

BAB 4

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Obyek Penelitian

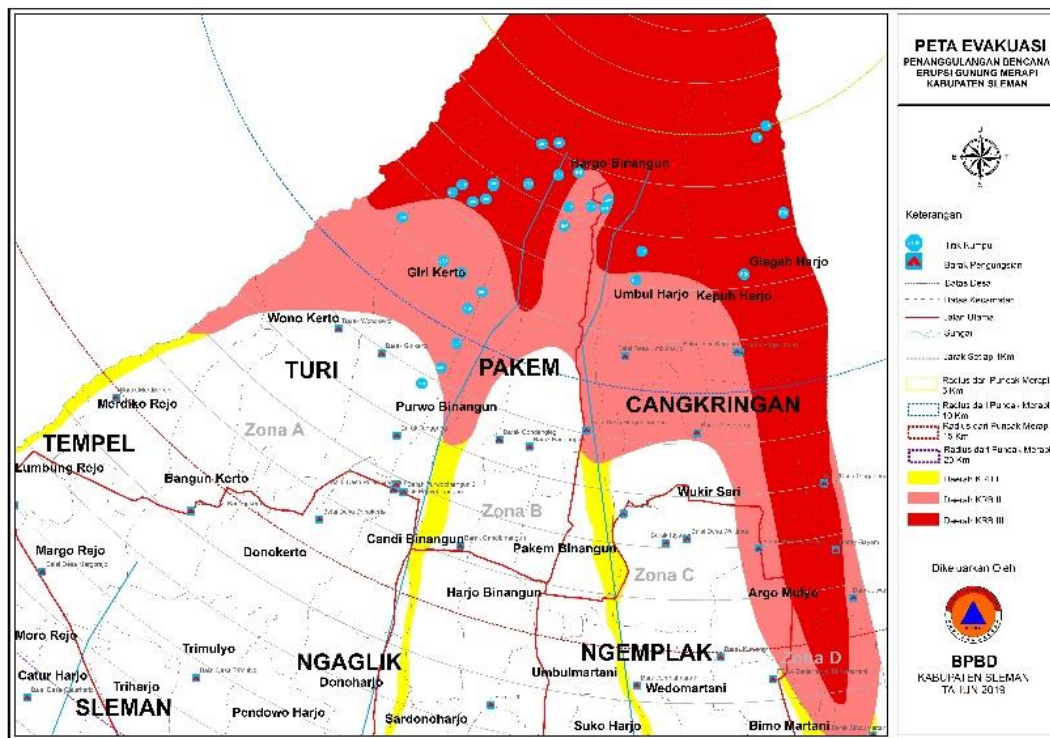
Pada penelitian ini, terdapat data-data penelitian yang telah dikumpulkan oleh penulis selama berada di lokasi penelitian. Data-data yang berhubungan dengan penelitian akan dijelaskan secara rinci pada sub-bab selanjutnya.

4.1.1 Gunung Merapi Provinsi Jawa Tengah

Penelitian ini dilakukan di sekitar Gunung Merapi Provinsi Jawa Tengah terletak pada posisi 7°32'5" Lintang Selatan dan 110°26'5". Bujur Timur. Secara administrasi wilayah Gunung Merapi termasuk ke dalam dua provinsi yaitu provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dan Provinsi Jawa tengah, lebih tepatnya lereng sisi selatan berada dalam administrasi Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Gunung Merapi memiliki ketinggian puncak 2.968 Periode ulang aktivitas erupsi yang dikeluarkan oleh Gunung Merapi berkisar antara 2-7 tahun. Pada saat ini Gunung Merapi telah tercatat Meletus sekitar tahun 1006, 1768, 1961, 1994, 2006, 2010 dan 2014. Aktivitas erupsi Gunung Merapi memiliki ciri khas dengan mengeluarkan lava pijar dan awan panas, tanpa membentuk kaldera (kawah).

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).



Gambar 4.1 Peta Daerah Rawan Erupsi Gunung Merapi Kabupaten Sleman 2012

Sumber: Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kab. Sleman, 2012

Lokasi penelitian dilakukan di daerah Kabupaten Sleman, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Daerah Kabupaten Sleman sangat rawan terkait erupsi gunung Merapi baik erupsi primer dan erupsi sekunder. Peta Kawasan Rawan Bencana Gunung Merapi tahun 2012 menunjukkan tingkat kerawanan bencana letusan Gunung Merapi sebagai dasar pengendalian kerentanan. KRB III adalah wilayah yang paling rawan sehingga perlu dilakukan pengendalian kerentanan secara ketat seperti pembatasan pertumbuhan permukiman.

Pemerintah Sleman dalam upaya melakukan pemantauan dalam peningkatan kapasitas rawan bencana di kawasan Gunung Merapi dan menjadi sumber masyarakat dalam menentukan potensi bahaya yang berada di sekitarnya. Pemerintah Sleman telah melakukan pembagian KRB

sesuai dengan dampak yang akan ditimbulkan erupsi Gunung Merapi dan dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Kawasan Rawan Bencana (KRB) III dan II Gunung Merapi untuk Kabupaten Sleman

No	Kecamatan	Desa	KRB III	KRBII		
1.	Cangkringan	Kepuharjo	Kaliadem	Kopeng		
			Petung	Batur		
			Jambu	Kepuh		
						Manggong
			Umbulharjo	Kinahrejo/Pelemsari	Pentingsari	
				Pangukrejo	Gondang	
				Gambretan		
			Glagaharjo	Kalitengah Lor	Singlar	
				Kalitengah Kidul		
				Srunen		
		2.	Pakem	Hargobinangun	Kaliurang Timur	Ngipiksari
					Kaliurang Barat	
					Boyong	
	Purwobinangun			Turgo		
				Kemiri		
				Ngepring		
3.	Turi			Girikerto	Ngandong Tritis	Nganggring
		Kemirikebo	Kloposawit			
				Kloposawit		
			Wonokerto	Tunggularum	Gondoarum	
					Sempu	

Sumber: Surat Keputusan Bupati Sleman No326/Kep.KDH/2010 Tentang Daerah Telarang Pada Kawasan Gunungapi Merapi

Perubahan bentuk puncak Gunung Merapi secara visual sangat mempengaruhi arah erupsi, sehingga puncak Gunung Merapi diperlukan kewaspadaan dengan memantau aktivitasnya secara terus menerus agar apabila terjadi erupsi dapat meminimalisir korban dan kerusakan yang ditimbulkannya. Puncak dari Gunung Merapi adalah tumpukan dari lava yang keluar dari dalam gunung akan terhancurkan atau berubah oleh letusannya dan akan menghasilkan guguran lava akibat gaya gravitasi, sehingga menyebabkan terjadinya awan panas.

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 m³ 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 Ngemplak. Kronologis status aktivitas gunung Merapi, kejadian erupsi dan deskripsi situasi disajikan dalam tabel 4.1.

Tabel 4.1 Kronologi Erupsi Gunung Merapi 2010

No	Tanggal	Keterangan	Bedasarkan surat bandan geologi
(1)	(2)	(3)	(4)
1	20 September 2010	Status Gunung Merapi ditingkatkan dari Normal menjadi Waspada	No 846/45/BGL.V/2010
1	2	3	4

2	21 Oktober 2010	Status Merapi menjadi Siaga	No 393/45/BGL.V/2010
3	25 Oktober 2010	Status Merapi menjadi Awas. Warga, terutama Ibu hamil, anak balita, lansia mulai di evakuasi ke daerah yang lebih aman. Telah disiapkan 7 barak pengungsian yakni Glagaharjo, Kepuharjo, Umbulharjo, Hargobinangun, Purwo-binangun, Girikerto dan Wonokerto. Pemkab Sleman telah siapkan sarana transportasi di Wilayah Cangkringan, Desa Kepuharjo 10 truk, Umbulharjo 10 truk, Glagaharjo 7 truk, Kecamatan Turi Wonokerto 6 truk, Girikerto 6 truk, dan swadaya dari masyarakat sendiri.	No 2048/45/BGL.V/2010
4	26 Oktober 2010	Gunung Merapi meletus. Sebanyak 40 orang tewas. (sumber slemankab.go.id). Warga yang berada di lokasi Kawasan Rawan Bencana diungsikan ke barak barak pengungsian.	
5	3 November 2010	Terjadi awanpanas besar selama 1,5 jam. Dilaporkan bahwa awan panas mencapai 9 km di alur Sungai. Gendol. Daerah aman diluar radius 15 km dari puncak Merapi.	
6	5 November 2010	Gunung Merapi Erupsi. 262 Jiwa Meninggal. (sumber slemankab.go.id). Wilayah yang aman bagi para pengungsi diubah dari di luar radius 15 km, menjadi di luar radius 20 km dari puncak G. Merapi.	
7	19 November 2010	wilayah yang aman bagi parapengungsi adalah sebagai berikut: Kab. Sleman: sebelah Timur K. Boyong di luar 15 km, sebelah Barat K. Boyong di luar 10 km dari puncak G. Merapi. Kab. Magelang di luar 10 km daripuncak G. Merapi. Kab. Boyolali di luar 5 km dari puncak G. Merapi. Kab Klaten di luar 10 km dari puncak G. Merapi.	
8	3 Desember 2010	Terhitung sejak tanggal 3 Desember 2010 status Gunung Merapi diturunkan menjadi siaga, namun demikian penanganan masih bersifat tanggap darurat	No 3120/45/BGL.V/2010
(1)	(2)	(3)	(4)

		mengingat masih adanya ancaman lahar dingin.	
9	30 Desember 2010	Status aktivitas merapi dari 30 Desember sampai dengan saat ini (Juli 2011) adalah "Waspada"	No 2464/45/BGL.V/2010
10	23 Mei 2011	Sampai akhir Tanggap Darurat Lahar Dingin ada penambahan korban meninggal sebanyak 42 orang. Total korban meninggal Merapi sebanyak 346 orang.	

4.2 Hasil Pengumpulan Data

Bedasarkan pengumpulan data yang sudah dilakukan peneliti pada lokasi penelitian didapatkan hasil wawancara dengan narasumber yang terdiri dari perwakilan masyarakat setempat, Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Sleman, dan Balai Penyedia dan Pengembangan Teknologi Kebencanaan Geologi (BPPTKG), berikut penjabaran dari hasil penelitian yang telah dilakukan

4.2.1 Deskripsi Data Narasumber

Wawancara mendalam telah dilakukan data berbeda orang terkait dalam hal peran kearifan lokal sebagai upaya pengurangan risiko bencana pada masyarakat sekitar Gunung Merapi.

4.1.1.1 BPBD Kabupaten Sleman

Wawancara dilakukan kepada kepala bidang pencegahan dan kesiapsiagaan Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Sleman. Pada saat bencana erupsi gunung Merapi beliau ditugaskan menjadi organisasi tanggap darurat yang ditugaskan untuk mengelola kondisi darurat akibat letusan Gunung Merapi 2010. Selajutnya pada tahun 2011 dibetuknya BPBD Kabupaten Sleman, beliau ditugaskan dalam bidang pencegahan dan kesiapsiagaan Badan Penanggiulangan Bencana Daerah Kabupaten Sleman dan membuat rehab renkon kebencanaan.

4.1.1.2 Masyarakat Sekitar Gunung Merapi

Wawancara dilakukan kepada masyarakat yang menetap di daerah sekitar Gunung Merapi tepatnya berada di area 20 KM dari pusat kawah Gunung Merapi. Salah satu wawancara berasal dari komunitas Banyu Bening, beliau merupakan salah satu masyarakat yang telah merasakan kejadian erupsi Gunung Merapi dan lahar dingin pada tahun 2010. Wawancara dilakukan untuk mengetahui peran kearifan lokal sebagai upaya pengurangan risiko bencana pada masyarakat di sekitar Gunung Merapi.

4.1.1.3 Balai Penyediaan dan Pengembangan Teknologi Kebencanaan Geologi (BTTKG)

Wawancara dilakukan kepada kepala seksi (kasi) Gunung Merapi Balai Penyediaan dan Pengembangan Teknologi Kebencanaan Geologi (BPPTKG). Beliau telah meneliti aktivitas gunung Merapi sejak tahun 2010 hingga tahun 2022.

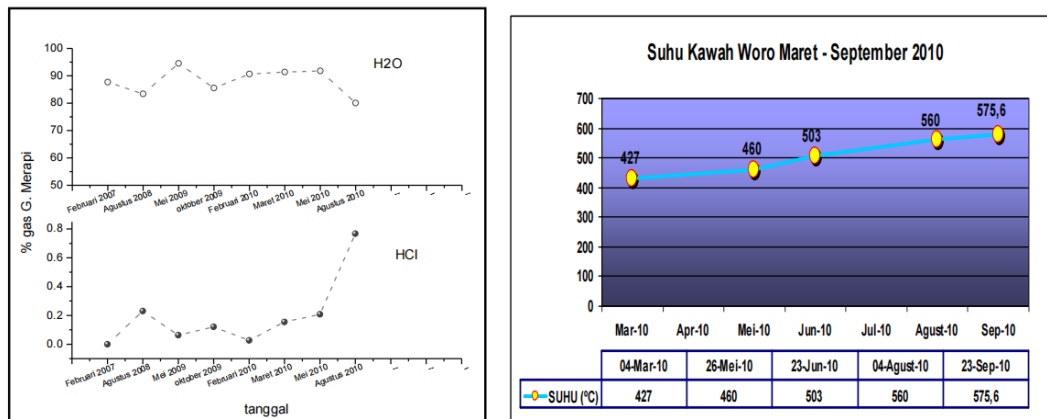
4.2.2 Data Historis

Masalah yang akan dimodelkan dalam penelitian ini adalah mengenai sistem peringatan dini aktivitas Gunung Merapi sebagai upaya mitigasi bencana erupsi Gunung Merapi. Peneliti dapat historis dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Sleman, serta didukung dengan informasi verbal dari pihak Balai Penyediaan dan Pengembangan Teknologi Kebencanaan Geologi (BPPTKG), Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Sleman dan masyarakat sekitar Gunung Merapi Kabupaten Sleman.

4.2.2.1 Data Geokimia

Data Geokimia dari Kawah Woro pada bulan Maret – September 2010 didapatkan dari laporan tanggap darurat erupsi Merapi 2010 oleh

BNPB Kab. Sleman. Data Geokimia yang diperoleh berupa data temperatur gas H₂O (uap air), HCL, dan suhu.

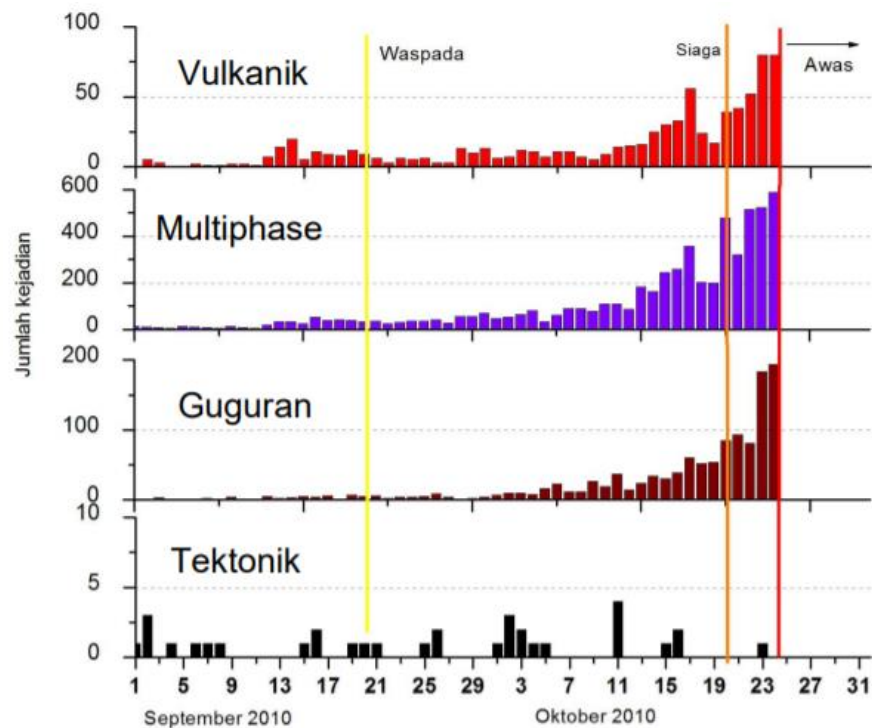


Gambar 4.2 Grafik pantauan geokimia kandungan gas H₂O, HCL serta Suhu di Kawah Woro

Sumber: *Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kab. Sleman 2011*

4.2.2.2 Data Seismik

Data seismik berupa seismic yang terjadi secara vulkanik, multiphase, tektonik serta guguran pada bulan September – Oktober 2010. oleh BNPB Kab. Sleman ditampilkan pada gambar 4.3.

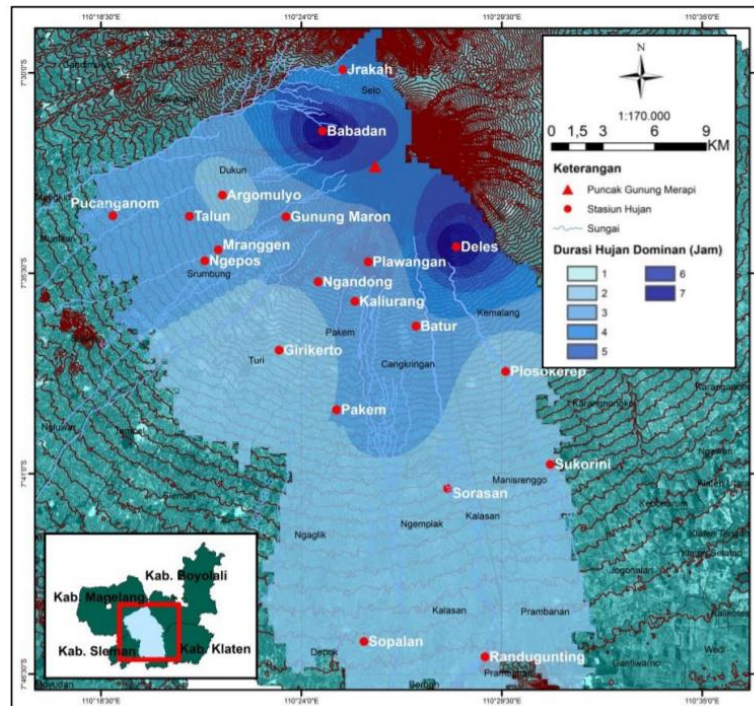


Gambar 4.3 Grafik pantauan seismic Gunung Merapi September-Oktober 2010

Sumber: *Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kab. Sleman 2011*

4.2.2.3 Data Curah Hujan

Data curah hujan berupa data durasi hujan dominan dan pola distribusi hujan persatuan waktu jam. Data yang diambil berasal dari Sofia (2016) dengan pengabalan data curha hujan dari 20 stasisun daerah Gunung Merapi selama 33 tahun (1980-2013). Stasiun pencatat curah hujan yang dianalisis antara lain Stasiun Plawangan, Jrasah, Babadan, Deles, Gunung Maron, Kaliurang, Ngandong, Batur, Argomulyo, Mranggen, Ngepos, Talun, Girikerto, Plosokerep, Pucanganom, Pakem, Sukorini, Sorasan, Sopalan dan Randugunting. Gambar 4.4 memperlihatkan peta persebaran durasi hujan lebat dominan tiap stasiun yang berada di sekitar Gunung Merapi.



Gambar 4.4 Peta sebaran durasi hujan lebat dominan stasiun-stasiun hujan di sekitar wilayah Gunung Merapi

Sumber: *Sofia, Dewi Ayu (2016)*

Tabel 4.2 Durasi hujan lebat dominan di masing-masing stasiun hujan

Stasiun hujan	Durasi (jam)	Stasiun hujan	Durasi (jam)
Plawangan	3	Ngepos	3
Jragung	4	Talun	4
Babadan	8	Girikerto	2
Deles	8	Plosokerep	2
Gn. Maron	3	Pucanganom	3
Kaliurang	3	Pakem	3
Ngandong	3	Sukorini	2
Batur	4	Sorasan	3
Argomulyo	2	Sopalan	2
Mranggen	3	Randugunting	3

4.2.2.4 Data Pengungsi

Data pengungsi dilakukan pada Badan Penanggulangan Bencana (BPBD) Kab. Sleman. Kepada seluruh area KRB II saat terjadinya erupsi gunung Merapi diperoleh data sesuai dengan Tabel 4.3

Tabel 4.3 Jumlah penduduk yang melakukan evakuasi erupsi Gunung Merapi

No	Kecamatan	Desa/barak	Jumlah total penduduk evakuasi	Kelompok rentan
1	Cangkringan		5549	1323
		Kepuharjo	2584	557
		Umbulharjo	1564	264
		Glagaharjo	1401	504
2	Pakem		2956	821
		Hargobinangun	2195	697
		Purwobinangun	761	124
3	Turi		2218	736
		Girikerto	1635	527
		Wonoketo	583	209
		Total	10.732	2.880

4.3 Hasil Pengolahan Data

Bedasarkan pengumpulan data yang sudah dilakukan peneliti pada lokasi penelitian didapatkan hasil wawancara dengan narasumber yang terdiri dari perwakilan masyarakat setempat, Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Sleman, dan Balai Penyedia dan Pengembangan Teknologi Kebencanaan Geologi (BPPTKG), berikut pengolahan data dari hasil penelitian yang telah dilakukan

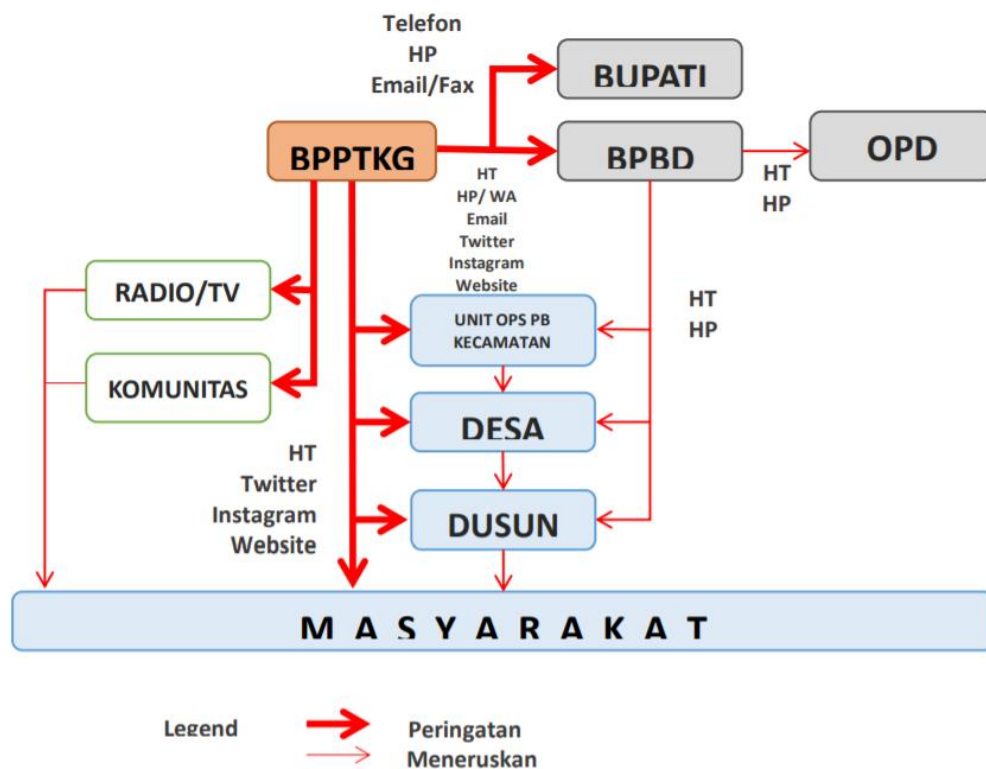
4.3.1 Sistem Peringatan Dini pada Aktivitas Gunung Merapi

Bahaya Erupsi Gunung Merapi dapat menyebabkan dampak yang sangat merusak bagi manusia seperti kematian, terluka atau kehilangan harta benda. 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.

Peringatan dini sebagaimana dalam Pasal 44 huruf b UU Nomor 24 Tahun 2007 dilakukan untuk pengambilan tindakan cepat dan tepat dalam rangka mengurangi risiko terkena bencana serta mempersiapkan tindakan tanggap darurat. Peringatan dini sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan melalui: (a) pengamatan gejala bencana (b) analisis hasil pengamatan gejala bencana (c) pengambilan keputusan oleh pihak yang berwenang (d) penyebaran informasi tentang peringatan bencana dan (e) pengambilan tindakan oleh masyarakat. Menjelang dan saat terjadinya bahaya masyarakat Gunung Merapi dapat melakukan kegiatan berupa status aktivitas, rekomendasi, peta operasional bahaya, skenario bahaya dan sirine dengan output berupa sistem peringatan dini (BPPTKG, 2021). Dimana dengan adanya sistem peringatan dini, masyarakat siap dan mampu merespon peringatan bencana dengan tepat sehingga masyarakat selamat dan bencana hidup harmoni berdampingan dengan Gunung Merapi.

4.3.2 Peta proses operasi

Peta proses operasi adalah peta kerja yang mencoba menggambarkan urutan kerja dengan jalan membagi pekerjaan tersebut menjadi elemen operasi yang detail secara logis dan sistematis. Setelah terjadinya erupsi Gunung Merapi, pihak pemerintah daerah Sleman sangat menyadari pentingnya suatu badan yang dapat menangani secara langsung terkait kebencanaan sehingga pada tahun 2011 berdirinya BPBD Kabupaten Sleman. Dalam melaksanakan kegiatan sistem peringatan dini, pemerintah Kabupaten Sleman telah menetapkan alur rantai peringatan peningkatan status ancaman erupsi Gunung Merapi. Dapat dilihat pada gambar 4.5



Gambar 4.5 Alur rantai peringatan peningkatan status ancaman erupsi Gunung Merapi Kabupaten Sleman

Sumber: Rencana Kontigensi Erupsi Gunung Merapi Kabupaten Sleman, 2020

Gambar 4.4 memperlihatkan bahwa komando pemantauan sistem peringatan dini akan diawali oleh pihak BPPTKG yang mengirimkan pesan peringatan secara langsung kepada masing-masing Bupati, BPBD, Unit OPS PB Kecamatan, Desa, Dusun, Media komunikasi serta masyarakat. Jika pesan keseluruhan tidak tercukupi maka BPBD Kabupaten Sleman dapat meneruskan kembali peringatan yang disampaikan oleh BPPTKG kepada seluruh masyarakat. BPBD Kabupaten Sleman juga melakukan konsultasi secara langsung kepada Bupati untuk memberikan arahan terkait peringatan dari sistem peringatan. Dini.

Pelaksanaan Sistem Peringatan Dini dibutuhkan SOP yang berjalan baik, sebab SOP memiliki peran sebagai pedoman untuk memudahkan pelaksanaan pekerjaan. SOP memiliki tahapan dan urutan suatu pekerjaan yang akan menuntun anggota dalam menyelesaikan tugas. Berikut adalah SOP mengenai Sistem Peringatan dini Gunung Merapi (BPBD Kabupaten Sleman, 2020):

- a. Hasil dari sensor pengamatan yang ditempatkan di sekitar puncak Gunung Merapi mengirimkan data (baseband) kegempaan, deformasi, geokimia (Gas), dan tilt Meter kepada BPPTKG untuk dianalisis.
- b. BPPTKG memberikan laporan aktivitas Gunung Merapi secara rutin: setiap bulan pada saat Status Normal, setiap minggu pada saat Status Waspada, setiap hari pada saat Status Siaga, dan setiap 6 (enam) jam pada saat Status Awas. BPPTKG akan memberikan laporan tambahan apabila terjadi perubahan aktivitas Gunung Merapi kepada BPBD Kabupaten Sleman dan Bupati Kabupaten Sleman.
- c. Setelah BPPTKG mengeluarkan informasi dan pemberitahuan mengenai kejadian awanpanas Gunung Merapi, kemudian BPBD Kabupaten Sleman menyampaikan informasi kepada Bupati

Kabupaten Sleman mengenai terjadinya awanpanas Gunungapi Merapi.

- d. BPPTKG mengeluarkan pernyataan resmi mengenai kejadian awanpanas Gunungapi Merapi secara langsung kepada Bupati Kabupaten Sleman.
- e. Pada saat kejadian awanpanas Gunungapi Merapi, BPBD Kabupaten Sleman mengirimkan himbauan kepada petugas penjaga Sirine Peringatan Dini Awanpanas Gunungapi Merapi untuk diteruskan kepada warga masyarakat yang berada di Kawasan Rawan Bencana (KRB) III Gunungapi Merapi.
- f. Warga masyarakat yang berada di KRB III selanjutnya melakukan evakuasi secara mandiri, sesuai dengan rekomendasi yang dikeluarkan dari BPPTKG maupun BPBD Kabupaten Sleman.

4.3.3 Penempatan status aktivitas

Sistem ini berfungsi untuk menyampaikan informasi terkini status aktivitas Gunung 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. Pencerminan

tingkatan peringatan dini untuk mitigasi bencana erupsi Gunung Merapi yaitu dibagi menjadi normal, Waspada, Siaga dan Awas.

Penentuan tahapan status aktivitas gunung berapi dapat ditentukan dari alat sistem peringatan dini yang dipantau, namun parameter yang digunakan memiliki keakuratan persentase tersendiri. Untuk saat ini status aktivitas Gunung Merapi dapat dilihat melalui pergerakan seismik dan suhu kawah Gunung Merapi. Salah satu faktor penentu aktivitas gunung berapi ditentukan oleh suhu kawah, dimana berdasarkan suhu tersebut dapat ditentukan status gunung. Adapun batasan suhu untuk menentukan status adalah sebagai berikut:

Tabel 4.4 Data Suhu Penentuan Status Gunung

Permukaan	10 m	15 m	Status
0 °C – 32°C	0°C – 35°C	0°C – 37°C	Normal
32°C – 37°C	35°C – 38°C	37°C – 39°C	Waspada
37°C – 39°C	38°C – 40°C	39°C – 41°C	Siaga
39°C >_	40°C >_	41°C >_	Awat

(sumber data : Kodong, 2009 dalam Pusat Vulcanologi Dan Mitigasi Bencana Geologi Badan Geologi Departemen Energi Dan Sumber Daya Mineral Gunung Kelud)

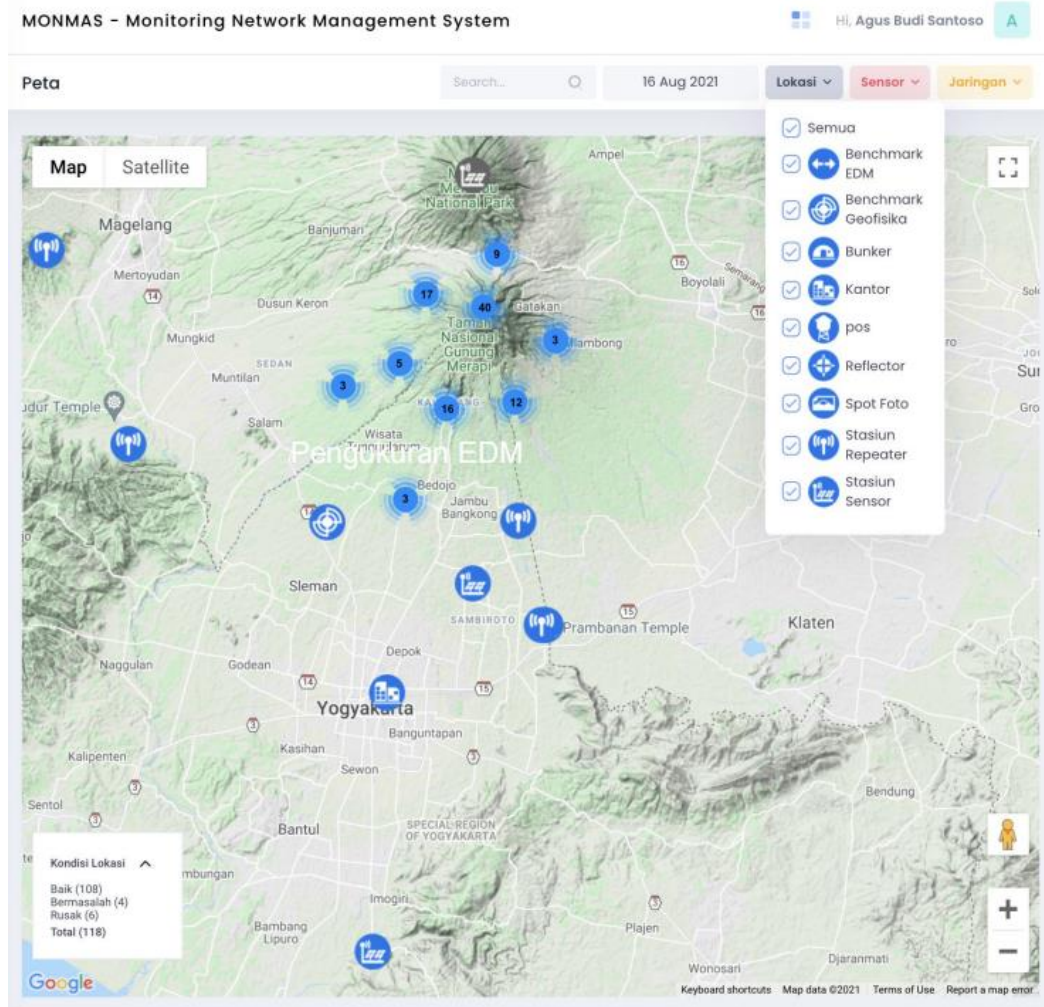
4.3.4 Sistem Pemantauan Gunung Merapi

Melindungi kehidupan masyarakat pemukiman di sekitar daerah vulkanis maka diperlukan tindakan mitigasi yang salah satu dari aksinya adalah pemantauan aktivitas vulkanik dengan harapan mampu mendeteksi tanda-tanda peningkatan bahaya sehingga peringatan dini penyelamatan dapat diberikan. Tujuan pemantauan adalah prediksi erupsi artinya bagaimana mengetahui kapan erupsi terjadi, berapa lama erupsi berlangsung, dimana pusat erupsi dan bagaimana karakteristik erupsi.

Proses erupsi dan berbagai tanda yang muncul menjelang erupsi begitu berbeda antara satu gunung api dengan lainnya bahkan pada gunung api yang sama sekalipun. Pemantauan aktivitas gunung api apalagi pada saat aktivitas gunung api meningkat harus melibatkan berbagai disiplin ilmu dengan berbagai macam peralatan. Pemantauan gunung api

secara instrumentasi memerlukan tahap-tahap pekerjaan mulai pemasangan, pemeliharaan dan penggantian peralatan yang biayanya tidaklah murah. Secara sederhana pemantauan dapat dikategorikan atas pemantauan dengan indera manusia langsung atau dengan peralatan instrumentasi. Apabila magma naik menuju ke permukaan maka 4 tanda utama biasanya muncul sebagai indikasi menjelang erupsi, yaitu : (1) Meningkatnya gempa-gempa vulkanik (2) deformasi di permukaan akibat desakan magma (3) kenaikan flux gas-gas vulkanik dan (4) adanya peningkatan suhu kawah Gunung Merapi, menarik ilmuwan dunia untuk riset karena tingkat aktivitasnya yang tinggi dan relatif kontinyu. Periode erupsinya yang pendek pada era modern ini kira-kira antara 2 sampai 8 tahun memungkinkan untuk menguji metoda dan peralatan dengan melihat data yang mereka peroleh sebelum dan sesudah erupsi berlangsung. Gunung Merapi menjadi menarik karena banyak data ilmiah yang dapat diperoleh di sini mulai dari komposisi gas gunung api karena terdapat beberapa lapangan solfatara di puncak, berbagai tipe dan jenis gempa, deformasi tubuh gunung api, kemagnetan bumi, perubahan medan gravitasi, perubahan potensial diri batuan dan lain-lain.

Pada saat ini dalam melakukan sistem pemantauan erupsi Gunung Merapi pihak BPPTKG telah menyiapkan titik pemantauan berdasarkan stasiun sensor, pemantauan pengambilan data langsung dan pemantauan dengan sistem penginderaan jauh. Titik pemantauan dapat ditunjukkan pada gambar 4.6.



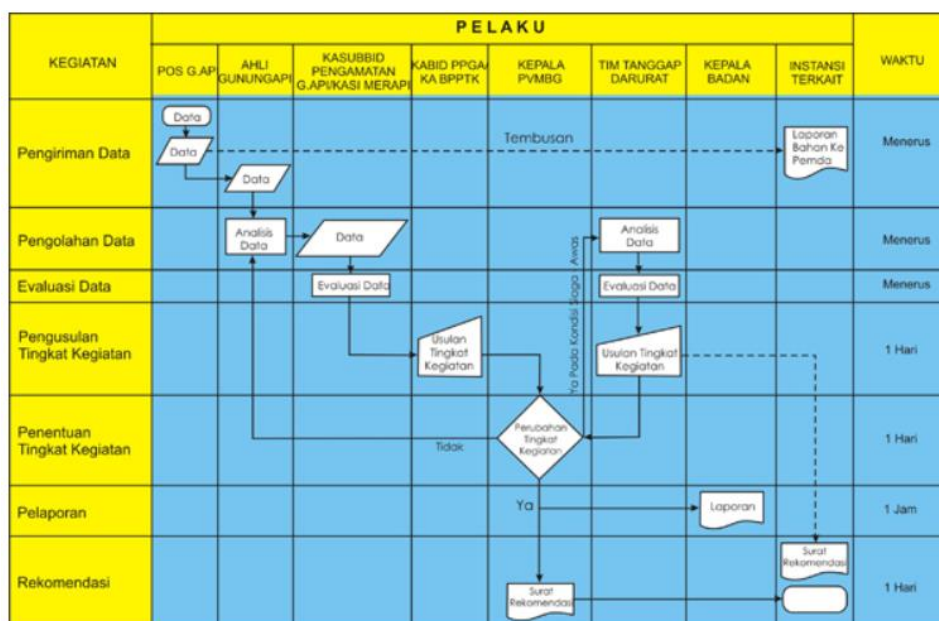
Gambar 4.6 Penempatan titik pemantauan Sistem Peringatan Dini Gunung Merapi

Sumber: *Mitigasi Bencana Merapi BTTKG, 2021*

Pihak BTTKG menempatkan 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. 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 titik pemantauan penginderaan jauh terdiri dari DOAS dan Citra *satellite*.

4.3.5 Sirine Sistem Peringatan Dini

Sirine dari sistem peringatan dini adalah suatu sistem perangkat keras yang berfungsi hanya pada keadaan sangat darurat apabila peringatan dini bertahap tidak mungkin dilakukan. 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.



Gambar 4.7 Diagram Alir data dan informasi status Gunung Merapi

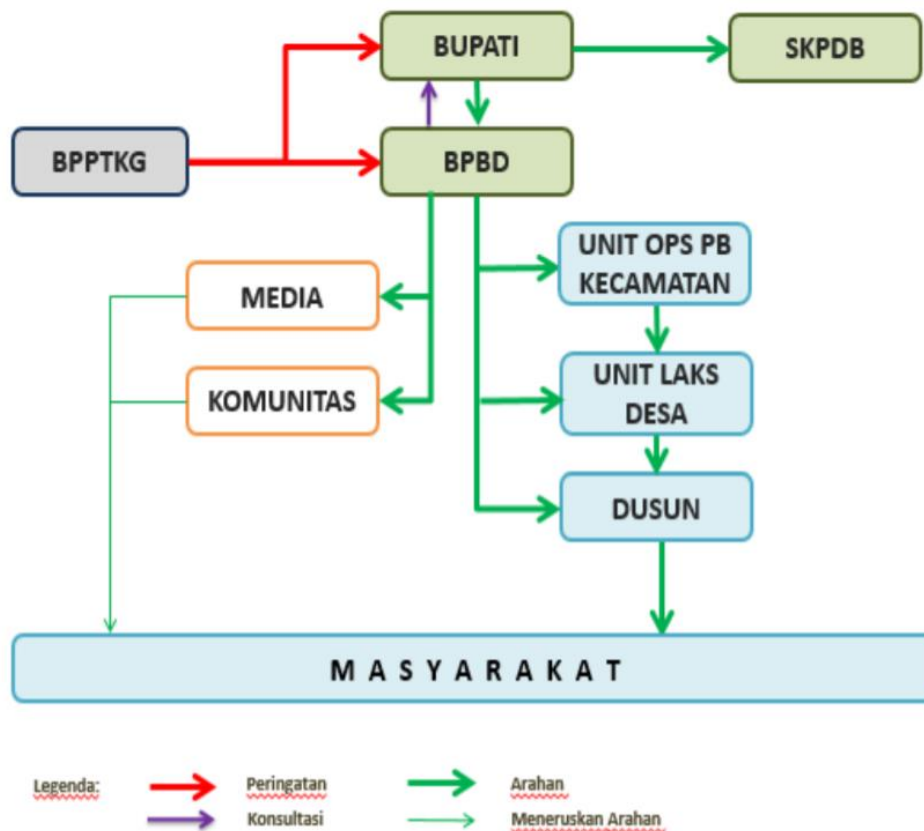
Sumber: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mieral badan geologi, 2016

4.4 Hasil Analisis Data

Hasil data pengolahan yang diperoleh akan dilakukan analisis yang akan dikaitkan dengan teori-teori yang digunakan dijelaskan sebagai berikut:

4.4.1. Pelaksanaan Peta Operasional

Pelaksanaan peta operasional Gunung Merapi, pemerintah kabupaten sleman telah membuat alur peringatan dan arahan peningkatan status Gunung Merapi. Dapat dilihat pada gambar 4.6 sebagai berikut:



Gambar 4.8 Alur Peringatan Dini dan Arahan Peningkatan Status Ancaman Erupsi Gunung Merapi Kabupaten Sleman

Sumber: Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Sleman, 2020

Bedasarkan gambar alur peringatan dini dan arahan peningkatan status ancaman erupsi Gunung Merapi, pemantauan erupsi gunung api 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 awas 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. Berdasarkan SOP yang telah dilaksana.

Selama pelaksanaan operasional diperlukan pengendalian kerentana masyarakat Gunung Merapi dengan menyediakan peta kawasan rawan bencana, melakukan rekomendasi teknis dan menyediakan peta risiko. Selain meningkatkan kerentanan diperlukan juga melakukan peningkatan kapasitas masyarakat Gunung Merapi dengan melakukan sosialisasi dan pengenalan terkait sistem peringatan dini, melaksanakan pelatihan kebencanaan WLPB (Wajib Latih Pembangunan Bencana), dan pelayanan secara edukatif (BPPTKG, 2021). Hal ini diperlukan untuk membuat masyarakat paham dan menjadi masyarakat yang tangguh bencana sehingga masyarakat siap dan mampu merespon peringatan bencana dengan tepat dan selamat dari bencana hidup harmoni berdampingan dengan Gunung Merapi.

Peta bencana selama ini dianggap sebagai salah satu alat yang efektif untuk mensosialisasikan informasi terkait dengan bencana tersebut kepada publik. Haynes, Barclay & Pidgeon (2007) menyebutkan untuk gunung berapi, peta memberi petunjuk dimana daerah yang memiliki potensi bencana tertentu dibandingkan dengan daerah yang lain, seperti terhadap bencana awan panas dan lahar. Namun demikian, Newhall (2000) menyebutkan bahwa walaupun peta merupakan alat yang dipergunakan dalam pengurangan risiko gunung berapi, namun peta terkadang bersifat terlalu abstrak dan sulit dipahami oleh pemakainya sebagai bagian dari '*warning*' pada pengurangan risiko gunung berapi (Newhall 2000).

4.4.2 Pelaksanaan Penempatan Status Aktivitas

Perceminan tingkatan peringatan dini untuk mitigasi bencana erupsi Gunung Merapi yaitu dibagi menjadi normal, waspada, siaga dan awas. Setiap tingkatan memiliki tingkat kewaspadaan untuk masyarakat di setiap kawasan rawan bencana, hal ini harus diperhatikan oleh masyarakat yang

tinggal di daerah kawasan bencana sebab masyarakat mesti mengetahui tingkat kerawan yang berada di daerah mereka serta mengetahui tindakan apa yang perlu dilakukan secara efektif, hal ini dapat dilihat melalui tabel 4.5:

Tabel 4.5 Tingkat Aktivitas Gunung Merapi

Tingkat status Gunung Api	Normal	Waspada
(1)	(2)	(3)
Indikasi dan Ancaman	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil pengamatan visual dan instrument fluktual tetapi tidak memperlihatkan peningkatan kegiatan • Ancaman bahaya berupa gas beracun di sekitar kawah (pada gunung api tertentu) 	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil Pengamatan visual mulai ada gejala peningkatan aktivitas gunung api dapat terjadi erupsi • Ancaman bahaya di sekitar kawah
KRB I	Masyarakat dapat melakukan kegiatan sehari-hari	Masyarakat masih dapat melakukan kegiatan dengan meningkatkan waspada
KRB II	Masyarakat dapat melakukan kegiatan sehari-hari	Masyarakat masih dapat melakukan kegiatannya dengan meningkatkan kesawpadaan terhadap ancaman bahaya
KRB III	Masyarakat dapat melakukan kegiatan sehari-hari dengan tetap mematuhi ketentuan peraturan dari pemerintah daerah setempat sesuai rekomendasi teknis dari KESDM	Masyarakat direkomendasikan tidak melakukan aktivitas di sekitar kawah

Tingkat status Gunung Api	Siaga	Awas
(1)	(4)	(5)
Indikasi dan Ancaman	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil pengamatan visual dan instrument teramati peningkatan kegiatan yang semakin nyata atau terjadi erupsi • Ancaman bahaya erupsi bisa meluas tapi tidak mengancam pemukiman 	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil pengamatan visual dan instrumental teramati peningkatan kegiatan yang semakin nyata atau dapat berupa erupsi. • Ancaman bahaya erupsi dapat meluas dan mengancam pemukiman penduduk
KRB I	Masyarakat meningkatkan kewaspadaan dengan tidak melakukan aktivitas di sekitar lembah sungai yang berhulu di daerah puncak	Masyarakat segera mengungsi berdasarkan perintah dari pemerintah daerah setempat sesuai rekomendasi teknis dari KESDM
KRB II	Masyarakat mulai menyikapi diri untuk mengungsi sambil menunggu perintah dari pemerintah daerah sesuai rekomendasi teknis dari KESDM	Masyarakat segera mengungsi bedasarkan daerah sesuai rekomendasi teknis dari KESDM
KRB III	Masyarakat di wilayah terancam tidak diperbolehkan melakukan aktivitas dan mulai menyikapi diri untuk mengungsi	Masyarakat di wilayah terancam tidak diperbolehkan melakukan aktivitas dan segera mengungsi

Tingkat normal dilihat melalui aktivitas Gunung Merapi berdasarkan data pengamatan instrumental dan visual tidak menunjukkan adanya gejala yang menuju pada kejadian letusan. Pada kondisi tingkat waspada dilihat melalui aktivitas Gunung Merapi berdasarkan data pengamatan

instrumental dan visual menunjukkan peningkatan kegiatan di atas aktif normal. Pada tingkat waspada, peningkatan aktivitas tidak selalu diikuti aktivitas lanjut yang mengarah pada letusan (erupsi), tetapi bisa kembali ke keadaan normal. Pada tingkat Waspada mulai dilakukan penyuluhan di desa-desa yang berada di kawasan rawan bencana Merapi. Sedangkan pada tingkat siaga terlihat adanya kenaikan aktivitas Merapi terlihat semakin jelas, baik secara instrumental maupun visual, sehingga berdasarkan evaluasi dapat disimpulkan bahwa aktivitas dapat diikuti oleh letusan. Dalam kondisi Siaga, penyuluhan dilakukan secara lebih intensif. Sasarannya adalah penduduk yang tinggal di kawasan rawan bencana, aparat di jajaran penanggulangan bencana dan Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM) serta para relawan. Disamping itu masyarakat yang tinggal di kawasan rawan bencana sudah siap jika diungsikan sewaktu-waktu. Kondisi tingkatan Awas harus dilakukan analisis dan evaluasi data, secara instrumental dan atau visual cenderung menunjukkan bahwa kegiatan Merapi menuju pada atau sedang memasuki fase letusan utama. Pada kondisi Awas, masyarakat yang tinggal di kawasan rawan bencana atau diperkirakan akan terlanda awan panas yang akan terjadi sudah diungsikan menjauh dari daerah ancaman bahaya primer awan panas.

Erupsi Gunung Api Merapi tahun 2010 diawali dari beberapa perubahan status aktivitas Gunung merapi, mulai dari “aktif normal” sampai dengan “awas”. Status aktivitas Merapi “awas” menimbulkan situasi darurat mulai tanggal 25 Oktober 2010 sampai dengan awal Januari 2010. Status aktivitas merapi ditentukan oleh lembaga teknis yaitu Badan Geologi berdasarkan pengamatan visual, seismik, kimia, dan deformasi. Kronologis status aktivitas gunung Merapi seperti tersebut dalam tabel di bawah ini:

Tabel 4.6 Kronologi Status Aktivitas Gunung Merapi 2010

No	Keputusan Badan Geologi	Tanggal	Status Aktivitas	
			Kenaikan	Penurunan
1	Dari awal tahun 2007 – sd September 2010		AKTIF NORMAL	
2	No 846/45/BGL.V/2010	22 September 2010	WASPADA	
3	No 393/45/BGL.V/2010	21 Oktober 2010	SIAGA	
4	No 2048/45/BGL.V/2010	25 Oktober 2010	AWAS	
5	No 3120/45/BGL.V/2010	3 Desember 2010		SIAGA
6	No 2464/45/BGL.V/2010	30 Desember 2010		WASPADA

Selama masa tanggap darurat, atau status “awas” luncuran awan panas terjadi hampir setiap hari, namun terdapat beberapa awan panas cukup besar yang jarak luncurnya lebih jauh.

4.4.3 Alat Sistem Peringatan Dini Aktivitas Gunung Merapi Sebagai Upaya Pengurangan Risiko Bencana

Pada saat kejadian erupsi Gunung Merapi tanggal 26 Oktober 2010 pada pukul 17.00 terjadi letusan besar. Meskipun waktunya cukup pendek kira-kira 20 menit menjelang letusan,

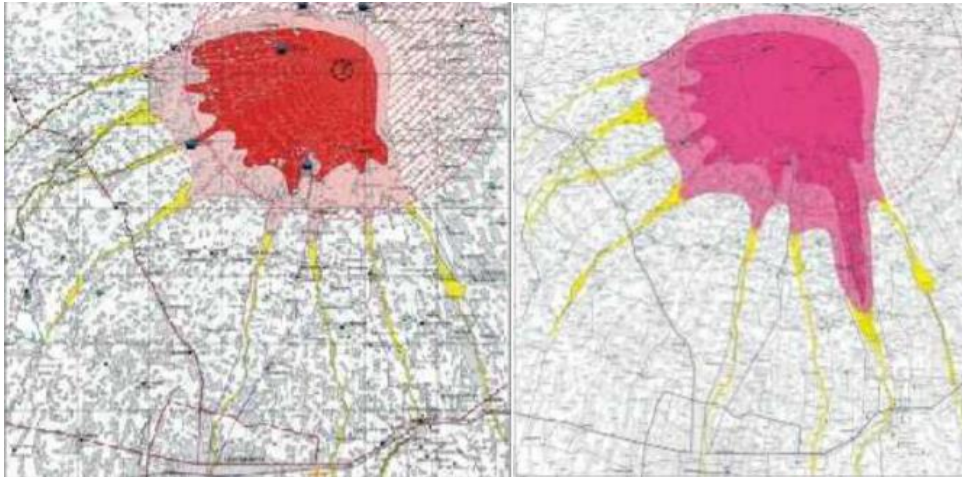
“Komandan Tanggap Darurat memerintahkan petugas sistem peringatan dini yang terletak di Dusun Kinahrejo untuk membunyikan sirene, dengan harapan warga Kinahrejo segera bergegas untuk meninggalkan lokasi. Namun, sebelum semuanya warga terevakuasi letusan besar disertai awan panas dan gas terjadi dengan jangkauan cukup jauh mencapai pemukiman warga, sehingga ada beberapa warga yang tidak cukup waktu untuk menghindar menjadi korban, termasuk peralatan EWS juga hancur/rusak tersapu awan panas (BPBD Kabupaten Sleman 2021)”.



Gambar 4.9 Kondisi EWS sirene Kinahrejo sebelum dan sesudah terkena awan panas tgl 26 Oktober 2010

Sumber: *Laporan Tanggap Darurat Erupsi Merapi 2010*

Pasca letusan 26 Oktober 2010, aktivitas Gunung Merapi terus mengalami peningkatan. Hal ini ditandai dengan munculnya letusan susulan yang semakin besar mulai tanggal 27, 28, 29, 30, 31 Oktober 2010. Pada tanggal 3 November 2010 letusan besar kembali terjadi, awan panas terus terjadi hampir 1,5 jam. Pasca letusan tanggal 3 November 2010, aktivitas Gunung Merapi bukannya turun aktivitasnya, namun justru sebaliknya aktivitasnya semakin meningkat. Instrumen yang dipasang di puncak merapi sudah banyak yang rusak, pantauan visual terhalang cuaca mendung dan tebalnya abu vulkanik yang ada di udara. Pantauan seismik menunjukkan level yang *over skill* dalam durasi waktu yang cukup panjang, suara dan getaran dirasakan dalam radius yang cukup jauh mencapai 12 km, letusan disertai abu vulkanik terus terjadi. Sementara EWS berupa sirene sebagian besar sudah rusak akibat letusan 26 Oktober dan 3 November 2010. Awan panas terus terjadi dengan frekuensi yang semakin rapat, suara gemuruh terdengar sampai jauh, hujan abu dan pasir membuat situasi krisis semakin tak terkendali.



Gambar 4.10 Perubahan Peta Kawasan Rawan Bencana Gunung Merapi 2010

Sumber: *Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kab. Sleman, 2012*

Gambar 4.10 menunjukan perubahan peta kawasan rawan bencana Gunung Merapi saat erupsi 26 Oktober 2010 namun setelah terjadi bencana erupsi sekunder berupa lahar dingin di area kawasan rawan bencana Gunung Merapi yang semakin melebar. Banjir lahar dingin merupakan bahaya sekunder erupsi gunung api Merapi, yang mengancam banyak penduduk di kawasan bantaran sungai yang berhulu di Merapi. Material vulkanik yang dikeluarkan hasil erupsi sekitar 140 juta m³ dengan kecepatan aliran lahar dingin yang terjadi pada tanggal 5 November 2010 sebesar 15 Km³ dan curah hujan tinggi menjadi ancaman bencana lahar dingin, yang membahayakan daerah di kanan kiri sungai Dampak banjir lahar dingin yang merugikan, sejak status merapi “waspada” tanggal 30 Desember 2010 (Dokumen Kontijensi Erupsi Gunung Merapi BPBD Kabupaten Sleman, 2012).

“ Pada saat terjadinya banjir lahar dingin sekiranya pada tanggal 5 November 2010, saat itu sungai kali Gendol dan sungai kali Boyong masih dalam tahapan proses normalisasi sungai, disaat itu masyarakat bergerak sendiri dikarenakan masyarakat disekitar sungai kali Boyong tidak dapat menerima informasi melalui alat

peringatan dini dikarenakan, sirine atau alat sistem peringatan dini ini rusak akibat adanya awan panas atau kita sebut wedus gembel yang menjalar di daerah alat pemantuan. Sebelumnya kita sudah menyiapkan beberapa titik alat sistem peringatan dini yang berada di sekitar sungai kali Boyong“ (BPBD Kabupaten Sleman, 2021).

4.4.4 Ketahanan Masyarakat Lokal terhadap Sistem Peringatan Dini

Risiko yang muncul dari erupsi Gunung Merapi tidak hanya dapat dilihat dari kondisi fisik gunung, namun juga pada jumlah penduduk yang tinggal di sekitar kawasan rawan bencana Merapi. Masyarakat sejak awal sudah dibelakali oleh sosialisasi dan pelatihan dalam menghadapi bencana erupsi Gunung Merapi.

“Masyarakat sejak pagi telah merasakan getaran yang amat besar sebelum terjadinya letusan erupsi gunung api, disaat itu lah masyarakat baru sadar dan bertindak untuk melakukan tindakan evakuasi. (masyarakat komunitas banyu bening, 2021)”

Masyarakat juga paham dan pandai bagaimana cara mengatasi jika terjadinya terjadi bencana susulan seperti erupsi sekunder yang terjadi di kali Gendol pada tanggal 5 November 2010.

“Saat terjadinya lahar hujan di sekitar sungai kali Gendol team evakuasi atau team tanggap darurat tidak dapat menyampaikan peringatan secara cepat kepada masyarakat yang berada di sekitar sungai kali Gendol, namun pada saat itu masyarakat bertindak sangat baik dengan memberiperingatan kepada masyarakat lainnya menggunakan alat komunikasi berupa gelombang radio, menurut saya itu adalah tindakan yang cukup efektif bagi masyarakat yang berada di daerah kali gendol dikarenakan team tanggap darurat tidak bisa menyampaikan terlebih dahulu peringatan kepada masyarakat yang berada di daerah san (BPBD Kabupaten Sleman, 2021)”

pendekatan *Living in Harmony* mencoba mengakomodasi kondisi masyarakat yang tetap tinggal di sekitar gunung api. Namun demikian, pilihan hidup yang berisiko ini harus diimbangi dengan pemahaman akan kondisi bahaya gunung termasuk tanda-tanda yang harus diwaspadai sebagai penanda masyarakat perlu melakukan aksi menyelamatkan jiwa seperti evakuasi. Oleh karena itu, perlu untuk memformulasikan komunikasi

risiko yang lebih efektif mengingat bahwa untuk memahami persepsi dan pengetahuan tentang bencana harus terintegrasi dengan pemahaman konstruksi risiko secara sosial (Rachmawati, 2018).

4.4.5 Pemanfaatan Sistem Peringatan Dini Menyangkut Erupsi Gunung Merapi

Kegiatan sistem peringatan dini aktivitas Gunung Merapi telah berhasil membuat masyarakat memahami akan kegiatan yang harus dilakukan saat terjadinya status aktivitas Gunung Merapi. Sehingga mereka paham tempat dan daerah mana mereka lalui menuju tempat evakuasi. Namun, ada beberapa masyarakat yang tidak dapat mengungsi dikarenakan kurangnya informasi untuk memaksimalkan kegiatan evakuasi korban. Ada beberapa faktor dalam pembuatan model ini bertujuan untuk menentukan faktor yang berpengaruh dalam proses kegiatan sistem peringatan dini serta mengetahui efektivitas kegiatan.

4.5 Interpretasi Data

Interpretasi data dilakukan berdasarkan dari kecocokan yang telah dibuat dalam pengolahan serta analisis data yang dibuat sebagai berikut:

4.5.1 Pelaksanaan Sistem Peringatan Dini Aktivitas Gunung Merapi

Pengetahuan akan kawasan rawan bencana merupakan bagian dari upaya memahami bencana, risiko dan sistem peringatan dini sebagai salah satu hal penting untuk meningkatkan kapasitas penduduk yang diperlukan untuk pengurangan risiko bencana (Andreastuti *et al*, 2017). Hal ini terkait dengan asumsi, bahwa mereka yang memutuskan tinggal di kawasan rawan bencana seharusnya memahami dan dapat melakukan upaya mitigasi sesuai dengan kondisi risiko bencana yang sesuai dengan lokasi masing-masing.

Seiring meningkatnya intensitas dan frekuensi berbagai ancaman bencana Gunung Merapi yang begitu pendek, kesiapsiagaan perlu didorong

agar dalam menghadapi situasi darurat masyarakat dapat berperan maksimal sesuai dengan kapasitas dan memiliki tanggung jawab. Hal ini mengingatkan masyarakat tidak selalu menerima peringatan dini yang dikeluarkan oleh lembaga terkait. Kebijakan pencegahan terlalu penting jika hanya diserahkan kepada pemerintah atau lembaga internasional saja (Koffi Annan, 1999).

Masyarakat diharapkan dapat memanfaatkan sarana yang ada di sekitarnya sebagai sumber informasi dan komunikasi. Walaupun sesungguhnya masyarakat telah memiliki pengetahuan dan kearifan lokal tentang gejala alam sebagai tanda-tanda akan terjadinya suatu bencana. Pengetahuan akan gejala alam tersebut sangat diperlukan, karena merupakan salah satu bentuk peringatan dini bagi masyarakat untuk dapat melakukan tindakan penyelamatan diri. Dalam pengantar "*Pedoman Sistem Peringatan Dini Berbasis Masyarakat*" (BPBD, 2012) dinyatakan bahwa peringatan dini hanya apabila diterima, dipahami, dipercaya, dan ditindaklanjuti. Diterima memiliki arti Mudah diakses masyarakat, dipahami memiliki penjelasan terkait pesan yang disampaikan harus jelas, padat, disajikan sesuai dengan konteks sosial dan budaya setempat, dipercaya memiliki arti dalam penyampaian pesan dikeluarkan oleh pihak-pihak yang berwenang dan memiliki reputasi yang baik dalam memberikan informasi, serta ditindaklanjuti memiliki arti pesan yang diterima dapat digunakan untuk melakukan tindakan yang berguna dalam menghindari maupun mengurangi risiko.

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). Menjelang terjadinya dan saat bahaya muncul perlu adanya bentuk kegiatan sistem peringatan dini berupa status aktivitas, rekomendasi, peta operasional bahaya, skenario bahaya dan sirine yang masih aktif (BPPTKG, 2021).

4.5.1.1 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).

4.5.1.2 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 Benhmark 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.

4.5.1.3 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*).

4.5.1.4 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 selengkapnyanya 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.

4.5.2 Pemanfaatan Sistem Peringatan Dini Erupsi Gunung Merapi

Ketangguhan masyarakat daerah rawan bencana Erupsi Gunung Merapi Kabupaten Sleman masih dapat ditingkatkan. Hal ini dikarenakan tata Kelola, pengkajian risiko, pengetahuan tentang kebencanaan, manajemen risiko dan pengurangan kerentanan dan kesiapsiagaan serta ketanggapan menghadapi bencana di daerah rawan erupsi Gunung Merapi masih banyak bergantung dengan upaya yang sudah direncanakan oleh pemerintah setempat.

4.6 Pembahasan

4.6.1 Sistem Peringatan Dini Aktivitas Gunung Merapi Sebagai Pengurangan Risiko Bencana

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).

Tahap awal yang diperhatikan adalah pemerintah Kabupaten Sleman telah menerapkan peta operasional kegiatan bencana erupsi Gunung Merapi, didalamnya mengatur mengenai alur rantai peringatan dan arah status ancaman erupsi Gunung Merapi, serta melakukan SOP dengan baik. Kegiatan Operasional sangat dibutuhkan terutama pada kondisi

keedaruratan bencana dari sebuah institusi yang menjadi pusat komando dan koordinasi keedaruratan bencana sesuai dengan lokasi dan tingkatan bencana yang terjadi (Dinas Pariwisata Kabupaten Karangasem, 2017). Kajian koordinasi lembaga merupakan isu penting dalam tataran penanggulangan bencana alam guna memberikan informasi ataupun pembelajaran kepada lembaga-lembaga terkait untuk lebih meningkatkan kapasitas sumber daya maupun mengatasi kelemahan sistem yang ada (Bakti dan Fadlurrahman, 2020).

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 berdasarkan 4 tahapan yaitu normal, Waspada, Siaga dan Awas. Berdasarkan 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. Awasi (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 kosekuensi serta melakukan kegiatan yang dilakukan pada tabel 4.5 di berbagai kawasan rawan bencana erupsi Gunung Merapi.

Pada saat ini dalam melakukan sistem pemantauan erupsi Gunung Merapi pihak BPPTKG telah menyiapkan titik pemantauan berdasarkan stasiun sensor, pemantauan pengambilan data langsung dan pemantauan dengan sistem penginderaan jauh. Sistem peringatan dini idealnya terpasang di kawasan yang dapat menjangkau 23 dusun yang diungsikan Kabupaten Sleman, dan dibunyikan saat status “awasi” ditetapkan oleh BPPTKG. Sistem peringatan dini awan panas di kawasan tenggara gunung api Merapi, baru direhabilitasi pada tahun 2012 ini (BPBD, 2012). Pihak BPPTKG menempatkan 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. 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 titik pemantauan penginderaan jauh terdiri dari DOAS dan Citra *satellite*.

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.

4.6.2 Implikasi Pengurangan Risiko Bencana Sistem Peringatan Dini Aktivitas Gunung Merapi di Kabupaten Sleman

Proses dan upaya yang dilakukan oleh para pemangku kepentingan serta seluruh lapisan masyarakat Kabupaten Sleman sangat dipersiapkan dengan baik dalam proses sistem peringatan dini. Sejauh ini, proses tersebut telah memberikan implikasi yang positif dalam mendukung terciptanya kondisi dinamik yang meliputi segenap aspek kehidupan yang mampu menghadapi ancaman, hambatan dan gangguan dari dalam maupun luar. Dengan kata lain, daerah Kabupaten Sleman sebagai salah satu kawasan rawan bencana erupsi Gunung Merapi turut mendukung terbentuknya ketahanan wilayah yang merupakan bentuk mikro dari ketahanan nasional.

Pengetahuan akan kawasan rawan bencana merupakan bagian dari upaya memahami bencana, risiko dan sistem peringatan dini sebagai salah satu hal penting untuk meningkatkan kapasitas penduduk yang diperlukan untuk pengurangan risiko bencana (Andreastuti *et al*, 2017). Hal ini terkait dengan asumsi, bahwa mereka yang memutuskan tinggal di kawasan rawan bencana seharusnya memahami dan dapat melakukan upaya mitigasi sesuai dengan kondisi risiko bencana yang sesuai dengan lokasi masing-masing.

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).

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.

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.