

Studi Pendahuluan Penentuan Zonasi Kerentanan Gerakan Tanah di Kawasan Desa Binaan UIN Sunan Kalijaga di Kecamatan Kalibawang, Kabupaten Kulon Progo, D.I. Yogyakarta

Muhammad Zaki Riyanto

Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta,
Jl. Marsda Adisucipto Yogyakarta 55281, Indonesia
Email: zaki.riyanto@uin-suka.ac.id

Abstrak. Kecamatan Kalibawang merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Kulon Progo, Provinsi D. I. Yogyakarta yang merupakan kecamatan yang rawan bencana gerakan tanah. Secara morfologi, Kecamatan Kalibawang, bagian barat Propinsi D.I. Yogyakarta, adalah bagian pegunungan di lereng perbukitan *Menoreh* yang merupakan wilayah rawan bencana gerakan tanah. Sedangkan bagian utara merupakan wilayah dengan morfologi relatif bergelombang. Dari hasil penelitian ada 3 tipe rawan longsor, yaitu rendah, sedang, dan tinggi.

Kata Kunci: Kecamatan Kalibawang; gerakan tanah; perbukitan *Menoreh*

Abstract. Kalibawang District is one of the sub-districts in Kulon Progo Regency, Province D. I. Yogyakarta, which is a sub-district prone to land movement disaster. Morphologically, Kalibawang District, western part of the Province of D.I. Yogyakarta, is part of the mountains on the slopes of the *Menoreh* hills which are a disaster-prone area of land movement. While the northern part is a region with relatively undulating morphology. From the results of the study there were 3 types of landslides prone, namely low, medium, and high.

Keywords: Kalibawang District; land movement; *Menoreh* hills

1. Pendahuluan

Bencana gerakan massa tanah/batuan yang lebih dikenal oleh masyarakat dengan istilah bencana longsor merupakan salah satu jenis bencana alam yang sering terjadi di Indonesia, terutama selama musim hujan (Direktorat Geologi Tata Lingkungan, 1996); (Herryal, Z.A., D. Karnawati, E. Subowo, J. Leibo. dan Sumaryono). Gerakan tanah merupakan suatu proses pergerakan massa tanah dan atau massa hancuran batuan penyusun lereng yang bergerak menuruni lerengnya akibat dari terganggunya kestabilan tanah atau batuan penyusun lereng tersebut. Pergerakan dari massa tersebut dari suatu longsor dapat melalui suatu bidang pada lereng, baik berupa bidang miring ataupun lengkung. Bencana gerakan tanah dapat mengakibatkan korban jiwa, kehancuran lahan dan infrastruktur, sehingga perlu adanya informasi mengenai tingkat kerentanan (*kerawanan*) suatu daerah berupa peta lokasi kerentanan gerakan tanah. (Karnawati, D., 2000a); (Karnawati, D., 2004b); (Karnawati, D., 2005).

Informasi kerentanan gerakan tanah merupakan informasi awal untuk analisis risiko terjadinya bencana dan upaya penanggulangan serta sebagai acuan dasar untuk pengembangan wilayah (Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No: 1452 K/10/MEM/2000); (Schuter R. L. and Krizek R. J., 1978). Penelitian ini akan mengambil Kecamatan Kalibawang yang terdiri dari Desa Banjararum, Desa Banjaroyo, Desa Banjarharjo dan Desa Banjarasri merupakan wilayah yang sebagian besar perbukitan. Kondisi morfologi dan geologi yang demikian merupakan salah satu faktor penyebab gerakan tanah. Banyaknya kejadian gerakan tanah di wilayah ini sangat memungkinkan untuk penentuan zonasi gerakan tanah sehingga kerugian jiwa dan ekonomi akibat bencana longsor dapat dicegah. Selain itu, di Kecamatan Kalibawang juga menjadi kawasan yang sering digunakan sebagai lokasi KKN mahasiswa UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Oleh karena itu, penelitian ini sangat penting dilakukan oleh pihak UIN Sunan Kalijaga dan telah diharapkan hasilnya oleh masyarakat setempat.

Penelitian ini menghasilkan peta zonasi kerentanan gerakan tanah yang sangat penting dilakukan sebagai informasi kepada masyarakat tentang daerah-daerah yang mempunyai potensi gerakan tanah yang tinggi atau potensi bencana longsor yang tinggi.

2. Pembahasan

Longsor atau gerakan tanah merupakan salah satu bencana geologis yang disebabkan oleh faktor-faktor alamiah maupun non alamiah. Menurut Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi tanah longsor adalah perpindahan material pembentuk lereng berupa batuan, bahan rombakan, tanah, atau material campuran yang bergerak ke bawah atau keluar lereng.

2.1. *Data-Data Rawan Gerakan Tanah di Kecamatan Kalibawang*

Dalam penelitian ini digunakan Skala Tingkat Kerawanan Tanah Longsor, yaitu: Tidak Rawan, Rendah, Sedang, Tinggi. (Badan Geologi, 2010, Gerakan Tanah, Bandung: Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi). Data berikut merupakan titik-titik yang ada di Kecamatan Kalibawang yang rawan longsor.

Koordinat
-7.707994, | 110.237421

Jenis Tanah
Tanah Lempung

Kemiringan
 $\pm 80^\circ$

Panjang Rawan Longsor
 ± 60 m

Tinggi Foto
 ± 20 m



Koordinat
-7.704903, | 110.244293

Jenis Tanah
Tanah Lempung

Kemiringan
 $\pm 40^\circ$

Panjang Rawan Longsor
 ± 30 m

Tinggi Foto
 ± 12 m



Koordinat
-7.697344, | 110.202662

Jenis Tanah
Tanah Lempung

Kemiringan
 $\pm 60^\circ$

Panjang Rawan Longsor
 ± 30 m

Tinggi Foto
 ± 10 m



Koordinat
-7.685493, | 110.258269

Jenis Tanah
Tanah Lempung

Kemiringan
 $\pm 70^\circ$

Panjang Rawan Longsor
 ± 50 m

Tinggi Foto
 ± 8 m



Koordinat
-7.686122, | 110.248367

Jenis Tanah
Tanah Lempung

Kemiringan
 $\pm 30^\circ$

Panjang Rawan Longsor
 ± 20 m

Tinggi Foto
 ± 5 m



Koordinat
-7.680805, | 10.245265

Jenis Tanah
Tanah Lempung

Kemiringan
 $\pm 30^\circ$

Panjang Rawan Longsor
 ± 50 m

Tinggi Foto
 ± 8 m



Koordinat
-7.681799, | 110.243995

Jenis Tanah
Tanah Lempung

Kemiringan
 $\pm 80^\circ$

Panjang Rawan Longsor
 ± 80 m

Tinggi Foto
 ± 20 m



Koordinat
-7.682612, | 110.243300

Jenis Tanah
Tanah Lempung

Kemiringan
 $\pm 80^\circ$

Panjang Rawan Longsor
 ± 100 m

Tinggi Foto
 ± 20 m



Koordinat
-7.684871, | 110.240856

Jenis Tanah
Tanah Bebatuan

Kemiringan
 $\pm 60^\circ$

Panjang Rawan Longsor
 ± 80 m

Tinggi Foto
 ± 30 m



Koordinat
-7.710193, | 110.208719

Jenis Tanah
Tanah Lempung

Kemiringan
 $\pm 85^\circ$

Panjang Rawan Longsor
 ± 200 m

Tinggi Foto
 ± 20 m



Koordinat
-7.706996, | 110.201427

Jenis Tanah
Tanah Bebatuan

Kemiringan
 $\pm 60^\circ$

Panjang Rawan Longsor
 ± 100 m

Tinggi Foto
 ± 100 m



Koordinat
-7.709323, | 110.206396

Jenis Tanah
Tanah Bebatuan

Kemiringan
 $\pm 60^\circ$

Panjang Rawan Longsor
 ± 100 m

Tinggi Foto
 ± 50 m



2.2. Penjelasan Data-Data Rawan Gerakan Tanah di Kecamatan Kalibawang

Pada No. 1 dengan koordinat -7.707994, 110.237421 skala kerawanan tinggi, karena kemiringannya sekitar 80° . Pada koordinat ini merupakan jalan kampung, sehingga berbahaya jika waktu longsor ada yang lewat jalan itu, walaupun bisa dibuang sepi untuk jalan kampung ini.

Pada No. 2 dengan koordinat -7.704903, 110.244293 mempunyai skala kerawanan longsor rendah, dengan kemiringan sekitar 20° . Titik koordinat ini merupakan jalan kabupaten yang menghubungkan jalan antar kecamatan di Kabupaten Kulon Progo.

Pada No.3 dengan koordinat -7.697344, 110.202662 mempunyai skala kerawanan longsor rendah, hal ini karena banyak ditanami pohon bambu disekitar rawan longsor, walaupun dilihat dari sudut kemiringannya sekitar 60° yang terbilang dalam kemiringan rawan longsor sedang. Titik koordinat ini sama dengan No. 2 merupakan jalan kabupaten.

Pada No. 4 dengan koordinat -7.685493, 110.258269 mempunyai skala kerawanan longsor sedang, dengan kemiringan sekitar 70° . Titik koordinat ini merupakan satu arah dengan No. 2 dan No. 3 yang merupakan jalan kabupaten.

Pada No. 5 dengan koordinat -7.686122, 110.248367 mempunyai skala kerawanan longsor rendah, dengan kemiringan sekitar 30° . Titik koordinat ini merupakan jalan antar desa di Kecamatan Kalibawang.

Pada No. 6 dengan koordinat -7.680805, 10.245265 mempunyai skala kerawanan longsor rendah, dengan kemiringan sekitar 30° . Titik koordinat ini merupakan sama dengan No. 5, yaitu jalan antar desa di Kecamatan Kalibawang.

Pada No. 7 dengan koordinat -7.681799, 110.243995 mempunyai skala kerawanan longsor rendah, walaupun dengan kemiringan sekitar 80° . Hal ini karena ada banyak pohon yang mengurangi tingkat kerawanan longsor. Titik koordinat ini merupakan sama dengan No. 5 dan No. 6, yaitu jalan antar desa di Kecamatan Kalibawang.

Pada No. 8 dengan koordinat -7.684871, 110.240856 mempunyai skala kerawanan longsor tinggi, dengan kemiringan sekitar 60° . Titik koordinat ini merupakan sama dengan No. 5, 6, dan 7, yaitu jalan antar desa di Kecamatan Kalibawang. Titik koordinat ini rawan longsor, dan dibawah tebing ada satu rumah yang penghuninya tidak ada pilihan lain karena tidak punya tanah selain disitu. Tugas pemerintah adalah membuat rumah dengan menukar tanah yang disitu, atau membuat tanggul sehingga tidak rawan longsor.

Pada No. 9 dengan koordinat -7.684871, 110.240856 mempunyai skala kerawanan longsor rendah, dengan kemiringan sekitar 60° . Titik koordinat ini merupakan sama dengan No. 5, 6, 7 dan 8, yaitu jalan antar desa di Kecamatan Kalibawang.

Pada No. 10 dengan koordinat -7.710193, 110.208719 mempunyai skala kerawanan longsor tinggi, dengan kemiringan sekitar 85° . Titik koordinat ini jalan antar kabupaten yang mengarah Kabupaten Purworejo.

Pada No. 11 dengan koordinat $-7.706996, 110.201427$ mempunyai skala kerawanan longsor tinggi, karena jenis tanah ini berbeda dengan No. 1 sampai dengan No. 10, yaitu jenis tanah batuan, walaupun dengan kemiringan sekitar 60° . Titik koordinat ini sama dengan No. 10, yaitu jalan antar kabupaten yang mengarah Kabupaten Purworejo. Pada no. 12 dengan koordinat $-7.709323, 110.206396$ sama dengan No. 11, karena kemiringan dan jenis tanah sama.

2.3. Upaya Penanggulangan

Upaya penanggulangan bencana gerakan tanah di wilayah Kecamatan Kalibawang merupakan suatu usaha pencegahan terhadap faktor-faktor yang dapat menimbulkan terjadinya gerakan tanah atau mengantisipasi bencana gerakan tanah dan mengurangi besarnya kerugian. Baik kerugian harta benda, penderitaan dan korban manusia, mengurangi kerusakan lingkungan, mengatasi kondisi darurat saat bencana, membantu masyarakat agar mampu menghindarkan diri dari bencana dan mempercepat pemulihan keadaan kelancaran roda transportasi, perekonomian, pemerintahan dan lain-lain. Sasaran penanggulangan bencana adalah penyelamatan jiwa dan harta, dengan asas koordinatif, tanggung jawab bersama dengan tujuan untuk kesejahteraan masyarakat. Strategi penanggulangan bencana ini dilakukan sesuai tahapannya, yaitu sebelum terjadi bencana, selama dan setelah terjadinya bencana.

2.3.1. Tahap Sebelum Bencana

Pelaksanaan penanggulangan bencana bertujuan untuk meminimalisasi korban dan kerugian sehingga jauh-jauh hari sebelum terjadi gerakan tanah perlu ada antisipasi sebelumnya terutama dari pihak pemerintahan. Usaha-usaha yang harus dilakukan sebagai upaya penanggulangan bencana gerakan tanah antara lain:

- A. Melakukan inventarisasi
 - a. Inventarisasi daerah rawan gerakan tanah untuk mengenali lokasi titik-titik rentan gerakan tanah, memetakan dan memasang rambu.
 - b. Membuat peta gerakan tanah yang diharapkan sampai tingkat desa dan kecamatan, minimal pada skala 1:25.000. Dapat pula mengacu hasil inventarisasi daerah rawan gerakan tanah yang telah dilakukan oleh Dinas Energi dan Sumberdaya Mineral Provinsi D.I. Yogyakarta.
 - c. Setelah mempunyai potret kebencanaan dari hasil inventarisasi dan peta kerentanan gerakan tanah yang dihasilkan. Oleh sebab itu maka, pihak Pemerintah Provinsi dan Kabupaten Kulon Progo serta beberapa instansi-instansi yang berhubungan dan terkait dapat mengambil langkah-langkah nyata untuk penanggulangan bencana yang tepat dengan memanfaatkan peta-peta kerentanan gerakan tanah secara optimal.
- B. Menentukan skala kerawanan dan pemantauan
 - a. Membuat skala tingkat kerawanan terhadap semua daerah yang termasuk dalam daftar daerah rawan gerakan tanah, dilihat dari aspek teknik, volume longsor yang mungkin terjadi, dan besarnya korban selain kerugian yang mungkin timbul akibat dari longsor itu jika benar-benar terjadi.
 - b. Pemantauan gerakan tanah dan selalu waspada gejala tanah longsor (retakan, penurunan tanah) terutama di musim hujan. Sebenarnya gerakan dapat diperkirakan sebelumnya, karena biasanya menunjukkan tanda-tanda berupa rekahan (*tension cracks*) di bagian permukaan atas lereng.
 - c. Sebelum terjadi bencana cara yang ditempuh adalah mengembangkan sistem pemantauan dan peringatan dini (*early warning system*) pada suatu daerah secara optimal dan terus-menerus, sehingga masyarakat tahu bahwa mereka berada di daerah rawan bencana, sehingga langkah-langkah sederhana dan praktis dapat mereka lakukan dalam keadaan gawat darurat.
- C. Bangun tim terpadu dan sosialisasi
 - a. Bagi daerah yang tingkat kerawanan gerakan tanahnya tinggi, perlu ditangani secara serius dengan membentuk tim terpadu.
 - b. Tim teknis bertugas melakukan pengkajian teknis untuk mengetahui kondisi kestabilan daerah-daerah yang masuk dalam daftar rawan gerakan tanah tersebut, dan juga melakukan penelitian lapangan serta dapat memasang alat pemantau. Berdasarkan kajian teknis dapat diketahui kondisi stabilitas dari masing-masing lereng yang masuk dalam daftar skala rawan longsor tinggi, kemudian dapat dibuat saran-saran teknis untuk menghindari kelongsoran. Jika saran itu layak, termasuk dari segi ongkos yang harus dikeluarkan, maka tindak lanjut untuk menghindari kelongsoran itu dapat dilaksanakan.
 - c. Tim non teknis dapat direkrut dari pemerintah daerah dan instansi-instansi terkait untuk melakukan sosialisasi dan penyuluhan secara berkesinambungan dan terus-menerus sampai dicapai tingkat pengetahuan masyarakat yang

optimal tentang bahaya tanah longsor. Sosialisasi ini diharapkan dapat mengubah budaya masyarakat di daerah rawan bencana supaya lebih waspada dan peduli. Paling tidak mereka sadar bahwa mereka berada di daerah rawan bencana.

- d. Meningkatkan kepedulian masyarakat terhadap permasalahan bencana gerakan tanah melalui penyuluhan, pendidikan dan pelatihan, penyebaran informasi berupa penyebaran *leaflet* dan poster serta *pers release* mengenai kewaspadaan terhadap gerakan tanah dari Pemerintah Kabupaten maupun instansi yang terkait.
 - e. Jika saran teknis untuk menghindari kelongsoran itu tidak layak dilaksanakan, maka harus dipersiapkan segala sesuatunya untuk menerima kemungkinan terjadinya kelongsoran. Sasaran utama antisipasi di sini adalah berusaha untuk menghindari atau mengurangi kerugian atau korban sampai sekecil-kecilnya, jika kelongsoran harus terjadi. Misalnya, kalau di daerah itu dihuni oleh banyak orang, mungkin harus dipindahkan ke daerah yang lebih aman. Jika terdapat sarana penting dan tidak mungkin untuk dipindahkan, maka perlu dipasang alat pengaman, dan lain sebagainya. Apabila harus memindahkan penduduk, mungkin pengkajian masalah sosial perlu dilakukan. Dalam hal ini peranan pemerintah kabupaten dan instansi terkait mungkin sangat diperlukan keikutsertaannya.
- D. Masyarakat di daerah rawan bencana gerakan tanah meningkatkan kewaspadaan atau kepedulian serta melakukan
- a. Mengenali atau mengamati gejala gerakan tanah pada lereng yang rentan bergerak, antara lain ditandai oleh:
 - Munculnya retakan-retakan pada lereng atau pada bangunan.
 - Mengamati condongnya tiang listrik, melengkungnya batang pohon bagian bawah ke arah longsor atau dinding sumur.
 - Mengamati keluarnya rembesan air dari lereng secara tiba-tiba atau air bercampur lumpur mengalir keluar dari lereng secara menerus, maka secepatnya dilakukan penyelamatan jiwa manusia dengan memindahkan sementara penghuni rumah yang berada pada lereng atau di bawah lereng tersebut terutama saat hujan turun lebih dari 2 jam.
 - b. Mengurangi atau memperkecil kemungkinan korban tanah longsor, upaya masyarakat antara lain:
 - Permukiman dan bangunan sebaiknya menjauhi tebing, tidak tinggal di sepanjang atau di mulut lembah, di kelokan sungai bagian luar, di tebing atas lereng atau tubir lereng. Segera menutup/menambal/menimbun retakan tanah atau retakan pada bangunan.
 - Tidak melakukan pemotongan lereng, tidak mencetak sawah di lereng yang terjal, waspada gejala tanah longsor (retakan, penurunan tanah) terutama di musim hujan, penyelamatan korban secepatnya, dan memanfaatkan peta peta kajian tanah longsor secara optimal.
 - Mengatur dan memperbaiki drainase lereng, memperbaiki/melandaikan lereng, pada lereng rentan dihindari membuat kolam, menggenangkan air, menggali/memotong/menggetarkan lereng,
 - Rekayasa vegetatif, memasang alat takar hujan sederhana, menanam atau menebang pohon sembarangan, menanam pohon yang tidak berjalinan akar kuat.
 - Pemasangan alat takar hujan sederhana.
 - c. Melaporkan kepada aparat desa dan kecamatan setempat apabila gejala awal gerakan tanah telah muncul pada lereng, koordinasi dengan aparat dengan segera melaporkan kejadian bencana.
 - d. Segera mengungsi saat hujan turun lebat atau menerus dalam waktu cukup lama, terutama di daerah yang rentan terhadap gerakan tanah.

2.3.2. Tahap Saat Bencana

Upaya penanggulangan saat terjadi bencana gerakan tanah yang umumnya berlangsung saat musim hujan adalah:

- A. Upaya penduduk agar dapat menyelamatkan diri atau menyingkir sementara, ke arah mana, dan kapan ini harus dilakukan (terutama saat hujan), semua ini harus diketahui masyarakat di daerah rawan bencana.
- B. Mitigasi bahaya gerakan tanah ini memerlukan tindakan teknis temporer pada saat gerakan tanah terjadi, perlu dilakukan pemasangan kantong-kantong pasir untuk membelokkan aliran air permukaan menjauhi rekahan. Di samping itu, perlu dilakukan penutupan rekahan dengan semen, aspal atau tanah lempung untuk mencegah masuknya air hujan.
- C. Sebagai tindakan teknis permanen, peningkatan kekuatan lereng dengan metode dinding penahan ataupun tiang pancang dipertimbangkan tidak tepat mengingat letak posisi bidang gelincir yang dalam dan daerah gerakan tanah yang luas, sehingga metode tersebut kemungkinan tidak dapat menahan gaya lateral yang besar.

- D. Penyelamatan korban secepatnya, koordinasi dengan aparat, segera melaporkan kejadian bencana, manfaatkan peta peta kajian gerakan tanah secara optimal, menutup daerah bencana terutama saat hujan dan terus meningkatkan kewaspadaan pada lereng yang berbakat bergerak lagi di daerah rawan gerakan tanah bila terjadi hujan lebat

2.3.3. Tahap Setelah Bencana

Sesudah terjadi bencana, umumnya setelah musim hujan hingga pertengahan musim kemarau, maka upaya pemulihan (*recovery*) harus melibatkan masyarakat dan diikuti sebagai subjek untuk melakukan hal-hal yang berhubungan dengan pemulihan, agar dapat dengan mudah dilaksanakan, karena umumnya pada tahap ini sulit dilakukan koordinasi.

Upaya penanggulangan setelah terjadi bencana gerakan tanah:

- A. Pemeriksaan gerakan tanah dimaksudkan untuk evaluasi memberikan saran teknis penanggulangan. Segera lakukan perbaikan lereng, perbaikan dan pengaturan drainase serta rekayasa vegetatif
- B. Pemantauan gerakan tanah dimaksudkan untuk mengetahui mekanisme dan perkembangan gerakan tanah, sehingga penanggulangan yang dilakukan tepat dan baik.
- C. Sosialisasi dan penyuluhan harus dilakukan secara berkesinambungan sampai dicapai tingkat pengetahuan masyarakat yang optimal tentang bahaya tanah longsor. Sosialisasi ini diharapkan dapat mengubah budaya masyarakat di daerah rawan bencana supaya lebih waspada dan peduli. Paling tidak mereka sadar bahwa mereka berada di daerah rawan bencana.
- D. Relokasi, perencanaan relokasi suatu daerah korban tanah longsor ke daerah yang aman merupakan pilihan terakhir, setelah upaya-upaya rekayasa teknologi tidak mungkin dilakukan baik secara teknis maupun biaya. Relokasi merupakan pemikiran terakhir karena menyangkut aspek ekonomi, sosial, dan budaya.

3. Kesimpulan

Dalam penelitian ini ada tiga tipe kerawanan longsor, yaitu rawan longsor rendah, sedang dan tinggi. Koordinat yang termasuk rawan longsor rendah, yaitu: Koordinat No. 2 (-7.704903, 110.244293), No. 3 (-7.697344, 110.202662), No. 5 (-7.686122, 110.248367), No. 6 (-7.680805, 10.245265), No. 7 (-7.681799, 110.243995), dan No. 9 (-7.684871, 110.240856). Koordinat yang termasuk rawan longsor sedang, yaitu: Koordinat No. 4 (-7.685493, 110.258269). Koordinat yang termasuk rawan longsor tinggi, yaitu: Koordinat No. 1 (-7.707994, 110.237421), No. 8 (-7.684871, 110.240856), No. 10 (-7.710193, 110.208719), No. 11 (-7.706996, 110.201427) dan No. 12 (7.709323, 110.206396).

Daftar Pustaka

- Direktorat Geologi Tata Lingkungan, 1996, Gerakan Tanah di Indonesia, Ditjend Geologi dan Sumberdaya Mineral, Dept. Pertambangan dan Energi.
- Herryal, Z.A., D. Karnawati, E. Subowo, J. Leibo. dan Sumaryono. Model Mitigasi Bencana Gerakan Tanah di pulau Jawa Berbasis pada Upaya Pemberdayaan Masyarakat. *Laporan Akhir Riset Unggulan Terpadu*. (tidak dipublikasikan).
- Karnawati, D., 2000a, Longsoran di Purworejo dan upaya penanggulangannya, *Year Book Mitigasi Bencana 2000*, BPPT, Jakarta.
- Karnawati, D., 2004b, Bencana Gerakan Massa Tanah/Batuan di Indonesia; Evaluasi dan Rekomendasi, *Permasalahan, Kebijakan dan Penanggulangan Bencana Tanah Longsor Di Indonesia*, BPPT, Jakarta, 9-38.
- Karnawati, D., 2005, *Bencana Alam Gerakan Massa Tanah di Indonesia dan Upaya Penanggulangannya*, Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta.
- Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No: 1452 K/10/MEM/2000 Tentang *Pedoman Teknis Pemetaan Zona Kerentanan Gerakan Tanah*.
- Schuter R.L. and Krizek R.J., 1978, *Landslides Analysis and Control*, National Academy of Sciences, Washington, D.C.