



# Pemanfaatan Sistem Peringatan Dini Erupsi Gunung Merapi sebagai Upaya Pengurangan Risiko Bencana Guna Mendukung Keamanan Nasional

Hafizh Surya Islami<sup>1</sup>, Adi Subiyanto<sup>1</sup>, I Dewa Ketut Kerta Widana<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Universitas Pertahanan Republik Indonesia, Bogor, Indonesia

\*Corresponding Author: [dkwidana@idu.ac.id](mailto:dkwidana@idu.ac.id)

## Abstract

Indonesia is recorded as having 129 volcanoes with active status and 500 volcanoes with inactive status, and 60% of Indonesia's active volcanoes have the potential to cause quite large eruptions. In recent years, volcanic activity from several volcanoes in Indonesia has begun to increase. It was recorded that 260 people died as a result of the eruption of Mount Merapi in KRB III. Volcanic eruption events can be predicted using an early warning system. A complete and effective early warning system consists of four interrelated elements. These four elements can be used as a reference in increasing the capacity of communities in disaster-prone areas of Mount Merapi. This research aims to analyze the early warning system for Mount Merapi activity as an effort to reduce disaster risk and utilize the early warning system for disaster risk reduction to support national security. The research uses qualitative methods with exploratory research. Based on the research results, the use of the early warning system for the eruption of Mount Merapi has four main elements to serve as a guide in dealing with the Mount Merapi eruption disaster, both in the form of elements of knowledge of the risk of the Mount Merapi eruption disaster, utilization and warning services, dissemination and communication, as well as readiness and ability to cope. So it can be concluded that the early warning system in Sleman Regency has fulfilled the aspects of dealing with the Mount Merapi eruption disaster.

**Keywords:** early warning system; eruption; disaster risk reduction.

## Abstrak

Indonesia tercatat memiliki sebanyak 129 gunung berapi dengan status aktif dan 500 gunung api dengan status tidak aktif, serta sebesar 60 % gunung berapi aktif yang dimiliki oleh Indonesia dapat menimbulkan potensi letusan cukup besar. Beberapa tahun terakhir aktivitas vulkanik dari beberapa Gunung berapi di Indonesia mulai naik. Tercatat sebesar 260 korban jiwa terkena dampak erupsi Gunung Merapi di KRB III. Kejadian erupsi gunung berapi dapat dilakukan prediksi menggunakan sistem peringatan dini. Sistem peringatan dini yang lengkap dan efektif terdiri atas empat unsur yang saling terkait. Empat unsur tersebut dapat dijadikan sebagai acuan dalam peningkatan kapasitas masyarakat kawasan rawan bencana Gunung Merapi. Penelitian ini bertujuan menganalisis sistem peringatan dini aktivitas Gunung Merapi sebagai upaya pengurangan risiko bencana dan pemanfaatan sistem peringatan dini untuk pengurangan risiko bencana guna mendukung keamanan nasional. Penelitian menggunakan metode kualitatif dengan penelitian eksploratif. Berdasarkan hasil penelitian, pemanfaatan sistem peringatan dini erupsi Gunung Merapi telah memiliki empat unsur utama untuk dijadikan pedoman dalam menghadapi bencana erupsi Gunung Merapi, baik berupa unsur pengetahuan risiko bencana erupsi Gunung Merapi, pemanfaatan dan layanan peringatan, penyebaran dan komunikasi, serta kesiapan dan kemampuan untuk menanggulangi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem peringatan dini di Kabupaten Sleman telah memenuhi aspek dalam menghadapi bencana erupsi Gunung Merapi.

**Kata Kunci:** sistem peringatan dini; erupsi; pengurangan risiko bencana.

DOI:  
10.36080/jjdr.v1i1.106



## PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu negara yang kaya akan sumber daya alam yang dimiliki namun di samping itu, Indonesia adalah salah satu negara yang memiliki tingkat ancaman bencana yang cukup tinggi. Pernyataan ini dikuatkan dari sumber data *World Risk Report* tahun 2020, bahwa Indonesia menempatkan urutan ke-40 memiliki indeks risiko bencana sebesar 10,39 meningkat 0,03 pada tahun 2018 dan termasuk ke dalam kategori risiko bencana cukup tinggi (7,59 – 10,75) dari 181 negara di dunia. Penilaian risiko bencana ini dikarenakan Indonesia adalah negara memiliki variasi dan jumlah ancaman bencana terbanyak di dunia (Santoso, 2012).

Risiko bencana dipengaruhi oleh faktor geografi Indonesia yang berada dalam kawasan jalur gunung api di sepanjang cincin api pasifik atau sering disebut dengan *ring of fire* melalui Sumatera – Jawa – Bali – Nusa Tenggara – Sulawesi – Banda – Maluku – Papua (Rahayu et al, 2014). Indonesia secara tektonik menjadi tempat bertemunya tiga lempeng tektonik dunia (Pasifik, Indo-Australia, dan Eurasia) (Hermon, 2014). Kondisi tersebut membuat Indonesia memiliki dinamika geologis yang sangat dinamis yang mengakibatkan potensi bencana longsor, gempa, tsunami, dan erupsi gunung berapi. Bencana alam yang patut diwaspadai adalah bencana erupsi gunung berapi. Hal ini dikarenakan bencana erupsi gunung berapi adalah kejadian bencana yang paling banyak menghasilkan kerugian material dan korban (Santoso, 2012).

Indonesia tercatat memiliki sebanyak 129 gunung berapi dengan status aktif dan 500 gunung api dengan status tidak aktif, serta sebesar 60 % gunung berapi aktif yang dimiliki oleh Indonesia dapat menimbulkan potensi luapan erupsi sangat besar (Gosal et al, 2018). Letusan gunung berapi atau sering disebut dengan erupsi adalah proses peningkatan material magma yang berada di dalam inti bumi menuju permukaan bumi yang dikeluarkan secara eksplosif (Wismaya et al, 2016). Salah satu wilayah yang memiliki rekam jejak letusan gunung berapi adalah Gunung Merapi.

Gunung Merapi adalah gunung yang masih aktif dan memiliki bentuk gunung strato (gunung berapi yang memiliki bentuk kerucut) serta memiliki ketinggian 2968 meter di atas permukaan laut (Murwanto, 2013) Gunung Merapi berlokasi berada di perbatasan Provinsi Jawa tengah dan Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Pada kurun waktu sekitar 1000 tahun terakhir, Gunung Merapi tercatat memiliki siklus erupsi letusan dengan rata-rata waktu tidak lebih dari 3,5 tahun atau disebut dalam kategori pendek (Widodo et al, 2017). Gunung Merapi pernah tercatat sebagai letusan terbesar selama 100 tahun terakhir pada akhir tahun 2010 dengan jumlah korban meninggal 227 jiwa, luka ringan 186 jiwa, warga yang mengungsi sejumlah 159.977 jiwa, kerusakan bangunan 2.346 unit, kerusakan fasilitas kesehatan 15 unit, serta kerusakan fasilitas pendidikan 366 unit (Ernawati et al, 2020). Tercatat sebesar 260 korban jiwa terkena dampak erupsi Gunung Merapi di KRB III atau Kawasan yang sering terlanda awan panas, aliran lava, lontaran vulkanik, atau lahar pijar. Beberapa daerah KRB III di Kawasan Gunung Merapi adalah Desa Argomulyo, Desa Wukirsari, Desa Umbulharjo dan Desa Glagaharjo. Kawasan rawan bencana di daerah Gunung Merapi banyak ditempati warga untuk bermukim di sekitar lereng Merapi. Oleh sebab itu Kawasan dampak bencana erupsi Gunung Merapi semakin luas dan besar. Hal ini menandakan bahwa erupsi Gunung Merapi perlu diperhatikan dan perlu adanya pengurangan risiko erupsi Gunung Merapi agar pemerintah, masyarakat serta stakeholder di sekitar kawasan dapat menyikapi untuk melakukan tindakan yang dibutuhkan saat terjadinya bencana erupsi gunung berapi (Wisner et al, 2004).

Sistem peringatan dini sangat diperlukan untuk menyampaikan informasi kepada masyarakat kawasan rawan bencana. Hal ini dikarenakan masyarakat sistem peringatan dini sangat penting harus memahami bahaya yang mengancam masyarakat. Sistem peringatan dini harus memberikan informasi yang cepat dan tepat kepada masyarakat agar masyarakat tidak telat menerima informasi dan mengetahui apa yang harus diperbuat.

Pada penelitian ini, penulis akan menganalisis manfaat dari sistem peringatan dini aktivitas gunung berapi untuk mengetahui langkah yang harus dilakukan pada saat melakukan proses penerimaan dan penyebaran informasi sistem peringatan dini di kawasan Gunung Merapi melalui skenario dan simulasi yang telah dibuat. Diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat digunakan oleh pihak atau wilayah lain yang berada di kawasan erupsi gunung api, proses sistem peringatan dini erupsi gunung berapi di seluruh kawasan

Indonesia dapat dilaksanakan lebih efektif dan efisien sehingga tidak banyak kerugian yang dihasilkan baik berupa nyawa makhluk hidup, harta benda. Kerusakan lingkungan serta dampak psikologi.

## **METODE PENELITIAN**

Desain penelitian yang digunakan oleh peneliti adalah desain penelitian menggunakan metode kualitatif dengan pengumpulan data melalui wawancara, telaah dokumentasi dan observasi yang digunakan untuk menjawab seluruh pernyataan penelitian mengenai pemanfaatan sistem peringatan dini aktivitas gunung berapi di Gunung Merapi. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dengan studi kasus dengan analisis model para aktor yang terlibat dalam sistemnya.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Sekilas Erupsi Gunung Merapi**

Peristiwa erupsi Gunung Merapi yang terjadi pada tanggal 26 Oktober 2010 dan disusul erupsi pada hari-hari berikutnya sampai awal bulan November 2010 telah menghancurkan dan melumpuhkan seluruh aktivitas dan kehidupan masyarakat yang terkena dampak langsung dari erupsi Gunung Merapi. Bencana tersebut telah mengakibatkan kerugian, baik korban jiwa dan harta benda. Berdasarkan data yang dihimpun dari Pusdalops BNPB per tanggal 12 Desember 2010 tercatat korban jiwa sebanyak 277 meninggal di wilayah D.I. Yogyakarta dan 109 orang meninggal di wilayah Jawa Tengah. Tercatat sebanyak 2.682 rumah rusak berat di Provinsi D.I. Yogyakarta dan 174 rumah rusak berat di Provinsi Jawa Tengah (Jadmiko, 2015). Kejadian erupsi Gunung Merapi yang sangat besar berada pada tahun 2010 dengan diawali dari peningkatan status dari aktif normal menuju waspada pada tanggal 20 September 2010, dan terus meningkat situasi darurat mulai tanggal 26 Oktober 2010 sampai dengan awal Januari 2010. Material yang dikeluarkan akibat erupsi Gunung Merapi sekitar 140 juta m<sup>3</sup> dan mengakibatkan 346 orang meninggal dunia, dan puncak gelombang pengungsian sejumlah 151.336 orang tersebar di 553 titik.

Setelah ancaman primer berupa awan panas berkurang, terdapat ancaman sekunder yaitu ancaman banjir lahar dingin mengancam daerah yang berada di daerah sungai yang berhulu di Lereng Merapi, yaitu Sungai Gendol, Opak, Kuning, Boyong. Sampai dengan masa berakhir tanggap darurat banjir lahar dingin beberapa kali kejadian, yaitu tanggal 19 dan 22 Maret 2011 yang merusakkan pemukiman dan fasilitas publik di Desa Argomulyo Kecamatan Cangkringan, dan Desa Sindumartani Kecamatan Ngeemplak.

Sistem peringatan dini bahaya erupsi Gunung Merapi adalah salah satu upaya untuk mengurangi resiko dampak bahaya erupsi Gunung Merapi yang terintegrasi secara langsung dalam program pengurangan resiko bahaya tsunami. Namun demikian, pengurangan resiko bahaya erupsi Gunung Merapi melalui pengembangan sistem peringatan dini tidak terlepas dari unsur-unsur kesiapan masyarakat dan infrastruktur pendukung. Pada dasarnya, peringatan dini bahaya erupsi Gunung Merapi baik yang disampaikan secara alamiah maupun melalui sirine yang secara resmi disampaikan kepada masyarakat, merupakan media informasi agar penduduk yang terpapar menyadari dan mengetahui secara dini adanya ancaman bahaya erupsi, sehingga memberi kesempatan kepada mereka yang terpapar untuk menghindarinya sedini mungkin sebelum gelombang tsunami tiba di daratan.

Tujuan dari pengembangan sistem peringatan dini yang berbasis masyarakat adalah untuk memberdayakan individu dan masyarakat yang terancam bahaya untuk bertindak dalam waktu yang cukup dan dengan cara-cara yang tepat untuk mengurangi kemungkinan terjadinya korban luka, hilangnya jiwa, serta rusaknya harta benda dan lingkungan. Sistem peringatan dini yang lengkap dan efektif terdiri atas empat unsur yang saling terkait, mulai dari pengetahuan tentang bahaya dan kerentanan, pemantauan alat dan layanan peringatan, penyebarluasan dan komunikasi serta kesiapan dan kemampuan untuk menanggulangi (BNPB, 2012).

## Pengetahuan Risiko Bencana Gunung Merapi

Kajian terhadap risiko bencana memerlukan pengumpulan dan analisis data yang sistematis serta harus mempertimbangkan sifat dinamis dari bahaya dan kerentanan yang muncul dari berbagai proses seperti urbanisasi, perubahan pemanfaatan lahan, penurunan kualitas lingkungan, dan perubahan iklim. Kajian dan peta risiko bencana akan membantu memotivasi orang, sehingga mereka akan memprioritaskan pada kebutuhan sistem peringatan dini dan penyiapan panduan untuk mencegah dan menanggulangi bencana. Pada saat ini, pemerintah Kabupaten Sleman telah menyiapkan peta rawan bencana erupsi Gunung Merapi, dan dijelaskan lebih detail daerah mana yang masuk kedalam tahapan KRB I, KRB II dan KRB III. Masyarakat juga lebih memperhatikan keadaan lingkungan terutama masyarakat yang berada di daerah sungai sebab, kawasan daerah sungai Gunung Merapi sangat rawan akan terjadinya lahar dingin. Pelaksanaan sistem peringatan dini perlu diketahui oleh masyarakat di daerah rawan bencana erupsi Gunung Merapi, maka pemerintah Kabupaten Sleman telah menyiapkan program khusus dalam melakukan sosialisasi di daerah KRB III, KRB II dan KRB I serta melaksanakan pelatihan kebencanaan WLPB (Wajib Latih Pembangunan Bencana), dan pelayanan secara edukatif (BPPTKG, 2021).

## Pemantauan dan Layanan Peringatan

Layanan peringatan merupakan inti dari sistem. Harus ada dasar ilmiah yang kuat untuk dapat memprediksi dan meramalkan munculnya bahaya, dan harus ada sistem peramalan dan peringatan yang andal yang beroperasi 24 jam sehari. Pemantauan yang terus-menerus terhadap parameter bahaya dan gejala-gejala awalnya sangat penting untuk membuat peringatan yang akurat secara tepat waktu. Pihak BPPTKG setempat telah menempatkan beberapa alat pemantauan khusus di sekitar lereng, kawah serta daerah sungai Gunung Merapi. Penempatan tersebut berupa stasiun sensor dengan terdiri dari : 42 stasiun seismik, 10 stasiun GPS, 13 stasiun tiltmeter, 2 stasiun geokimia, 5 stasiun pemantauan lahar hujan atau lahar dingin dan 34 stasiun kamera. Pemantauan kegempaan adalah metoda utama dalam sistem pemantauan dengan instrumentasi. Sedangkan untuk titik pemantauan pengambilan data secara langsung diantaranya adalah : 10 reflektor EDM, 10 Benchmark Gravitasi, 2 lokasi penerbangan drone, 1 titik sampling gas, 5 pos pengamatan visual. Dan adapun penginderaan jauh (remote sensing) saat ini berkembang pesat sebagai metoda pemantauan yang pada masa depan menjanjikan akan menjadi andalan baru dalam sistem pemantauan gunung api yaitu berupa DOAS dan Citra satelit.

Pada tahapan operasional, pemantauan erupsi Gunung Merapi terpusat kepada BPPTKG yang dimana BPPTKG memiliki peran dalam mengolah informasi aktivitas Gunung Merapi melalui alat sensor atau hasil pemantauan serta menyampaikan informasi yang telah diolah kepada Bupati dan BPBD Kabupaten Sleman. Jika status yang diterima sudah memasuki tingkat status “awas” Gunung Merapi maka pihak BPBD memberikan informasi tersebut melalui penjaga sirine peringatan dini agar masyarakat di kawasan rawan bencana Gunung Merapi dapat mengetahui apa yang mereka perlu lakukan. Hal ini berdasarkan SOP yang telah dilaksanakan.

Penentuan status aktivitas Gunung Merapi sangat diperhatikan dalam kondisi sistem peringatan dini, hal ini dikarenakan masyarakat dapat mengetahui sejauh mana masyarakat melakukan kegiatan di daerah KRB yang telah ditentukan. Penentuan status aktivitas masyarakat ini bedasarkan 4 tahapan yaitu normal, Waspada, Siaga dan Awas. Bedasarkan pedoman sistem peringatan dini berbasis masyarakat (BNPB, 2012) dijelaskan bahwa penentuan alat sistem peringatan dini gunungapi adalah sebagai berikut.

- a. Aktif-Normal (level 1); kegiatan gunungapi baik secara visual, maupun dengan instrumentasi tidak ada gejala perubahan kegiatan
- b. Waspada (level 2); berdasarkan hasil pengamatan visual dan instrumentasi mulai terdeteksi gejala perubahan kegiatan, misalnya jumlah gempa vulkanik, suhu kawah (sulfatara/fumarola) meningkat dari nilai normal;
- c. Siaga. (level 3); kenaikan kegiatan semakin nyata. Hasil pantauan visual dan seismic berlanjut didukung dengan data dari instrumentasi lainnya;

d. Awak (level 4); Semua data menunjukkan bahwa letusan utama segera menjelang. Letusan-letusan asap/abu sudah mulai terjadi.

Masyarakat yang memahami arti penting dalam status aktif erupsi Gunung Merapi akan mengetahui kosenkuensi serta melakukan kegiatan yang dilakukan pada tabel 4.5 di berbagai kawasan rawan bencana erupsi Gunung Merapi.

### **Penyebaranluasan dan Komunikasi**

Pemerintah Kabupaten Sleman telah menyiapkan sejak tahun 2000 terkait alat komunikasi berupa frekuensi radio yang dibutuhkan pada saat tanggap darurat dapat ditentukan pada saat tanggap darurat yang diatur oleh Dinas Komunikasi dan Informatika Kabupaten Sleman dan Balai Monitoring Spektrum Frekuensi Radio, untuk komunikasi dan koordinasi internal bidang menggunakan Telepon maupun media sosial (BPBD Kabupaten Sleman 2012). Saat tahapan kesiapsiagaan jaring komunikasi komando dengan bidang menggunakan frekuensi radio komunikasi, Operasional diatur oleh Kominfo dan Balmon. Sedangkan jaring komunikasi antar Bidang Telepon/Hp dan Sosial media (*Whatsapp*).

Sirine dipasang di lereng Merapi yang dapat menjangkau kampung-kampung yang paling rawan dan sistem ini dikelola bersama antara pemerintah Kabupaten bersangkutan dengan Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi dalam hal ini adalah BPPTKG. Sarana komunikasi radio bergerak juga termasuk dalam sistem penyebaran informasi dan peringatan dini di Merapi. Komunikasi berkaitan dengan kondisi terakhir Merapi bisa dilakukan antara para pengamat gunungapi dengan kantor BPPTKG, instansi terkait, aparat desa, SAR dan lembaga swadaya masyarakat khususnya yang tergabung dalam Forum Merapi.

### **Kemampuan Penanggulangan**

Program pendidikan dan kesiapsiagaan memainkan peranan penting di sini. Juga penting bahwa rencana penanganan bencana dapat dilaksanakan secara tepat, serta sudah dilakukan dengan baik dan sudah teruji. Masyarakat harus mendapat informasi selengkapnya tentang pilihan-pilihan untuk perilaku yang aman, ketersediaan rute penyelamatan diri, dan cara terbaik untuk menghindari kerusakan dan kehilangan harta benda (BNPB, 2012). Masyarakat telah diberikan arahan sosialisasi oleh pemerintah daerah serta pemerintah telah menyediakan titik jalur evakuasi serta tempat evakuasi yang dimana masyarakat bisa mengetahui jalur mana yang mereka harus lewati.

Program pendidikan dan kesiapsiagaan memainkan peranan penting di sini. Juga penting bahwa rencana penanganan bencana dapat dilaksanakan secara tepat, serta sudah dilakukan dengan baik dan sudah teruji. Masyarakat harus mendapat informasi selengkapnya tentang pilihan-pilihan untuk perilaku yang aman, ketersediaan rute penyelamatan diri, dan cara terbaik untuk menghindari kerusakan dan kehilangan harta benda (BNPB, 2012). Masyarakat telah diberikan arahan sosialisasi oleh pemerintah daerah serta pemerintah telah menyediakan titik jalur evakuasi serta tempat evakuasi yang dimana masyarakat bisa mengetahui jalur mana yang mereka harus lewati.

### **Kesiapan dan Kemampuan untuk Menanggulangi**

Kesiapsiagaan adalah salah satu bagian dari proses manajemen bencana dan di dalam konsep pengelolaan bencana yang berkembang saat ini, peningkatan kesiapsiagaan merupakan salah satu elemen penting dari kegiatan pengurangan risiko bencana yang bersifat proaktif, sebelum terjadinya bencana. Sistem peringatan dini menjadi bagian penting dari mekanisme kesiapsiagaan masyarakat, karena peringatan dapat menjadi faktor kunci penting yang menghubungkan antara tahap kesiapsiagaan dan tanggap darurat. Secara teoritis bila peringatan dini disampaikan tepat waktu, maka suatu peristiwa yang dapat menimbulkan bencana dahsyat dapat diperkecil dampak negatifnya. Seberapa besar peringatan dapat mengurangi dampak suatu peristiwa bencana akan sangat bergantung pada banyak faktor seperti; Ketepatan memberi peringatan, memprediksi jarak waktu yang tersedia antara keluarnya peringatan sampai datangnya peristiwa yang dapat menimbulkan bencana, dan mengetahui seberapa siap perencanaan pra bencana dan kesiapsiagaan masyarakat,

termasuk kemampuan masyarakat untuk menanggapi peringatan tersebut dan melakukan tindakan antisipasi secara tepat (BNPB, 2012).

Sistem ini berfungsi untuk menyampaikan informasi terkini status aktivitas Merapi dan tindakan-tindakan yang harus diambil oleh berbagai pihak dan terutama oleh masyarakat yang terancam bahaya. Ada berbagai bentuk peringatan yang dapat disampaikan. Peta Kawasan Rawan Bencana sebagai contoh adalah bentuk peringatan dini yang bersifat lunak. Peta ini memuat zonasi level kerawanan sehingga masyarakat diingatkan akan bahaya dalam lingkup ruang dan waktu yang dapat menimpa mereka di dalam kawasan Merapi. Informasi yang disampaikan dalam sistem peringatan dini terutama adalah tingkat ancaman bahaya atau status kegiatan vulkanik Merapi serta langkah-langkah yang harus diambil. Bentuk peringatan dini tergantung pada sifat ancaman serta kecepatan ancaman Merapi. Apabila gejala ancaman terdeteksi dengan baik, peringatan dini dapat disampaikan secara bertahap, sesuai dengan tingkat aktivitasnya. Tetapi apabila ancaman bahaya berkembang secara cepat, peringatan dini langsung menggunakan perangkat keras berupa sirine sebagai perintah pengungsian (BPPTKG, 2021).

## KESIMPULAN

Sistem peringatan dini aktivitas erupsi gunung api dapat dimanfaatkan untuk menciptakan pengambilan keputusan yang tepat untuk masyarakat di kawasan risiko bencana erupsi gunung berapi secara nasional sehingga meningkatkan keamanan nasional. Sistem Peringatan dini aktivitas Gunung Merapi dapat dijadikan sebagai acuan dalam peningkatan kapasitas masyarakat kawasan rawan bencana Gunung Merapi dalam meningkatkan pelayanan sosialisasi, pelatihan, edukatif serta mengendalikan kerentanan dalam pembuatan status aktivitas Gunung Merapi, rekomendasi teknis, dan peta risiko. Hal ini bertujuan agar masyarakat tangguh bencana serta masyarakat siap dan mampu merespon peringatan bencana dengan cepat dan tepat sehingga masyarakat selama dari bencana serta hidup harmoni berdampingan dengan Gunung Merapi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2012). *Pedoman Sistem Peringatan Dini Berbasis Masyarakat*. Jakarta: BNPB.
- Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Sleman. (2012). *Rencana Kontingensi Erupsi Gunung Api Merapi*. Yogyakarta: Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Sleman.
- Balai Penyelidikan dan Pengembangan Teknologi Kebencanaan Geologi. (2021). *Mitigasi Bencana Merapi*. Yogyakarta: Balai Penyelidikan dan Pengembangan Teknologi Kebencanaan Geologi.
- Ernawati, D. M., & Panjaitan, R. U. (2020). Gambaran *Post Traumatic Stress Disorder* Pada Korban Bencana Alam Post Erupsi Merapi Satu Dekade. *Jurnal Ilmu Keperawatan Jiva*, 3(1), 101-112.
- Gosal, L. C., Tarore, R. C., & Karongkong, H. H. (2018). Analisis Spasial Tingkat Kerentanan Bencana Gunung Api Lokon Di Kota Tomohon. *SPASIAL*, 5(2), 229-237.
- Hermon, D. (2014). *Geografi Bencana Alam*. Jakarta: Radja Grafindo Persada Press.
- Jadmiko, ki. (2015). *Hubungan Pemerintah Pusat dengan Pemerintah Kabupaten Sleman dalam Pemberian Hak Milik Atas Tanah Akibat Erupsi Gunung Merapi*. (Tesis). Universitas Islam Indonesia,
- Murwanto, H., Siregar, D. A., & Purwoarminta, A. (2013). Jejak erupsi Gunung Merapi di Kabupaten Magelang Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi*, 4(2), 135-147.
- Rahayu, R., Ariyanto, D. P., Komariah, K., Hartati, S., Syamsiyah, J., & Dewi, W. S. (2014). Dampak erupsi Gunung Merapi terhadap lahan dan upaya-upaya pemulihannya. *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*, 29(1), 61-72.
- Santoso, H. (2012). Aplikasi "SSOP BANTAL" Berbasis DAS untuk Penganggulangan Banjir dan Tanah Longsor. *Jurnal Dialog Penanggulangan Bencana*, 3(1), 43-54.
- Widodo, D. R., Nugroho, S. P., & Asteria, D. (2017). Analisis Penyebab Masyarakat Tetap Tinggal di Kawasan Rawan Bencana Gunung Merapi (Studi di Lereng Gunung Merapi Kecamatan Cangkringan, Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta). *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 15(2), 135-142.

- 
- Wismaya, Y. G., Anjasmara, I. M., & Sulistiyani, S. (2016). Analisis Deformasi Gunung Merapi Berdasarkan Data Pengamatan GPS Februari-Juli 2015. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), A427-A431.
- Blaikie, P., Cannon, T., Davis, I., & Wisner, B. (2014). *At risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters*. Routledge.

