

**PEMANATAUAN GERAKAN TANAH DENGAN TEKNOLOGI TEPAT GUNA
DALAM RANGKA MITIGASI BENCANA TANAH LONGSOR
DI DAERAH PEDESAAN
(Kasus Tanah Longsor Dusun Guyon)**

Sulastoro RI

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sebelas Maret (UNS) Surakarta

Abstrak

Pada tanggal 27 Desember 2007 telah terjadi bencana alam tanah longsor yang melanda delapan wilayah kecamatan di Kabupaten Karanganyar, yaitu Kecamatan Jenawi, Ngargoyoso, Tawangmangu, Karangpandan, Matesih, Jumapolo, Jatiyoso dan Jatipuro. Sejak saat itu peristiwa tanah longsor terus terjadi di daerah tersebut bahkan ada indikasi semakin meluas. Salah satu lokasi tanah longsor yang masih menunjukkan adanya gerakan tanah adalah di Dusun Guyon.

Pemantauan gerakan tanah dengan teknologi tepat guna ini bertujuan untuk mengetahui penyebab terjadinya bencana tanah longsor dan tindakan pemantauan yang dilakukan sebagai salah satu upaya untuk mitigasi bencana tanah longsor yang dapat dilakukan oleh masyarakat pedesaan.

Hasil pemantauan menunjukkan bahwa curah hujan yang tinggi mencapai 163 mm/hari pada tanggal 26 Desember 2007 menjadi penyebab utama terjadinya bencana alam tanah longsor di Dusun Guyon maupun di wilayah Kabupaten Karanganyar lainnya. Lereng yang terjal lebih dari 40° dan pengolahan lahan pertanian sayur dengan dioncori air berlebihan memicu terjadinya proses tanah longsor baik pada musim hujan maupun pada musim kemarau. Penurunan tanah arah tegak di Guyon pada 26 Desember 2007 adalah 15-20 cm tetapi pada 26 Februari 2010 telah mencapai 308 cm.

Pemasangan alat pemantau gerakan tanah dengan teknologi tepat guna dapat bermanfaat bagi masyarakat pedesaan dalam upaya mitigasi bencana alam tanah longsor karena dengan memantau gerakan tanah masyarakat dapat mencermati perkembangan gerakan tanah yang ada sehingga dapat melakukan tindakan antisipasi untuk memperkecil jatuhnya korban.

Kata kunci: *pedesaan, pemantau, tanah longsor, teknologi tepat guna*

PENDAHULUAN

Pada tanggal 26 Desember 2007 di beberapa wilayah kecamatan di Kabupaten Karanganyar terjadi bencana alam tanah longsor. Karena kejadian tanah longsor tersebut hampir merata di seluruh lereng barat Gunung Lawu dan menelan korban yang

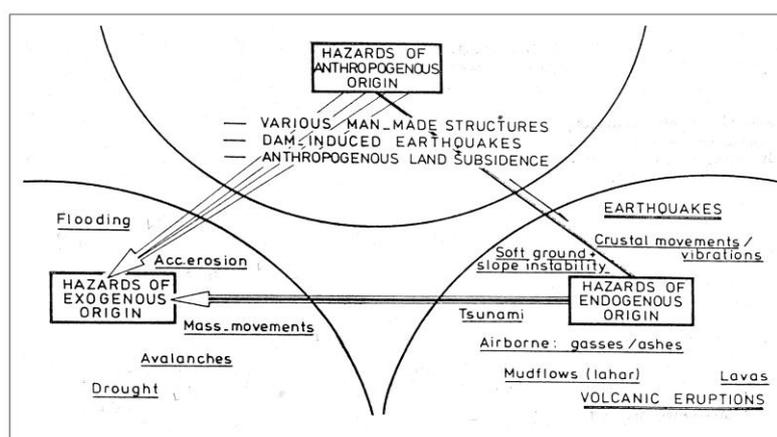
cukup besar, sehingga mengundang perhatian Presiden Susilo Bambang Yudhoyono melakukan kunjungan kerja ke daerah bencana. Ternyata pada akhir tahun 2008 dan awal tahun 2009 terjadi lagi bencana alam tanah longsor di beberapa tempat di Kabupaten Karanganyar yang dulu pernah longsor, sehingga ini menunjukkan bahwa banyak longsor yang belum selesai, baru berhenti sementara atau sering disebut dalam keadaan *dormant* yang suatu saat kalau ada tenaga penggerak akan longsor lagi. Salah satu longsor yang masih bersifat *dormant* adalah tanah longsor di Dusun Guyon, Desa Tengklik, Kecamatan Tawangmangu. Hasil penelitian Sulastoro (2009, 2010) menunjukkan bahwa tanah longsor di Dusun Guyon, Desa Tengklik, Kecamatan Tawangmangu, Kabupaten Karanganyar hingga bulan Februari 2010 masih menunjukkan adanya gerakan.

TINJAUAN PUSTAKA

Macam Bencana Alam

Menurut Verstapen (1987) bencana tanah longsor (*mass movement*) merupakan salah satu bencana alam yang kejadiannya dapat dipengaruhi oleh tenaga endogen (dari dalam bumi), eksogen (dari luar bumi) ataupun antropogen (dari kegiatan manusia), dan disebutkan bahwa pengaruh antropogen umumnya merupakan paling dominan. Sehubungan dengan hal tersebut maka perlu adanya upaya pemberdayaan masyarakat pedesaan rawan longsor agar dapat mencegah terjadinya tanah longsor atau melakukan tindakan yang tepat apabila terjadi bencana alam tanah longsor.

Hubungan beberapa macam bencana alam dan asal tenaga penggeraknya dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 1. Hubungan macam bencana alam dan asal penyebabnya, besaran anak panah menunjukkan besarnya penyebab secara relatif (Verstapen, 1987).

Faktor-faktor antropogen sering ikut berperan dalam memperhebat atau mempercepat proses-proses eksogen, tetapi kemudian juga berupaya mengatasi bencana-bencana alam asal eksogen. Pengaruh-pengaruh antropogen terhadap bencana asal endogen tidak/belum begitu jelas, tetapi faktor-faktor endogen dapat menimbulkan proses-proses eksogen seperti aliran lumpur vulkanik yang dapat memperluas bencana alam asal eksogen. Ketebalan gambar anak panah pada Gambar 1 menunjukkan tingkat pengaruh antara proses-proses endogen, eksogen dan antropogen.

Klasifikasi Tanah Longsor

Terdapat bermacam-macam klasifikasi gerakan tanah, yang umumnya disusun sesuai dengan kepentingannya. Di bawah ini akan dikemukakan klasifikasi gerakan tanah berdasar atas mekanisme gerakan dan jenis material yang bergerak (Varnes, 1978) dan klasifikasi gerakan tanah menurut tingkat keaktifan yang disusun oleh Tasmania Departement of Mines (1986).

Tabel 1. Klasifikasi Gerakan Tanah (Varnes, 1978).

Jenis Gerakan		Jenis Material		
		Batuan Dasar	Jenis Tanah	
			Kasar	Halus
Jatuhan		Jatuhan batu	Jatuhan bahan rombakan	Jatuhan tanah
Robohan		Robohan batu	Robohan bahan rombakan	Robohan tanah
Longsoran	Rotasi	Luncuran batuan	Luncuran bahan rombakan	Luncuran tanah
	Translasi	Longsoran bongkah batuan	Longsoran bongkah rombakan	Longsoran tanah
		Longsoran batuan	Longsoran bahan rombakan	Longsoran tanah
Sebaran lateral		Sebaran batu	Sebaran bahan rombakan	Sebaran tanah
Aliran		Aliran batu	Aliran bahan rombakan	Aliran tanah
Komplek		Gabungan dua atau lebih jenis gerakan		

Klasifikasi gerakan tanah berdasar atas tingkat keaktifan yang disusun oleh Tasmania Departement of Mines (1986) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi Gerakan Tanah (Tasmania Departement of Mines, 1986).

Keadaan Gerakan Tanah	Tingkat Keaktifan Gerakan Tanah
Aktif	Lereng selalu bergerak, terdapat banyak retakan-retakan baru.
Non aktif	Lereng dulu pernah aktif, sekarang sudah tidak lagi.
"Dormant"	Gerakan lereng tidak aktif, tetapi masih terdapat beberapa faktor yang dapat memungkinkan terjadinya gerakan.
Mantap	Gerakan lereng tidak aktif karena penyebab gerakan telah diatasi.
Purba	Lereng sudah tidak aktif untuk jangka waktu lama, telah berubah oleh proses pelapukan dan erosi, tertutup oleh vegetasi dan sekarang sudah stabil.

Faktor Penyebab Tanah Longsor

Faktor-faktor penyebab gerakan tanah dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu faktor-faktor yang meningkatkan besarnya tegangan geser dan faktor-faktor yang menurunkan kuat geser (Varnes, 1978): Pertama, faktor yang meningkatkan besarnya tegangan geser meliputi: a). hilangnya penguat lateral karena erosi, runtuh, sesar, amblesan, longsor, dan kerja manusia; b). penambahan beban yang bersifat alami, misalnya air hujan, air tanah, akumulasi bahan rombakan, dan yang tidak alami antara lain: konstruksi isian, timbunan tanah/batuan, berat konstruksi bangunan, c) tegangan melalui bumi seperti: gempa bumi, ledakan, gerakan mesin/lalu-lintas, reruntuhan; d) pemiringan regional: peningkatan sudut lereng; e) hilangnya penyangga bawah: pengikisan oleh air sungai dan air laut, pelapukan, pelarutan, penambangan; f) timbulnya tekanan lateral, misalnya tekanan air pada rekahan, pemuai lempung dan anhidrit; g) proses vulkanik, misalnya fluktuasi dapur magma.

Kedua, faktor yang menurunkan kuat geser: a) kondisi asli tanah seperti: komposisi, tekstur, dan geometri lereng yang menyebabkan rendahnya kekuatan geser tanah/batuan; b) perubahan akibat proses pelapukan atau reaksi kimia-fisika: desintegrasi, dekomposisi, hidrasi, pengeringan, pelarutan; c) perubahan gaya tarik antar

butiran akibat kandungan air jenuh, tekanan pori, baik yang bersifat alami maupun karena kerja manusia; d) perubahan struktur bangunan, pemotongan tebing; dan e) sebab-sebab lain seperti: rayapan, kerja akar-akar tumbuhan dan kerja binatang penggali tanah.

Menurut Direktorat Geologi Tata Lingkungan (1981) terdapat beberapa faktor penyebab gerakan tanah, yaitu antara lain: 1) topografi atau lereng, 2) keadaan tanah/batuan, meliputi jenis struktur, perlapisan, 3) keairan, termasuk curah hujan, 4) kegempaan dan 5) penggunaan lahan. Faktor-faktor penyebab tersebut di atas saling mempengaruhi satu sama lain, dan menentukan besar dan luasnya bencana alam gerakan tanah.

Pemasangan Alat Pemantau Gerakan Tanah Longsor

Alat pemantau gerakan tanah longsor dengan teknologi tepat guna ini dapat dibuat oleh masyarakat pedesaan dengan bahan dan peralatan yang mudah diperoleh dengan biaya yang relatif murah. Alat pemantau inipun mudah dioperasikan maupun sederhana dalam perawatannya.

Alat pemantau terdiri atas alat pemantau gerakan tanah arah vertikal, alat pemantau gerakan tanah arah miring, alat pemantau retakan dan sumur pemantau. Alat pemantau gerakan tanah vertikal, miring dan retakan dibuat dari bahan utamanya paralon berdiameter 1 inchi dan $\frac{1}{2}$ inchi, keni dan T berukuran 1 inchi serta lim paralon. Alat pemantau gerakan tanah yang dibuat dari paralon berbentuk seperti huruf L terbalik, terbuat dari paralon berukuran 1 inchi. Alat ditanam di tanah yang stabil, belum pernah longsor. Di ujung alat ada T paralon ukuran 1 inchi berarah tegak atau miring sesuai dengan arah gerakan yang akan dipantau. Ke dalam T paralon 1 inchi tersebut dimasukkan pipa paralon berukuran $\frac{1}{2}$ inchi yang ditanam di bagian tanah yang sudah/rawan longsor dan dapat bergerak. Apabila ada gerakan tanah maka akan diikuti oleh gerakan pipa paralon ukuran $\frac{1}{2}$ inchi yang panjang gerakannya dapat diukur pada pipa paralon $\frac{1}{2}$ inchi tersebut.

Sumur pemantau berdiameter 1 meter dan kedalaman 3 meter dengan konstruksi buis beton dan ditutup dengan plat beton, tetapi tutupnya harus dapat dibuka dan ditutup untuk keperluan pemantauan. Antara buis beton satu dengan yang lain tidak disemen agar lebih peka terhadap kemungkinan adanya gerakan tanah. Adanya gerakan tanah

dapat diketahui dari adanya pergeseran susunan buis beton yang semula lurus (*center*) menjadi tidak lurus, tidak beraturan, atau bahkan hancur.

a. Alat Pemantau Gerakan Tanah Arah Vertikal

Alat pemantau gerakan tanah arah vertikal akan dipasang di tiga lokasi bagian puncak (mahkota) longsoran, yaitu di ujung barat, tengah dan ujung timur. Apabila terjadi gerakan tanah arah vertikal maka akan ada gerakan penurunan batang paralon yang ditanam di bagian tanah yang bergerak.

b. Alat Pemantau Gerakan Tanah Arah Miring

Alat pemantau gerakan tanah arah miring ada sebanyak 2 buah, 1 buah dipasang di rumah Bapak Sumanto berdekatan dengan alat pemantau gerakan arah vertikal dan satu buah lagi dipasang di dekat sumur pemantau di sebelah timur Punden. Apabila terjadi gerakan tanah arah miring maka akan ada gerakan batang paralon yang ditanam di bagian tanah yang bergerak.

c. Alat Pemantau Retakan

Alat pemantau retakan sebanyak 3 buah dipasang di rumah Bapak Pawiro, Dusun Ngemplak. Pemantau retakan ini dipasang di bagian tembok yang pernah mengalami retakan, dan retakan yang sudah ada dianggap sebagai titik nol sehingga kalau alat bergerak dari titik nol menunjukkan bahwa retakan yang dipantau mengalami pergerakan atau retak semakin melebar.

d. Sumur Pemantau

Sumur pemantau gerakan tanah longsor berdiameter 1 m sedalam 2-3 m dengan konstruksi buis beton, dibuat di tepi jalan aspal di sebelah timur Punden yaitu lokasi lokasi mata air yang dikeramatkan oleh masyarakat Guyon dan sekitarnya. Pada saat dipasang lubang buis beton dalam keadaan konsentris, tegak/vertikal dan rapi. Apabila di lokasi sumur tersebut terjadi gerakan tanah maka letak buis beton akan berubah menjadi tidak konsentris, miring atau bahkan rusak.

Hasil Pemantauan Gerakan Tanah Longsor

a) Pemantauan Gerakan Tanah Arah Vertikal

Alat pemantau gerakan tanah arah vertikal dipasang di tiga lokasi bagian puncak (mahkota) longsoran, yaitu di ujung barat, tengah dan ujung timur longsoran. Alat-alat tersebut dipasang pada tanggal 20 Agustus 2009 (musim kemarau). Sejak dipasang hingga akhir bulan Desember tidak menunjukkan adanya gerakan. Pada musim hujan dilakukan pemantauan pada tanggal 26 Februari 2010 telah terjadi penurunan sejauh 48 cm hingga total penurunan sejak 27 Desember 2007 telah mencapai 308 cm (Foto 1).

Pemantauan perlu dilakukan terus menerus karena Dusun Guyon sudah sangat rentan gerakan tanah longsor terlebih karena di daerah ini gerakan longsoran dapat terjadi pada musim hujan maupun musim kemarau. Pada musim hujan gerakan tanah longsor dipicu oleh meresapnya air hujan di daerah yang pernah longsor atau retak-retak, sedang pada musim kemarau gerakan tanah longsor dipicu oleh adanya resapan air buangan limbah domestik ke daerah yang pernah longsor serta adanya kebiasaan masyarakat dalam mengolah tegalan untuk bertanam sayuran dengan cara dialiri air secara berlebihan (*dilebi*=bahasa Jawa). Hasil pengukuran sejak 2007 hingga 2010 tersebut di atas menunjukkan bahwa tanah longsor di Dusun Guyon bersifat *dormant* yang setiap saat dapat bergerak.

b) Hasil Pemantau Gerakan Tanah Arah Miring

Alat pemantau gerakan tanah longsor arah miring dipasang di dua lokasi, yaitu di halaman Bapak Sumanto (Kadus Guyon) dan di tegalan di sebelah selatan Dusun Guyon. Pemasangan alat mengalami kendala topografis baik berupa permukaan tanah yang berbukit/bergelombang atau adanya bangunan rumah karena harus mendapatkan titik yang stabil dan titik yang bergerak dan keduanya tidak ada penghalang. Hasil pemantauan dilakukan bersamaan dengan pemantauan alat pemantau vertikal dan pada alat ini hingga akhir bulan Desember juga tidak/belum menunjukkan adanya gerakan, tetapi pemantauan pada tanggal 26 Februari telah menunjukkan adanya gerakan tanah miring sejauh 39 cm (Foto 2).

c) Hasil Pemantauan Retakan

Alat pemantau retakan dipasang di beberapa retakan yang ada di rumah tembok milik Bapak Pawiro (Dusun Ngemplak) yang berada di sebelah selatan (bawah) Dusun Guyon. Rumah Bapak Pawiro ini merupakan rumah yang masuk Dusun Ngemplak yang letaknya paling dekat dengan tubuh longsor yang terjadi di Dusun Guyon. Hasil pemantauan retakan menunjukkan sejak dipasang hingga akhir Desember 2009 belum ada indikasi retakan bertambah lebar, tetapi pada pemantauan tanggal 26 Februari 2010 tembok telah dibongkar karena penghuni merasa tidak aman.

d) Hasil Pemantauan dengan Sumur Pemantau

Sumur pemantau gerakan tanah longsor berdiameter 1 m sedalam 3 m dengan konstruksi buis beton, yang dibuat di tepi jalan aspal di sebelah timur Punden menunjukkan bahwa hingga akhir Desember 2009 belum terjadi gerakan tanah longsor di lokasi tersebut, hal ini tampak dari susunan buis beton yang tetap senter atau lurus tidak mengalami perubahan. Pemantauan pada 26 Februari menunjukkan bahwa telah terjadi gerakan tanah di sumur pemantau yang telah mengakibatkan hancurnya buis beton sehingga tidak konsentris lagi (Foto 2).

KESIMPULAN

Pertama, bencana alam tanah longsor pada 27 Desember 2007 disebabkan terutama oleh curah hujan yang tinggi, mencapai 163 mm/hari. Curah hujan tersebut merupakan curah hujan harian tertinggi selama tahun 2007. Kedua, tanah yang pernah longsor maupun yang sudah menunjukkan gejala adanya gerakan harus selalu dipantau, memperbaiki sistem drainase, menanam pohon penghijauan di daerah berlereng dengan tanaman yang berakar dalam dan mempunyai angka evapotranspirasi yang tinggi, seperti pinus, lamtoto gung dan kaliandra, tidak menanam sayur di daerah berlereng terjal dengan sistem dioncori secara berlebihan. Ketiga, pemantauan gerakan tanah longsor dengan teknologi tepat guna sangat bermanfaat bagi masyarakat pedesaan yang bertempat tinggal di daerah rawan longsor karena mereka dapat mencermati perkembangan gerakan tanah longsor yang ada dan melakukan tindakan preventif untuk memperkecil resiko bencana tanah longsor.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Geologi Tata Lingkungan .1981. *Gerakan Tanah di Indonesia*. Bandung: Direktorat Geologi Tata Lingkungan.
- Sulastoro RI. 2009. *Mitigasi dan Manajemen Bencana Alam Tanah Longsor di Daerah Pedesaan Kabupaten Karanganyar*. Penelitian. Surakarta: LPPM UNS. (Tidak dipublikasikan).
- Sulastoro RI. 2010. *Pemantauan Penurunan Tanah Longsor di Dusun Guyon Desa Tengklik Kecamatan Tawangmangu Kabupaten Karanganyar*. Penelitian. Surakarta: Puslitdesbangda LPPM UNS. (Tidak dipublikasikan).
- Varnes, D.J. 1988. "Slope Movement Types and Process" in Schuster R.L. and Krizek, R.J. (ed). *Landslides Analysis and Control*. Washington: National Academy of Science.
- Verstappen. 1985. *Applied Geomorphological Surveys and Natural Hazard Zoning*. ITC, Enschede: The Netherlands.

	
<p>Penurunan tanah pada 27 Desember 2007: 15-20 cm.</p>	<p>Pada 14 Februari 2009: Penurunan tanah telah mencapai 110 cm, rumah dengan konstruksi kayu telah digeser.</p>
	
<p>Sejak 27 Desember 2007 hingga 21 Agustus 2009 penurunan arah vertikal sudah mencapai 260 cm.</p>	<p>Sejak 21 Agustus 2009 pada saat alat pemantau gerakan tanah vertikal ini dipasang hingga 26 Februari 2010 telah mengalami penurunan lagi sebesar 48 cm sehingga total penurunan mencapai 308 cm.</p>

Foto 1. Perkembangan Gerakan Tanah Longsor di Rumah Bapak Sumanto.



Di areal tegalan di sebelah timur Punden Desa Guyon ini sejak 27 Desember 2009 hingga sekarang menjadi daerah yang labil. Pada 21 Agustus 2009 di lokasi ini dipasang alat pemantau gerakan tanah miring.



Sejak 21 Agustus 2009 hingga 26 Februari 2010 telah terjadi gerakan tanah longsor di tegalan sebelah timur Punden Dusun Guyon Tanah bergerak sepanjang 39 cm yang ditunjukkan oleh bergesernya sok paralon abu-abu dengan arah miring.



Sumur gali dari dengan buis beton sedalam 3 meter dipasang pada 21 Agustus 2009 untuk memantau gerakan tanah longsor arah miring di sebelah timur Punden.



Keadaan sumur pantau pada 26 Februari 2010 mulai buis beton kedua (kedalaman 0,5 m) hancur akibat adanya gerakan tanah arah miring di sebelah timur Punden.

Foto 2. Pemantauan Gerakan Tanah Longsor Arah Miring Dipantau dengan Alat Teknologi Tepat Guna Dibuat dari Paralon dan Sumur Gali dari Buis Beton. (Foto Kiri Keadaan Sebelum Bergerak, Foto Kanan Keadaan Setelah Bergerak).