi di lapangan.

Penelitian keempat yaitu penelitian yang ditulis oleh Jabar Sidik dkk. yang berjudul "Efektivitas Sistem Informasi Indonesia Tsunami Early Warning System (InaTEWS)". Penelitian ini didasari oleh banyaknya korban jiwa akibat tsunami Palu tahun 2018, yang menimbulkan keraguan terhadap efektivitas Ina-TEWS sebagai sistem peringatan dini tsunami nasional. Dengan menggunakan metode deskriptif, penelitian ini membandingkan tingkat efektivitas berbagai media penyebaran informasi kebencanaan yang dimanfaatkan oleh BPBD Provinsi NTB, meliputi sirene peringatan dini, radio komunikasi, serta media sosial. Temuan penelitian memperlihatkan bahwa sistem Ina-TEWS sejauh ini mampu mendeteksi potensi tsunami dan memberikan peringatan dini, namun tingkat efektivitasnya dalam

menyampaikan informasi kepada masyarakat masih terbatas, terutama ketika terjadi gangguan komunikasi seperti pada bencana tsunami Palu 2018. Sistem ini memanfaatkan berbagai media, termasuk sirine, radio, dan media sosial, untuk menyampaikan peringatan. Kendala utama adalah infrastruktur komunikasi yang belum memadai dan kurangnya kesadaran serta kesiapsiagaan masyarakat dalam merespons peringatan tersebut, sehingga potensi untuk mengurangi kerugian dan korban belum optimal (Sisik, Wardana, Zuhdi, A, & Syamsuddin, 2023).

Penelitian Jabar Sidik dkk. memiliki kesamaan dengan penelitian penulis pada fokus kajian mengenai efektivitas sistem informasi peringatan dini dalam konteks kebencanaan. Akan tetapi, perbedaannya terletak pada jenis bencana dan kerangka analisis yang digunakan. Jabar Sidik dkk. menekankan evaluasi teknis dan efektivitas penyebaran informasi Ina-TEWS dalam mitigasi tsunami, sedangkan penelitian ini berfokus pada pengelolaan inovasi sistem informasi peringatan dini bencana gunung api di Kabupaten Malang dengan menggunakan kerangka Diffusion of Innovation (Rogers). Dengan pendekatan ini, penelitian penulis menitikberatkan pada karakteristik inovasi, proses difusi antaraktor pemerintahan, dan faktor-faktor kelembagaan yang memengaruhi adopsi serta keberlanjutan sistem baru. Temuan Jabar Sidik dkk. yang menyoroti aspek teknis dan kanal komunikasi menjadi pelengkap penting bagi penelitian ini, karena insight teknis tersebut perlu dibarengi pemahaman tentang mekanisme difusi dan tata kelola yang memastikan teknologi dapat diadopsi dan dimanfaatkan secara efektif oleh BPBD dan komunitas lokal.

Penelitian kelima yaitu penelitian yang ditulis oleh Thitut Priyo Pamungkas dkk. yang berjudul "Sistem Informasi Early Warning System berbasis Website". Penelitian ini bertujuan merancang sistem informasi geografis berbasis web untuk mendukung *Early Warning System* (EWS) di Kabupaten Sleman, wilayah yang rentan terdampak erupsi Gunung Merapi. Dengan menggunakan metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*), penulis melaksanakan wawancara dengan BPBD Sleman, melakukan observasi lapangan terkait titik EWS, serta mengintegrasikan data spasial melalui Google Map API. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem informasi yang dikembangkan mampu menampilkan peta

lokasi EWS secara real-time, menghubungkannya dengan fitur pengendalian sirine, serta menyajikan informasi kebencanaan tambahan berdasarkan data BPBD. Selain itu, sistem ini juga dilengkapi dengan fasilitas pemantauan CCTV yang memperkuat fungsi pengawasan aktivitas vulkanik (Pamungkas, Andriani, Akbara, & Samudra, 2022).

Penelitian Thitut Priyo Pamungkas dkk. memiliki relevansi dengan penelitian penulis terutama dalam pengelolaan sistem informasi peringatan dini untuk mitigasi bencana gunung api. Namun, perbedaan utama terletak pada fokus dan pendekatan; Thitut dkk. menekankan aspek teknis pengembangan sistem berbasis teknologi informasi dan pemetaan spasial, sedangkan penelitian ini memusatkan perhatian pada tata kelola manajerial dan proses difusi inovasi yang dijalankan oleh BPBD Kabupaten Malang dengan menggunakan kerangka Diffusion of Innovation (Rogers). Dengan pendekatan Rogers, penelitian ini menyoroti karakteristik inovasi, mekanisme penyebaran antaraktor pemerintahan, serta faktor-faktor kelembagaan yang memengaruhi adopsi dan keberlanjutan sistem peringatan dini. Temuan Thitut dkk. yang menekankan inovasi teknologi menjadi komponen penting yang perlu dikombinasikan dengan analisis difusi dan strategi tata kelola agar teknologi tersebut benar-benar diadopsi dan dimanfaatkan secara efektif di tingkat lokal.

Penelitian keenam yaitu penelitian yang ditulis oleh Yogi Isro yang berjudul "Sistem Informasi Peringatan Dini Bencana Pada Kota Pagar Alam Berbasis Mobile". Penelitian ini ditujukan untuk merancang sekaligus mengimplementasikan sistem informasi peringatan dini bencana berbasis mobile di Kota Pagar Alam, Sumatera Selatan, yang dikenal rentan terhadap tanah longsor dan kebakaran hutan. Dengan menerapkan metode *Rapid Application Development* (RAD), penelitian ini melalui tahap perencanaan kebutuhan, pembuatan prototipe, hingga penerapan sistem. Sistem dirancang menggunakan bahasa pemrograman PHP, basis data MariaDB, serta teknologi *Progressive Web App* yang memungkinkan akses lintas platform, baik Android maupun iOS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi tersebut mampu memberikan notifikasi kepada masyarakat terkait potensi longsor berdasarkan curah hujan serta risiko kebakaran hutan berdasarkan suhu udara. Selain itu, aplikasi juga

menyediakan peta wilayah rawan bencana dan data pendukung yang dapat diakses secara real-time, sehingga berkontribusi pada peningkatan kesiapsiagaan masyarakat dalam menghadapi potensi bencana (Mukti & Puspita, 2019).

Relevansi penelitian Yogi Isro' Mukti dengan penelitian penulis terletak pada fokus yang sama dalam pengembangan sistem informasi peringatan dini sebagai instrumen mitigasi bencana. Namun, terdapat perbedaan mendasar dalam lingkup kajian dan kerangka analisis. Yogi Isro' menitikberatkan kajiannya pada aspek teknis perancangan aplikasi mobile untuk memperluas aksesibilitas informasi kebencanaan, sedangkan penelitian ini memusatkan perhatian pada pengelolaan inovasi sistem informasi peringatan dini untuk mitigasi bencana gunung api di Kabupaten Malang dengan menggunakan kerangka Diffusion of Innovation (Rogers). Pendekatan Rogers memungkinkan analisis terhadap karakteristik inovasi, proses difusi antaraktor pemerintahan, dan faktor-faktor yang memengaruhi adopsi serta konfirmasi inovasi di tingkat institusi dan komunitas.

Penelitian ketujuh yaitu jurnal yang ditulis oleh Razki Alfatah dkk. yang berjudul "Studi Interdisipliner Risiko Bencana Erupsi Gunung Berbasis SIG (Sistem Informasi Geografis) Menggunakan Metode Overlay Pada Daerah Sekitar Kawasan Gunung Marapi". Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pemetaan risiko erupsi Gunung Marapi yang berada di Kabupaten Agam dan Kabupaten Tanah Datar, Sumatera Barat, dengan memanfaatkan citra satelit serta metode *overlay* pada Sistem Informasi Geografis (SIG). Dengan mengombinasikan data geologi, topografi, arah angin, kepadatan penduduk, dan data dari BPBD, penelitian ini menghasilkan peta wilayah rawan bencana yang diklasifikasikan ke dalam tiga kategori risiko: tinggi, sedang, dan rendah. Temuan penelitian memperlihatkan bahwa mayoritas kawasan permukiman padat penduduk termasuk dalam zona risiko tinggi, khususnya di sepanjang jalur aliran lahar. Temuan ini menunjukkan pentingnya penguatan sistem peringatan dini, peningkatan kesiapsiagaan masyarakat, serta pembangunan infrastruktur evakuasi guna menekan potensi korban jiwa jika erupsi besar terjadi (Mahli, Maharani, & Erfani, 2024).

Relevansi penelitian Razki Alfatah dkk. dengan penelitian penulis terletak pada kesamaan fokus pada mitigasi bencana gunung api melalui pemanfaatan informasi dan sistem peringatan dini. Namun, terdapat perbedaan signifikan dalam pendekatan dan kerangka analisis. Razki Alfatah dkk. menitikberatkan kajiannya pada aspek teknis khususnya pemetaan risiko menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) dan analisis spasial sementara penelitian ini memusatkan perhatian pada pengelolaan inovasi sistem informasi peringatan dini oleh BPBD Kabupaten Malang dengan menggunakan kerangka Diffusion of Innovation (Rogers). Dengan pendekatan Rogers, penelitian ini menyoroti karakteristik inovasi, proses difusi antaraktor pemerintahan, serta faktor kelembagaan yang memengaruhi adopsi dan keberlanjutan sistem.

Penelitian kedelapan yaitu jurnal yang ditulis oleh Riza Dian Triwibowo dkk. yang berjudul "Implementasi E-Government pada Mitigasi Bencana Geologi melalui Multiplatform Application for Geohazard Mitigation and Assesment Indonesia". Penelitian ini menitikberatkan pada penerapan *E-Government* dalam upaya mitigasi bencana geologi melalui aplikasi MAGMA Indonesia yang dikembangkan oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM). Studi ini memakai pendekatan kualitatif deskriptif serta merujuk pada tiga elemen pokok implementasi *E-Government* sebagaimana dijelaskan oleh Indrajit (2004), yaitu *support*, *capacity*, dan *value*, sehingga memberikan kerangka menyeluruh dalam mengevaluasi efektivitas aplikasi tersebut. Temuan penelitian menunjukkan bahwa penerapan MAGMA Indonesia telah memenuhi aspek *support* dan *capacity*, yang terlihat dari adanya dukungan kebijakan, tenaga kerja yang kompeten, serta infrastruktur teknologi yang dipersiapkan oleh pemerintah. Selain itu, aplikasi ini mampu mengintegrasikan data kebencanaan dan menyediakan layanan interaktif yang mudah diakses, sehingga meningkatkan efektivitas penyampaian informasi.

Keterkaitan penelitian Riza Dian Triwibowo dkk. dengan penelitian penulis terletak pada fokus umum yaitu mitigasi bencana geologi melalui pemanfaatan sistem informasi dan integrasi antar-lembaga. Namun, terdapat perbedaan mendasar dalam ruang lingkup dan pendekatan. Riza Dian Triwibowo dkk. menyoroti implementasi

konsep E-Government melalui aplikasi MAGMA Indonesia dengan menelaah aspek dukungan, kapasitas, dan nilai layanan yang dihasilkan, sehingga penekanannya lebih pada dimensi teknis dan kualitas layanan publik berbasis TI. Sebaliknya, penelitian ini mengarahkan perhatian pada pengelolaan inovasi sistem informasi peringatan dini oleh BPBD Kabupaten Malang dengan menggunakan kerangka Diffusion of Innovation (Rogers); analisisnya menitikberatkan pada karakteristik inovasi, mekanisme difusi antaraktor pemerintahan, dan faktor kelembagaan yang memengaruhi adopsi serta keberlanjutan sistem. Dengan demikian, temuan Riza dkk. yang menekankan aspek E-Government dan kapabilitas teknis menjadi pelengkap penting, karena keberhasilan implementasi teknis perlu dipahami bersamaan dengan dinamika difusi inovasi dan tata kelola kelembagaan agar solusi digital seperti MAGMA dapat diadopsi dan dimanfaatkan secara efektif di tingkat daerah (F. Kurniawan, Riza Dian Triwibowo, & Mulia Tawang Wisudha, 2024).

Tabel 2.1 Posisi Penelitian

No	Nama Peneliti & Judul	Jenis Penelitian & Alat Analisa	Hasil
1.	Sagay & Pangemanan "Efektivitas Sistem Peringatan Dini untuk Mitigasi Bencana Banjir di Kota Manado"	Jenis Penelitian: kualitatif deskriptif  Alat Analisa : teori efektivitas organisasi James L. Gibson	Temuan penelitian memperlihatkan bahwa efektivitas sistem peringatan dini banjir di Kota Manado masih belum mencapai tingkat optimal. Beberapa indikator yang menjadi penilaian, seperti kejelasan tujuan, strategi pencapaian, perencanaan yang matang, serta pelaksanaan yang efektif dan efisien, masih perlu ditingkatkan. Selain itu, keberhasilan sistem ini juga dipengaruhi oleh kurangnya sosialisasi kepada masyarakat dan keterbatasan infrastruktur pendukung.

2.	Salsabila Mulya “Evaluasi Kebijakan Penanggulangan Bencana Erupsi Gunung Marapi di Kabupaten Tanah Datar”	Jenis Penelitian : kualitatif deskriptif  Alat Analisa : Teori evaluasi kebijakan publik William N. Dunn	Hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun kebijakan penanggulangan bencana sudah dirancang, implementasinya belum berjalan optimal karena terbatasnya koordinasi antarinstansi, minimnya sumber daya manusia dan dana, serta lemahnya sosialisasi kepada masyarakat. Hal ini membuat upaya mitigasi dan kesiapsiagaan belum dapat dilaksanakan secara maksimal.
3.	Novian Andri Akhirianto “Peran Regulasi Pemerintah dalam Pengelolaan Risiko Bencana: Evaluasi atas Kebijakan Peraturan Daerah dalam Pengurangan Risiko Bencana Tsunami di Kota Ambon”	Jenis Penelitian : kualitatif deskriptif  Alat Analisa : konsep Pengurangan Risiko Bencana (PRB)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun regulasi daerah memberikan dasar hukum yang jelas untuk penanggulangan bencana, pelaksanaannya masih menghadapi kendala serius, seperti kurangnya koordinasi antarinstansi, keterbatasan anggaran, serta minimnya partisipasi masyarakat. Akibatnya, efektivitas kebijakan dalam menekan kerentanan terhadap bencana tsunami belum sepenuhnya tercapai.
4.	Jabar Sidik dkk. “Efektivitas Sistem Informasi Indonesia Tsunami Early Warning System (InaTEWS)”	Jenis Penelitian : kualitatif deskriptif  Alat Analisa : Teori Sistem Peringatan Dini (Early Warning System)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa sirene merupakan media paling efektif dalam menyampaikan peringatan tsunami secara cepat dan akurat, meskipun jumlah perangkat yang terbatas membuat cakupan wilayah belum merata. Sementara itu, radio komunikasi dinilai kurang efisien untuk penyebaran cepat karena bersifat dua arah, sedangkan media sosial tidak dapat diandalkan akibat sering terputusnya jaringan pascagempa.

5.	Thitut Priyo Pamungkas dkk. "Sistem Informasi Early Warning System berbasis Website"	<p>Jenis Penelitian : metode penelitian dan pengembangan (Research and Development)</p> <p>Alat Analisa : Sistem Informasi Geografis (SIG)</p>	<p>Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem informasi yang dibangun mampu menampilkan peta lokasi EWS secara real-time, menghubungkannya dengan fitur pengoperasian sirine, serta menyediakan informasi kebencanaan tambahan berdasarkan data BPBD. Selain itu, sistem ini juga dilengkapi dengan fitur pemantauan CCTV yang memperkuat fungsi monitoring aktivitas vulkanik.</p>
6.	Yogi Isro "Sistem Informasi Peringatan Dini Bencana Pada Kota Pagar Alam Berbasis Mobile"	<p>Jenis Penelitian : metode Rapid Application Development (RAD)</p> <p>Alat Analisa : teori sistem informasi dan pengembangan perangkat lunak</p>	<p>Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi tersebut mampu memberikan notifikasi kepada masyarakat terkait potensi longsor berdasarkan curah hujan serta risiko kebakaran hutan berdasarkan suhu udara. Selain itu, aplikasi juga menyediakan peta wilayah rawan bencana dan data pendukung yang dapat diakses secara real-time, sehingga berkontribusi pada peningkatan kesiapsiagaan masyarakat dalam menghadapi potensi bencana.</p>
7.	Razki Alfatah dkk. "Studi Interdisipliner Risiko Bencana Erupsi Gunung Berbasis SIG (Sistem Informasi Geografis) Menggunakan Metode Overlay Pada Daerah Sekitar Kawasan Gunung Marapi"	<p>Jenis Penelitian : metode overlay</p> <p>Alat Analisa : konsep Sistem Informasi Geografis</p>	<p>Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar permukiman padat penduduk masuk dalam zona risiko tinggi, terutama di sepanjang jalur aliran lahar. Temuan ini menunjukkan pentingnya penguatan sistem peringatan dini, peningkatan kesiapsiagaan masyarakat, serta pembangunan infrastruktur evakuasi guna menekan potensi korban jiwa jika erupsi besar terjadi.</p>

8.	Riza Dian Triwibowo dkk. “Implementasi E-Government pada Mitigasi Bencana Geologi melalui Multiplatform Application for Geohazard Mitigation and Assesment Indonesia”	Jenis Penelitian : kualitatif deskriptif  Alat Analisa : konsepE-Government	Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi MAGMA Indonesia telah memenuhi elemen support dan capacity, yang tampak dari dukungan kebijakan, sumber daya manusia yang kompeten, serta infrastruktur teknologi yang disiapkan pemerintah. Selain itu, aplikasi ini mampu mengintegrasikan data kebencanaan dan menyediakan layanan interaktif yang mudah diakses, sehingga meningkatkan efektivitas penyampaian informasi.
----	---	--	---

*Sumber : dikelola oleh penulis*

## **2.2 Kerangka Teori**

### **2.2.1 Teori Difusi Inovasi**

Teori difusi inovasi yang dikemukakan oleh Everett M. Rogers (1995) menjelaskan proses penyebaran suatu inovasi dalam sistem sosial melalui saluran komunikasi tertentu dan dalam kurun waktu tertentu. Difusi merupakan proses di mana suatu inovasi dikomunikasikan di antara anggota sistem sosial sehingga pada akhirnya diadopsi dan dimanfaatkan secara luas. Proses ini tidak berlangsung secara spontan, melainkan melalui tahapan yang sistematis mulai dari pengetahuan (knowledge), persuasi (persuasion), keputusan (decision), implementasi (implementation), hingga konfirmasi (confirmation). Dalam konteks penelitian ini, difusi inovasi menggambarkan bagaimana sistem informasi peringatan dini bencana yang dikembangkan oleh BPBD Kabupaten Malang disebarluaskan, diterima, dan dimanfaatkan oleh masyarakat serta pihak-pihak terkait dalam mitigasi bencana (Danil, 2021) .

Menurut Rogers, keberhasilan difusi inovasi dipengaruhi oleh lima karakteristik utama inovasi, yaitu keunggulan relatif (relative advantage), kesesuaian (compatibility), kompleksitas (complexity), kemampuan diuji coba (trialability), dan kemampuan diamati (observability). Dalam penelitian ini, sistem informasi peringatan dini memiliki keunggulan relatif karena mampu meningkatkan efektivitas deteksi dini bencana dan mempercepat proses

penyebaran informasi kepada masyarakat. Kesesuaian inovasi tercermin pada integrasinya dengan kebutuhan lokal, nilai sosial, serta prosedur mitigasi bencana yang telah dijalankan BPBD. Kompleksitas berhubungan dengan sejauh mana sistem ini mudah dipahami dan dioperasikan oleh pengguna, termasuk petugas lapangan dan masyarakat. Sementara itu, kemampuan diuji coba dan kemampuan diamati muncul melalui pelaksanaan uji sistem, simulasi peringatan dini, dan pelatihan kepada kelompok siaga bencana (KSB), yang memperkuat kepercayaan masyarakat terhadap efektivitas inovasi tersebut.

Rogers juga menjelaskan bahwa proses difusi melibatkan peran penting individu atau kelompok yang disebut *opinion leaders*. Dalam konteks BPBD Kabupaten Malang, peran ini dijalankan oleh pejabat teknis, relawan, serta tokoh masyarakat yang menjadi rujukan bagi warga dalam menerima inovasi sistem informasi peringatan dini. Mereka berperan dalam menyampaikan manfaat dan cara kerja sistem kepada masyarakat, sehingga mempercepat proses penerimaan dan penerapan inovasi. Pola penyebaran inovasi umumnya mengikuti bentuk kurva S, di mana adopsi dimulai oleh sekelompok kecil individu (*innovators*), kemudian meningkat tajam ketika diikuti oleh *early adopters* dan *early majority*, hingga akhirnya menjangkau *late majority* dan *laggards*. Dalam implementasi sistem peringatan dini di Kabupaten Malang, kelompok inovator dapat diidentifikasi sebagai pihak BPBD dan pengembang sistem, sementara masyarakat dan perangkat desa menjadi bagian dari kelompok *early* dan *late adopters* yang beradaptasi setelah melihat hasil nyata dari penerapan sistem tersebut.

Lebih lanjut, Rogers menekankan bahwa keberhasilan difusi sangat bergantung pada pola komunikasi yang terbentuk di dalam sistem sosial. Komunikasi interpersonal antara BPBD dengan masyarakat melalui pelatihan, sosialisasi, dan simulasi bencana menjadi kunci utama dalam mempercepat adopsi inovasi. Meskipun media massa dapat menyebarkan informasi secara luas, perubahan sikap dan perilaku masyarakat umumnya lebih efektif terjadi melalui interaksi langsung dengan tokoh yang dipercaya. Oleh karena itu,

strategi komunikasi yang digunakan BPBD dalam memperkenalkan sistem informasi peringatan dini berperan penting untuk mencapai titik perubahan atau *tipping point*, yaitu kondisi di mana inovasi mulai diterima secara masif oleh masyarakat.

Dengan demikian, teori difusi inovasi Rogers menjadi landasan konseptual yang relevan dalam menjelaskan bagaimana proses penyebaran dan penerimaan sistem informasi peringatan dini bencana berlangsung di Kabupaten Malang. Melalui teori ini, penelitian dapat menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi efektivitas inovasi, peran aktor kunci dalam penyebaran informasi, serta dinamika sosial yang menentukan tingkat keberhasilan penerapan sistem peringatan dini dalam mendukung komunikasi pemerintahan di bidang mitigasi bencana.

### **2.2.2 Pelayanan Publik**

Dalam kajiannya mengenai manajemen pelayanan publik, Agus Dwiyanto (2006) menekankan bahwa kualitas pelayanan publik dapat dinilai melalui sejumlah indikator yang menggambarkan sejauh mana birokrasi memenuhi kebutuhan masyarakat secara efektif, terbuka, dan bertanggung jawab. Konsep ini berangkat dari pandangan bahwa pelayanan publik tidak hanya dipahami sebagai proses administratif, tetapi juga sebagai bentuk pertanggungjawaban negara dalam memberikan manfaat nyata bagi warga. Dwiyanto merumuskan beberapa indikator utama yang menjadi tolok ukur kinerja pelayanan publik.

Dalam konteks penelitian ini, indikator yang paling relevan dan digunakan sebagai landasan teoritis adalah efektivitas, responsivitas, akuntabilitas, dan aksesibilitas, karena keempatnya merepresentasikan esensi pelayanan publik yang berorientasi pada pemenuhan kepentingan masyarakat. Pertama, efektivitas merujuk pada sejauh mana pelayanan publik mampu mencapai tujuan dan menghasilkan manfaat nyata bagi warga. Efektivitas dipahami sebagai kemampuan layanan untuk memberikan hasil yang tepat

sasaran, sesuai kebutuhan masyarakat, dan selaras dengan tujuan program yang telah ditetapkan. Layanan dikatakan efektif apabila output yang dihasilkan mampu menurunkan beban risiko, meningkatkan ketepatan informasi, atau menyelesaikan persoalan publik secara substansial. Dalam konteks sistem peringatan dini, efektivitas tercermin dari kemampuan teknologi dan mekanisme layanan memberikan peringatan yang akurat dan tepat waktu kepada masyarakat, sehingga benar-benar berkontribusi pada pengurangan risiko bencana.

Kedua, responsivitas (*responsiveness*) menggambarkan kemampuan organisasi publik untuk mengenali kebutuhan masyarakat, menyesuaikan program pelayanan dengan aspirasi warga, serta memberikan tanggapan cepat terhadap dinamika kebutuhan publik. Dwiyanto menggarisbawahi bahwa layanan yang responsif tidak bersifat statis, tetapi adaptif terhadap kondisi lapangan dan masukan dari pengguna layanan. Responsivitas menjadi indikator penting karena pelayanan publik pada dasarnya berfungsi menjawab kebutuhan yang berubah-ubah di masyarakat. Dalam sistem peringatan dini, responsivitas tampak dari kemampuan lembaga untuk menyesuaikan informasi, memperbarui jalur evakuasi, menanggapi laporan warga, dan menyampaikan peringatan secara cepat ketika kondisi memburuk.

Ketiga, akuntabilitas dalam pelayanan publik merujuk pada sejauh mana kebijakan dan tindakan birokrasi dapat dipertanggungjawabkan kepada masyarakat maupun pemangku kepentingan lain. Dwiyanto menegaskan bahwa akuntabilitas tidak hanya terbatas pada pelaporan administratif, melainkan mencakup kejelasan prosedur, transparansi informasi, serta keterbukaan atas setiap keputusan yang diambil. Pelayanan publik yang akuntabel menciptakan kepercayaan masyarakat karena setiap proses, penggunaan sumber daya, maupun hasil layanan dapat ditelusuri dan diaudit. Dalam inovasi sistem peringatan dini, akuntabilitas penting agar masyarakat percaya pada validitas peringatan, transparansi data sensor, dan kejelasan alur keputusan ketika menentukan status bahaya atau perintah evakuasi.

Keempat, aksesibilitas menggambarkan kemudahan masyarakat dalam memperoleh dan menggunakan layanan publik. Walaupun aksesibilitas tidak disebut secara eksplisit sebagai indikator tunggal oleh Dwiyanto dalam beberapa bagian bukunya, banyak penelitian yang menggunakan teori Dwiyanto memasukkan aksesibilitas sebagai bagian inheren dari kualitas pelayanan publik. Aksesibilitas mencakup kemudahan prosedur, keterjangkauan lokasi, kemudahan teknologi, serta ketersediaan informasi bagi seluruh lapisan masyarakat, termasuk kelompok rentan. Dalam konteks sistem peringatan dini, aksesibilitas terlihat dari seberapa mudah warga mendapatkan informasi bencana, apakah sirine terdengar oleh seluruh desa, apakah aplikasi atau pesan darurat dapat dijangkau masyarakat, dan apakah titik evakuasi mudah diakses.

Indikator pelayanan publik Dwiyanto (2006) memberikan kerangka yang kuat untuk menilai apakah sebuah inovasi termasuk inovasi sistem peringatan dini benar-benar dapat disebut sebagai inovasi pelayanan publik. Inovasi bukan hanya berkaitan dengan perubahan teknologi atau penyederhanaan prosedur, tetapi bagaimana perubahan tersebut menghasilkan layanan yang efektif, responsif, akuntabel, dan mudah diakses oleh masyarakat. Dengan demikian, keempat indikator ini menjadi fondasi dalam menganalisis apakah inovasi sistem peringatan dini telah memenuhi karakteristik pelayanan publik yang berkualitas dan berorientasi pada kepentingan warga.