

# IDENTIFIKASI KERENTANAN GERAKAN TANAH BERDASARKAN DATA GEOLOGI DAERAH KALIREJO, KECAMATAN KOKAP, KABUPATEN KULONPROGO, YOGYAKARTA

Rizqi Prastowo<sup>1</sup>, Obrin Trianda<sup>2</sup>, Sely Novitasari<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Teknik Pertambangan, Sekolah Tinggi Teknologi Nasiona, Jl. Babarsari, Depok Sleman, DIY

<sup>2</sup> Jurusan Teknik Geologi, Sekolah Tinggi Teknologi Nasiona, Jl. Babarsari, Depok Sleman, DIY

<sup>3</sup> Jurusan Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Nasiona, Jl. Babarsari, Depok Sleman, DIY

<sup>1</sup>rizqi@sttnas.ac.id

<sup>2</sup> Obrintrianda.lahat@gmail.com

<sup>3</sup>selynovita23@gmail.com

## Abstrak

Desa Kalirejo, Kecamatan Kokap merupakan salah satu daerah rawan gerakan tanah di Kabupaten Kulon Progo. Kondisi lereng yang begitu curam menjadi salah satu penyebab utama di daerah tersebut. Ditambah dengan pemanfaatan lahan yang kurang sesuai, yaitu dengan dibangunnya pemukiman pada lereng-lereng tebing yang curam menambah risiko terjadinya longsor yang dapat menimbulkan korban harta maupun jiwa. Apalagi Kabupaten Kulonprogo merupakan kabupaten yang sedang berkembang salah satunya di bidang pariwisata. Ketersediaan informasi yang lengkap dan akurat mengenai zona kerentanan gerakan tanah beserta kebijakan yang bisa dijadikan dasar dalam setiap aktivitas pengembangan merupakan hal yang sangat diperlukan demi mencegah dan meminimalkan korban jiwa dan dampak ekonomi yang ditimbulkan oleh karena itu untuk dapat mengantisipasi hal-hal tersebut perlu dilakukan pengkajian yang lebih mendalam mengenai potensi bencana gerakan tanah dengan harapan tidak memperparah kondisi pembangunan yang dilakukan di daerah tersebut. Berdasarkan dari hasil pengolahan data didapatkan output berupa peta zona kerentanan gerakan tanah daerah penelitian yang menunjukkan 3 zona kerentanan gerakan tanah, yaitu zona kerentanan gerakan tanah rendah, sedang, tinggi.

**Kata kunci:** Kalirejo, Kerentanan, Gerakan Tanah, Geologi

## Abstract

Kalirejo Village, Kokap Subdistrict is one of mass movement prone area in Kulon Progo Regency. The steep slope condition is one of the main causes in the area. Coupled with inappropriate mass use, namely the construction of settlements on steep cliff slopes increasing the risk of landslides that can cause property and life lost. Moreover, Kulonprogo Regency is a developing district, one of which is in the field of tourism. The availability of complete and accurate information on the vulnerability zones of mass movements along with policies that can be used as a basis for any development activities is very necessary to prevent and minimize the loss of life and economic impacts caused by it to be able to anticipate these things need to be reviewed a deeper understanding of the potential disasters of the mass movement in hopes of not worsening the conditions of development carried out in the area. Based on the results of data processing obtained output in the form of a vulnerability zone map of the study area which shows 3 vulnerability zones of mass movement, namely the low, medium and high mass movement vulnerability zones.

**Keywords:** Kalirejo, Vulnerability, Mass Movement, Geology

## 1. Pendahuluan

Pegunungan Kulon Progo terletak di Jawa Tengah bagian selatan termasuk zona Pegunungan Serayu Selatan bagian timur. Tinggian Kulon Progo dibatasi oleh Sungai Bogowonto yang memisahkan Dataran Purworejo pada bagian barat dan pada bagian timur dibatasi oleh Sungai Progo yang memisahkan Dataran Yogyakarta. Bagian selatan dibatasi oleh Dataran Pantai Selatan Jawa Tengah, sedangkan bagian utara dibatasi oleh Dataran Magelang dan rangkaian gunung api muda Pulau Jawa. Rangkaian Pegunungan Kulon Progo termasuk dalam Zona Selatan Jawa Tengah dan secara keseluruhan merupakan plateu [3].

Gerakan tanah merupakan perpindahan massa tanah atau batuan pada arah tegak, mendatar atau miring dari kedudukan semula, yang terjadi apabila terdapat gangguan kesetimbangan massa tanah atau batuan pada saat itu [2]. Gerakan tanah dapat terjadi pada lereng – lereng, dalam hal ini keadaan lereng yang mantap saat ini dan lereng yang tidak mantap. Lereng yang mantap adalah lereng yang tidak menimbulkan gerakan menurut persyaratan keseimbangan. Ketidakmantapan lereng dapat terjadi setelah dicapai suatu kondisi dimana tegangan (gaya pendorong) yang bekerja pada suatu sistem keseimbangan lebih besar daripada kekuatan yang bekerja sepanjang bidang gelincir (gaya penahan) atau massa tanah/batuannya lebih kecil daripada berat tanah/batuan itu sendiri.

Gerakan tanah merupakan suatu peristiwa alam yang pada saat ini frekuensi kejadiannya semakin meningkat. Fenomena alam ini berubah menjadi bencana alam ketika gerakan tanah tersebut menimbulkan korban baik berupa korban jiwa maupun kerugian harta benda dan hasil budaya manusia. Indonesia yang sebagian wilayahnya berupa daerah perbukitan dan pegunungan, menyebabkan sebagian wilayah Indonesia menjadi daerah yang rawan kejadian gerakan tanah. Intensitas curah hujan yang tinggi dan kejadian gempa yang sering muncul, secara alami akan dapat memicu terjadinya bencana alam gerakan tanah [6].

Gerakan tanah terjadi karena proses alami dalam perubahan struktur muka bumi, yakni adanya gangguan kestabilan pada tanah atau batuan penyusun lereng. Gangguan kestabilan lereng ini dipengaruhi oleh kondisi geomorfologi terutama faktor kemiringan lereng, kondisi batuan ataupun tanah penyusun lereng, dan kondisi hidrologi atau tata air pada lereng. Meskipun gerakan tanah merupakan gejala fisik alami, namun beberapa hasil aktivitas manusia yang tidak terkendali dalam mengeksploitasi alam juga dapat menjadi faktor penyebab ketidakstabilan lereng yang dapat mengakibatkan terjadinya longsor, yaitu ketika aktivitas manusia ini beresonansi dengan kerentanan dari kondisi alam yang telah disebutkan di atas. Faktor-faktor aktivitas manusia ini antara lain pola tanam, pemotongan lereng, pencetakan kolam, drainase, konstruksi bangunan, kepadatan penduduk dan usaha mitigasi. Dengan demikian dalam upaya pembangunan berkelanjutan melalui penciptaan keseimbangan lingkungan diperlukan pedoman penataan ruang kawasan rawan bencana longsor.

Berdasarkan zona kerentanan kerentanan gerakan tanah dapat dibagi menjadi 4 yaitu [4]

1. Zona kerentanan gerakan tanah sangat tinggi, merupakan daerah dengan penjumlahan parameter kemiringan lereng, geologi, struktur geologi dan penggunaan lahan yang memiliki nilai skor dan bobot kepentingan berkisar antara 24 – 29,
2. Zona kerentanan gerakan tanah tinggi, merupakan daerah dengan penjumlahan parameter kemiringan lereng, geologi, struktur geologi dan penggunaan lahan yang memiliki nilai skor dan bobot kepentingan berkisar antara 19 – 23,
3. Zona kerentanan gerakan tanah sedang, merupakan daerah dengan penjumlahan parameter kemiringan lereng, geologi, struktur geologi dan penggunaan lahan yang memiliki nilai skor dan bobot kepentingan berkisar antara 13 – 18,
4. Zona kerentanan gerakan tanah rendah, merupakan daerah dengan penjumlahan parameter kemiringan lereng, geologi, struktur geologi dan penggunaan lahan yang memiliki nilai skor dan bobot kepentingan berkisar antara 6 – 12.

Faktor-faktor yang mempengaruhi gerakan tanah/tanah longsor yaitu berasal dari internal dan eksternal yang mana yang mana keadaan geologi yang sangat mempengaruhinya, yaitu:

1. Faktor internal
  - a. Parameter litologi

Dapat tersusun atas batuan atau soil yang merupakan hasil dari lapukan batuan tersebut. Litologi merupakan faktor yang penting dalam terjadinya gerakan tanah. Litologi dengan tingkat resistensi yang tinggi seperti batuan beku mempunyai kemungkinan yang kecil untuk terjadi gerakan tanah. Sedangkan litologi dengan resistensi yang rendah seperti soil lebih berpotensi untuk terjadi gerakan tanah. Untuk setiap parameter mempunyai nilai atau bobotnya sendiri-sendiri (Tabel 2.1 Parameter litologi [1]).

Tabel 2.1 Parameter litologi [1]

Parameter Litologi	Intensitas Kepentingan	
	Derajat Nilai	Skor
Batuan Vulkanik	Sangat Tinggi	4
Batuan Sedimen	Tinggi	3
Batuan Metamorf	Cukup Tinggi	2
Batuan Beku	Rendah	1

## b. Struktur Geologi

Struktur geologi merupakan zona lemah pada suatu batuan atau litologi. Rekahan yang terjadi mengurangi daya ikat batuan sehingga mengurangi tingkat resistensi batuan tersebut. Selain itu rekahan yang terbentuk juga menjadi jalan tempat masuknya air sehingga pelapukan dan erosi berjalan dengan lebih intensif. Batuan yang terkena struktur cukup intensif mempunyai potensi yang lebih besar untuk terjadinya gerakan tanah (Tabel 2.2 Parameter litologi [1]).

Tabel 2.2. Parameter Struktur Geologi [1]

Parameter Struktur Geologi	Intensitas Kepentingan	
	Derajat Nilai	Skor
< 100 m	Sangat Tinggi	4
100 – 200 m	Tinggi	3
200 – 300 m	Cukup Tinggi	2
300 – 400 m	Rendah	1

## 2. Faktor Eksternal

### a. Parameter Kelerengan

Parameter kelerengan, merupakan tingkat kemiringan yang tercermin dalam morfologi. Semakin besar tingkat kelerengan pada umumnya akan semakin menambah kemungkinan terjadinya gerakan tanah pada suatu daerah. Hal ini juga berhubungan dengan adanya gaya gravitasi yang menarik massa batuan dari atas ke bawah. Semakin tinggi tingkat kelerengan maka batuan akan semakin mudah tertarik ke bawah sehingga mengakibatkan terjadinya gerakan tanah. Untuk setiap parameter mempunyai nilai/bobotnya sendiri – sendiri.

### b. Parameter Tataguna Lahan

Parameter tataguna lahan, adalah hasil budaya yang dihasilkan oleh manusia. Beberapa diantaranya adalah pemukiman, jalan, sawah dan sebagainya. Tataguna lahan juga berpengaruh terhadap terjadinya gerakan tanah. Tataguna lahan dapat menambah beban yang harus ditanggung suatu litologi. Apabila beban yang ditanggung lebih besar dari kekuatan litologi untuk menahan beban, maka akan terjadi pergerakan. Vegetasi adalah segala jenis tumbuhan yang ada di wilayah tersebut. Sebagai contohnya rumput dan semak belukar. Vegetasi juga berpengaruh terhadap tingkat ketahanan lereng. Beberapa vegetasi dapat meningkatkan kestabilan lereng karena akarnya dapat mengikat massa batuan sehingga lebih kompak. Namun sebaliknya beberapa jenis vegetasi yang mempunyai akar yang lemah justru dapat mengurangi tingkat kestabilan dari suatu lereng yang dapat berdampak pada terjadinya gerakan tanah. Untuk setiap parameter mempunyai nilai/bobotnya sendiri-sendiri.

Tabel 2.3 Parameter kelerengan [1]

Parameter Kelerengan	Intensitas Kepentingan	
	Derajat Nilai	Skor
>40°	Sangat Tinggi	4
30° - 40°	Tinggi	3
15° - 30°	Cukup Tinggi	2
0° - 15°	Rendah	1

Tabel 2.4 Parameter tataguna lahan [1]

Parameter Tataguna Lahan	Intensitas Kepentingan	
	Derajat Nilai	Skor
Ladang dan Kebun	Sangat Tinggi	4
Pemukiman	Tinggi	3
Semak Belukar	Cukup Tinggi	2
Persawahan	Rendah	1

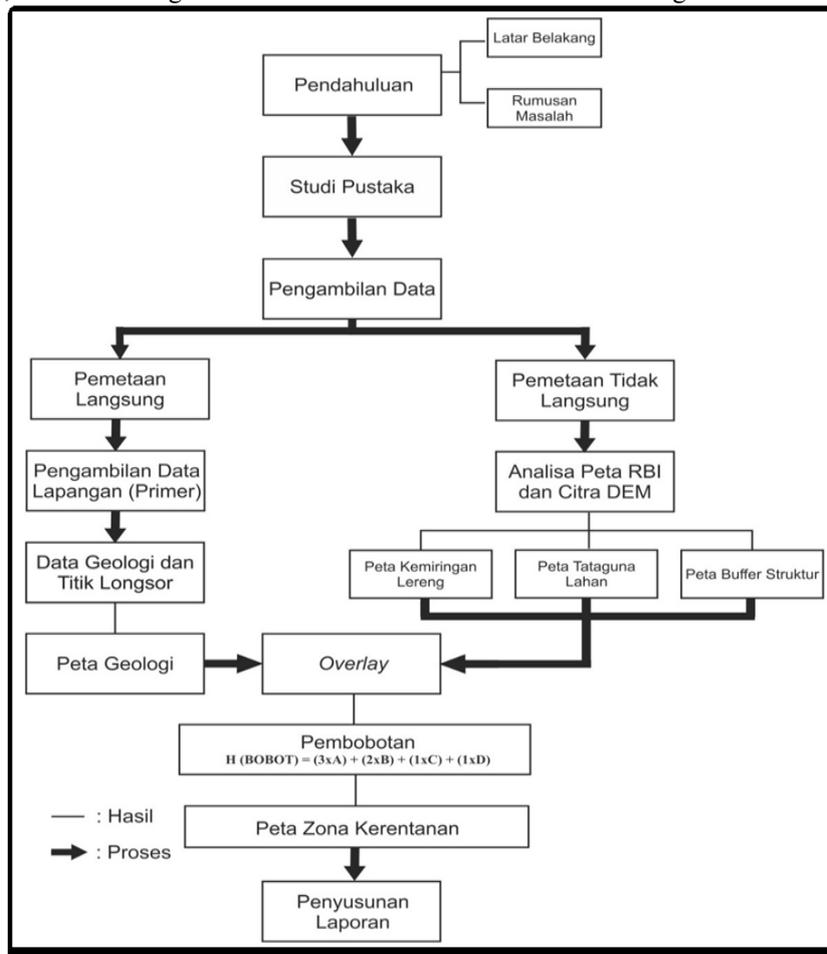
Berdasarkan Undang – Undang No 24 Tahun 2007, tentang penanggulangan bencana, perlindungan masyarakat terhadap bencana dimulai sejak pra bencana, pada saat dan pasca bencana, secara terencana, terpadu dan terkoordinasi. Melalui kebijakan ini maka upaya yang diambil dalam perencanaan wilayah adalah melalui pelaksanaan ruang berbasis mitigasi bencana alam agar dapat ditingkatkan keselamatan dan kenyamanan kehidupan dan penghidupan masyarakat.

Ketersediaan informasi yang lengkap dan akurat mengenai zona kerentanan gerakan tanah beserta kebijakan yang bisa dijadikan dasar dalam setiap aktivitas pengembangan merupakan hal yang sangat diperlukan demi mencegah dan meminimalkan korban jiwa dan dampak ekonomi yang ditimbulkan oleh

bencana alam gerakan tanah, dan lebih jauh sebagai masukan bagi penyusunan tata ruang berdasarkan zona kerentanan gerakan tanah

## 2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan meliputi pendahuluan memberikan gambaran mengenai topik penelitian, pendektakan dengan studi pustaka dan interpretasi peta RBI dengan geomorfologi daerah sekitar berdasarkan citra DEM. Dalam pengambilan data penulis menggunakan dua metode yang digunakan untuk menyelesaikan penelitian zona kerentanan gerakan tanah, yaitu: metode pemetaan langsung adalah pemetaan zona kerentanan gerakan tanah dengan menggunakan data hasil pemetaan langsung di lapangan dengan memperhitungkan faktor: litologi, kelereng, struktur geologi dan tataguna lahan. Sedangkan metode pemetaan tidak langsung adalah dengan prosedur analisis tumpang tindih (*overlaying*) untuk mencari pengaruh faktor-faktor yang terdapat pada peta-peta parameter terhadap sebaran (distribusi) gerakan tanah, kemudian dengan analisis dan ditentukan zonasi kerentanan gerakan tanahnya.



Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Penelitian

## 3. Hasil dan Analisis

### 3.1. Faktor Internal: Faktor Litologi

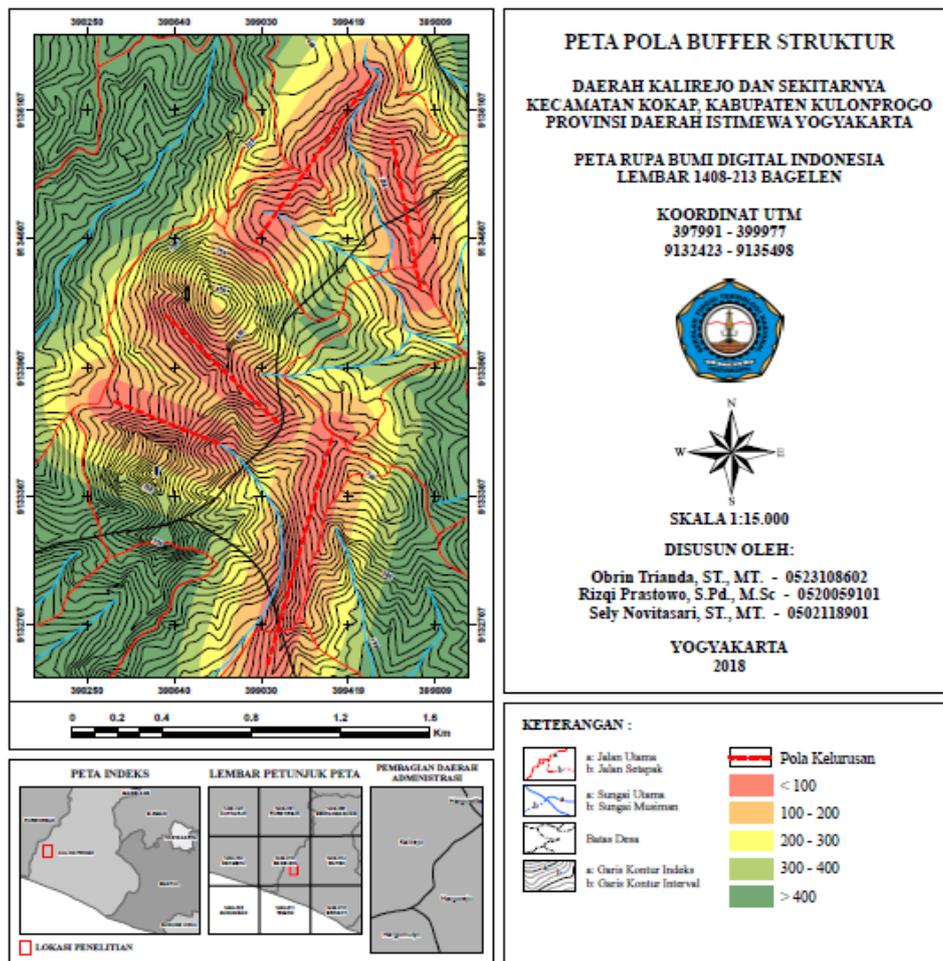
Daerah penelitian terdiri dari satu satuan batuan, sebagai berikut Andesit. Andesit dengan ciri-ciri dengan warna segar abu-abu kehitaman, warna lapuk coklat kehitaman, struktur masif, bentuk kristal subhedral- anhedral, kristalinitas hipokristalin, granularitas porfirofanitik, disusun oleh plagioklas feldspar, alkali feldspar, opak dan gelas, kuarsa (Gambar 2). Sebaran Batu andesit pada daerah penelitian sangat luas. Nilai resistivitas batu andesit mencapai lebih dari 522  $\Omega$ m, dan kedalaman rata-rata batu andesit pada daerah ini sekitar 3-15 m [8].



Gambar 2 Andesit dengan struktur masif berada pada LP 11.

**3.2. Faktor Struktur Geologi**

Untuk faktor struktur geologi pengolahannya hanya berdasar pada interpretasi peta topografi dan analisa pola kelurusan citra SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), didapatkan dengan arah yaitu Barat laut-Tenggara dan Timur laut-Barat daya (Gambar 3). Untuk parameternya mengacu pada [1], dibagi kedalam 4 kategori yaitu: intensitas kepentingan sangat tinggi dengan jarak <100 m memiliki bobot 4, intensitas kepentingan tinggi dengan jarak 100-200 m memiliki bobot 3, intensitas kepentingan cukup tinggi dengan jarak 200-300 m memiliki bobot 2, intensitas kepentingan rendah dengan jarak 300-400 m memiliki bobot 1. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada peta buffer struktur daerah penelitian.

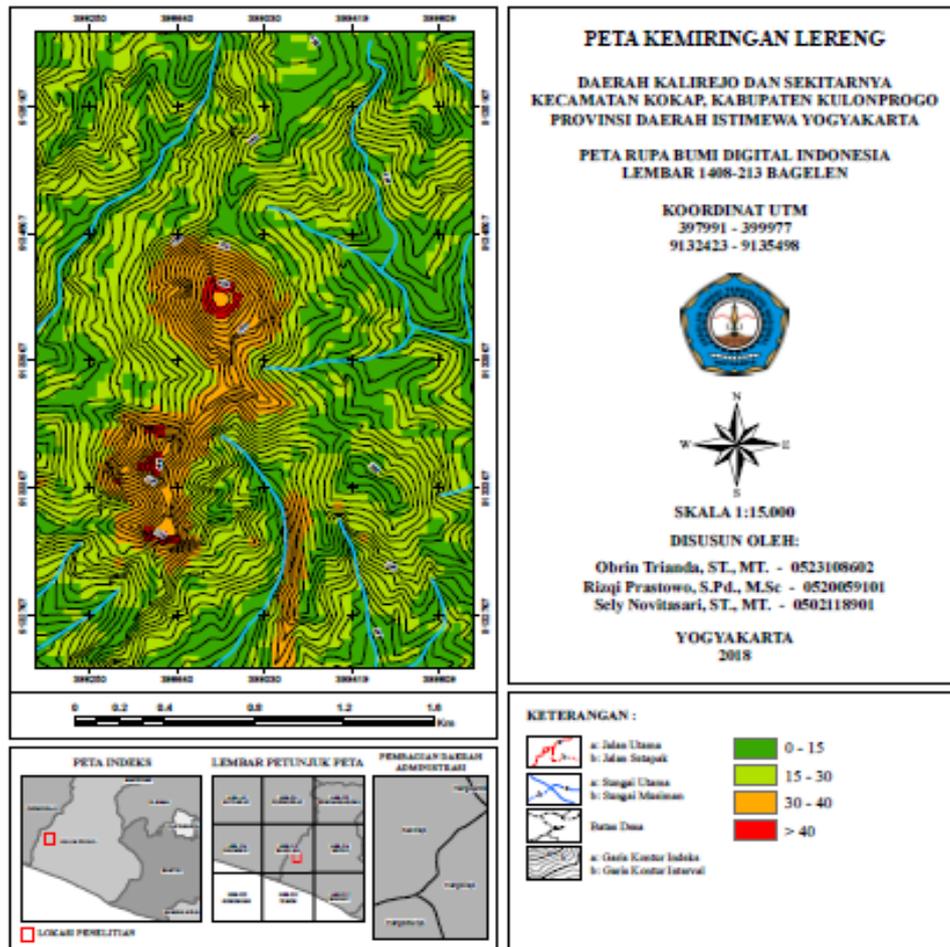


Gambar 3 Peta Pola Buffer Struktur

### 3.4 Faktor Eksternal: Faktor Kelerengan

Pada daerah penelitian untuk faktor kelerengan dibagi menjadi 4 dan memiliki bobotnya masing-masing (M.Rusli A, 2013, halaman 15) yaitu kelerengan rendah ( $0^{\circ}$ - $15^{\circ}$ ), zona kelerengan sedang ( $16^{\circ}$ - $30^{\circ}$ ), zona kelerengan tinggi ( $31^{\circ}$ - $40^{\circ}$ ) dan zona kelerengan sangat tinggi ( $>41^{\circ}$ ).

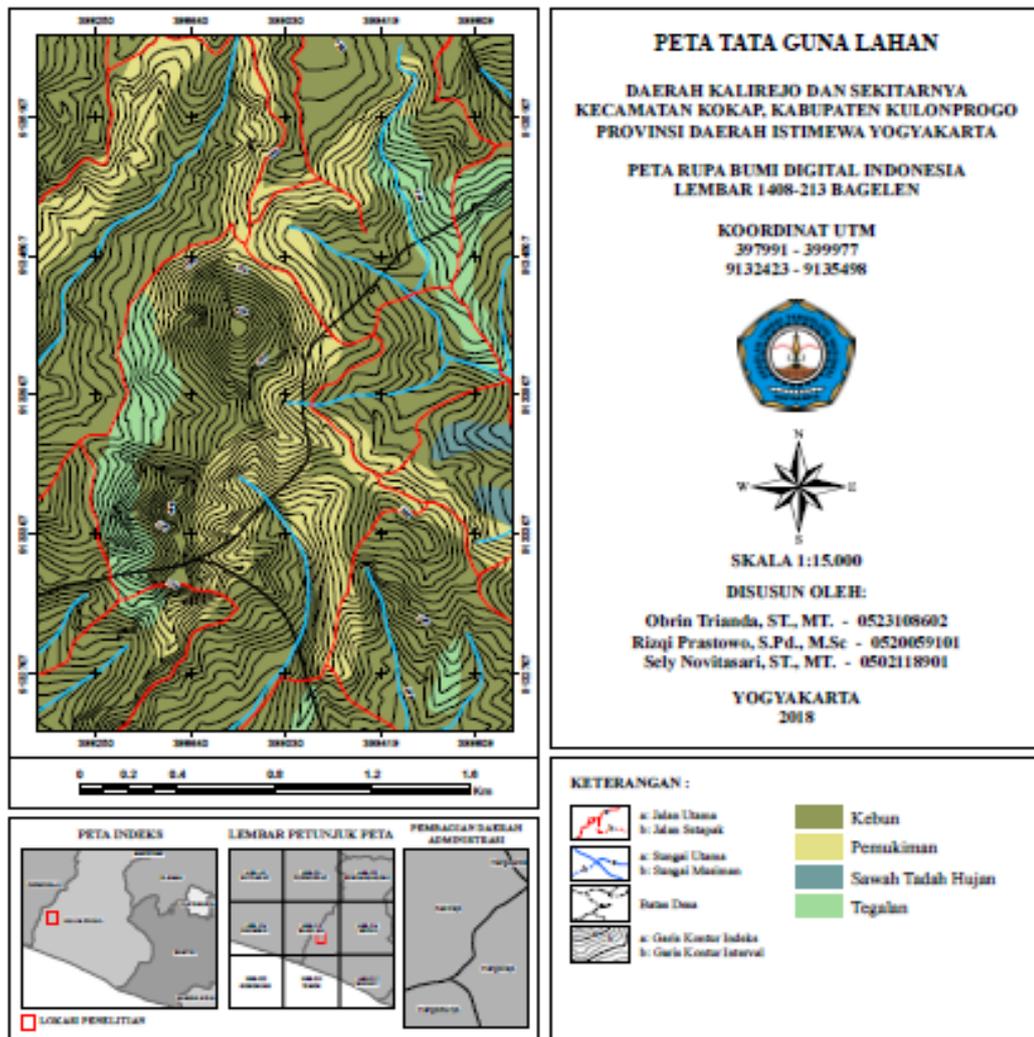
Kelerengan rendah (berwarna hijau tua) seluas  $\pm 25\%$  berada sebagian besar pada daerah telitian memiliki bobot 1, kelerengan sedang seluas  $\pm 43\%$  (berwarna hijau muda) menyebar hampir merata di daerah penelitian memiliki bobot 2 (Gambar 4), kelerengan Tinggi seluas  $\pm 24\%$  (berwarna orange) sebagian besar berada di sebelah barat daya daerah penelitian memiliki bobot 3, kelerengan Sangat Tinggi (berwarna merah) seluas  $\pm 8\%$  memiliki bobot 4. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada peta kelerengan daerah penelitian (Gambar 4)



Gambar 4 Peta Kemiringan Lereng

### 3.5 Faktor Tata guna Lahan

Berdasarkan dari data yang diperoleh dilapangan dan untuk parameternya mengacu pada [1], tata guna lahan untuk daerah Kalirejo dan sekitarnya digunakan sebagai Pemukiman 23% (berwarna coklat muda) menempati topografi dengan kelerengan  $15$ - $30^{\circ}$ , sebagian juga ada yang menempati kelerengan  $42^{\circ}$  dengan metode memotong lereng, pemukiman Daerah daerah telitian dan sekitarnya menumpang diatas satuan andesit. Perkebunan menyebar seluas 57% (berwarna abu-abu) berada pada topografi dengan kelerengan  $0^{\circ}$ - $15^{\circ}$ , sebagian juga ada yang menempati kelerengan  $30^{\circ}$ . Tegalan sebesar 13% (berwarna hijau muda) berada pada topografi dengan kelerengan  $<15^{\circ}$  sampai  $>30^{\circ}$ . Pada daerah Persawahan sebesar 7% (berwarna biru) menempati sebagian daerah penelitian yaitu di bagian timur, berada pada topografi dengan kelerengan  $<15^{\circ}$ . Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada peta tata guna lahan daerah penelitian.



Gambar 5 Peta Tata Guna Lahan

### 3.6 Peta Zonasi Pergerakan tanah

Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah dibuat dengan metode pembobotan dari masing-masing parameter yaitu litologi, kelerengan, struktur geologi, dan tata guna lahan. Kemudian setelah ke-empat peta tersebut jadi, baru kemudian dilakukan pembobotan total dan di-*overlay* menggunakan bantuan software *ArcGis 10.3* Berikut rumus untuk pembobotannya menurut [1].

Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah dibuat dengan metode pembobotan dari masing-masing parameter yaitu litologi, kelerengan, struktur geologi, dan tata guna lahan. Kemudian setelah ke-empat peta tersebut jadi, baru kemudian dilakukan pembobotan total dan di-*overlay* menggunakan bantuan software pemetaan Berikut rumus untuk pembobotannya menurut [1] :

$$H(bobot) = (3 \times A) + (2 \times B) + (1 \times C) + (1 \times D) \tag{1}$$

- Keterangan :
- H = Bobot
  - A = Kelerengan
  - B = Litologi
  - C = Struktur Geologi
  - D = Tataguna Lahan

Pembobotan zona kerentanan gerakan tanah meliputi rendah, sedang, dan tinggi berdasarkan pada persamaan (1) sebagai berikut

### 1. Zona kerentanan gerakan tanah rendah

Parameter :	Kelerengan 0° - 15°	bobot 1 (A)
	Litologi Batuan Andesit	bobot 1 (B)
	Struktur Geo buffer 300m-400m	bobot 1 (C)
	TTL Persawahan	bobot 1 (D)
Perhitungan : H (BOBOT)		$= (3xA) + (2xB) + (1xC) + (1xD)$ $= (3x1) + (2x1) + (1x1) + (1x1)$ $= 3 + 2 + 1 + 1$ $= 7$
Parameter :	Kelerengan 15° - 30°	bobot 2 (A)
	Litologi Batuan Andesit	bobot 1 (B)
	Struktur Geo buffer 200m-300m	bobot 2 (C)
	TTL Semak belukar	bobot 2 (D)
Perhitungan : H (BOBOT)		$= (3xA) + (2xB) + (1xC) + (1xD)$ $= (3x2) + (2x1) + (1x2) + (1x2)$ $= 6 + 2 + 2 + 2$ $= 12$

Berdasar pada Permen PU No.22/PRT/M/2007 daerah yang memiliki bobot kepentingan berkisar antara 6-12 termasuk dalam *zona kerentanan gerakan tanah rendah*. Pada daerah penelitian sendiri yang berada pada zona ini memiliki bobot 7-12.

### 2. Zona kerentanan gerakan tanah sedang.

Parameter :	Kelerengan 30° - 40°	bobot 3 (A)
	Litologi Batuan Andesit	bobot 1 (B)
	Struktur Geo buffer 100m-200m	bobot 3 (C)
	TTL pemukiman	bobot 3 (D)
Perhitungan : H (BOBOT)		$= (3xA) + (2xB) + (1xC) + (1xD)$ $= (3x3) + (2x1) + (1x3) + (1x3)$ $= 9 + 2 + 3 + 3$ $= 17$

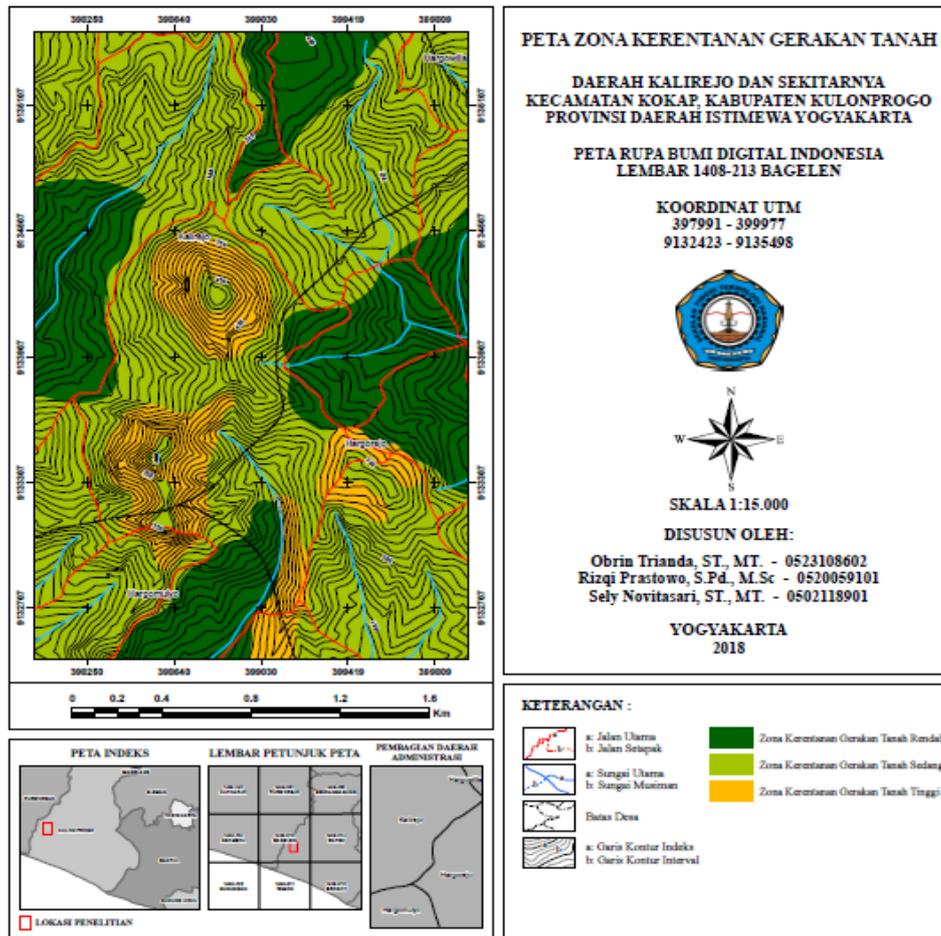
Berdasar pada Permen PU No.22/PRT/M/2007 daerah yang memiliki bobot kepentingan berkisar antara 13-18 termasuk dalam *zona kerentanan gerakan tanah sedang*. Pada daerah penelitian sendiri yang berada pada zona ini memiliki bobot 17.

### 3. Zona kerentanan gerakan tanah tinggi.

Parameter :	Kelerengan > 40°	bobot 4 (A)
	Litologi Batuan Andesit	bobot 1 (B)
	Struktur Geo buffer < 100 m	bobot 4 (C)
	TTL Kebun	bobot 4 (D)
Perhitungan : H (BOBOT)		$= (3xA) + (2xB) + (1xC) + (1xD)$ $= (3x4) + (2x1) + (1x4) + (1x4)$ $= 12 + 2 + 4 + 4$ $= 22$

Berdasar pada Permen PU No.22/PRT/M/2007 daerah yang memiliki bobot kepentingan berkisar antara 19-23 termasuk dalam *zona kerentanan gerakan tanah tinggi*. Pada daerah penelitian sendiri yang berada pada zona ini memiliki bobot 22.

Pada Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah Daerah Kalirejo dan sekitarnya, setelah dilakukan pembobotan total dengan rumus diatas dapat terbagi ke dalam 3 zona, yaitu ; zona kerentanan gerakan tanah rendah (hijau tua) mencapai bobot 7-12, zona kerentanan gerakan tanah sedang (hijau muda) mencapai bobot 17, zona kerentanan gerakan tanah tinggi (merah) mencapai bobot 22. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada peta zona kerentanan gerakan tanah daerah penelitian (Gambar 5). Pembobotan ini juga didukung oleh ketebalan lapisan lapuk yaitu antara 20-40 m, hal ini menunjukkan bahwa kemungkinan sumber longsoran lebih besar diakibatkan karena jatuhnya dari batu (rock fall) [7].



Gambar 6 Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Litologi yang dapat diamati adalah andesit.
2. Zona kerentanan gerakan tanah rendah memiliki bobot 7-12. Daerah inilah bisa dikembangkan sebagai daerah persawahan dan kebun.
3. Zona kerentanan gerakan tanah sedang memiliki bobot 17. Daerah ini bisa dikembangkan sebagai daerah pemukiman selain itu juga bisa dijadikan sebagai kawasan perkebunan.
4. Zona kerentanan gerakan tanah tinggi memiliki bobot 22. Daerah ini lebih cocok dikembangkan sebagai kawasan penyangga.

#### Ucapan Terimakasih

Terimakasih kami ucapkan kepada Kementerian Riset Pendidikan Tinggi (Ristekdikti) atas pendanaan pada Penelitian Dosen Pemula, berdasarkan surat keputusan Nomor 3/E/KPT/2018 dan Perjanjian / Kontrak Nomor 02.e/STTNAS/P3m/Pen.DPRM/III/2018 .

#### Daftar Pustaka

- [1] Muh. Rusli A., *Identifikasi Zona Kerentanan Gerakan Tanah Di Kab. Sidrap Berbasis Sistem Informasi Geografi (Sig)*: Makasar. Universitas Hasanudin. 2013.
- [2] Pangular, D. *Petunjuk Penyelidikan & Penanggulangan Gerakan Tanah*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Pengairan. Balitbang Departemen Pekerjaan Umum. 1985: hal.233
- [3] Pannekoek, A. J. *Outline of The Geomorphology of Java*. reprint from *Tijdschrift Van Het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap. Vol. LXVI. part 3*. E. J. Brill, Leiden. 1949
- [4] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.22/PRT/M/2007. *Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Bencana Longsor*. Departemen Pekerjaan Umum. Direktorat Jendral Ruang Jakarta.

- [5] Rahardjo, W., Sukandarrumidi, dan Rosidi, H.M.D. *Peta Geologi Lembar Yogyakarta, Jawa*. edisi kedua. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. 1995
- [6] Subowo, E. *Pengenalan Gerakan Tanah*. Bandung: Pusat Volkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi DESDM. 2003
- [7] Trianda O, Prastowo R, Novitasari S. Identifikasi Ketebalan Lapisan Lapuk di Daerah Kalirejo, Kulonprogo Berdasarkan Pengukuran Mikrotremor dalam Upaya Mitigasi Tanah Longsor. InProsiding Seminar Nasional ReTII 2018 Nov 26.
- [8] Prastowo R. Pemodelan 2D Resistivitas Batuan Andesit Daerah Gunung Kukusan Kulon Progo. KURVATEK. 2018 Mar 15;2(2):87-93.