

---

---

## Teknologi dan Konektivitas Sosial dalam Resiliensi Bencana: Studi Korelasi Sistem CCTV BPBD dan Praktik Labur di Gunungkidul

(1) Edi Dwi Atmaja, Pembangunan Sosial, Fisipol, Universitas Gunung Kidul

(2) Agus Fitriyanto Hidayat, Save Rescue Indonesia, Yogyakarta

Email Korespondensi/Email correspondence: [edi.dwiatmaja@ugk.ac.id](mailto:edi.dwiatmaja@ugk.ac.id)

**Abstrak:** Masyarakat di wilayah Gunungkidul menghadapi ancaman bencana hidrometeorologis yang khas, terutama luapan sungai dan banjir lokal yang sulit diprediksi melalui indikator permukaan biasa. Di tengah keterbatasan akses terhadap sistem peringatan dini berbasis teknologi formal, masyarakat mengembangkan mekanisme adaptif berbasis pengetahuan lokal melalui penggunaan labur putih sebagai penanda kenaikan muka air di bawah jembatan. Sistem ini dikombinasikan dengan pengawasan bergilir oleh warga yang secara rutin melaporkan kondisi kepada komunitas melalui jaringan komunikasi informal. Penelitian ini bertujuan menganalisis praktik tersebut sebagai bentuk resiliensi masyarakat dalam menghadapi risiko bencana. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan perspektif *community resilience*. Hasil menunjukkan bahwa sistem labur putih bukan sekadar alat teknis sederhana, tetapi merupakan manifestasi kapasitas adaptif, modal sosial, pembelajaran kolektif, dan tata kelola komunitas berbasis kepercayaan. Praktik ini menunjukkan kontras dengan sistem peringatan dini formal berbasis CCTV yang dikembangkan pemerintah namun belum terintegrasi secara partisipatif dengan masyarakat. Temuan ini menegaskan pentingnya pengakuan dan integrasi pengetahuan lokal dalam kebijakan pengurangan risiko bencana.

**Kata kunci:** resiliensi masyarakat, peringatan dini, pengetahuan lokal, modal sosial

**Abstract:** Communities in the region of Gunungkidul face distinctive hydrometeorological hazards, particularly river overflows and localized flooding that are difficult to predict using conventional surface indicators. Amid limited access to technology-based formal early warning systems, local communities have developed adaptive mechanisms grounded in indigenous knowledge through the use of labur putih (white markings) as indicators of rising water levels beneath bridges. This system is complemented by community-based monitoring, where residents take turns observing water conditions and regularly communicate updates through informal social networks. This study aims to analyze this practice as a form of community resilience in disaster risk management. The research employs a descriptive qualitative approach within the framework of community resilience theory. The findings reveal that the labur putih system is not merely a simple technical tool but rather a manifestation of adaptive capacity, social capital, collective learning, and community governance based on trust. This practice stands in contrast to formal CCTV-based early warning systems developed by government agencies, which have yet to be effectively integrated into participatory community processes. The study highlights the importance of recognizing and integrating local knowledge into disaster risk reduction policies. It demonstrates that community resilience in karst environments is shaped not only by technological infrastructure but also by locally embedded social and cultural capacities that enable communities to anticipate, respond to, and adapt to disaster risks.

**Keywords:** community resilience, early warning system, local knowledge, social capital.

---

---

**PENDAHULUAN**

Wilayah Gunungkidul merupakan bagian dari bentang alam karst Gunungsewu yang dikenal sebagai salah satu kawasan karst tropis terbesar di Asia Tenggara. Karakteristik utama kawasan karst adalah dominasi proses pelarutan batuan karbonat yang menghasilkan sistem hidrologi kompleks berupa sungai bawah tanah, lorong-lorong gua, serta aliran air yang sulit diprediksi secara permukaan (Ford & Williams, 2007). Kondisi tersebut menyebabkan masyarakat yang tinggal di kawasan karst menghadapi risiko bencana yang berbeda dibandingkan wilayah non-karst, terutama terkait banjir mendadak, amblesan tanah, dan perubahan debit air yang berlangsung secara cepat (Gutierrez et al., 2014). Sistem hidrologi karst memiliki karakteristik respon yang sangat dinamis terhadap curah hujan. Air hujan yang masuk melalui ponor atau sinkhole dapat mengalir dengan cepat melalui jaringan conduit bawah tanah dan muncul kembali pada titik-titik tertentu dalam bentuk luapan sungai bawah tanah. Akibatnya, peningkatan muka air dapat terjadi secara tiba-tiba dan sulit diprediksi hanya berdasarkan pengamatan permukaan (Bonacci et al., 2009). Fenomena tersebut juga ditemukan pada berbagai kawasan karst dunia, di mana banjir karst sering kali berkembang lebih cepat dibandingkan banjir pada sistem sungai konvensional karena tingginya konektivitas hidrologis bawah tanah (Hartmann et al., 2014).

Dalam konteks kebencanaan, pendekatan teknologis modern sering dipandang sebagai instrumen utama dalam mendukung sistem peringatan dini. Berbagai perangkat seperti sensor hidrologi, sistem telemetri, dan kamera pengawas (CCTV) telah dikembangkan untuk meningkatkan akurasi pemantauan risiko bencana (UNDRR, 2022). Namun demikian, sejumlah penelitian menunjukkan bahwa efektivitas teknologi tidak hanya ditentukan oleh kecanggihan perangkat, melainkan juga oleh kemampuan masyarakat untuk mengakses, memahami, dan memanfaatkan informasi yang dihasilkan (Mileti & Sorensen, 1990). Sistem peringatan dini yang tidak terintegrasi dengan struktur sosial masyarakat sering kali gagal mendorong tindakan kesiapsiagaan yang efektif (Basher, 2006). Di sisi lain, masyarakat lokal pada kawasan rawan bencana tidak berada pada posisi pasif sebagai penerima informasi risiko. Pengalaman panjang menghadapi ancaman lingkungan mendorong berkembangnya berbagai bentuk pengetahuan lokal yang berfungsi sebagai mekanisme adaptasi terhadap ketidakpastian alam (Berkes, 2018). Pengetahuan lokal tersebut terbentuk melalui proses pembelajaran sosial antargenerasi dan menjadi bagian penting dalam strategi bertahan hidup

---

masyarakat (Folke, 2006). Dalam berbagai kasus bencana di dunia, kearifan lokal terbukti mampu meningkatkan kapasitas masyarakat dalam mengenali tanda-tanda bahaya serta mengambil keputusan secara cepat sebelum bantuan eksternal tersedia (Hiwasaki et al., 2014).

Salah satu praktik menarik yang berkembang di beberapa wilayah Gunungkidul adalah penggunaan labur putih atau cat putih yang diaplikasikan pada bagian bawah jembatan sebagai indikator visual sederhana untuk memantau kenaikan muka air sungai bawah tanah. Ketika hujan deras terjadi di daerah tangkapan air, warga secara bergiliran melakukan penjagaan dan observasi terhadap perubahan tinggi muka air berdasarkan tanda yang tampak pada permukaan labur tersebut. Informasi hasil pengamatan kemudian disebarluaskan melalui jaringan komunikasi informal maupun grup pesan digital warga secara berkala. Ketika tinggi muka air mencapai batas tertentu yang dipahami bersama, masyarakat segera memperoleh peringatan untuk meningkatkan kewaspadaan. Praktik tersebut dapat dipahami sebagai bentuk sistem peringatan dini berbasis komunitas (*community-based early warning system*) yang berkembang dari pengalaman empiris masyarakat dalam berinteraksi dengan lingkungan karst. Menurut Allen (2006), sistem peringatan dini berbasis komunitas memiliki keunggulan karena dibangun di atas pengetahuan lokal, kepercayaan sosial, dan partisipasi aktif warga. Sementara itu, penelitian Mercer et al. (2010) menunjukkan bahwa integrasi antara pengetahuan lokal dan pendekatan ilmiah modern mampu menghasilkan strategi pengurangan risiko bencana yang lebih efektif dibandingkan pendekatan yang hanya mengandalkan salah satunya.

Keberadaan sistem labur putih juga menunjukkan pentingnya modal sosial dalam membangun ketahanan masyarakat. Resiliensi komunitas tidak semata-mata ditentukan oleh ketersediaan infrastruktur fisik, tetapi juga oleh kemampuan masyarakat untuk berorganisasi, berbagi informasi, serta melakukan tindakan kolektif ketika menghadapi ancaman (Norris et al., 2008). Dalam perspektif resiliensi sosial-ekologis, kemampuan komunitas untuk belajar dari pengalaman masa lalu dan mengembangkan mekanisme adaptasi lokal merupakan faktor utama yang menentukan keberlanjutan sistem sosial dalam menghadapi gangguan lingkungan (Folke et al., 2010). Pada saat yang sama, Pemerintah Kabupaten Gunungkidul melalui Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) telah mengembangkan sistem pemantauan berbasis CCTV untuk mendukung mitigasi banjir pada sejumlah titik rawan. Secara teknis,

sistem ini memiliki potensi besar dalam menyediakan informasi kondisi lapangan secara real time. Namun, keterbatasan akses masyarakat terhadap data CCTV serta belum terbentuknya mekanisme sosial yang memungkinkan informasi tersebut diterjemahkan menjadi tindakan kolektif menyebabkan pemanfaatannya belum optimal dalam membangun kesiapsiagaan warga. Kondisi ini mencerminkan adanya kesenjangan antara pendekatan teknologi formal yang bersifat top-down dengan praktik adaptasi masyarakat yang berkembang secara bottom-up.

Perbedaan tersebut menjadi menarik untuk dikaji karena menunjukkan adanya ketidaksesuaian sekaligus peluang integrasi antara sistem pengetahuan modern dan pengetahuan lokal. Sejumlah studi menunjukkan bahwa strategi pengurangan risiko bencana yang paling efektif justru lahir dari kolaborasi antara teknologi, institusi formal, dan kapasitas masyarakat lokal (Mercer et al., 2010; UNDRR, 2022). Oleh karena itu, sistem labur putih di Gunungkidul tidak hanya dapat dipandang sebagai praktik tradisional sederhana, tetapi juga sebagai manifestasi resiliensi masyarakat yang berpotensi melengkapi sistem pemantauan berbasis teknologi. Berdasarkan uraian tersebut, tulisan ini bertujuan menganalisis sistem labur putih sebagai manifestasi resiliensi masyarakat Gunungkidul dalam menghadapi risiko banjir akibat luapan Sungai. Selain itu, penelitian ini juga mengkaji ketidaksesuaian antara pendekatan berbasis teknologi formal dan pendekatan berbasis komunitas dalam sistem peringatan dini bencana, serta mengeksplorasi peluang integrasi keduanya untuk memperkuat kesiapsiagaan masyarakat Gunungkidul.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan desain studi kasus untuk memahami secara mendalam praktik sistem peringatan dini berbasis komunitas yang dikembangkan masyarakat Gunungkidul. Pendekatan kualitatif dipilih karena penelitian ini berupaya menggali makna, pengalaman, pengetahuan lokal, serta proses sosial yang melatarbelakangi munculnya sistem labur putih sebagai mekanisme mitigasi bencana yang tumbuh dari masyarakat. Studi kasus digunakan untuk memperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai dinamika sosial, pola interaksi, dan praktik adaptasi masyarakat dalam konteks lingkungan karst yang memiliki karakteristik hidrologi kompleks.

Lokasi penelitian difokuskan pada komunitas masyarakat di Kecamatan Semin dan Kecamatan Ngawen, Kabupaten Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Kedua wilayah

---

tersebut dipilih secara purposif karena memiliki pengalaman dalam menghadapi ancaman luapan sungai Oya dan banjir lokal, serta masih mempertahankan praktik penggunaan labur putih sebagai indikator visual untuk memantau kenaikan muka air. Selain itu, kedua lokasi menunjukkan adanya keterlibatan aktif masyarakat dalam proses pemantauan dan penyebaran informasi risiko bencana.

Informan penelitian dipilih menggunakan teknik purposive sampling dengan mempertimbangkan keterlibatan dan pengetahuan mereka terhadap sistem labur putih. Informan terdiri atas tokoh masyarakat, relawan kebencanaan, warga yang terlibat dalam pemantauan muka air, anggota kelompok siaga bencana, serta pihak-pihak yang memahami sejarah dan perkembangan praktik tersebut. Teknik ini memungkinkan peneliti memperoleh informasi yang kaya dan mendalam mengenai proses terbentuknya sistem, mekanisme operasional, serta peran berbagai aktor dalam menjaga keberlangsungan praktik mitigasi berbasis komunitas.

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi partisipatif, wawancara mendalam, dan studi dokumentasi. Observasi partisipatif dilakukan dengan mengikuti kegiatan masyarakat yang berkaitan dengan pemantauan kondisi sungai dan sistem peringatan dini, termasuk mengamati penggunaan labur putih sebagai penanda kenaikan muka air. Melalui observasi ini, peneliti memperoleh pemahaman langsung mengenai pola interaksi warga, proses pengambilan keputusan, dan mekanisme penyebaran informasi ketika terjadi hujan dengan intensitas tinggi.

Wawancara mendalam dilakukan secara semi-terstruktur untuk memberikan ruang bagi informan menjelaskan pengalaman, pengetahuan, dan persepsi mereka mengenai ancaman bencana serta efektivitas sistem labur putih. Pertanyaan wawancara mencakup sejarah munculnya praktik tersebut, mekanisme pemantauan, proses komunikasi risiko, hubungan dengan sistem teknologi formal yang dikembangkan pemerintah, serta makna sosial yang terkandung dalam praktik gotong royong dan penjagaan bergiliran yang dilakukan masyarakat.

Dokumentasi digunakan sebagai sumber data pendukung yang meliputi foto-foto lokasi pemantauan, arsip kegiatan masyarakat, catatan kejadian banjir, laporan kebencanaan, serta dokumentasi komunikasi warga melalui media sosial atau grup pesan digital yang digunakan

dalam penyebaran informasi peringatan dini. Data dokumentasi berfungsi untuk memperkuat hasil observasi dan wawancara serta membantu melakukan triangulasi data.

Analisis data dilakukan menggunakan pendekatan analisis tematik (*thematic analysis*). Tahapan analisis dimulai dengan proses transkripsi wawancara, reduksi data, pemberian kode (*coding*), identifikasi tema, serta interpretasi makna yang muncul dari data lapangan. Analisis difokuskan pada aspek-aspek yang mencerminkan resiliensi masyarakat dalam menghadapi ancaman bencana, meliputi kapasitas adaptasi, pembelajaran sosial, modal sosial, sistem komunikasi risiko, partisipasi masyarakat, dan kemampuan melakukan tindakan kolektif dalam situasi darurat. Tema-tema tersebut kemudian dianalisis untuk menjelaskan bagaimana sistem labur putih berfungsi sebagai bentuk pengetahuan lokal sekaligus sebagai mekanisme penguatan resiliensi komunitas.

Untuk menjamin validitas data, penelitian menerapkan teknik triangulasi sumber dan triangulasi metode. Informasi yang diperoleh dari wawancara diverifikasi melalui observasi lapangan dan dokumentasi yang tersedia. Selain itu, hasil interpretasi juga dikonfirmasi kepada beberapa informan kunci untuk memastikan kesesuaian antara temuan penelitian dan realitas yang dipahami oleh masyarakat. Dengan pendekatan tersebut, penelitian diharapkan mampu memberikan gambaran yang mendalam mengenai peran sistem labur putih sebagai praktik mitigasi bencana berbasis komunitas di Gunungkidul serta kontribusinya terhadap pembangunan resiliensi masyarakat.

## **HASIL PEMBAHASAN**

### **1. Labur Putih sebagai Teknologi Sosial dalam Sistem Peringatan Dini Berbasis Komunitas**

Secara teknis, labur putih yang digunakan masyarakat di Gunungkidul hanyalah tanda visual sederhana berupa cat putih yang diaplikasikan pada bagian bawah jembatan atau titik-titik tertentu yang dianggap strategis untuk memantau perubahan muka air. Dari sudut pandang teknologi modern, perangkat ini tampak sangat sederhana dan bahkan tidak memiliki kemampuan pengukuran otomatis sebagaimana sensor hidrologi atau sistem pemantauan berbasis digital. Namun demikian, nilai utama labur putih tidak terletak pada bentuk fisiknya, melainkan pada sistem sosial yang berkembang di sekelilingnya. Dalam perspektif studi kebencanaan, efektivitas suatu sistem peringatan dini tidak hanya ditentukan oleh instrumen teknis yang digunakan, tetapi juga oleh kemampuan masyarakat untuk

---

mengamati, menafsirkan, mengomunikasikan, dan merespons informasi yang dihasilkan (Basher, 2006).

Ketika hujan dengan intensitas tinggi terjadi di wilayah tangkapan air, warga secara sukarela melakukan penjagaan pada titik-titik observasi yang telah disepakati bersama. Pengamatan dilakukan secara bergiliran dengan memperhatikan posisi muka air terhadap tanda-tanda yang terdapat pada labur putih. Berdasarkan pengalaman kolektif yang diwariskan dari waktu ke waktu, masyarakat memahami ambang-ambang tertentu yang menandakan peningkatan risiko banjir atau luapan sungai bawah tanah. Informasi hasil pengamatan kemudian disampaikan secara berkala kepada warga lain melalui grup komunikasi digital seperti WhatsApp maupun jaringan komunikasi informal yang telah lama berkembang dalam komunitas. Dengan demikian, proses pemantauan tidak hanya berlangsung pada tingkat individu, tetapi menjadi aktivitas kolektif yang melibatkan banyak aktor dalam satu jaringan sosial.

Fenomena tersebut menunjukkan bahwa labur putih telah mengalami transformasi fungsi dari sekadar penanda visual menjadi bagian dari sistem peringatan dini berbasis komunitas (*community-based early warning system*). Menurut Allen (2006), sistem peringatan dini berbasis komunitas bekerja secara efektif ketika masyarakat terlibat langsung dalam proses identifikasi ancaman, pemantauan risiko, dan penyebaran informasi peringatan. Keterlibatan aktif masyarakat memungkinkan informasi yang diperoleh dari lapangan diterjemahkan secara cepat ke dalam tindakan nyata karena warga memiliki pemahaman yang sama mengenai konteks lokal dan konsekuensi yang mungkin terjadi. Dalam kasus labur putih, proses interpretasi tanda dan pengambilan keputusan tidak bergantung pada instruksi eksternal, melainkan pada pengetahuan bersama yang telah terbangun melalui pengalaman menghadapi kejadian serupa selama bertahun-tahun.

Praktik tersebut juga memperlihatkan bagaimana teknologi sederhana dapat memperoleh efektivitas tinggi ketika didukung oleh modal sosial yang kuat. Norris et al. (2008) menjelaskan bahwa resiliensi komunitas sangat dipengaruhi oleh keberadaan jaringan sosial, kepercayaan, dan kapasitas masyarakat untuk melakukan tindakan kolektif. Labur putih tidak akan berfungsi sebagai sistem peringatan dini apabila tidak terdapat warga yang secara sukarela melakukan pengamatan, tidak ada mekanisme komunikasi yang berjalan, atau tidak ada kepercayaan masyarakat terhadap informasi yang disampaikan. Oleh karena itu,

---

keberhasilan sistem ini sesungguhnya tidak terletak pada cat putih itu sendiri, tetapi pada hubungan sosial yang memungkinkan informasi risiko bergerak secara cepat dan dipercaya oleh anggota komunitas.

Dalam perspektif teknologi sosial, labur putih dapat dipahami sebagai bentuk teknologi yang keberhasilannya bergantung pada interaksi manusia, norma sosial, dan partisipasi kolektif, bukan pada kompleksitas perangkat yang digunakan. Konsep teknologi sosial menekankan bahwa solusi terhadap permasalahan masyarakat sering kali muncul melalui pengorganisasian sosial dan pemanfaatan sumber daya lokal yang sederhana namun efektif (Cajaiba-Santana, 2014). Pada kasus Gunungkidul, fungsi utama labur putih bukan menghasilkan data secara otomatis, melainkan memfasilitasi proses observasi, komunikasi, dan koordinasi antarwarga. Teknologi sosial semacam ini sering kali lebih mudah diterima masyarakat karena dibangun berdasarkan pengalaman lokal, menggunakan simbol yang dipahami bersama, dan tidak memerlukan keterampilan teknis yang rumit.

Selain itu, keberadaan sistem labur putih menunjukkan pentingnya integrasi antara pengetahuan lokal dan kapasitas adaptasi masyarakat. Berkes (2018) menjelaskan bahwa pengetahuan lokal berkembang melalui proses pembelajaran jangka panjang yang memungkinkan masyarakat memahami karakteristik lingkungannya secara mendalam. Dalam konteks Gunungkidul yang memiliki sistem hidrologi kompleks dan sulit diprediksi, pengetahuan mengenai hubungan antara curah hujan, kenaikan muka air, dan risiko banjir menjadi aset penting yang mendukung ketahanan masyarakat. Penggunaan labur putih merupakan manifestasi konkret dari pengetahuan tersebut yang kemudian diterjemahkan menjadi mekanisme mitigasi yang praktis dan mudah diterapkan.

Temuan ini memperlihatkan bahwa efektivitas sistem peringatan dini tidak selalu berbanding lurus dengan tingkat kecanggihan teknologi yang digunakan. Sebaliknya, kemampuan masyarakat untuk membangun jaringan komunikasi, memelihara kepercayaan sosial, dan mengorganisasi tindakan kolektif sering kali menjadi faktor yang lebih menentukan keberhasilan pengurangan risiko bencana. Dengan demikian, labur putih dapat dipandang sebagai bentuk teknologi sosial yang tidak hanya berfungsi sebagai alat pemantauan sederhana, tetapi juga sebagai simbol resiliensi komunitas dalam menghadapi ancaman bencana pada kawasan karst Gunungsewu.

---

## 2. Modal Sosial sebagai Infrastruktur Utama

Keberhasilan sistem labur putih di Gunungkidul tidak semata-mata ditentukan oleh keberadaan tanda visual yang digunakan untuk memantau kenaikan muka air, melainkan oleh kekuatan hubungan sosial yang menopang seluruh proses pemantauan dan penyebaran informasi. Berbeda dengan sistem peringatan dini berbasis teknologi yang mengandalkan perangkat elektronik dan infrastruktur teknis, sistem labur putih bertumpu pada kepercayaan, tanggung jawab bersama, dan partisipasi sukarela masyarakat. Tidak terdapat honorarium maupun insentif material bagi warga yang terlibat dalam penjagaan titik observasi. Meskipun demikian, masyarakat tetap bersedia melaksanakan tugas pemantauan secara bergiliran karena aktivitas tersebut dipahami sebagai bentuk tanggung jawab kolektif untuk melindungi keselamatan komunitas.

Fenomena ini menunjukkan kuatnya modal sosial (*social capital*) yang berkembang dalam masyarakat. Menurut Putnam (2000), modal sosial merujuk pada jaringan sosial, norma, dan kepercayaan yang memfasilitasi koordinasi dan kerja sama untuk mencapai tujuan bersama. Dalam konteks mitigasi bencana, modal sosial memungkinkan masyarakat melakukan tindakan kolektif secara cepat tanpa harus menunggu instruksi formal dari lembaga pemerintah. Kepercayaan yang telah terbangun antaranggota komunitas membuat informasi yang disampaikan oleh penjaga titik pantau dapat diterima sebagai informasi yang sah dan layak dijadikan dasar pengambilan keputusan.

Model penjagaan bergilir yang diterapkan masyarakat mencerminkan adanya solidaritas komunitas yang kuat. Setiap warga memahami bahwa ancaman banjir tidak hanya berdampak pada individu tertentu, tetapi juga pada keseluruhan komunitas. Oleh karena itu, upaya pemantauan risiko dilakukan secara bersama-sama melalui mekanisme gotong royong yang telah lama menjadi bagian dari budaya masyarakat pedesaan di Indonesia. Norris et al. (2008) menjelaskan bahwa solidaritas dan keterhubungan sosial merupakan salah satu kapasitas utama dalam membangun resiliensi komunitas karena memungkinkan masyarakat saling membantu dan berbagi sumber daya ketika menghadapi ancaman atau krisis. Selain solidaritas, sistem ini juga menunjukkan adanya distribusi tanggung jawab yang merata di antara anggota masyarakat. Tugas pemantauan tidak dibebankan kepada satu individu atau kelompok tertentu, melainkan dibagi melalui mekanisme penjagaan bergilir yang disepakati bersama. Distribusi tanggung jawab semacam ini memperkuat kapasitas

---

adaptif masyarakat karena risiko kelelahan, ketergantungan pada individu tertentu, dan kegagalan sistem dapat diminimalkan. Dalam perspektif resiliensi sosial-ekologis, kemampuan untuk mendistribusikan peran dan fungsi di dalam komunitas merupakan salah satu indikator penting dari kapasitas adaptasi dan keberlanjutan sistem sosial (Folke, 2006).

Aspek lain yang menonjol adalah legitimasi sosial terhadap informasi yang dihasilkan. Informasi mengenai kenaikan muka air tidak memperoleh legitimasi karena berasal dari perangkat teknologi canggih, melainkan karena berasal dari individu-individu yang dipercaya oleh masyarakat. Kepercayaan tersebut terbentuk melalui interaksi sosial yang berlangsung dalam jangka panjang dan diperkuat oleh pengalaman bersama menghadapi berbagai kejadian bencana sebelumnya. Menurut Aldrich (2012), kepercayaan sosial merupakan sumber daya penting dalam pengurangan risiko bencana karena memengaruhi kesediaan masyarakat untuk menerima informasi, mematuhi peringatan, dan melakukan tindakan kolektif yang diperlukan.

Keberadaan jaringan komunikasi warga juga memungkinkan terjadinya diseminasi informasi yang cepat dan efektif. Setelah kondisi muka air diamati oleh petugas jaga, informasi segera disampaikan melalui grup komunikasi digital yang telah digunakan masyarakat dalam kehidupan sehari-hari. Kecepatan penyebaran pesan tidak hanya ditentukan oleh teknologi komunikasi yang digunakan, tetapi juga oleh tingginya tingkat partisipasi dan perhatian warga terhadap informasi yang beredar. Kondisi ini sejalan dengan temuan Mileti dan Sorensen (1990) yang menyatakan bahwa efektivitas sistem peringatan dini sangat dipengaruhi oleh keberadaan jaringan komunikasi yang mampu menyampaikan informasi secara cepat, jelas, dan dipercaya oleh masyarakat penerima.

Temuan ini menunjukkan bahwa modal sosial berfungsi sebagai infrastruktur sosial (social infrastructure) yang menopang efektivitas sistem peringatan dini berbasis komunitas. Infrastruktur sosial tersebut mencakup jaringan hubungan antarwarga, norma gotong royong, rasa saling percaya, serta mekanisme koordinasi yang memungkinkan masyarakat bertindak secara kolektif ketika menghadapi ancaman bencana. Dalam banyak kasus, komponen-komponen sosial semacam ini justru sering kali tidak menjadi perhatian utama dalam pengembangan sistem peringatan dini berbasis teknologi formal yang lebih berfokus pada aspek perangkat keras, sensor, atau sistem informasi.

Kondisi tersebut menjelaskan mengapa keberadaan teknologi yang lebih canggih tidak selalu menghasilkan kesiapsiagaan yang lebih tinggi. Sebuah sistem pemantauan berbasis CCTV atau sensor otomatis dapat menghasilkan data yang akurat, tetapi efektivitasnya akan terbatas apabila masyarakat tidak memiliki akses terhadap informasi tersebut, tidak memahami maknanya, atau tidak memiliki jaringan sosial yang mampu mengubah informasi menjadi tindakan kolektif. Sebaliknya, sistem labur putih yang secara teknis sederhana justru mampu berfungsi secara efektif karena didukung oleh modal sosial yang kuat. Dengan demikian, pengalaman masyarakat Gunungkidul menunjukkan bahwa keberhasilan mitigasi bencana tidak hanya bergantung pada kecanggihan teknologi, tetapi juga pada kemampuan komunitas membangun dan memelihara hubungan sosial yang mendukung aksi kolektif serta ketahanan masyarakat terhadap ancaman lingkungan.

### **3. Keterbatasan Sistem Peringatan Dini Berbasis Teknologi Formal**

Sebagai bagian dari upaya pengurangan risiko bencana, BPBD Gunungkidul telah mengembangkan sistem pemantauan berbasis teknologi melalui pemasangan kamera pengawas (CCTV) pada sejumlah titik yang dianggap rawan terhadap luapan sungai dan banjir. Secara teknis, sistem ini memiliki keunggulan karena mampu menyediakan informasi visual secara real time mengenai kondisi lapangan tanpa memerlukan kehadiran petugas di lokasi. Penggunaan teknologi pemantauan semacam ini sejalan dengan perkembangan sistem peringatan dini modern yang menekankan pemanfaatan perangkat digital, sensor, dan teknologi informasi untuk meningkatkan akurasi deteksi ancaman bencana (UNDRR, 2022).

Meskipun demikian, temuan penelitian menunjukkan bahwa keberadaan teknologi yang lebih maju tidak secara otomatis menghasilkan peningkatan kesiapsiagaan masyarakat. Salah satu hambatan utama adalah terbatasnya akses masyarakat dan relawan terhadap data yang dihasilkan oleh sistem CCTV. Informasi yang tersedia umumnya berada dalam kendali institusi formal sehingga warga tidak dapat secara langsung melakukan pemantauan maupun memperoleh pembaruan kondisi lapangan secara mandiri. Padahal, akses terhadap informasi merupakan komponen penting dalam sistem peringatan dini yang efektif. Basher (2006) menegaskan bahwa sistem peringatan dini yang berorientasi pada masyarakat (*people-centered early warning systems*) harus memastikan bahwa informasi risiko dapat diakses oleh

---

kelompok yang berpotensi terdampak sehingga mereka memiliki kesempatan untuk melakukan tindakan antisipatif sebelum bencana terjadi.

Keterbatasan berikutnya adalah tidak adanya mekanisme interpretasi bersama terhadap informasi yang dihasilkan oleh teknologi tersebut. Data visual dari CCTV pada dasarnya hanya menyediakan gambaran kondisi lapangan, tetapi tidak secara otomatis menghasilkan pemahaman mengenai tingkat risiko yang sedang berkembang. Dalam praktiknya, masyarakat membutuhkan proses interpretasi yang menghubungkan informasi teknis dengan pengalaman lokal, konteks lingkungan, dan tindakan yang harus dilakukan. Menurut Mileti dan Sorensen (1990), informasi peringatan tidak akan efektif apabila penerima pesan tidak memahami makna informasi tersebut atau tidak mengetahui konsekuensi yang harus diambil berdasarkan informasi yang diterima. Dengan kata lain, keberhasilan sistem peringatan dini tidak hanya bergantung pada kemampuan menghasilkan data, tetapi juga pada kemampuan menerjemahkan data menjadi pengetahuan yang dapat digunakan oleh masyarakat.

Selain itu, penelitian menemukan bahwa belum terdapat prosedur respons sosial yang jelas yang menghubungkan informasi dari CCTV dengan tindakan kolektif masyarakat. Meskipun teknologi mampu mendeteksi perubahan kondisi lingkungan, tidak terdapat mekanisme yang secara otomatis menggerakkan warga untuk melakukan evakuasi, meningkatkan kewaspadaan, atau mengambil langkah mitigasi lainnya. Situasi ini berbeda dengan sistem labur putih yang telah memiliki pola respons sosial yang dipahami bersama oleh warga. Penelitian Allen (2006) menunjukkan bahwa efektivitas sistem peringatan dini berbasis komunitas sangat ditentukan oleh keterlibatan masyarakat dalam seluruh tahapan, mulai dari pemantauan, interpretasi informasi, hingga pengambilan tindakan. Ketika proses tersebut hanya berada pada level institusional, informasi sering kali tidak berkembang menjadi aksi kolektif yang nyata di tingkat komunitas.

Hambatan lain yang muncul adalah tingginya ketergantungan terhadap institusi formal sebagai pengelola utama sistem. Dalam kondisi tertentu, masyarakat cenderung menunggu informasi resmi sebelum mengambil tindakan sehingga kapasitas adaptif yang dimiliki komunitas menjadi kurang berkembang. Padahal, salah satu prinsip utama resiliensi adalah kemampuan masyarakat untuk bertindak secara mandiri berdasarkan sumber daya dan pengetahuan yang mereka miliki (Folke, 2006). Ketergantungan yang berlebihan terhadap institusi formal dapat mengurangi fleksibilitas komunitas dalam merespons ancaman yang

---

berkembang secara cepat, terutama pada kawasan karst yang memiliki karakteristik hidrologi dinamis dan sulit diprediksi.

Temuan ini menunjukkan bahwa persoalan utama bukan terletak pada kualitas teknologi yang digunakan, melainkan pada lemahnya integrasi antara teknologi, akses informasi, dan struktur sosial masyarakat. Norris et al. (2008) menjelaskan bahwa resiliensi komunitas dibangun melalui kombinasi antara sumber daya informasi, jaringan sosial, kapasitas organisasi, dan tindakan kolektif. Apabila salah satu komponen tersebut tidak berfungsi, efektivitas sistem dalam menghadapi bencana akan menurun meskipun didukung oleh teknologi yang canggih. Dalam kasus Gunungkidul, teknologi CCTV telah menyediakan kapasitas pemantauan yang baik, tetapi belum sepenuhnya terhubung dengan mekanisme sosial yang memungkinkan informasi tersebut diakses, dipahami, dan dimanfaatkan oleh masyarakat secara langsung.

Kondisi tersebut memperlihatkan adanya kontras antara pendekatan teknologi formal yang bersifat top-down dengan sistem labur putih yang berkembang secara bottom-up dari pengalaman masyarakat. Sistem CCTV merepresentasikan keunggulan teknologi dalam menghasilkan data yang akurat, sedangkan sistem labur putih menunjukkan keunggulan komunitas dalam membangun partisipasi, kepercayaan, dan tindakan kolektif. Oleh karena itu, efektivitas sistem peringatan dini tidak dapat diukur hanya berdasarkan tingkat kecanggihan teknologi yang digunakan, tetapi juga harus mempertimbangkan keterhubungan sosial, aksesibilitas informasi, serta kemampuan masyarakat untuk mengubah informasi menjadi tindakan yang bermakna. Dengan demikian, penguatan sistem peringatan dini di Gunungkidul memerlukan integrasi antara teknologi formal dan kapasitas sosial masyarakat sehingga data yang dihasilkan oleh teknologi dapat menjadi bagian dari budaya kesiapsiagaan warga, bukan sekadar informasi yang tersimpan dalam sistem institusional.

#### **4. Labur Putih sebagai Identitas Komunitas dan Manifestasi *Collective Efficacy***

Salah satu temuan yang paling menarik dari penelitian ini adalah bahwa praktik penggunaan labur putih tidak lagi dipahami oleh masyarakat semata-mata sebagai mekanisme teknis untuk memantau kenaikan muka air. Seiring berjalannya waktu, praktik tersebut telah mengalami proses institusionalisasi sosial dan menjadi bagian dari kebiasaan yang diwariskan antargenerasi. Pengetahuan mengenai fungsi labur putih, prosedur pemantauan, serta

---

mekanisme penyebaran informasi tidak diperoleh melalui pelatihan formal, melainkan melalui proses pembelajaran sosial yang berlangsung dalam kehidupan sehari-hari masyarakat. Dengan demikian, sistem ini telah berkembang dari sekadar respons terhadap ancaman bencana menjadi bagian dari identitas kolektif komunitas yang hidup di kawasan rawan banjir Sungai Oya.

Dalam perspektif konstruksi sosial, praktik yang dilakukan secara berulang dan diterima secara luas oleh anggota komunitas akan berkembang menjadi norma sosial yang membentuk pola perilaku bersama (Berger & Luckmann, 1966). Kondisi ini terlihat pada masyarakat yang terlibat dalam sistem labur putih, di mana aktivitas pemantauan air saat hujan deras telah menjadi bagian dari rutinitas yang dianggap wajar dan penting untuk dilakukan. Keberadaan sistem tersebut tidak bergantung pada instruksi pemerintah ataupun program tertentu, melainkan tumbuh dari kesadaran bersama bahwa keselamatan komunitas merupakan tanggung jawab seluruh anggota masyarakat. Akibatnya, praktik pemantauan tidak hanya berfungsi sebagai tindakan mitigasi bencana, tetapi juga menjadi simbol kepedulian dan keterikatan sosial di antara warga.

Proses pewarisan praktik ini menunjukkan adanya mekanisme pembelajaran sosial (*social learning*) yang kuat dalam komunitas. Menurut Bandura (1986), individu mempelajari perilaku melalui observasi, imitasi, dan interaksi sosial dengan lingkungan sekitarnya. Dalam konteks sistem labur putih, generasi muda memperoleh pengetahuan mengenai ancaman banjir, tanda-tanda kenaikan muka air, serta prosedur respons melalui keterlibatan langsung dalam aktivitas masyarakat. Melalui proses tersebut, pengetahuan kebencanaan tidak hanya disimpan sebagai informasi individual, tetapi menjadi pengetahuan kolektif yang terus direproduksi dan dipertahankan oleh komunitas.

Dari perspektif psikologi komunitas, keberlanjutan praktik ini mencerminkan tingginya tingkat *collective efficacy* dalam masyarakat. Konsep *collective efficacy* merujuk pada keyakinan bersama anggota komunitas terhadap kemampuan mereka untuk bekerja sama dan mencapai tujuan yang diinginkan melalui tindakan kolektif (Sampson, Raudenbush, & Earls, 1997). Dalam kasus masyarakat Gunungkidul, warga menunjukkan keyakinan bahwa mereka memiliki kapasitas untuk mengenali ancaman, menyebarkan informasi, dan melindungi komunitas dari risiko bencana tanpa harus sepenuhnya bergantung pada intervensi eksternal.

---

Keyakinan kolektif tersebut menjadi sumber kekuatan psikologis yang mendorong partisipasi aktif masyarakat dalam seluruh proses mitigasi bencana.

Keberadaan *collective efficacy* juga tercermin dalam kesediaan warga untuk terlibat secara sukarela dalam kegiatan penjagaan dan pemantauan. Tidak terdapat mekanisme penghargaan finansial ataupun kewajiban formal yang mengharuskan masyarakat menjalankan peran tersebut. Namun, tingginya rasa tanggung jawab sosial dan keyakinan bahwa tindakan mereka memiliki dampak nyata terhadap keselamatan komunitas mendorong warga untuk tetap berpartisipasi. Menurut Perkins dan Long (2002), komunitas dengan tingkat *collective efficacy* yang tinggi cenderung memiliki partisipasi warga yang lebih kuat, kemampuan pemecahan masalah yang lebih baik, serta kapasitas yang lebih besar dalam menghadapi berbagai bentuk ancaman sosial maupun lingkungan.

Lebih jauh, praktik labur putih menunjukkan bahwa resiliensi masyarakat tidak hanya dibangun melalui kapasitas teknis, tetapi juga melalui proses pembentukan budaya kesiapsiagaan (*culture of preparedness*). Budaya kesiapsiagaan terbentuk ketika tindakan mitigasi menjadi bagian dari nilai, norma, dan kebiasaan yang diterima secara kolektif dalam kehidupan masyarakat (Paton, 2003). Dalam kondisi tersebut, kesiapsiagaan tidak lagi dipandang sebagai aktivitas insidental yang dilakukan ketika terdapat program atau proyek tertentu, melainkan menjadi bagian dari cara hidup komunitas dalam berinteraksi dengan lingkungannya. Hal inilah yang menjelaskan mengapa sistem labur putih tetap bertahan dan berfungsi meskipun tidak memperoleh dukungan pendanaan khusus maupun intervensi eksternal secara berkelanjutan.

Keberlanjutan sistem yang berbasis budaya lokal ini memiliki implikasi penting bagi pembangunan ketahanan masyarakat terhadap bencana. Banyak program mitigasi yang bergantung pada bantuan proyek, hibah, atau dukungan institusional sering kali mengalami penurunan efektivitas ketika sumber daya eksternal tersebut berakhir. Sebaliknya, sistem yang telah terintegrasi ke dalam identitas dan budaya komunitas cenderung memiliki daya tahan yang lebih tinggi karena memperoleh dukungan langsung dari masyarakat sebagai pemilik sekaligus pelaksana sistem tersebut. Folke et al. (2010) menjelaskan bahwa kapasitas adaptif yang berkelanjutan muncul ketika pengetahuan, nilai, dan praktik masyarakat menjadi bagian integral dari sistem sosial yang memungkinkan komunitas terus belajar dan menyesuaikan diri terhadap perubahan lingkungan.

Dengan demikian, praktik labur putih tidak hanya dapat dipahami sebagai teknologi sosial atau sistem peringatan dini berbasis komunitas, tetapi juga sebagai bentuk identitas kolektif yang mencerminkan kemampuan masyarakat untuk mengorganisasi dirinya sendiri dalam menghadapi risiko bencana. Keberadaan sistem ini menunjukkan bahwa resiliensi tidak semata-mata dibangun melalui investasi teknologi dan infrastruktur fisik, melainkan juga melalui pembentukan budaya, kepercayaan bersama, dan *collective efficacy* yang memungkinkan masyarakat mempertahankan kapasitas adaptasinya secara berkelanjutan dari generasi ke generasi.

### **5. Implikasi Kebijakan: Menuju Tata Kelola Bencana yang Berpusat pada Komunitas**

Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa efektivitas sistem peringatan dini tidak hanya ditentukan oleh kecanggihan teknologi yang digunakan, tetapi juga oleh kapasitas sosial masyarakat dalam mengakses, memahami, dan merespons informasi risiko. Keberhasilan sistem labur putih memperlihatkan bahwa masyarakat memiliki kemampuan untuk membangun mekanisme mitigasi yang efektif melalui pemanfaatan pengetahuan lokal, modal sosial, dan tindakan kolektif. Sebaliknya, keterbatasan pemanfaatan sistem CCTV menunjukkan bahwa teknologi yang tidak terintegrasi dengan struktur sosial masyarakat cenderung sulit berkembang menjadi bagian dari budaya kesiapsiagaan komunitas. Temuan ini mengindikasikan perlunya pergeseran paradigma dalam pengurangan risiko bencana, dari pendekatan yang berpusat pada teknologi (*technology-centered disaster management*) menuju tata kelola bencana yang berpusat pada masyarakat (*community-centered disaster governance*).

Paradigma *technology-centered* umumnya menempatkan teknologi sebagai instrumen utama dalam mendeteksi, memantau, dan mengendalikan risiko bencana. Pendekatan ini berasumsi bahwa peningkatan kapasitas teknis akan secara otomatis meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat. Namun berbagai penelitian menunjukkan bahwa keberhasilan pengurangan risiko bencana sangat dipengaruhi oleh faktor sosial, termasuk partisipasi masyarakat, akses informasi, kepercayaan sosial, dan kapasitas kolektif untuk bertindak (UNDRR, 2022; Norris et al., 2008). Oleh karena itu, tata kelola bencana yang efektif perlu memandang masyarakat bukan sebagai objek penerima informasi, melainkan sebagai aktor utama yang memiliki pengetahuan, pengalaman, dan kapasitas adaptif dalam menghadapi ancaman lingkungan.

Dalam perspektif *community-centered disaster governance*, masyarakat menjadi bagian integral dari proses identifikasi risiko, pemantauan ancaman, penyebaran informasi, hingga pengambilan keputusan. Pendekatan ini sejalan dengan konsep *people-centered early warning systems* yang menekankan bahwa sistem peringatan dini harus dibangun berdasarkan kebutuhan, kapasitas, dan partisipasi masyarakat yang berpotensi terdampak (Basher, 2006). Pengalaman masyarakat Gunungkidul menunjukkan bahwa keterlibatan aktif warga dalam sistem pemantauan tidak hanya meningkatkan efektivitas penyebaran informasi, tetapi juga memperkuat rasa memiliki terhadap sistem yang dijalankan. Dengan demikian, keberlanjutan mitigasi bencana tidak bergantung sepenuhnya pada institusi formal atau ketersediaan teknologi, melainkan tumbuh dari kapasitas internal komunitas itu sendiri.

Berdasarkan temuan penelitian, terdapat beberapa rekomendasi strategis yang dapat dipertimbangkan untuk memperkuat tata kelola risiko bencana di Gunungkidul maupun wilayah lain dengan karakteristik serupa.

#### **a. Mengembangkan Sistem Hibrida antara Teknologi Digital dan Pengamatan Komunitas**

Rekomendasi pertama adalah pengembangan sistem peringatan dini hibrida yang mengintegrasikan teknologi digital dengan mekanisme pemantauan berbasis masyarakat. Selama ini, pendekatan teknologi dan pendekatan komunitas sering diposisikan secara terpisah, bahkan cenderung dipertentangkan. Padahal, keduanya memiliki keunggulan yang saling melengkapi. Teknologi digital seperti CCTV, sensor hidrologi, dan sistem informasi geografis mampu menyediakan data yang lebih akurat dan real time. Sementara itu, masyarakat memiliki kapasitas dalam melakukan interpretasi kontekstual, penyebaran informasi secara cepat, serta mobilisasi tindakan kolektif.

Integrasi kedua pendekatan tersebut dapat dilakukan dengan membuka akses informasi kepada masyarakat, melibatkan relawan dalam proses pemantauan, serta membangun mekanisme komunikasi dua arah antara institusi formal dan komunitas. Mercer et al. (2010) menegaskan bahwa integrasi antara pengetahuan lokal dan pengetahuan ilmiah menghasilkan strategi pengurangan risiko bencana yang lebih efektif dibandingkan penggunaan salah satu pendekatan secara terpisah. Dalam konteks Gunungkidul, sistem CCTV dapat berfungsi sebagai sumber data teknis, sementara jaringan pemantauan masyarakat berbasis labur putih

---

dapat menjadi mekanisme verifikasi lapangan sekaligus saluran komunikasi risiko yang lebih dekat dengan warga.

**b. Mendokumentasikan Pengetahuan Lokal sebagai Strategi Adaptasi Masyarakat**

Rekomendasi kedua adalah perlunya dokumentasi dan pelestarian pengetahuan lokal yang berkembang dalam masyarakat karst. Praktik labur putih menunjukkan bahwa masyarakat memiliki pemahaman mendalam mengenai karakteristik hidrologi lokal yang diperoleh melalui pengalaman panjang berinteraksi dengan lingkungannya. Pengetahuan semacam ini merupakan aset penting dalam pembangunan kapasitas adaptasi terhadap risiko bencana.

Menurut Berkes (2018), pengetahuan lokal tidak hanya berfungsi sebagai sumber informasi mengenai lingkungan, tetapi juga sebagai fondasi bagi pengambilan keputusan dan pengembangan strategi adaptasi yang sesuai dengan konteks setempat. Namun demikian, perubahan sosial, urbanisasi, dan pergantian generasi berpotensi menyebabkan hilangnya pengetahuan tersebut apabila tidak didokumentasikan secara sistematis. Oleh karena itu, pemerintah daerah, perguruan tinggi, dan organisasi masyarakat sipil perlu mengembangkan program dokumentasi, penelitian partisipatif, serta pendidikan kebencanaan berbasis kearifan lokal agar praktik-praktik adaptif yang telah terbukti efektif dapat diwariskan kepada generasi berikutnya.

Dalam konteks kawasan karst Gunungsewu, dokumentasi pengetahuan lokal juga memiliki nilai strategis karena dapat menjadi dasar pengembangan model mitigasi yang lebih sesuai dengan karakteristik hidrologi karst yang unik dan berbeda dari wilayah lain. Dengan demikian, pengetahuan lokal tidak hanya dipandang sebagai warisan budaya, tetapi juga sebagai sumber daya adaptif yang berkontribusi terhadap pengurangan risiko bencana.

**c. Memperkuat Kapasitas Relawan sebagai Jembatan antara Negara dan Masyarakat**

Rekomendasi ketiga adalah penguatan kapasitas relawan kebencanaan sebagai aktor penghubung antara institusi formal dan komunitas lokal. Temuan penelitian menunjukkan bahwa salah satu tantangan utama dalam sistem peringatan dini berbasis teknologi adalah adanya kesenjangan antara informasi yang dimiliki institusi dengan kebutuhan masyarakat di tingkat akar rumput. Dalam situasi ini, relawan memiliki posisi strategis sebagai bridging actors yang mampu menerjemahkan informasi teknis menjadi pesan yang mudah dipahami masyarakat sekaligus menyampaikan kondisi lapangan kepada pemerintah.

Literatur mengenai resiliensi komunitas menunjukkan bahwa keberadaan aktor penghubung (*bridging social capital*) memainkan peran penting dalam memperkuat koordinasi lintas sektor dan mempercepat aliran informasi pada situasi krisis (Aldrich, 2012). Relawan tidak hanya berfungsi sebagai penyampai informasi, tetapi juga sebagai fasilitator pembelajaran sosial, penggerak partisipasi masyarakat, dan mediator antara kebijakan pemerintah dengan kebutuhan komunitas. Oleh karena itu, penguatan kapasitas relawan perlu dilakukan melalui pelatihan teknis kebencanaan, komunikasi risiko, pertolongan pertama psikologis (*psychological first aid*), penggunaan teknologi pemantauan, serta pengembangan kemampuan fasilitasi masyarakat.

Dalam konteks Gunungkidul, relawan yang telah memiliki kedekatan sosial dengan masyarakat berpotensi menjadi elemen kunci dalam membangun sistem peringatan dini yang lebih inklusif dan partisipatif. Mereka dapat membantu menjembatani integrasi antara sistem formal yang dikembangkan pemerintah dengan sistem berbasis komunitas yang telah lama hidup dalam masyarakat. Dengan demikian, relawan tidak hanya menjadi pelaksana kegiatan kebencanaan, tetapi juga menjadi agen penguatan resiliensi sosial yang mampu menghubungkan pengetahuan lokal, teknologi modern, dan kebijakan publik dalam satu kerangka tata kelola bencana yang kolaboratif.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa masa depan pengurangan risiko bencana di kawasan karst tidak terletak pada pilihan antara teknologi modern atau pengetahuan lokal, melainkan pada kemampuan mengintegrasikan keduanya dalam tata kelola yang berpusat pada masyarakat. Pengalaman sistem labur putih di Gunungkidul membuktikan bahwa komunitas bukan sekadar penerima manfaat kebijakan kebencanaan, tetapi merupakan sumber kapasitas, pengetahuan, dan inovasi yang sangat penting dalam membangun ketahanan masyarakat terhadap risiko bencana.

## **KESIMPULAN DAN REKOMENDASI**

Praktik *labur putih* di Gunungkidul menunjukkan bahwa resiliensi masyarakat tumbuh dari kombinasi antara pengetahuan lokal, modal sosial, dan pembelajaran kolektif. Sistem sederhana ini mampu berfungsi lebih efektif dibanding teknologi formal yang tidak terintegrasi secara sosial. Penelitian ini menunjukkan bahwa efektivitas sistem peringatan dini bencana tidak hanya ditentukan oleh kecanggihan teknologi, tetapi juga oleh keterlibatan

---

masyarakat, akses terhadap informasi, serta kekuatan modal sosial yang mendukung tindakan kolektif. Praktik labur putih yang berkembang di masyarakat karst Gunungkidul membuktikan bahwa pengetahuan lokal dan partisipasi komunitas mampu membangun sistem mitigasi yang berkelanjutan dan adaptif terhadap kondisi lingkungan setempat. Temuan ini mengindikasikan perlunya pergeseran paradigma pengurangan risiko bencana dari pendekatan yang berpusat pada teknologi menuju tata kelola bencana yang berpusat pada masyarakat. Integrasi antara teknologi modern, pengetahuan lokal, dan kapasitas relawan menjadi kunci untuk membangun sistem peringatan dini yang lebih inklusif, efektif, dan berkelanjutan. Dengan demikian, ketahanan masyarakat terhadap bencana dapat diperkuat melalui kolaborasi antara institusi formal dan komunitas sebagai aktor utama dalam pengelolaan risiko bencana.



---

**DAFTAR PUSTAKA**

- Aldrich, D. P. (2012). *Building resilience: Social capital in post-disaster recovery*. University of Chicago Press.
- Allen, K. M. (2006). Community-based disaster preparedness and climate adaptation: Local capacity-building in the Philippines. *Disasters*, 30(1), 81–101. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9523.2006.00308.x>
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Prentice-Hall.
- Basher, R. (2006). Global early warning systems for natural hazards: Systematic and people-centred. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 364(1845), 2167–2182. <https://doi.org/10.1098/rsta.2006.1819>
- Berger, P. L., & Luckmann, T. (1966). *The social construction of reality: A treatise in the sociology of knowledge*. Anchor Books.
- Berkes, F. (2018). *Sacred ecology* (4th ed.). Routledge.
- Bonacci, O., Ljubenkov, I., & Roje-Bonacci, T. (2009). Karst flash floods: An example from the Dinaric karst. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 9(6), 1953–1962. <https://doi.org/10.5194/nhess-9-1953-2009>
- Cajaiba-Santana, G. (2014). Social innovation: Moving the field forward. A conceptual framework. *Technological Forecasting and Social Change*, 82, 42–51. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.05.008>
- Folke, C. (2006). Resilience: The emergence of a perspective for social–ecological systems analyses. *Global Environmental Change*, 16(3), 253–267. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.04.002>
- Folke, C., Carpenter, S. R., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T., & Rockström, J. (2010). Resilience thinking: Integrating resilience, adaptability and transformability. *Ecology and Society*, 15(4), Article 20.
- Ford, D. C., & Williams, P. W. (2007). *Karst hydrogeology and geomorphology*. Wiley.
- Gutierrez, F., Parise, M., De Waele, J., & Jourde, H. (2014). A review on natural and human-induced geohazards and impacts in karst. *Earth-Science Reviews*, 138, 61–88. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2014.08.002>
- Hartmann, A., Goldscheider, N., Wagener, T., Lange, J., & Weiler, M. (2014). Karst water resources in a changing world: Review of hydrological modeling approaches. *Reviews of Geophysics*, 52(3), 218–242. <https://doi.org/10.1002/2013RG000443>
- Hiwasaki, L., Luna, E., Syamsidik, & Shaw, R. (2014). Process for integrating local and indigenous knowledge with science for hydro-meteorological disaster risk reduction and climate change adaptation in coastal and small island communities. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 10, 15–27. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2014.07.007>

- 
- Mercer, J., Kelman, I., Taranis, L., & Suchet-Pearson, S. (2010). Framework for integrating indigenous and scientific knowledge for disaster risk reduction. *Disasters*, 34(1), 214–239. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7717.2009.01126.x>
- Mileti, D. S., & Sorensen, J. H. (1990). *Communication of emergency public warnings: A social science perspective and state-of-the-art assessment*. Oak Ridge National Laboratory.
- Norris, F. H., Stevens, S. P., Pfefferbaum, B., Wyche, K. F., & Pfefferbaum, R. L. (2008). Community resilience as a metaphor, theory, set of capacities, and strategy for disaster readiness. *American Journal of Community Psychology*, 41(1–2), 127–150. <https://doi.org/10.1007/s10464-007-9156-6>
- Paton, D. (2003). Disaster preparedness: A social-cognitive perspective. *Disaster Prevention and Management*, 12(3), 210–216. <https://doi.org/10.1108/09653560310480686>
- Perkins, D. D., & Long, D. A. (2002). Neighborhood sense of community and social capital. In A. T. Fisher, C. C. Sonn, & B. J. Bishop (Eds.), *Psychological sense of community* (pp. 291–318). Springer.
- Putnam, R. D. (2000). *Bowling alone: The collapse and revival of American community*. Simon & Schuster.
- Sampson, R. J., Raudenbush, S. W., & Earls, F. (1997). Neighborhoods and violent crime: A multilevel study of collective efficacy. *Science*, 277(5328), 918–924. <https://doi.org/10.1126/science.277.5328.918>
- UNDRR. (2022). *Global assessment report on disaster risk reduction 2022: Our world at risk*. United Nations Office for Disaster Risk Reduction.