

PERAN DATA MIKROSEISMIK DAN GEOLOGI UNTUK ANALISIS POTENSI LONGSOR DAERAH CINOMATI, KECAMATAN PLERET – DLINGO, KABUPATEN BANTUL, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Tyas Aditama¹, Al Hussein Flowers Rizqi², Fatimah³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral,

Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

e-mail: *¹tyasaditama55@gmail.com, ²alhussein@sttnas.ac.id, ³fatimah@itny.ac.id

Abstrak

Tanah longsor yang terjadi pada bulan Maret 2017 dan Januari 2020 di Jalan Cinomati menyebabkan jalan yang menghubungkan Kecamatan Pleret dan Kecamatan Dlingo tertimbun material. Daerah ini dikontrol oleh kemiringan lereng yang curam dengan litologi penyusun adalah batuan piroklastik serta terdapat segmen Sesar Opak berupa sesar geser mengkanan, sehingga menjadikannya daerah yang rentan akan longsor. Faktor-faktor ini yang menyebabkan perlunya zonasi rawan longsor. Potensi rawan longsor ditentukan dengan metode deskripsi kuantitatif menggunakan data mikroseismik yaitu: frekuensi dominan, PGA, dan amplifikasi serta data geologi yaitu: persebaran litologi, struktur geologi, tataguna lahan, dan kelerengan. Data tersebut diberi bobot menggunakan Analytical Hierarchy Process (AHP). Dari pembobotan tersebut didapatkan bobot tertinggi merupakan kemiringan lereng dan terendah yaitu PGA, kemudian ditampalkan (overlay) menggunakan aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) yang menghasilkan peta kerawanan longsor. Daerah penelitian terbagi atas 3 tingkat kerawanan longsor yaitu: (1,28-2,24), sedang (2,25-3,19), dan tinggi (3,20-4,14).

Kata kunci— Cinomati, Longsor, Sesar Opak, AHP, SIG

Abstract

Landslides occurred in March 2017 and January 2020 on Cinomati street that connected Pleret and Dlingo Districts which is buried by materials. This area is controlled by a steep slope, consisted by lithology of pyroclastic rocks and the segments of the Opak Fault in the form of a dextral slip fault, thus the area is prone to landslides. The aim of this research is to determined and analyze of landslide vulnerable in Cinomati area, Bantul regency, Yogyakarta. Landslide-prone potential was determined by quantitative descriptive method using microseismic data, namely; dominant frequency, PGA, and amplification as well as geological data consisting of: rock distribution, geological structure, land use, and slope. The data is weighted using Analytical Hierarchy Process (AHP). From this weighting, the highest weight is on slope and the lowest is PGA. These parameters then overlaid using the Geographic Information System (GIS) application which produces a landslide hazard map. The research area is divided into 3 levels of landslide susceptibility: low (1.28-2.24), moderate (2.25-3.19), and high (3.20-4.14).

Keywords— Cinomati, Landslides, Opak Fault, Analytical Hierarchy Process, GIS

1. PENDAHULUAN

Wilayah Indonesia secara geologi, meteorologi, dan klimatologi rawan akan terjadinya bencana alam. Keberadaan tumbukan lempeng menimbulkan patahan-patahan, gempa bumi, dan merubah relief muka bumi menjadi bervariasi [1]. Indonesia sering mengalami bencana alam seperti kekeringan, banjir, tanah longsor, letusan gunung berapi, dan bencana gempa bumi serta tsunami. Kenampakan muka bumi yang bervariasi dengan iklim tropis menyebabkan sering terjadi bencana longsor di beberapa daerah. Tanah longsor adalah suatu peristiwa alam yang pada saat ini frekuensi kejadiannya semakin meningkat [2].

Longsor adalah proses alam yang terpengaruh gaya gravitasi bumi, lereng yang tidak stabil, dan batuan kedap air sebagai bidang gelincir bagi tubuh tanah atau batuan yang ada di atasnya [3]. Varnes (1978) [4] menerapkan istilah longsor ini untuk seluruh jenis gerakan tanah. Longsor dipengaruhi faktor alam yaitu kemiringan lereng, tingginya curah hujan, kondisi tanah, batuan, vegetasi [5], juga faktor manusia seperti tataguna lahan. Kondisi tersebut saling mempengaruhi sehingga mengakibatkan kondisi lereng yang memiliki kecenderungan untuk bergerak [6]. Adanya getaran juga dapat memicu tanah longsor [7]. Getaran dapat diakibatkan gempa bumi, getaran mesin, maupun getaran lalu lintas kendaraan. Tanah longsor adalah bencana alam yang dapat menimbulkan berbagai kerugian materi bahkan menelan korban jiwa.

Daerah Istimewa Yogyakarta adalah salah satu daerah di Indonesia yang memiliki kasus tanah longsor yang tergolong tinggi [8]. Selama tahun 2015, kejadian longsor pernah menimpa dan merusak rumah warga di Kecamatan Dlingo dan Imogiri [9]. Longsor juga terutama terjadi pada daerah dengan lereng terjal salah satunya pada Kecamatan Pleret, Kabupaten Bantul [10]. Telah terjadi beberapa kali kejadian tanah longsor di daerah Pleret. Pada bulan Maret 2017, longsor menutup jalur Cinomati [11]. Pada bulan Januari 2020, longsor menutup separuh badan jalan penghubung Kecamatan Pleret dan Kecamatan Dlingo [12]. Daerah ini memiliki lereng curam dan litologi penyusunnya adalah batuan sedimen dan batuan vulkanik yang terkekarkan secara intensif. Kondisi tersebut sangat memungkinkan terjadinya gerakan tanah atau longsor [13]. Longsor umumnya terjadi pada kemiringan lereng $>25\%$ dengan massa yang bergerak berupa tanah residual, endapan koluvial dan batuan vulkanik yang lapuk [14].

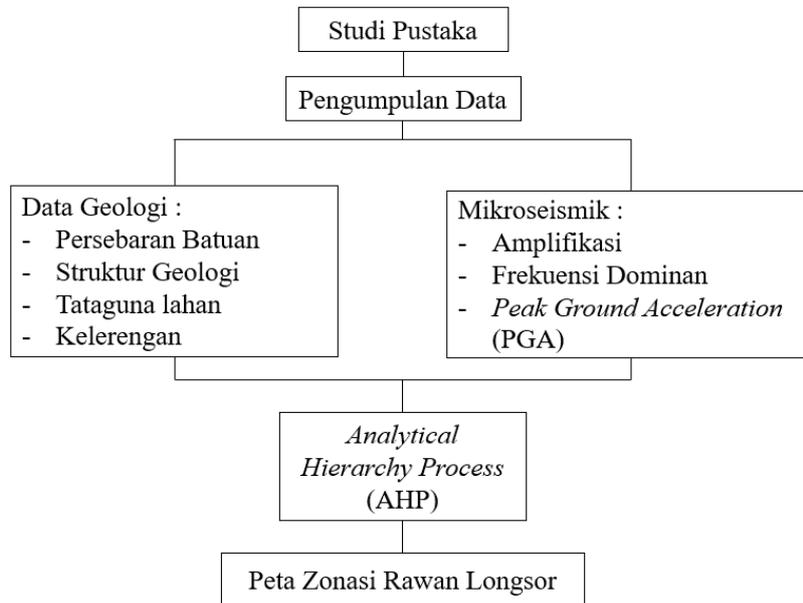
Dalam penelitian ini dilakukan pemodelan potensi daerah rawan longsor menggunakan analisis keruangan Sistem Informasi Geografis (SIG) pada faktor pemicu tanah longsor yang telah dilakukan pembobotan dengan *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah mengetahui sebaran daerah rawan longsor, dan sebagai upaya mitigasi dan kesiapsiagaan menghadapi bencana tanah longsor. Selain itu penelitian ini dapat diaplikasikan dalam perencanaan tataruang berbasis kebencanaan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian mengenai zona rawan longsor ini bersifat deskriptif kuantitatif menggunakan teknik *Overlay*. Data yang digunakan merupakan data sekunder berupa data pengukuran mikroseismik dan peta geologi yang digunakan untuk memperoleh persebaran batuan dan keberadaan struktur geologi. *Database* berupa data topografi, data tatagunalahan serta data *Digital Elevation Model* (DEM) didapatkan dari BIG (Badan Informasi Geospasial) yang diolah menggunakan aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) yang menghasilkan peta kemiringan lereng, dan peta tatagunalahan. Seluruh data ditampilkan menggunakan aplikasi SIG kemudian dilakukan pembobotan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP).

Setiap parameter penentu kerawanan longsor dibobot menggunakan metode AHP. Metode pembuatan keputusan multikriteria yang sangat kompleks diterjemahkan dengan susunan hirarki, dilakukan dengan mengubah variabel kedalam angka-angka berdasarkan skala perbandingan berpasangan [15]. Angka-angka ini menunjukkan besar pengaruh antara suatu variabel dengan variabel lain terhadap kerawanan longsor. Angka-angka disajikan dalam bentuk matriks perbandingan berpasangan untuk menghitung bobot prioritasnya [16]. Penentuan angka

di dalam matriks didasarkan pada logika teoritis, penelitian terdahulu yang terkait dengan kerawanan longsor yang menggunakan parameter serupa.



Gambar.1 Diagram alir penelitian

Tabel 1. Skala Pembobotan [15]

Skala	Unsur yang dibandingkan
1	<i>Equally important</i> (sama penting)
3	<i>Moderately more important</i> (sedikit lebih penting)
5	<i>Strongly more important</i> (lebih penting)
7	<i>Very strongly more important</i> (sangat penting)
9	<i>Extremely more important</i> (mutlak lebih penting)
2,4,6,8	<i>Intermediate values</i> (nilai yang berdekatan)

Parameter pengontrol untuk kerawanan longsor yang digunakan dalam kajian ini adalah kemiringan lereng, persebaran batuan, keberadaan struktur geologi, amplifikasi seismik, dan penggunaan lahan. Parameter dan variabel yang digunakan dibobot menggunakan AHP. Bobot parameter kemudian dijadikan faktor pengali untuk masing-masing bobot variabel yang diperoleh. Bobot-bobot tersebut kemudian dijumlahkan untuk memperoleh indeks kerawanan longsor di daerah penelitian [17]. Kerawanan longsor dikelompokkan menjadi 3 kelas, yaitu kerawanan longsor rendah, kerawanan longsor sedang, dan kerawanan longsor tinggi [18].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1.1. Geologi

Kelerengan daerah Cinomati yang tercermin dari data DEM adalah persentase kemiringan lereng. Persentase kemiringan lereng di Cinomati terbagi ke dalam 5 kelas (Tabel 2). Pada daerah Cinomati memiliki nilai kemiringan tertinggi pada 49% dan terendah pada 1.5%. Persebaran kemiringan lereng di daerah Cinomati pada bagian tengah didominasi kemiringan lereng landai – sangat curam (15-49%). Pada sisi timur dan barat memiliki kelerengan yang

lebih landai (1,5-15%). Semakin tinggi nilai kemiringan lereng menyebabkan resiko rawan longsor semakin tinggi pula. Kerawanan longsor ini diakibatkan oleh pengaruh gaya gravitasi yang berkerja terhadap material di lereng semakin besar [20].

Tabel 2. Klasifikasi Kemiringan Lereng [19]

Kemiringan	Kelas Lereng	Satuan Morfologi	Bobot
0-8	Datar	Dataran	1
>8-15	Landai	Perbukitan berelief halus	2
>15-25	Agak Curam	Perbukitan berelief sedang	3
>25-45	Curam	Perbukitan berelief kasar	4
>45	Sangat Curam	Perbukitan berelief sangat kasar	5

Jenis litologi (batuan) didapatkan 3 (tiga) satuan batuan yang merupakan batuan produk vulkanik yaitu satuan tuf lapilli tersusun oleh tuf, batulempung tufan, batupasir tufan, breksi batuapung, breksi tuf, breksi gunung api, dan lava bantal [13]. Kemudian secara selaras terendapkan satuan tuf dengan litologi penyusun satuan ini adalah tuf lapili, batupasir kerikilan dan batupasir tufan [21]. Di atasnya terendapkan secara selaras satuan breksi andesit yang tersusun oleh breksi andesit dengan fragmen berupa batuan beku andesit dan matriks berupa batupasir. Pada satuan ini ditemukan juga lava andesit secara setempat [22]. Berdasarkan kekuatannya satuan tuf memiliki ketahanan terhadap longsor paling rendah, kemudian satuan tuf lapilli, dan satuan breksi andesit yang paling tahan. Ketahanan terhadap longsor ini dikontrol oleh perbedaan resistensi dari batuan.

Terdapat beberapa patahan (sesar) berupa sesar geser tersebar didaerah Cinomati, khususnya terdapat pada satuan tuf dan satuan tuf lapilli [20]. Tidak adanya sesar pada satuan breksi andesit kemungkinan akibat adanya perbedaan kekuatan dari batuan. Sesar merupakan suatu bidang rekahan yang telah mengalami pergeseran yang dapat diamati kasat mata [23]. Daerah yang dekat dengan keberadaan struktur merupakan wilayah yang rentan terhadap longsor. Kerentanan terhadap longsor ini diakibatkan oleh adanya kekar-kekar atau retakan yang diakibatkan oleh gaya yang memicu terjadinya patahan. Adanya bidang lemah pada batuan tersebut akan mengurangi kekuatan massa batuan yang dapat berperan sebagai jalur masuk air yang mengakibatkan rekahan tarik (*tensile crack*) pada batuan tersebut sehingga mengakibatkan *safety factor* dari lereng berkurang [24]. Semakin jauh dari struktur memiliki ketahanan yang lebih terhadap kemungkinan terjadinya longsor.

Tatagunalahan daerah Cinomati terbagi kedalam 5 jenis yaitu tegalan dan tanah terbuka, pemukiman sawah dan kolam, perkebunan, hutan sejenis dan hutan tak sejenis. Tegalan dan tanah terbuka adalah wilayah yang yang paling rawan terhadap longsor. Penyebab kerawanan pada daerah ini adalah sangat rawan terhadap erosi. Parameter berikutnya adalah pemukiman, sawah, dan kolam, perkebunan, dan hutan sejenis. Hutan tak sejenis merupakan daerah yang paling tahan terhadap longsor karena daerah ini tahan terhadap erosi [14].

1.2. Mikroseismik

Persebaran nilai frekuensi dominan daerah Cinomati termasuk dalam 3 kelas, yaitu jenis II, III, dan VI [25]. Jenis II memiliki nilai frekuensi dominan 4-6,7 Hz merupakan daerah dengan ketebalan sedimen 5 sampai 10 meter. Jenis III memiliki rentang nilai 2,5 hingga 4 Hz yang merupakan daerah dengan ketebalan sedimen 10 hingga 30 meter. Jenis IV memiliki nilai frekuensi dominan kurang dari 2,5 Hz, yang merupakan daerah dengan ketebalan sedimen diatas

30 meter [26]. Semakin tebal lapisan sedimen membuat daerah tersebut lebih rentan terhadap longsor.

Nilai amplifikasi daerah Cinomati berada pada rentang 1-1,8 kali. Peristiwa amplifikasi menyebabkan amplitudo suatu gelombang seismik semakin meningkat. Akibat dari meningkatnya amplitudo dari gelombang ini mengakibatkan efek merusak yang dihasilkan menjadi semakin tinggi, sehingga ketika terjadi gempa bumi atau adanya gelombang yang merambat membuat daerah tersebut menjadi rawan akan terjadinya longsor. Pada daerah Cinomati memiliki nilai amplifikasi yang rendah, hal ini diinterpretasikan karena daerah Cinomati memiliki sedimen yang tipis, yang didominasi oleh batuan vulkanik.

Nilai PGA permukaan berada pada rentang nilai 1,15-1,25 g di Cinomati dipengaruhi oleh keberadaan sesar opak dan patahan-patahan minor di daerah Cinomati. Nilai PGA permukaan daerah Cinomati disebabkan karena dekat dengan sumber gempa pada Sesar Opak yang berada di bagian barat Cinomati sehingga menerima guncangan paling besar. Semakin tingginya nilai PGA menunjukkan semakin besarnya guncangan yang terjadi di permukaan. Apabila terjadi guncangan besar atau gempabumi sehingga mengurangi kestabilan lereng dan memicu longsor.

1.3. Pembobotan

Pembobotan terhadap parameter dan variabel yang mempengaruhi bencana longsor dilakukan menggunakan metode AHP. Metode AHP ini dilakukan dengan mengumpulkan parameter kemiringan lereng, litologi, struktur geologi, tatagunalahan, frekuensi dominan, amplifikasi, dan PGA. Proses pembobotan ini dilakukan berdasarkan tingkat pengaruh terhadap longsor. Semakin tinggi nilai bobot menunjukkan tingginya pengaruh parameter tersebut terhadap bencana longsor.

Tabel 2. Perbandingan Parameter Pembuatan Peta Kerawanan Longsor

	A	B	C	D	E	F	G
Kelerengan (A)	1.00	5.00	3.00	2.00	4.00	5.00	6.00
Litologi (B)	0.20	1.00	0.50	0.33	0.50	2.00	3.00
Struktur Geologi (C)	0.33	2.00	1.00	0.33	3.00	2.00	2.00
Tatagunalahan (D)	0.50	3.00	3.00	1.00	3.00	5.00	5.00
Amplifikasi (E)	0.25	2.00	0.33	0.33	1.00	3.00	2.00
Frekuensi Dominan (F)	0.20	0.50	0.50	0.20	0.33	1.00	2.00
PGA (G)	0.17	0.33	0.50	0.20	0.50	0.50	1.00
Σ	2.65	13.83	8.83	4.40	12.33	18.50	21.00

Tabel 3. Normalisasi Parameter Pembuatan Peta Kerawanan Longsor

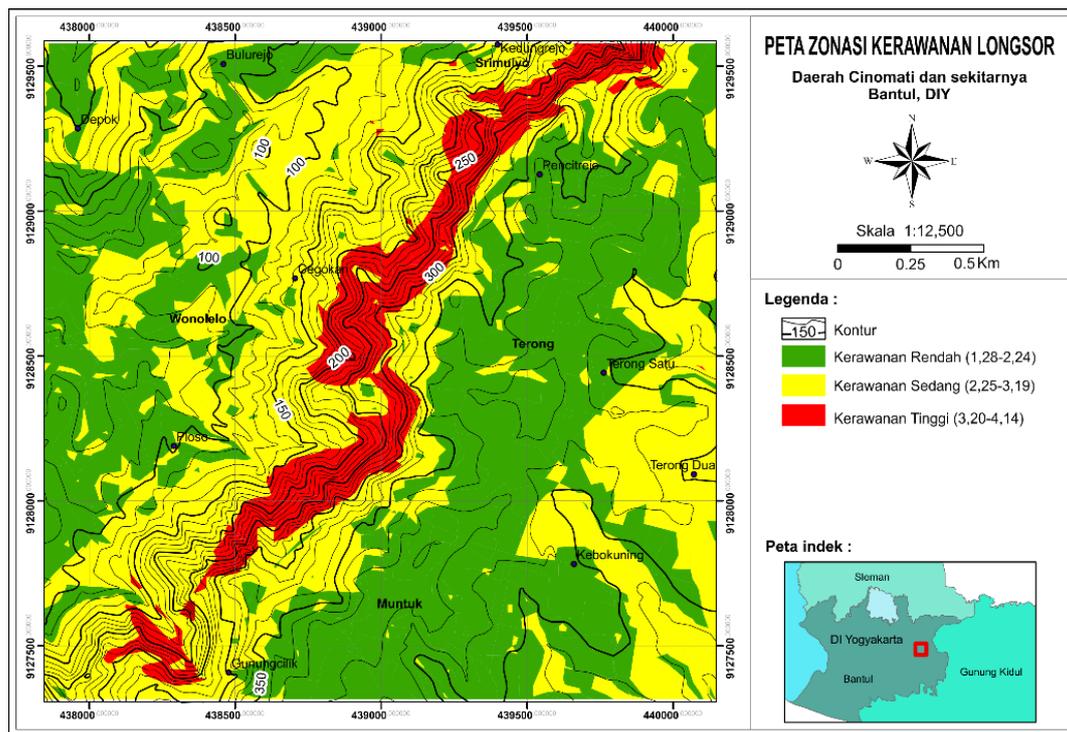
	A	B	C	D	E	F	G	Σ	Bobot
Kelerengan (A)	0.38	0.36	0.34	0.45	0.32	0.27	0.29	2.41	0.34
Litologi (B)	0.08	0.07	0.06	0.08	0.04	0.11	0.14	0.57	0.08
Struktur Geologi (C)	0.13	0.14	0.11	0.08	0.24	0.11	0.10	0.91	0.13
Tatagunalahan (D)	0.19	0.22	0.34	0.23	0.24	0.27	0.24	1.72	0.25
Amplifikasi (E)	0.09	0.14	0.04	0.08	0.08	0.16	0.10	0.69	0.10
Frekuensi Dominan(F)	0.08	0.04	0.06	0.05	0.03	0.05	0.10	0.39	0.06
PGA (G)	0.06	0.02	0.06	0.05	0.04	0.03	0.05	0.30	0.04
Σ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	7.00	1.00

Untuk mengetahui tingkat konsistensi dari bobot yang dihasilkan dilakukan perhitungan nilai konsistensi indeks (CI) dan konsistensi rasio (CR). Nilai konsistensi indeks yang dihasilkan pada daerah Cinomati yaitu 0,072 dan nilai konsistensi rasio pada daerah Cinomati yaitu 5,4%. Nilai ini menunjukkan bahwa nilai bobot yang didapatkan dianggap konsisten karena memenuhi syarat AHP.

1.4. Daerah Rawan Longsor

Peta kerawanan longsor didapatkan dengan melakukan *overlay* ke tujuh parameter yang berpengaruh terhadap longsor menggunakan aplikasi GIS. Hasil perpotongan setiap variabel dikalikan dengan bobot yang didapatkan pada tabel 3. Hasil perkalian tersebut kemudian dijumlahkan untuk mendapatkan nilai indeks kerawanan longsor. Nilai kerawanan longsor terendah adalah 1,28 dan kerawanan tertinggi pada nilai 4,14. Sesuai dengan Permen PU No. 22/PRT/M/2007 dibagi menjadi tiga kelas kerawanan, yaitu rendah (1,28-2,24), sedang (2,25-3,19), dan tinggi (3,20-4,14) (Gambar 2).

Daerah dengan kerawanan longsor tinggi berada pada bagian tengah tepatnya pada Desa Terong, Muntuk dan Srimulyo yang ditunjukkan dengan warna merah pada gambar 2. Kerawanan longsor yang tinggi pada daerah ini diakibatkan oleh kemiringan lereng sedang hingga sangat curam (25-49%) yang mengakibatkan gaya gravitasi yang berkerja pada material yang ada pada lereng tersebut lebih besar. Secara umum wilayah ini berupa semak belukar dan tegalan serta termasuk dalam satuan tuf Semilir yang berupa batuan vulkanik halus sehingga mudah mengalami erosi. Pengaruh struktur geologi dan nilai PGA yang tinggi ini mengakibatkan daerah ini rawan akan adanya guncangan.



Gambar 2. Peta Zonasi Rawan Longsor.

Pada bagian berwarna kuning dalam (Gambar 2) dengan kemiringan lereng 15% – 25% sehingga dikategorikan sebagai daerah rawan longsor pada tingkat menengah yang meliputi daerah Cegokan, Srimulyo, Gunungcilik dan Kedungrejo. Daerah ini diisi oleh persawahan, ladang, dan pemukiman.

Daerah dengan tingkat rawan longsor yang rendah dengan kemiringan berada pada daerah berwarna hijau dengan (Gambar 2), tepatnya pada daerah Terong, Bulurejo, Ploso dan Muntuk yang memiliki kemiringan lereng yang agak landai dengan nilai 1,5% - 15%. Kemiringan lereng yang merupakan faktor dominan yang menyebabkan longsor sehingga semakin besar nilai kelerengannya semakin besar pula potensi terjadinya longsor tersebut.

4. KESIMPULAN

Penentuan Zona kerentanan longsor di daerah penelitian dengan menggunakan metode AHP menghasilkan 3 tingkat kerentanan, yaitu rendah (1,28-2,24), sedang (2,25-3,19), dan tinggi (3,20-4,14). Faktor yang paling berpengaruh adalah aspek kemiringan lereng sehingga semakin tinggi nilai kelerengannya (lebih dari 25%) akan semakin memungkinkan untuk terjadinya gerakan tanah.

5. SARAN

Penelitian lebih baik jika dilakukan dengan pengambilan data data primer secara langsung di lapangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

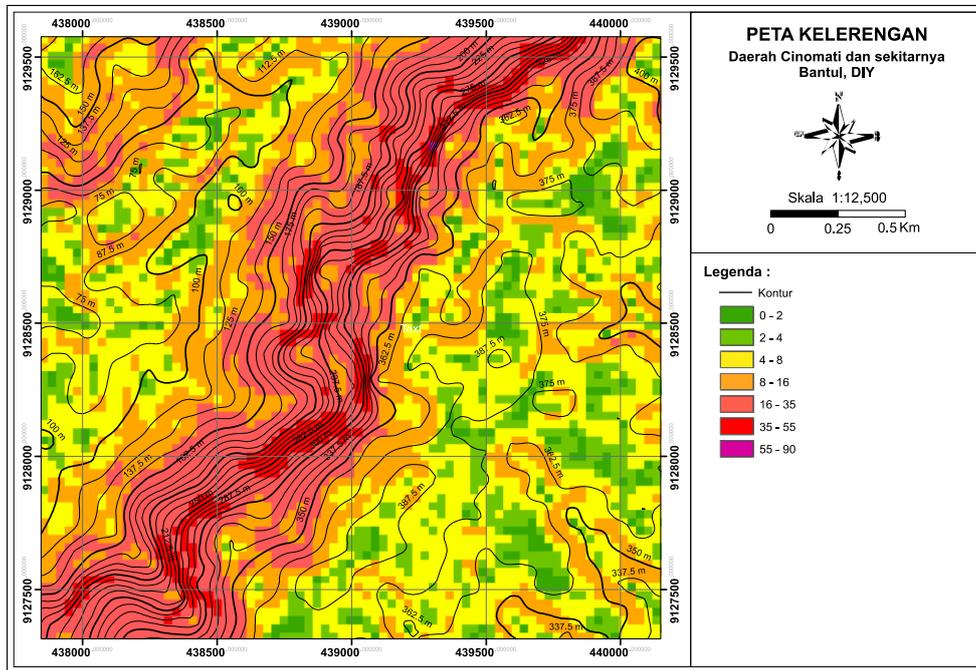
Peneliti mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Kemendikbud atas pendanaan yang diberikan pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

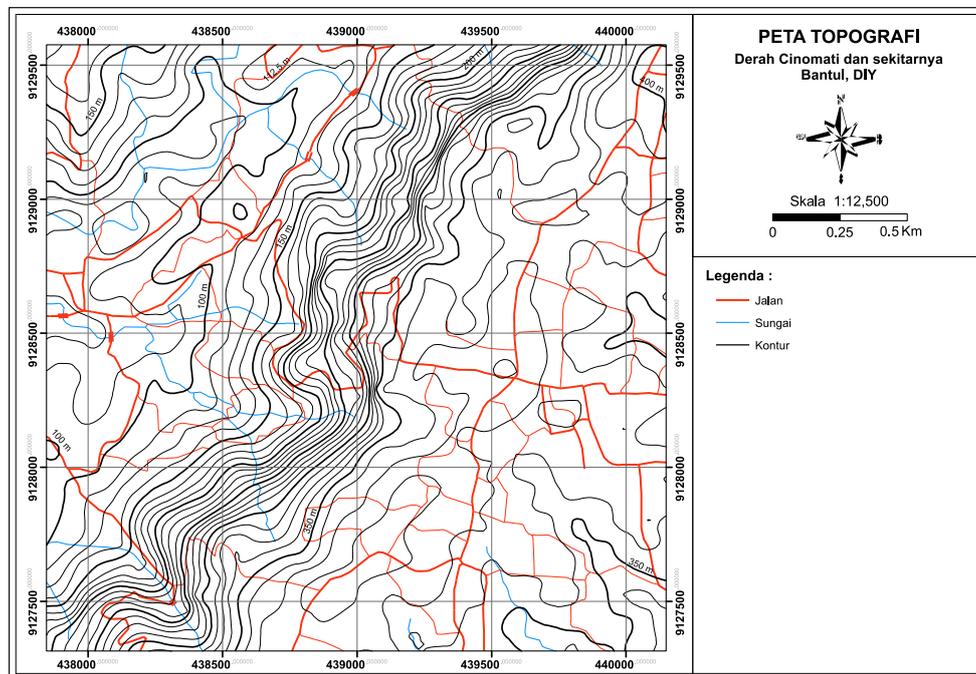
- [1] Sudibyakto. (2009). Pengembangan Sistem Perencanaan Manajemen Risiko Bencana di Indonesia. *Jurnal Kebencanaan Indonesia* Volume 2 Nomor 1: Yogyakarta: PSBA Universitas Gadjah Mada
- [2] Subowo, E. (2003). *Pengenalan Gerakan Tanah*. Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral. Bandung.
- [3] Thornbury, W.D. (1969), *Principles of Geomorphology*, John Wiley and Sons Inc., New York, U.S.A.
- [4] Varnes, D. J. (1978). *Slope movement types and processes. Special report, 176*, 11-33
- [5] Hardiyatmo, H. C. (2006). *Penanganan tanah longsor dan erosi*. Gadjah Mada University Press.
- [6] Karnawati, D. (2007). *Mekanisme Gerakan Massa Batuan Akibat Gempabumi; Tinjauan dan Analisis Geologi Teknik*
- [7] Susilo, A., Santoso, D. R., Rachmansyah, A., & Zaika, Y. (2011). Desain Sistem Peringatan Dini Zona Rawan Longsor dengan Penerapan Sensor Kelembaban dan Getaran pada Tanah. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 12(3).
- [8] Nusantara.medcom.id. (2018). 57 kecamatan di DIY Rawan Pergerakan Tanah diakses pada 5 Agustus 2019
- [9] Bpbd.bantulkab.go.id, (2015). diakses dari <https://bpbd.bantulkab.go.id/tag/tanah-longsor/> pada 8 September 2020.
- [10] Nusantara, Y.P., Setianto A. (2015). Pemetaan Bahaya Tanah Longsor Dengan Metode Frequency Ratio di Kecamatan Piyungan dan Pleret, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, *Prosiding Seminar Nasional Kemian*. 15-16 Oktober 2015, GRHA Sabha Prama.
- [11] Okezone.com. (2017). Hujan deras, Tanjakan Cino Mati Bantul Longsor, diakses pada 13 September 2020.

- [12] Tribunjogja. (2020). Tebing di Jalur Cinomati Longsor, Material Longsor Sempat Tutup Separuh Badan Jalan, diakses pada tanggal 24 September 2020.
- [13] Trisnaning, P. T. (2015). Penentuan Tingkat Kerentanan Lereng Dengan Metode Wilson & Keefer di Kecamatan Pleret, Dlingo & Piyungan, Kabupaten Bantul, D.I. Yogyakarta. *Proceeding, Seminar Nasional Kemubian Ke-8*.
- [14] Karnawati, D., (2005), *Bencana Alam Gerakan Massa Tanah di Indonesia dan Upaya Penaggulangannya*, Penerbit Jurusan Teknik Geologi FT Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta.
- [15] Saaty, T. L. (1991). *Some mathematical concepts of the analytic hierarchy process*. *Behaviormetrika*, 18(29), 1-9.
- [16] Makkasau, K., (2013). Penggunaan metode Analytic Hierarchy Process (AHP) dalam penentuan prioritas program kesehatan (studi kasus program Promosi Kesehatan). *J@ ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 7(2), pp.105-112.
- [17] He, H., Hu, D., Sun, Q., Zhu, L. and Liu, Y., (2019). *A landslide susceptibility assessment method based on GIS technology and an AHP-weighted information content method: A case study of southern Anhui, China*. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8(6), p.266.
- [18] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 22/PRT/M/2007 Tahun 2007. Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Bencana Longsor.
- [19] Van Zuidam, R. A. (1983). *Guide to Geomorphologic Aerial Photographic Interpretation and Mapping*. International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation, Enschede, The Netherlands, 325.
- [20] Pramudianti, E. and Hadmoko, D.S., (2013). Analisis Stabilitas Lereng Menggunakan Model Deterministik untuk Zonasi Rawan Longsorlahandi Sub-das Gintung, Kab. Purworejo. *Jurnal Bumi Indonesia*, 1(3).
- [21] Surono. (2009). Litostratigrafi Pegunungan Selatan Bagian Timur Daerah Istimewa Yogyakarta dan Jawa Tengah. *J.S.D.Geol*, 19(3), 31–43.
- [22] Prajasa, R., & Pramumijoyo, S. (2015). Interpretasi Pergerakan Sesar Opak Pasca Gempa Yogyakarta 2006 melalui Pendekatan Studi Geomorfologi Tektonik pada Daerah Wonolelo dan Sekitarnya, Kecamatan Pleret, Kabupaten Bantul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. *Proceeding, Seminar Nasional Kemubian Ke-8*, 1, 163–164.
- [23] Billings, M.P. (1982). *Structural Geology*. 3rd ed. Prentice Hall. New Delhi.
- [24] Sustriani. (2012). Pengaruh Struktur Kekar Terhadap Kestabilan Lereng Dinding Bagian Barat Daya dan Timur Laut Pada Desain Fase 6 Tambang Terbuka Batu Hijau PT Newmont Nusa Tenggara. *Geological Engineering E-Journal*, 5(1), 275–286.
- [25] Kanai, K. (1966). *Improved Empirical Formula for Characteristics of Stray (sic) Earthquake Motions*. Page 1-4 of: *Proceedings of the Japanese Earthquake Symposium*. Not seen. Reported in Trifunac & Brady (1975).
- [26] Putra, M.F.N., (2018). Analisis Site Effect Berdasarkan Data Mikrotremor dan Nilai Peak Ground Acceleration Pada Sesar Opak, Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta.

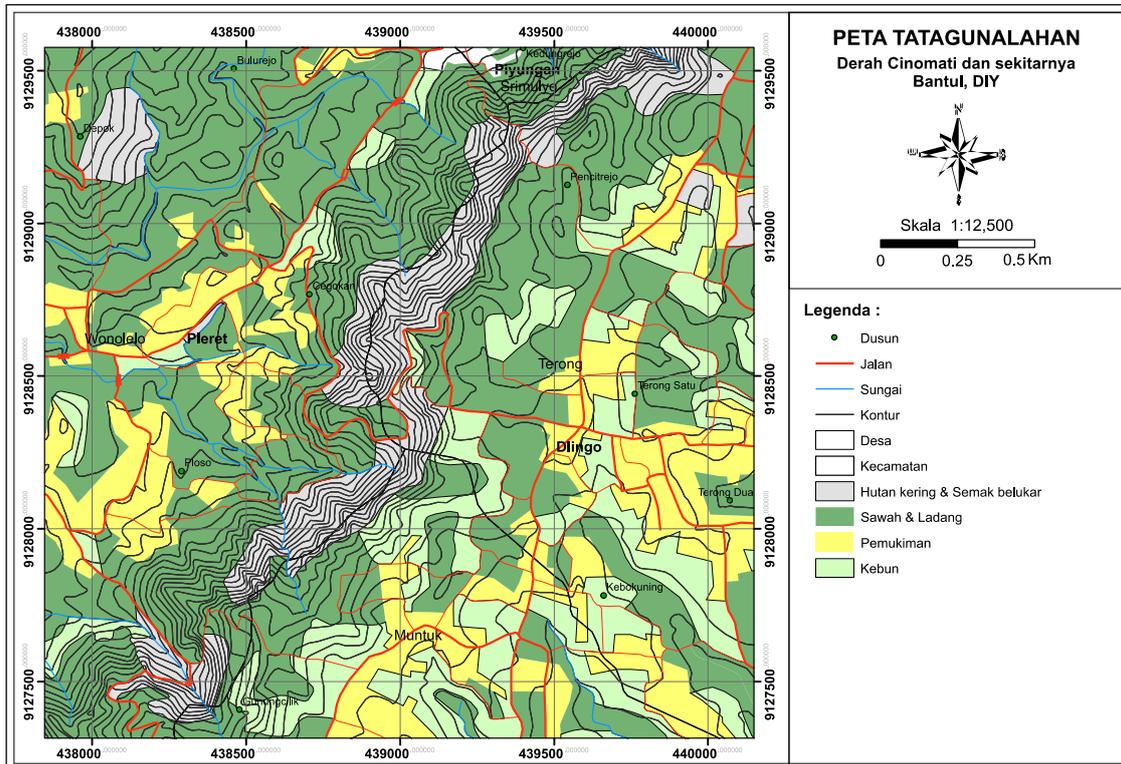
Lampiran



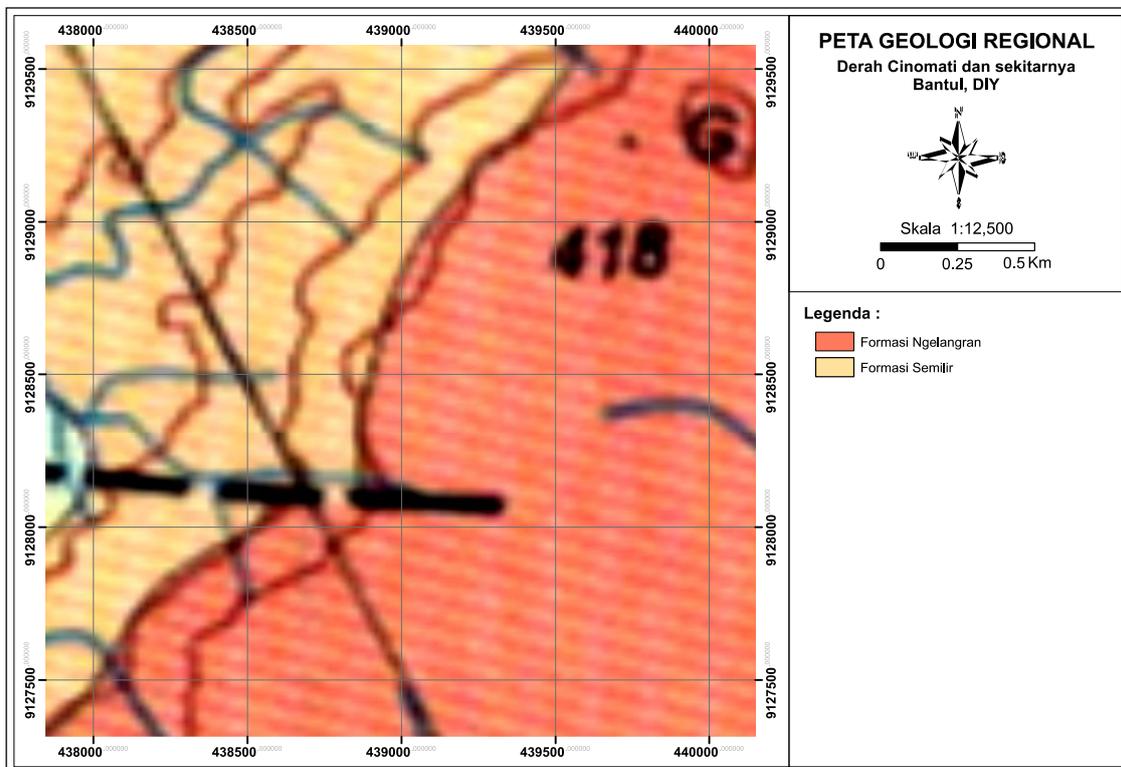
Gambar 1. Peta Kelerengan



Gambar 2. Peta Topografi



Gambar 3. Peta Tata Guna Lahan



Gambar 4. Peta Geologi Regional daerah penelitian

Peran Data Mikroseismik dan Geologi untuk Analisis Potensi Longsor Daerah Cinomati, Kecamatan Pleret – Dlingo, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta
(Tyas Aditama, dkk)