

IDENTIFIKASI DAN ANALISIS KARAKTERISTIK LONGSOR YANG SERING TERJADI PADA LAHAN PERTANIAN DI KABUPATEN GARUT

Identification and Analysis of Landslide Characteristics Out of the Agriculture in Garut Regency

Subhan^{1*}, Murtalaksono K² dan Barus B²

¹Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala, Darussalam Banda Aceh

²Program Studi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Institut Pertanian Bogor, Darmaga Bogor

*E-mail: soebhan@gmail.com

ABSTRACT

Based on the data of earthquake disaster events in Indonesia for the last 12 years then West Java Province was most often experienced landslide disaster. Land movement map of Garut Regency issued by Directorate of Volcanology and Geological Hazard Mitigation (DVMG), indicated Garut included in the category of vulnerability zone of high ground movement, among others: District Banjarwangi, Singajaya and Peundeuy. This study aimed to identify and analyzed the characteristics of landslides in Garut regency, especially in three districts. The first phase of this study conducted a literature study on various factors causing landslides, followed by making a list of fields as a guide in the field. The identification of landslides was done descriptively. Various factors suspected to be the cause of the landslide were identified and analyzed. Based on the results of observation for 14 months at 32 landslide point that occurred in the research area, there were 2 landslide characteristic encountered, namely 1. Soil scrolling (30 cases or 94%) and 2. Decreased / subsidence (2 cases or 6%). The highest landslide was found on paddy fields as much as 25 dots, followed by mixed gardens (talun) as much as 4 points, in the settlement / infrastructure found 2 points and one season plantation garden.

Keywords: landslide, soil slide, land use, paddy field, landslide zone

PENDAHULUAN

Provinsi Jawa Barat bagian selatan adalah kawasan yang rawan bencana gerakan tanah. Berdasarkan analisis potensi risiko tanah longsor di Jawa Barat khususnya Ciamis memiliki potensi tinggi sebanyak 21%, potensi risiko sedang sebanyak 36% dan sebanyak 43% memiliki risiko rendah (Arsjad dan Hartini 2014). Berdasarkan Arsjad (2012) maka dibagilah parameter sebagai identifikator dari daerah rawan longsor, berupa: Kepadatan drainase (Drainase density), kemiringan lereng S (%), bentuk lahan/relief dan penutup lahan (hutan, pemukiman, kebun campuran, sawah, semak belukar dan lahan terbuka).

Wilayah selatan Jawa Barat, terutama wilayah Kabupaten Garut yang berada di hulu Sungai Cimanuk, dikelilingi oleh gunung-gunung berapi yang masih aktif,

kondisi topografi lahan umumnya bergelombang, berbukit, dan bergunung. Tanah hasil pelapukan tebal ditunjang curah hujan yang tinggi secara akumulatif menyebabkan wilayah ini potensial terhadap bencana gerakan tanah (Longsor). Menurut Balai Pengelola Daerah Aliran Sungai (BP DAS) Cimanuk-citanduy, sebagian besar wilayah yang sering mengalami longsor terletak pada sub DAS Cimanuk Hulu dan sebagian besar berada di wilayah administratif Kabupaten Garut. Secara administratif, potensi longsor yang terjadi di Sub DAS Cimanuk Hulu, meliputi 21 Kecamatan dan tersebar pada 121 desa/lokasi dengan luas total mencapai 5.361 ha, sedangkan konsentrasi longsor terbesar terjadi di Kabupaten Garut (61%) dan Kabupaten Sumedang.

Bencana alam yang melanda wilayah Kabupaten Garut akhir-akhir ini telah menimbulkan dampak fisik, sosial, ekonomi

dan psikologis yang mengganggu tatanan kehidupan masyarakat. Longsor yang terjadi di Kabupaten Garut dapat menjadi trauma massa bagi masyarakat dalam menjalankan aktivitas sehari-harinya. Dalam hal ini sebenarnya masyarakat Kabupaten Garut secara potensial hidup di tengah ancaman bencana (*living with disasters*) yang seringkali muncul secara tiba-tiba di luar jangkauan kemampuan manusia untuk menghindarinya (*force majeure*). Potensi Kabupaten Garut sebagai daerah rawan bencana akan meningkat intensitasnya ketika kualitas kondisi lingkungan hidupnya semakin rusak akibat degradasi sumberdaya alam yang terus berlanjut.

Gerakan material longsor ini dapat berlangsung secara cepat maupun lambat. Namun, apapun mekanisme dan jenis materialnya, dipengaruhi oleh jenis tanah, curah hujan, penggunaan lahan dan kemiringan lereng yang menjadi faktor tertinggi (Ramadhani dan Idajati 2017). Berdasarkan peta gerakan tanah Kabupaten Garut yang dikeluarkan oleh Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (DVMG), terdapat banyak wilayah dalam kabupaten ini yang tergolong dalam Zona kerentanan Gerakan Tanah Tinggi, antara lain : Kecamatan Banjarwangi, Singajaya dan Peundeuy. Penetapan wilayah tersebut sebagai kawasan rawan bencana longsor melalui pemetaan belum dapat menjawab pertanyaan secara lebih spesifik yaitu faktor apa yang paling berperan terhadap gerakan tanah/longsor, hal ini penting diketahui untuk mencegah terjadinya longsor yang lebih besar di masa yang akan datang.

Upaya pemetaan yang telah dilakukan dapat dijadikan sebagai dasar untuk menentukan dan memberikan gambaran umum wilayah yang rawan longsor. Namun untuk menjawab fenomena longsor secara lebih akurat, diperlukan investigasi dan identifikasi secara kasus per kasus sehingga faktor-faktor penyebab longsor di suatu wilayah dapat diketahui. Identifikasi dan penentuan faktor utama penyebab terjadinya longsor perlu dilakukan untuk mencari akar permasalahan dan

menemukan pemecahan terhadap semakin tingginya kejadian longsor di wilayah Kabupaten Garut. Kejadian longsor di suatu wilayah dapat disebabkan lebih dari 1 faktor yang saling berinteraksi (mempengaruhi) dan bersifat khas (spesifik) di wilayah tersebut, demikian pula penyebab longsor di wilayah lainnya. Dengan melakukan investigasi secara kasus per kasus untuk mengetahui penyebab longsor maka diharapkan akan ditemukan suatu kesimpulan yang mampu memberikan informasi secara tepat penyebab longsor di Kabupaten Garut.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian ini merupakan studi kasus terhadap berbagai kasus longsor yang terjadi di Kabupaten Garut di 3 kecamatan yaitu: Kecamatan Banjarwangi, Singajaya dan Peundeuy. Penelitian ini dilakukan selama 14 bulan.

Bahan dan Alat

Tallyshet (daftar isian) pedoman untuk menentukan jenis data yang dikumpulkan untuk menjawab analisis faktor utama penyebab longsor. Laporan identifikasi potensi bencana dan sumber air oleh Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (BP DAS) Cimanuk-Citanduy.

Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan berupa data primer dan data sekunder. Data primer adalah hasil pengukuran dan pengamatan berbagai kejadian longsor di lokasi kajian berdasar daftar isian (*tallysheet*) yang telah disiapkan. Data sekunder merupakan berbagai data pendukung yang diperoleh dari berbagai sumber, antara lain: Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (BP DAS) Cimanuk-Citanduy, Pemerintah Daerah Kabupaten Garut, Balai Penyuluhan Pertanian (BPP) Kecamatan Singajaya dan berbagai referensi penunjang lainnya.

Pemilihan lokasi penelitian dilakukan berdasarkan peta kerawanan longsor untuk Kabupaten Garut yang dikeluarkan oleh Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi

Bencana Geologi (DVMBG) dan Laporan inventarisasi potensi bencana dan sumber air oleh BP DAS Cimanuk-Citanduy. Laporan ini menyebutkan 3 kecamatan di Kabupaten Garut ini termasuk wilayah kecamatan dengan tingkat kerawanan longsor tinggi.

Pengamatan dan Pengumpulan Data

Pengamatan dan pengumpulan data lapangan dilakukan setelah faktor faktor penyebab terjadinya tanah longsor dapat diidentifikasi. Proses identifikasi dan pemilihan parameter yang diamati berdasarkan atas kondisi wilayah penelitian dan hasil kajian pustaka. Pertimbangan teoritis dan faktor kondisi fisik wilayah penelitian menjadi acuan dalam menetapkan berbagai faktor penyebab tanah longsor. Kondisi wilayah yang menjadi pertimbangan untuk menetapkan parameter antara lain :

1. Keadaan longsor (*landslide*), yaitu: tipe longsor, kondisi zona (wilayah) di sekitar lokasi/titik longsor, keadaan pergerakan longsor (aktif/pasif) dan volume timbunan material longsor. Selanjutnya parameter ini menjadi *independent factor* (Y) untuk diidentifikasi dan membangun model hubungan faktor faktor penyebab tanah longsor.
2. Keadaan vegetasi, yaitu: jenis vegetasi tutupan lahan (*land cover*), jenis tanaman, diameter batang, tinggi tanaman dan kerapatan.
3. Karakteristik fisik tanah, yaitu: ketebalan tanah (solum), warna tanah, intensitas/tingkat erosi yang terjadi pada lokasi longsor, tekstir tanah, dan klasifikasi tanah berdasarkan SCS (*Soil Conservation Service*).
4. Kelerengan, yaitu: panjang lereng (L) dan kemiringan lereng (S).
5. Bentang lahan (*Landform*) yaitu: kejadian longsor terakhir, material longsor, bentang lahan (perbukitan), bentuk lembah sungai.

6. Penggunaan lahan (*landuse*) yaitu: kebun campuran, tanaman semusim (kebun sayuran) dan sawah.

7. Usaha konservasi, yaitu upaya yang dilakukan dalam rangka mencegah terjadinya bahaya longsor: pembuatan teras, bronjong penahan tebing dan pembuatan saluran pengairan.

Pemilihan berbagai variabel tersebut di atas adalah merupakan upaya untuk mencari korelasi terhadap longsor di daerah penelitian. Pada tahap awal, seluruh faktor tersebut diasumsikan memiliki kontribusi sama terhadap longsor (tipe longsor, keadaan zona longsor dan volume longsor).

Metode Analisis

Secara empiris untuk menjawab tujuan penelitian dilakukan 2 pendekatan, yaitu 1) mengidentifikasi karakteristik longsor yang terjadi di lokasi kajian dilakukan melalui analisis deskriptif. Identifikasi karakteristik tanah longsor di Kabupaten Garut untuk ketiga kecamatan diawali dengan menginventarisasi jenis longsor yang terjadi dengan memperhatikan berbagai kondisi lingkungan yang terdapat di zona longsor. Berbagai faktor diduga menjadi penyebab tanah longsor diidentifikasi dan dianalisis. Selain hasil investigasi tersebut, wawancara dengan penduduk setempat dilakukan untuk mendapatkan informasi guna mendeskripsikan tipologi tanah longsor yang terjadi di wilayah kajian.

TINJAUAN UMUM LOKASI PENELITIAN

Lokasi

Wilayah studi Kabupaten Garut terletak d bagian selatan Provinsi Jawa Barat. Daerah ini meliputi areal seluas sekitar 150.000 ha, terbentang antara $6^{\circ}55'-7^{\circ}25'$ LS dan $107^{\circ}42'-108^{\circ}11'$ BT, dengan batas-batas:

- Bagian selatan daerah ini dibatasi oleh punggung perbukitan yang menghubungkan puncak Gunung

Cikurai, Mandalawangi, dan Papandayan

- Bagian timurnya dibatasi oleh punggung perbukitan yang berhubungan dengan puncak-puncak Gunung Cikurai, Kracak, Telagabodas dan Cakrabuana
- Bagian barat dibatasi oleh perbukitan yang menghubungkan puncak Gunung Papandayan, Kendang, Guntur, Haruman dan Calancang.
- Bagian utara dibatasi oleh punggung perbukitan di wilayah Kecamatan Cadasngampar, Kabupaten Sumedang.

Secara administratif sub DAS Cimanuk Hulu ini meliputi 3 wilayah kabupaten, yaitu: wilayah Kabupaten Garut, Kabupaten Sumedang dan Kabupaten Bandung. Bagian terluas terdapat di Kabupaten Garut, mencakup 21 kecamatan atau 292 desa. Sebagian lainnya merupakan bagian dari Kabupaten Sumedang, tercakup dalam 5 kecamatan atau 54 desa. Sedangkan sisanya merupakan bagian dari Kabupaten Bandung, yaitu bagian dari Kecamatan Cicalengka.

Topografi

Ibukota Kabupaten Garut berada pada ketinggian 717 mdpl dikelilingi oleh Gunung Karacak (1838 m), Gunung Cikuray (2821 m), Gunung Papandayan (2622 m), dan gunung Guntur (2249 m). Karakteristik topografi Kabupaten Garut sebelah Utara terdiri dari daratan tinggi dan pegunungan, sedangkan bagian Selatan sebagian besar permukaannya memiliki tingkat kecuraman yang terjal dan di beberapa tempat kondisinya cukup labil. Kabupaten Garut mempunyai ketinggian tempat yang bervariasi antara wilayah yang paling rendah yang sejajar dengan permukaan laut hingga wilayah tertinggi di puncak gunung. Wilayah yang berada pada daratan rendah dengan ketinggian kurang dari 100 mdpl terdapat di Kecamatan Cibalong dan Pameungpeuk. Wilayah yang terletak pada ketinggian 100-500 mdpl terdapat di Kecamatan Cisompet, Cikelet, Pakenjeng, Pamulihan dan Bungbulang. Sedangkan wilayah yang berada pada ketinggian lebih dari 500 mdpl terdapat di Kecamatan Cikajang, sebagian Pakenjeng-Pamulihan, Cisureupan dan Cisewu.

Tabel 1. Jenis tanah di Kabupaten Garut

No	Jenis tanah	Luas (ha)	Persentase (%)	Sebaran
1	Alluvial	17.816	5,94	S. Cimanuk dan pantai bagian timur
2	Asosiasi podsolik	130.128	42,45	Wilayah bagian selatan
3	Asosiasi andosol	97.707	31,88	Wilayah bagian utara dan sebelah timur S. Cimanuk
4	Asosiasi latosol	33.781	11,02	Wilayah bagian tengah sebelah barat S. Cimanuk
5	Asosiasi mediteran	5.031	1,64	Sebelah barat daerah muara S. Cikaengan
6	Asosiasi regosol	21.656	7,07	Wilayah bagian tengah dan pegunungan
Jumlah		306.519	100,00	

Sumber : BAPEKA Garut (2001)

Berdasarkan arah alirannya, sungai-sungai di wilayah Kabupaten Garut dibagi menjadi dua daerah aliran sungai (DAS) yaitu daerah aliran utara yang bermuara di Laut Jawa dan daerah aliran selatan yang bermuara di Samudera Hindia. Daerah aliran selatan pada umumnya relatif pendek, sempit dan berlembah-lembah

dibandingkan dengan daerah aliran utara. Daerah aliran utara merupakan DAS Cimanuk Bagian Utara, sedangkan daerah aliran selatan merupakan DAS Cikaengan dan Sungai Cilaki. Wilayah Kabupaten Garut terdapat 33 buah sungai dan 101 anak sungai dengan panjang sungai seluruhnya 1.397.34 km; dimana sepanjang 92 km

diantaranya merupakan panjang aliran sungai. Sungai Cimanuk dengan 58 buah anak

Tabel 2. Sebaran kedalaman efektif tanah di wilayah studi

No	Kedalaman efektif (cm)	Luas (ha)	(%)
1	<30	15.839	5,16
2	30-60	88.327	28,82
3	60-90	95.356	31,11
4	>90	106.997	34,91
Jumlah		306.519	100,00

Sumber : BAPEKA Garut (2001)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Longsor pada Wilayah Penelitian

Berdasarkan hasil pengamatan pada 32 titik longsor, terdapat 2 karakteristik longsor yang ditemui, yaitu 1). gelinciran tanah (*earth flow*) (30 kasus atau 94%), dan 2). Penurunan muka tanah/*amblesan* (*subsidence*) (2 kasus atau 6%). Wilayah pengamatan meliputi tiga kecamatan di

Kabupaten Garut yaitu Kecamatan Banjarwangi, Kecamatan Singajaya dan Kecamatan Peundeuy. Lokasi dan tipe tanah dapat dilihat pada Tabel 3 dengan uraian lokasi di setiap kecamatan yang terdiri dari beberapa kampung dan dilengkapi pula dengan jumlah kasus yang terjadi. Kasus gelinciran tanah termasuk kasus tertinggi yang terjadi, dibandingkan dengan kasus penurunan tanah.

Tabel 3. Lokasi dan tipe tanah longsor di wilayah penelitian

No	Tipe tanah longsor	Lokasi	Jumlah kasus
1	<i>Earth flow</i>	Kec. Banjarwangi: Kp. Wanahayu, kp. Padahurip, Kp. Genteng (3 titik), Kp. Singkur, Kp. Jabeng (3 titik), Kp. Kadulempeng, Kp. Jajawai, Kp. Cibangkong, Kp. Ciparai, Kp. Pasir Kondang, Kp. Sindang Panon, Kp. Ciwayang, Kp. Mekartani (2 titik), Kp. Sukawangi dan Kp. Pancasura (2 titik).	21
		Kec. Singajaya: Kp. Cibeureum (2 titik), Kp. Cibitung, Kp. Cikadu dan Kp. Cipari	5
		Kec. Peundeuy: Kp. Cikupa, Kp. Toblong, Kp. Cinambo dan Kp. Secang	4
2	<i>Subsidence</i>	Kec. Banjarwangi: Kp. Jabeng dan Kp. Cilangari	2

Sumber: Diolah dari data primer

Gelinciran tanah yang terjadi di lokasi penelitian disebabkan oleh peningkatan beban tanah yang terdapat pada lereng perbukitan yang terjal. Proses ini dimulai dari pembukaan lahan untuk kegiatan bercocok tanam dan membangun infrastruktur (rumah dan jalan) selanjutnya diikuti aktivitas lain seperti mengolah tanah, mengaliri air (untuk sawah) dan memotong lereng. Saat musim hujan tanah ini tidak mampu lagi menahan beban yang

terdapat di atasnya, disamping itu mekanisme dari dalam tanah ikut mendorong terjadinya gelinciran tanah, yaitu adanya tanah yang kedap air sehingga membuat badan lereng bergerak ke bawah (akibat bertambahnya beban). Subhan (2006) menuliskan bahwa penyebab utama terjadinya penurunan daya tahan geser tanah akibat akumulasi beban yang terdapat pada permukaan tanah. Arsjad dan Hartini (2014) menyatakan bahwa

kepadatan penduduk juga menjadi salah satu faktor yang berpotensi terhadap terjadinya tanah longsor, dan penduduk miskin dengan tingkat kerawanan fisik longsor.

Keadaan wilayah di sekitar lokasi kejadian longsor (zona longsor) dapat dikategorikan menjadi 3 kondisi, yaitu rawan longsor, potensial dan stabil. Menurut Ramadhani dan Idajati (2017) membuat peta tingkat bahaya bencana longsor pada kawasan lereng gunung dengan tingkatan bahaya rendah, sedang

dan tinggi. Faizana *et al.* (2015) juga membuat pemetaan risiko bencana dengan tahapan peta ancaman, kerentanan, kapasitas dan risiko bencana. Sedangkan Kurniawan (2008) membagi potensi longsor menjadi 4 tingkatan yaitu tinggi, sedang, rendah dan sangat rendah. Hal ini akan menggambarkan bagaimana potensi bahaya khususnya longsor terjadi pada daerah penelitian. Sehingga mitigasi bencana penataan tata ruang, pengurangan resiko bencana dapat dicapai lewat pembacaan peta longsor ini.

Tabel 4. Karakteristik zona longsor di lokasi penelitian

No	Karakteristik	Zona longsor		
		Rawan	Potensial	Stabil
1	Retakan-retakan tanah pada tapak di sekitar lokasi tanah longsor	Sangat jelas	Terlihat (tidak nyata)	Tidak terlihat
2	Keadaan dan panjang lereng di sekitar lokasi tanah longsor	Relatif seragam	Seragam	Relatif bervariasi
3	Jejak erosi sekitar lokasi longsor	Intensif	rendah	Tidak terlihat
4	Gawir longsor	Terlihat	Terlihat	Tidak terlihat
5	Keadaan vegetasi	Pohon tumbuh miring searah lereng	-	-
6	Aktivitas masyarakat di bagian atas lereng	Intensif	Intensif	rendah
7	Kejadian longsor (baru sekali terjadi/sering)	Sering terjadi	Baru terjadi	-
8	Sumber air tanah di lokasi tanah longsor	Banyak muncul terutama di musim hujan	Banyak muncul terutama di musim hujan	Tidak terlihat

Sumber: diolah dari data primer

Erosi yang terjadi ini diakibatkan oleh kekuatan jatuh butir hujan dan tingginya aliran permukaan. Hal lain yang perlu mendapat perhatian adalah banyaknya sumber air yang muncul di tebing-tebing perbukitan. Mata air ini secara terus menerus mengeluarkan air. Menurut masyarakat sumber air ini akan meningkat pada musim penghujan dan menurun secara berangsur pada musim kemarau.

Kondisi zona yang cukup stabil terhadap longsor dapat berubah menjadi rawan

apabila aktivitas yang mendukung kejadian bertambah besar. Semakin tahun kejadian bertambah besar akibat bertambahnya aktivitas memotong lereng, membuka lahan untuk kegiatan pertanian dan pembangunan infrastruktur. Fungsi suatu daerah seperti merupakan wilayah pemukiman dan dekat dengan infrastruktur jalan, maka memiliki tingkat kerawanan yang tinggi (Putra 2014).

Tabel 5. Kondisi zona longsor pada lokasi penelitian

No	Karakteristik Zona longsor	Lokasi	Jumlah kasus	%
1	Stabil	Kp. Genteng, Kp. Jabeng I dan II, Kp. Cikadu, Kp. Cipari, Kp. Mekartani, Kp. Cinambo, Kp. Jajawai, Kp. Cilangari, Kp. Pasirkondang dan Kp. Pancasura	11	34
2	Potensial	Kp. Wanahayu, Kp. Padahurip dan Kp. Kadulempeng	3	9
3	Rawan	Kp. Singkur, Kp. Jabeng III, Kp. Cibeureuem I dan II, Kp. Cibitung, Kp. Cikupa, Kp. Toblong, Kp. Secang, Kp. Cibangkong, Kp. Ciparai, Kp. Sindang Panon, Kp. Pancasura I dan II, Kp. Mekartani II, Kp. Ciludian, dan Kp. Jayamukti	18	57

Sumber: diolah dari data primer

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

1. Ditemukan 2 tipe tanah longsor (*landslide*) pada lokasi penelitian yaitu gelinciran tanah (*earth flow*) dan penurunan muka tanah/*amblesan* (*subsidence*). Berdasarkan hasil temuan sebanyak 94% merupakan gelinciran tanah.
2. Berdasarkan pengamatan terhadap 3 kecamatan rawan tanah longsor di Kabupaten Garut, kejadian longsor tertinggi di Kecamatan Banjarwangi sebanyak 23 kasus (72%) diikuti Kecamatan Singajaya 6 kasus (18%) dan Kecamatan Peundeuy 4 kasus (10%).
3. Hasil identifikasi terdapat 57% kondisi zona longsor yang termasuk dalam kategori rawan terjadi longsor.

Saran

Untuk lebih meningkatkan validasi model penentuan faktor utama penyebab longsor di Kabupaten Garut perlu menambah jumlah sampel pengamatan tanah longsor yang bertujuan untuk meningkatkan akurasi hasil penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Arsjad ABSM. 2012. *Identification of potential landslide risk through remote sensing techniques and GIS*

in Cianjur distric West Java. Geomatic research division. Bakosurtanal. Cibinong.

Arsjad ABSM dan Hartini S. 2014. Analisis potensi risiko tanah longsor di Kabupaten Ciamis dan Kota Bajar, Jawa Barat. *Majalah Ilmiah Globe*. 16(2):166-172.

[BAPEKA] Badan Perencanaan Kabupaten Garut. 2001. *Data Biofisik dan Penggunaan Lahan di Kabupaten Garut*. Garut.

Faizana F, Nugraha AL, Yuwono BD. 2015. Pemetaan risiko bencana tanah longsor Kota Semarang. *Jurnal Geodesi Undip*. 4(1):223-234.

Kurniawan L. 2008. Kajian penilaian tanah longsor Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*. Vol. 10 No. 2: 90-98.

Putra EH. 2014. Identifikasi daerah rawan longsor menggunakan metode *smorph-slope morphology* di Kota Manado. *Jurnal Wasian*. 1(1):1-7.

Ramadhani NI dan Idajati H. 2017. Identifikasi tingkat bahaya bencana longsor, Studi kasus: Kawasan Lereng Gunung Lawu, Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah. *Jurnal Teknik ITS*. 6(1):C87-C90.

Subhan. 2006. Identifikasi dan penentuan faktor-faktor utama penyebab tanah longsor di Kabupaten Garut, Jawa Barat. [tesis]. IPB-Bogor.