

APLIKASI LANDSLIDE EARLY WARNING SYSTEM UNTUK PENGURANGAN RESIKO BENCANA

APPLICATION OF LANDSLIDE EARLY WARNING SYSTEM TO REDUCE DISASTER RISK

Ikhwan Mustiadi*, Latifah Listyalina

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Respati Yogyakarta

[*badi.lombok@gmail.com](mailto:badi.lombok@gmail.com)

***penulis korespondensi**

Abstrak

Bencana tanah longsor merupakan salah satu bencana alam musiman yang sering terjadi di Indonesia, terutama saat musim penghujan pada lereng dengan tanah lapuk yang tebal. Bencana ini tidak hanya menimbulkan kerusakan dan kerugian, tetapi juga kerap menimbulkan korban jiwa. Untuk mengurangi risiko bencana tanah longsor, perlu dilakukan upaya mitigasi baik secara struktural maupun non-struktural. Umumnya mitigasi secara struktural memerlukan biaya tinggi dan waktu yang lebih lama untuk perencanaan dan pembangunan, sehingga upaya mitigasi non-struktural dapat dijadikan upaya alternative untuk menghindari terjadinya korban jika sewaktu-waktu bencana terjadi [1].

Upaya untuk mengurangi resiko tidak bisa hanya menggunakan instrumentasi berbasis telemetri saja, tetapi lebih jauh dari itu diperlukan adanya Landslide Early Warning Sistem (LEWS) yaitu sebuah sistem peringatan dini tanah longsor yang meliputi pemahaman tentang bencana tanah longsor mulai dari tanda-tandanya, faktor pemicu, jenis longsor, bagaimana terjadinya longsor, pemahaman tentang zona aman dan zona berbahaya, pemahaman tentang tugas masing-masing dalam tim siaga yang dibentuk, memiliki prosedur tetap evakuasi yang sudah disepakati untuk memandu jalannya evakuasi, memiliki pemahaman tentang alat peringatan dini tanah longsor yang terpasang, dan adanya komitmen antar SKPD setempat untuk membina desa tangguh bencana, sehingga akan terbentuk masyarakat tanggap bencana atau bisa disebut mampu berdampingan dengan bencana.

Kata kunci : Bencana Tanah Longsor, Landslide Early Warning System, Mengurangi Resiko

Abstract

Landslides are a frequent seasonal natural disaster occurs in Indonesia, especially during the rainy season on slopes with weathered soils thick. This disaster not only causes damage and loss, but also often causing casualties. To reduce the risk of landslides, it is necessary mitigation efforts are carried out both structurally and non-structurally. Generally mitigation structurally it requires high costs and a longer time for planning and development, so that non-structural mitigation efforts can be used as alternative efforts to avoid victims if at any time a disaster occurs [1].

Efforts to reduce risk cannot only use telemetry-based instrumentation, but furthermore it is necessary to have the Landslide Early Warning System (LEWS), a landslide early warning system that includes an understanding of landslides ranging from signs, trigger factors, types of landslides, how landslides occur, understanding of safe zones and dangerous zones, understanding of each task in the preparedness team, having a fixed evacuation procedure that has been agreed to guide the evacuation course, possessing an understanding of the landslide early warning devices installed, and the commitment between the local SKPD to foster disaster resilient villages, so that disaster response communities will be formed or it can be called capable of side by side with disasters.

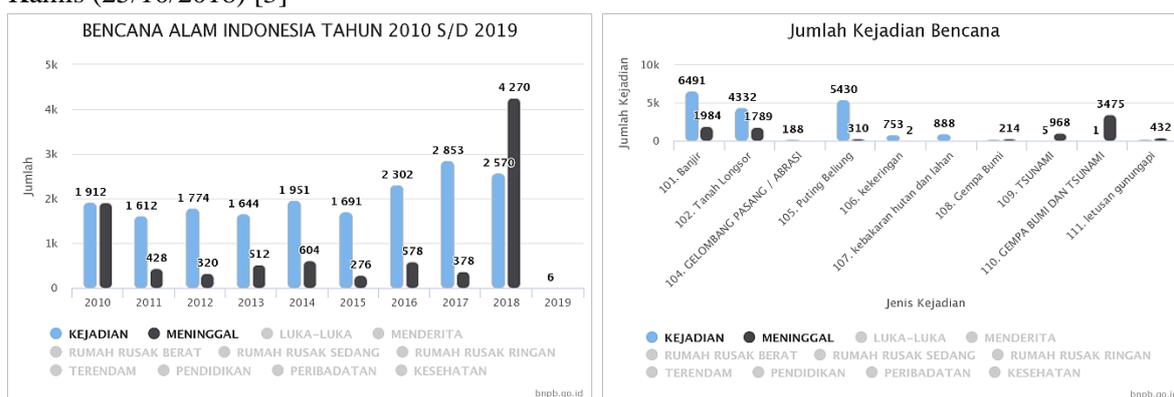
Keywords: Landslide Disasters, Landslide Early Warning System, Reducing Risks

1. PENDAHULUAN

Bencana tanah longsor merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi di Indonesia, terutama saat musim penghujan pada lereng dengan tanah lapuk yang tebal. Bencana ini tidak hanya menimbulkan kerusakan dan kerugian, tetapi juga kerap menimbulkan korban jiwa. Untuk mengurangi risiko bencana longsor dan aliran debris, perlu dilakukan upaya mitigasi baik secara struktural maupun non-struktural. Umumnya mitigasi secara struktural memerlukan biaya tinggi dan waktu yang lebih lama untuk perencanaan dan pembangunan, sehingga upaya mitigasi non-struktural dapat dijadikan upaya alternatif untuk menghindari terjadinya korban jika sewaktu-waktu bencana terjadi [1]

Menurut data BNPB sepanjang 10 tahun terakhir ini, bencana gerakan tanah merupakan 3 besar bencana yang terjadi di Indonesia setelah banjir dan angin puting beliung. Selama tahun 2017, terdapat 2.372 kejadian bencana. Dari sembilan kejadian bencana, lima bencana yang paling banyak terjadi adalah banjir (787), puting beliung (716), tanah longsor (614), kebakaran hutan dan lahan (96), banjir dan tanah longsor (76). Dampak korban meninggal dan hilang yang ditimbulkan akibat 2 bencana selama tahun 2017, tercatat 377 jiwa. Dampak korban meninggal paling banyak diakibatkan bencana longsor, menjadikannya sebagai bencana paling mematikan. Korban jiwa akibat longsor tercatat 156 orang tewas. [2]

Selama tahun 2018, terjadi 1.999 kejadian bencana di Indonesia. Data tersebut dirilis pada Kamis (25/10/2018). Menurut prediksi BNPB, jumlah itu masih akan terus meningkat hingga akhir tahun 2018. Dampak yang ditimbulkan bencana dilaporkan sangat besar. Tercatat 3.548 orang meninggal dunia dan hilang, 13.112 orang luka-luka, 3,06 juta jiwa mengungsi dan terdampak bencana, 339.969 rumah rusak berat, 7.810 rumah rusak sedang, 20.608 rumah rusak ringan, dan ribuan fasilitas umum rusak. "Tren bencana juga cenderung meningkat dari tahun ke tahun. Tingginya bahaya bencana, seperti gempa, tsunami, erupsi gunung api, banjir, longsor, kekeringan, kebakaran hutan dan lahan, puting beliung, dan cuaca ekstrem, juga masih tingginya kerentanan dan masih rendahnya kapasitas menyebabkan tingginya risiko bencana," kata Kepala Pusat Data, Informasi dan Hubungan Masyarakat BNPB Sutopo Purwo Nugroho dalam keterangan tertulis, Kamis (25/10/2018) [3]



a

b

Gambar 1.1 Data Kebencanaan 10 Tahun Terakhir, b. Jumlah Kejadian Bencana dan Korban Jiwa dalam 10 Tahun Terakhir [4]

Menurut Sutopo, statistik bencana tersebut menunjukkan bahwa Indonesia rawan terjadi bencana. Namun, ia menilai, tingkat kesiapsiagaan masyarakat dan pemerintah daerah dalam menghadapi bencana-bencana besar belum maksimal. "Mitigasi bencana, kesiapsiagaan menghadapi bencana, dan pengurangan risiko bencana masih perlu terus ditingkatkan," ujar

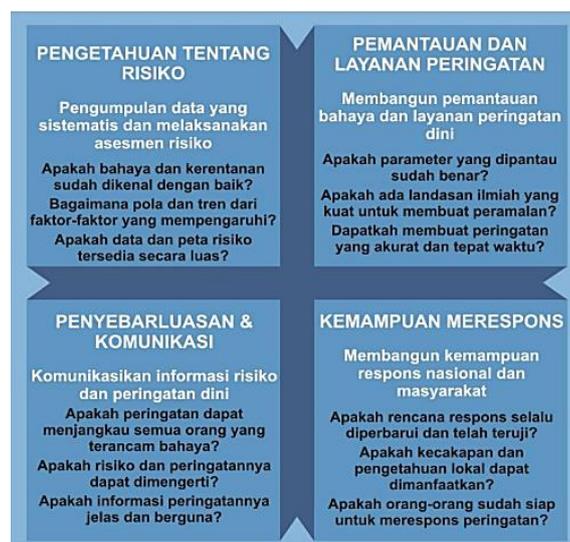
Sutopo. "Pengurangan risiko bencana harus dimaknai sebagai investasi pembangunan nasional. Tanpa itu, maka dampak bencana akan selalu menimbulkan korban jiwa besar kerugian ekonomi yang besar," sambungnya [3]

Penanggulangan bencana tanah longsor dapat dilakukan dengan memberdayakan komponen dan potensi masyarakat secara maksimal dengan tetap memperhatikan kearifan lokal dan mempertimbangkan aturan dan/atau norma yang berlaku secara universal. Penanggulangan bencana dilakukan dengan memprioritaskan keselamatan jiwa manusia dan target utama yaitu pada penyelamatan kelompok rentan. [1]

Selama ini, sistem peringatan dini lebih dikenal hanya pada aspek teknis saja yaitu pemasangan alat-alat deteksi dini, layanan peringatan dan jalur komunikasi. Tantangan dalam penerapan sistem ini adalah diperlukan perkuatan pada aspek lainnya yaitu pengetahuan dan kajian risiko, penyebarluasan informasi dan komunikasi serta kemampuan untuk merespon. Selanjutnya, penerapan konsep peringatan dini yang berpusat pada masyarakat ini perlu diimplementasikan tidak hanya oleh pakar/peneliti, namun yang lebih penting juga didukung oleh para pemangku kepentingan di tingkat daerah maupun nasional [1].

2. DASAR TEORI /MATERIAL DAN METODOLOGI/PERANCANGAN

Penerapan sistem peringatan dini ini sejalan dengan Kerangka Aksi Sendai 2015- 2030 dengan 4 (empat) prioritas dalam pengurangan risiko bencana. Prioritas keempat menekankan peningkatan kesiapsiagaan untuk dapat merespons bencana secara efektif, yaitu dengan menerapkan sistem peringatan dini sederhana dengan biaya rendah dan meningkatkan penyebarluasan informasi peringatan dini bencana alam di tingkat lokal dan nasional. Suatu sistem peringatan dini yang lengkap dan efektif terdiri atas empat unsur kunci yang saling terkait, mulai dari pengetahuan tentang risiko, pemantauan dan layanan peringatan, penyebarluasan dan komunikasi, hingga kemampuan respons (**Gambar 2.1**). Penerapan sistem peringatan dini yang berpusat pada masyarakat harus memperhatikan hubungan antar-ikatan yang kuat dan saluran komunikasi yang efektif di antara semua elemen tersebut [5]



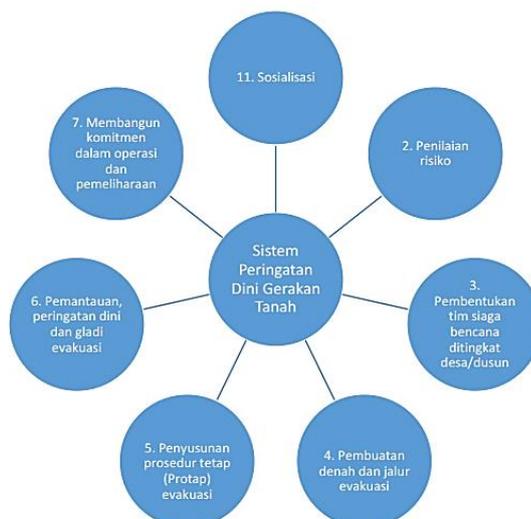
Gambar 2.1 Empat unsur kunci dari sistem peringatan dini yang terpusat pada masyarakat [5]

Tujuan dari pengembangan sistem peringatan dini yang terpusat pada 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 [5].

Sistem peringatan dini gerakan tanah tidak hanya berupa perangkat keras deteksi dini gerakan tanah, tetapi terdiri atas tujuh sub-sistem utama sebagai berikut (**Gambar 2.2**):

1. Sosialisasi;
2. Penilaian risiko;
3. Pembentukan tim siaga bencana ditingkat desa/dusun;
4. Pembuatan peta dan rute evakuasi;
5. Penyusunan prosedur tetap (Protap) evakuasi;
6. Pemantauan, peringatan dini dan gladi evakuasi;
7. Membangun komitmen pemerintah daerah dan masyarakat dalam pengoperasian dan pemeliharaan keseluruhan sistem

Berdasarkan poin-poin di atas, dapat dicermati bahwa alat deteksi dini longsor hanya merupakan salah satu komponen dari sistem peringatan dini. Hal terpenting dan paling utama adalah terbangunnya kesadaran, kesiapsiagaan, dan ketangguhan masyarakat dalam menghadapi bencana. Penerapan sistem peringatan dini dengan mengikuti ketujuh sub-sistem diharapkan dapat mendukung terbentuknya desa tangguh sebagai cikal bakal terwujudnya ketangguhan bangsa. Garis pedoman ini memperkenalkan 7 (tujuh) sub-sistem yang mengadopsi pendekatan sistem sosial dan teknis yang sangat efektif dilakukan di masyarakat. Pendekatan ini membutuhkan peran antar-disiplin ilmu untuk mendukung pengurangan risiko bencana dalam konteks pemberdayaan masyarakat. Kesesuaian antara garis pedoman ini dengan empat unsur kunci peringatan dini yang terpusat kepada masyarakat [5] dapat dilihat dalam Tabel 2.2.



Gambar 2.2 Pengembangan tujuh sub-sistem peringatan dini gerakan tanah.

2.1. Sosialisasi

Sosialisasi merupakan kegiatan awal untuk menyampaikan maksud, tujuan dan sekaligus menyerap informasi dari masyarakat serta pejabat di daerah rawan bencana. Sosialisasi dilakukan untuk memberikan pengertian dan edukasi kepada masyarakat tentang bencana khususnya bencana longsor. Pengertian ini meliputi pemahaman longsor, jenis-jenis longsor, bagaimana terjadinya longsor, faktor yang memicu longsor, mengenali tanda-tanda longsor dan mitigasi longsor baik secara struktural maupun non-struktural yang di dalamnya termasuk sistem peringatan dini longsor, level dan tanda-tanda peringatan dini. Sosialisasi ini bisa dilakukan dengan melibatkan semua elemen masyarakat. Hasil yang diharapkan adalah masyarakat dapat memahami tentang bencana longsor baik mekanisme, tanda-tanda dan cara meminimalkan risikonya terutama dengan sistem peringatan dini yang dipasang. Selain itu untuk mengidentifikasi orang-orang yang mempunyai komitmen kuat sebagai tim siaga bencana tingkat desa/dusun.

Tabel 2.1 Kesesuaian antara empat unsur kunci dan tujuh sub-sistem peringatan dini yang terpusat pada masyarakat

Empat Unsur Kunci (UN-ISDR, 2006)	Tujuh Sub-Sistem (BNPB, 2014)
PENGETAHUAN TENTANG RISIKO Pengumpulan data yang sistematis dan melaksanakan asesmen risiko	- Penilaian risiko - Pembuatan peta dan jalur evakuasi
PEMANTAUAN DAN LAYANAN PERINGATAN Membangun pemantauan bahaya dan layanan peringatan dini	- Pemasangan alat EWS longsor - Pemantauan dan peringatan dini pelaksanaan gladi evakuasi
PENYEBARLUASAN DAN KOMUNIKASI Komunikasikan informasi risiko dan peringatan dini	- Sosialisasi
KEMAMPUAN MERESPONS Membangun kemampuan respons nasional dan masyarakat	- Pembentukan tim siaga bencana ditingkat desa/dusun - Penyusunan prosedur tetap (Protap) evakuasi - Pembuatan peta dan rute evakuasi - Gladi evakuasi - Membangun komitmen pemerintah daerah dan masyarakat dalam pengoperasian dan pemeliharaan keseluruhan sistem

2.2. Penilaian Resiko

Kegiatan penilaian risiko dilakukan dengan cara survei teknis (geomorfologi, geologi, dan geoteknik), kelembagaan, serta sosial-budaya-ekonomi masyarakat. pada survei ini melibatkan beberapa disiplin ilmu antara lain geologi, sipil, instrumentasi dan sosial. Survei geologi dilakukan untuk mengetahui kondisi geologi daerah rentan gerakan tanah, terutama untuk mengetahui zona rentan bergerak dan zona stabil serta arah dari pergerakan tanah bila terjadi. Pada survei geologi dilakukan pengumpulan data terkait jenis maupun persebaran litologi dan tanah penyusun lereng, jenis, persebaran maupun orientasi struktur geologi ataupun retakan terhadap lereng, serta besar

kemiringan lereng. Survei kelembagaan dilakukan guna mengetahui ada atau tidaknya suatu lembaga yang berperan dalam pemantauan dan penanggulangan bencana gerakan tanah pada daerah rawan gerakan tanah. Survei sosial-ekonomi-budaya dilakukan guna mengetahui kondisi masyarakat dari segi pendidikan, finansial, dan budaya, sehingga mempermudah dalam mengenalkan sistem peringatan dini sesuai dengan budaya setempat. Selain itu juga untuk mengetahui potensi jiwa ataupun infrastruktur yang terancam bila terjadi bencana tanah longsor, sehingga bisa diketahui tingkat kerawanan daerah tersebut. Survei sosial perlu dilakukan untuk mengetahui pemahaman masyarakat akan kerawanan gerakan tanah.

Kajian risiko bencana longsor didasarkan pada tiga parameter sesuai formula yang disepakati dalam *Hyogo Framework for Action* yaitu:

$$R = \frac{H}{C} \times V$$

Dimana

R= Risk (Resiko)

H = Hazard (ancaman)

C = Capacity (Kapasitas)

V = Vulnerability (Kerentanan)

Dalam kajian analisis risiko bencana longsor ini tidak hanya berdasarkan pertimbangan ilmiah semata tetapi juga mempertimbangan pola partisipatif yang melibatkan masyarakat sebagai subjek sekaligus objek kajian serta pemangku kepentingan ditingkat Desa dan Kabupaten. Hal ini dimaksudkan bahwa dalam melakukan kajian risiko bencana tidak hanya bersifat parsial tetapi juga dilakukan secara holistik sebagai bentuk pembelajaran bersama. [6]

2.3. Pembentukan Tim Siaga Tingkat Desa

Tim siaga bencana dibentuk berdasarkan rapat bersama masyarakat yang difasilitasi oleh pemerintah desa/dusun. Penunjukan tim ini disepakati oleh masyarakat dan disesuaikan dengan kemampuan masing-masing anggota terkait upaya kesiapsiagaan, pencegahan, penanggulangan, dan penanganan pasca bencana longsor. Pada umumnya, tim terdiri dari ketua dan wakil ketua, penasihat, bidang data dan informasi alat deteksi dini, bidang mobilisasi pengungsi, bidang P3K, bidang logistik dan bidang keamanan. Namun demikian, bidang-bidang tersebut dapat disesuaikan dengan kondisi daerah masing-masing. Tim siaga bencana bertugas untuk melakukan seluruh kegiatan kesiapsiagaan, termasuk menggerakkan masyarakat sebagai pendukung sistem teknis secara efektif.

2.4. Peta kerentanan gerakan tanah dan jalur evakuasi

Peta kerentanan longsor dan jalur evakuasi dibuat oleh tim siaga yang dibentuk, karena merekalah yang lebih memahami daerahnya, peta ini harus memberikan informasi mengenai zona yang aman dan zona yang tidak aman terhadap ancaman longsor serta jalur evakuasi yang aman bagi warga masyarakat yang melakukan evakuasi dan lokasi daerah aman (titik kumpul). Peta ini berperan sebagai panduan bagi tim siaga bencana, masyarakat maupun pemangku kepentingan untuk berkumpul di titik kumpul yang aman dan melakukan evakuasi dengan mengikuti jalur yang telah ditentukan. Peta harus memberikan informasi: [1]

- a. Zona daerah rentan gerakan tanah dan daerah aman;
- b. Rumah warga, yang dicantumkan nomor pemilik rumah;

- c. Fasilitas penting, seperti sekolah, masjid, puskesmas, kantor desa ataupun petunjuk penting (*landmark*);
- d. Jalan maupun gang;
- e. Titik pemasangan alat deteksi dini;
- f. Pos siaga;
- g. Jalur evakuasi;
- h. Titik kumpul; dan
- i. Tempat pengungsian akhir (TPA).

2.5. Prosedur Tetap

Penyusunan prosedur tetap ini dibuat oleh tim siaga yang dibentuk, sesuai dengan kearifan lokal daerah setempat. Dalam protap ini mencakup level ancaman bencana longsor yaitu: Waspada (Level 1) – Siaga (Level 2) – Awas (Level 3). Prosedur tetap mencakup tugas dan posisi masing-masing bidang, siapa melakukan apa-di mana-bagaimana, letak pos siaga, TPS, TPA, dan jalur evakuasi

2.6. Pemantauan, peringatan dini dan gladi evakuasi

Pemasangan alat deteksi dini gerakan tanah ditempatkan pada daerah yang memiliki risiko paling tinggi dan mempunyai dampak jiwa terpapar paling besar. Penentuan lokasi ini di dasarkan atas identifikasi zona risiko gerakan tanah yang dilakukan oleh tim siaga bencana dengan bimbingan dari ahli terkait. Pemasangan alat dilakukan bersama dengan masyarakat, karena alat tersebut akan dipasang di sekitar tempat tinggal masyarakat dan untuk kepentingan masyarakat itu sendiri. Diharapkan dengan melakukan pemasangan alat bersama masyarakat dapat meningkatkan rasa memiliki dan tanggung jawab terhadap kondisi alat hingga menjamin keamanannya. Pemasangan jenis alat deteksi dini dan tingkat/level bahaya harus tepat sesuai dengan kondisi geologi dan luasan wilayahnya. Setelah alat terpasang, tim siaga bencana terbentuk, peta evakuasi tersedia, dan ada prosedur tetap maka dilakukan gladi evakuasi untuk memastikan fungsi alat dan respons masyarakat bila terjadi peringatan dini sesuai dengan prosedur tetap yang ada. Gladi evakuasi dilakukan berdasarkan skenario yang disusun mengikuti prosedur tetap. Gladi evakuasi dilakukan guna melatih kewaspadaan, kesiapsiagaan, dan tanggung jawab tim siaga bencana apabila masing-masing alat deteksi dini gerakan tanah menunjukkan indikasi pergerakan yang memicu gerakan tanah. Selain itu, gladi evakuasi juga dilakukan guna mengenalkan dan mengakrabkan masyarakat setempat dengan bunyi sirene dari masing-masing alat deteksi dini, serta melatih masyarakat dalam melakukan evakuasi [1]

2.7. Membangun komitmen pemerintah daerah dan masyarakat dalam pengoperasian dan pemeliharaan keseluruhan sistem

Komitmen pemerintah daerah dan masyarakat dalam pengoperasian dan pemeliharaan sistem peringatan dini perlu untuk dibangun, guna memastikan seluruh tahapan kegiatan yang tercantum dalam prosedur tetap dapat berjalan dengan baik. Tugas dan tanggung jawab dalam pengoperasian dan perawatan sistem disesuaikan dengan kondisi di tiap-tiap lokasi dan ditetapkan bersama.

3. PENGEMBANGAN SISTEM PERINGATAN DINI LEWS UNTUK MENGURANGI RESIKO

Sistem peringatan dini (LEWS) gerakan tanah yang akan diaplikasikan di setiap lokasi terdiri dari: 2 unit ekstensometer, 1 unit tiltmeter, 1 unit penakar hujan, 1 unit sistem sirene/lampu peringatan, satu set server lokal dan sistem *online*. Seluruh sensor dan server dilengkapi dengan panel sel surya, kotak panel dengan aki kering dan *controller* dengan sistem telemetri menggunakan frekuensi radio. Modem GSM digunakan untuk transmisi data dari server lokal ke server *cloud* BNPB. Ekstensometer berfungsi mendeteksi pergerakan retakan/rekahan tanah relatif secara horizontal dimana pemasangan dilakukan pada sebuah rekahan atau di daerah kritis. Ekstensometer tersebut akan mengukur perubahan besar rekahan yang terbentuk. Tiltmeter berfungsi untuk mendeteksi perubahan kemiringan lereng relatif ke dua arah X-Y. Pemasangan alat dilakukan pada lokasi rawan yang mengalami penurunan atau perubahan kemiringan lereng [1]

Penakar hujan (*rain gauge*) berfungsi mengukur curah hujan di daerah rawan. Data pemantauan dari setiap sensor akan ditransmisikan ke server lokal (dengan jarak hingga 1 km LOS) melalui media telemetri frekuensi radio (RF). Data-data akan diolah oleh *warning sytem controller* dengan mempertimbangkan batas kritis gerakan tanah dan intensitas-durasi hujan. Jika pergerakan tanah dan/atau intensitas-durasi hujan 14 melebihi batas kritis, maka sirene akan memberikan notifikasi sesuai dengan jenis sensor yang memicu dan lampu peringatan akan menyala sehingga masyarakat harus mengambil langkah evakuasi sesuai dengan protap yang telah disepakati. [1]

Sistem ini tidak hanya fokus pada alat-alat pemantau dan deteksi dini saja, tetapi mengedepankan 4 unsur kunci sistem peringatan dini yang ditetapkan [5]. Dalam konsep tersebut dapat dicermati bahwa alat deteksi dini merupakan salah satu bagian dari sistem peringatan dini. Hal terpenting dan paling utama adalah terbangunnya kesadaran, kesiapsiagaan dan ketangguhan masyarakat dalam menghadapi bencana [7][8]. Penerapan sistem peringatan dini dengan mengikuti 4 unsur kunci tersebut diharapkan dapat mendukung terbentuknya Desa Tangguh sebagai cikal bakal terwujudnya ketangguhan bangsa.

3.1. Pengetahuan dan kajian risiko

Survei geologi dan geoteknik dilakukan guna mengetahui kondisi geologi daerah rawan bencana longsor dan aliran debris, terutama untuk menentukan zona rentan bergerak dan zona stabil dan arah gerakan longsor, serta badan alir yang mengarah ke hilir untuk memprediksi terjadinya aliran debris. Survei ini juga untuk mengetahui tanda-tanda pergerakan tanah seperti retakan/amblesan, munculnya mata air, retaknya bangunan struktur dan miringnya pohon/tiang yang akan membantu untuk informasi penempatan alat-alat pemantauan. Pada survei geologi dilakukan pengumpulan data terkait jenis maupun persebaran litologi dan tanah penyusun lereng, jenis, persebaran maupun orientasi struktur geologi retakan terhadap lereng, kemiringan lereng serta karakteristik aliran. Disamping itu juga dilakukan survei kelembagaan untuk mengetahui ada atau tidaknya suatu lembaga yang berperan dalam pemantauan dan penanggulangan bencana longsor pada daerah rawan longsor. Survei sosial-ekonomi-budaya dilakukan guna mengetahui kondisi masyarakat dari segi pendidikan, finansial dan budaya, sehingga mempermudah dalam mengenalkan sistem peringatan dini sesuai dengan budaya setempat [9]

3.2. Penyebarluasan informasi dan komunikasi

Penyebarluasan informasi dan komunikasi merupakan bagian dari kegiatan awal untuk menyampaikan strategi kegiatan dan sekaligus menyerap aspirasi dan informasi dari masyarakat serta pemangku kepentingan di daerah rawan bencana. Seringkali kegiatan sosialisasi awal menjadi penentu keberhasilan program selanjutnya. Sosialisasi dilakukan dengan tujuan untuk memberikan pengertian dan pemahaman masyarakat tentang bencana khususnya pergerakan tanah. Pemahaman ini meliputi pengertian gerakan tanah, tipe-tipe gerakan tanah, mekanisme kejadian gerakan tanah, faktor pengontrol dan pemicu gerakan tanah, tanda-tanda gerakan tanah dan mitigasi gerakan tanah baik secara struktural maupun non struktural yang di dalamnya termasuk sistem peringatan dini gerakan tanah serta level dan tanda-tanda peringatan. Sosialisasi ini dapat dilakukan baik secara langsung maupun tidak langsung dengan melibatkan semua masyarakat. Gambar 4 menunjukkan kegiatan penyebarluasan informasi dan sosialisasi yang dilakukan fasilitator dari UGM

Hasil yang diharapkan dari sosialisasi adalah masyarakat paham tentang bencana longsor, mulai dari mekanisme kejadian, tanda-tanda dan cara meminimalkan risikonya terutama dengan sistem peringatan dini yang akan dipasang. Selain itu untuk mengidentifikasi individu-individu yang mempunyai komitmen kuat sebagai tim siaga bencana di tingkat desa/dusun. Pada tahap ini juga didiskusikan dimana kemungkinan lokasi dipasangnya alat-alat pemantau dan sistem peringatan. Penetapan lokasi memerlukan persetujuan bersama mengingat jumlah alat pemantau yang umumnya sangat terbatas.

3.3. Pemantauan dan Peringatan Dini

Pemasangan alat deteksi dini tanah longsor dilakukan bersama masyarakat, karena alat tersebut dipasang di sekitar tempat tinggal masyarakat dan untuk kepentingan masyarakat itu sendiri. Diharapkan dengan melakukan pemasangan alat bersama masyarakat dapat meningkatkan rasa memiliki dan tanggungjawab terhadap kondisi alat. Pemasangan jenis alat LEWS dan tingkat alarm harus tepat sesuai dengan kondisi geologi dan luasan wilayahnya [10].

Pada sistem peringatan dini longsor terdapat satu set alat deteksi dini longsor yang terdiri dari rain gauge, tiltmeter dan ekstensometer. Masing-masing alat tersebut berperan memberikan informasi tingkat/level ancaman. Sirine akan berbunyi apabila pergerakan/pergeseran tanah dan/atau intensitas durasi hujan melebihi batas kritis [11]. Alat-alat pemantau yang umum digunakan dalam mendeteksi bencana tanah longsor meliputi alat penakar hujan, tiltmeter, ekstensometer, dan inclinometer (Gambar 3.1.).

Alat penakar hujan dipasang pada area terbuka, sehingga dapat menampung air hujan dengan baik (Gambar 3.1b). Alat penakar hujan memiliki batas kritis sebesar 70 mm/jam [12], yang berarti apabila dalam kurun satu jam tercapai volume air hujan sebanyak 70 mm atau lebih, alat akan menyalakan lampu dan sirine yang menunjukkan level atau status waspada (Siaga 1).

Tiltmeter sebagai alat pengukur perubahan kemiringan lereng ataupun permukaan tanah, dipasang pada daerah rentan yang mengalami penurunan atau perubahan kemiringan lereng (Gambar 3.1c). Tiltmeter memiliki batas kritis sebesar 5° baik pada arah X – Y atau pada arah depan-belakang maupun kiri-kanan terhadap arah longsor. Apabila alat

mengindikasikan adanya penurunan sebesar 5° atau lebih, baik ke arah depan/belakang/samping kanan/kiri, lampu dan sirine akan menyala yang menunjukkan tercapainya level atau status siaga.



Gambar 3.1. a. Extensometer, b. Penakar Hujan, c. Tiltmeter, d. Server dan Warning Sistem [2]

Ekstensometer sebagai alat pengukur pergerakan rekahan tanah, dipasang pada zona rentan yang mengalami pergeseran atau pergerakan secara horisontal yang ditunjukkan dengan terbentuknya rekahan (Gambar 3.1a). Ekstensometer memiliki batas kritis sebesar 20 - 70 mm, tergantung kondisi di lapangan. Apabila alat mengindikasikan pergerakan lebih besar dari nilai tertentu, alat akan menyalakan lampu maupun sirine yang menunjukkan tercapainya level atau status awas.

Pada sistem peringatan dini berbasis telemetri, setiap pergerakan/pergeseran tanah dan/atau intensitas-durasi hujan akan tercatat oleh sensor dan ditransmisikan ke repeater yang selanjutnya dikirimkan ke local server melalui media telemetri *radio frequency* (RF). Data-data akan diolah oleh local server dengan mempertimbangkan batas kritis gerakan tanah dan intensitas-durasi hujan. Jika melewati batas kritis, maka akan membunyikan tanda peringatan bahaya dengan sirine serta lampu peringatan (Gambar 3.1d). Jika local server terhubung dengan internet, maka sistem tersebut dapat dipantau secara real-time dan terintegrasi di Ruang Pusat Operasi di Kantor BNPB dan BPBD setempat.

3.4. Kemampuan Merespon

Kemampuan merespon perlu dibangun melalui pembentukan tim siaga bencana di tingkat Desa/Dusun, yang merupakan kelompok masyarakat terpilih dari hasil rapat warga masyarakat sesuai dengan kemampuan masing-masing terkait dalam upaya pencegahan, penanggulangan dan penanganan pasca bencana. Selanjutnya perlu disusun peta evakuasi

sebagai panduan bagi tim siaga bencana, masyarakat maupun pemangku kepentingan terkait dalam melakukan evakuasi dengan mengikuti jalur yang telah ditentukan dan berkumpul di titik kumpul yang aman [13]. Prosedur Tetap (Protap) Evakuasi juga sangat dibutuhkan sebagai panduan bagi tim siaga untuk mengarahkan masyarakat/warganya dalam menghadapi setiap level ancaman bencana longsor dan aliran debris (Siaga 1, Siaga 2, Siaga 3). Protap mencakup tugas dan posisi masing-masing bidang, siapa melakukan apa-dimana-bagaimana, letak pos siaga, shelter dan jalur evakuasi. Protap disusun berdasarkan hasil diskusi dan kesepakatan setiap bidang dibawah arahan pemangku kepentingan terkait.



Gambar 3.2. Respon Ketika Sirine Lanslide Early Warning System Berbunyi (Gladi Evakuasi) [2]

Setelah semua unsur selesai dibangun, maka perlu dilaksanakan gladi evakuasi berdasarkan skenario yang disusun mengikuti prosedur tetap yang telah terbentuk. Gladi evakuasi dilakukan guna melatih kewaspadaan, kesiapsiagaan dan tanggungjawab tim siaga bencana apabila masing-masing alat deteksi dini longsor menunjukkan indikasi pergerakan yang memicu longsor. Selain itu, guna mengenalkan dan mengakrabkan masyarakat setempat dengan bunyi sirine dari masing-masing alat deteksi dini, serta melatih masyarakat dalam melakukan evakuasi.

4. KESIMPULAN

Untuk mengurangi risiko bencana tanah longsor dan aliran debris, maka mitigasi nonstruktural melalui penerapan sistem peringatan dini sangat diperlukan. Sistem peringatan dini bencana longsor telah dilaksanakan di Indonesia dengan mengacu pada 4 unsur kunci sistem peringatan dini yang terpusat pada masyarakat. Perwujudan sistem peringatan dini longsor yang diterapkan harus melibatkan kerjasama dari seluruh pemangku kepentingan. Hal tersebut telah tertuang dalam perwujudan 4 unsur kunci sistem peringatan dini yang berbasis pendekatan sosio-teknis. Peran pemerintah daerah melalui BPBD dinilai sangat vital sebagai perpanjangan tangan pemerintah untuk terjun langsung ke masyarakat dalam usaha pengurangan risiko bencana. Sama halnya juga dengan masyarakat yang harus berperan aktif dalam mencari informasi dan penguatan kapasitas. Perlu disadari adalah pentingnya

untuk membangun komitmen serta hubungan sosialisasi yang berkelanjutan untuk memelihara kelestarian sistem ini secara maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fathani. TF, Wilopo W, Karnawati D, Legono D, 2014 “Penerapan Sistem Pemantauan dan Peringatan Dini Bencana Longsor dan Aliran Debris di Indonesia”, Seminar Nasional Penguatan Ketangguhan Indonesia Melalui Pengurangan Risiko Bencana,
- [2] Tim Mitigasi Bencana UGM, 2018, Lamporan Akhir Kegiatan Pemasangan Instrumentasi Peringatan Dini Bencana Longsor tahun Anggaran 2018, Yogyakarta.
- [3] Farisa, CH, <https://nasional.kompas.com/read/2018/10/25/22572321/bnpb-selama-2018-ada-1999-kejadian-bencana>, Kompas Edisi 25/10/2018
- [4] <http://bnpb.cloud/dibi/beranda>, 2019.
- [5] UNISDR. 2006. *Membangun Sistem Peringatan Dini: Sebuah Daftar Periksa*. Konferensi Internasional Ketiga tentang Peringatan Dini. EWC III. Bonn, Jerman.
- [6] Kajian Analisis Risiko Bencana Tanah Longsor Sebagai Dasar dalam Pembangunan Infrastruktur di Desa Sriharjo Kecamatan Imogiri Kabupaten Bantul”, Jurnal Teknisia, Volume XXII, No. 2.
- [7] Fathani, T.F. and Karnawati, D. (2010), *Early Warning of Landslide for Disaster Risk Reduction in Central Java Indonesia*, in Sassa, K. and Yueping, Y. (Eds) *Early Warning of Landslides*, Geological Publishing House, Beijing, China. Hal. 159-166.
- [8] Grasso, V.F. dan Singh, A., 2011, *Early Warning Systems: State-of-art Analysis and Future Directions*. Draft report. United Nations Environment Programme.
- [9] Karnawati, D., Fathani, T.F., Wilopo, W., Setianto, A., and Andayani, B. (2011b), *Promoting the Hybrid Socio-Technical Approach for Effective Disaster Risk Reduction in Developing Countries*, in Brebbia, C.A., Kassab, A.J., Divo, E.A. (Eds) *Disaster Management and Human Health Risk II*, WIT Press., Southampton, UK. Hal. 175-182.
- [10] Intrieri, E., Gigli, G., Mugnai, F., Fanti, R., dan Casagli, N. 2012. *Design and implementation of a landslide early warning system*. Engineering Geologi. Elsevier.
- [11] Fathani, T.F., Karnawati, D., Legono, D., and Faris, F. (2011), *Development of Early Warning System for Rainfall-induced Landslide in Indonesia*. Proceeding of the 2nd International Workshop on Multimodal Sediment Disaster: Asian Cloud Network on Disaster Research. Tainan, Taiwan. Hal. 103-113.