



## **Analisis Penentuan Jalur Evakuasi Bencana Tanah Longsor pada Kawasan Permukiman**

### **Analysis of Determining Evacuation Path for Landslides Disaster in A Residential Areas**

**Muhammad Iqbal Firdaus<sup>1) a)\*</sup>, Hasti Widyasamratri<sup>2) b)</sup>, Eppy Yuliani<sup>2) b)</sup>**

<sup>1)</sup> Program Studi Magister Perencanaan Wilayah dan Kota, Universitas Diponegoro

<sup>a)</sup> Jl. Prof. Sudarto Kampus Tembalang, Kota Semarang, 50275, Jawa Tengah

<sup>2)</sup> Perencanaan Wilayah dan Kota, Universitas Islam Sultan Agung

<sup>b)</sup> Jl. Raya Kaligawe, Terboyo Kulon, Genuk, 50112, Jawa Tengah

\*Email: iqbalfrpr@gmail.com

Naskah Masuk: 05 Desember 2023

Naskah Revisi: 05 Maret 2024

Naskah Diterima: 18 Oktober 2024

#### **ABSTRACT**

*Indonesia is an archipelagic country located on the equator. This causes rainfall in Indonesia to be quite high, around 2.898mm/year. Sukorejo Subdistrict, especially Bringinsari Village, which is located on the slopes of Mount Prau, has a high level of slope and rain intensity. With the high intensity of rain and changing weather conditions in Indonesia, Indonesia is an area prone to hydrometeorological disasters. Landslides are one of the hydrometeorological disasters. Landslides usually occur in areas with a high slope and have a high intensity of rain. The potential for landslide disasters in Bringinsari Village, especially in residential areas, makes disaster mitigation efforts something to pay attention to. Currently, there are no pre-disaster mitigation efforts, especially evacuation routes in Bringinsari Village, because mitigation efforts are only carried out when disasters occur and after disasters occur. Based on the analysis that has been carried out, six settlement points are prone to landslides and five evacuation points are located in Sumenet, Sumilir, Plalar, Gandring, and Balong. This evacuation point is in an open location in the form of a football field in each of these hamlets. The vulnerable points and evacuation points are connected with pre-disaster evacuation routes as a pre-disaster mitigation effort.*

**Keywords:** landslides, settlements, evacuation routes

#### **ABSTRAK**

*Indonesia adalah negara kepulauan yang berada pada garis khatulistiwa, hal ini menyebabkan curah hujan di Indonesia cukup tinggi sekitar 2.898 mm/tahun. Kecamatan Sukorejo, khususnya Desa Bringinsari yang berada di lereng Gunung Prau memiliki tingkat kemiringan lereng dan intensitas hujan tinggi. Tingginya intensitas hujan dan kondisi cuaca di Indonesia yang berubah-ubah membuat Indonesia menjadi wilayah yang rawan mengalami bencana hidrometeorologi. Tanah longsor adalah salah satu bencana hidrometeorologi. Tanah longsor biasanya terjadi pada kawasan dengan kemiringan lereng yang tinggi dan memiliki intensitas hujan yang tinggi. Potensi bencana tanah longsor di Desa Bringinsari khususnya pada kawasan permukiman menjadikan upaya mitigasi bencana menjadi sesuatu yang diperhatikan. Saat ini, belum terdapat upaya mitigasi pra bencana khususnya jalur evakuasi di Desa Bringinsari karena upaya mitigasi hanya dilakukan saat bencana terjadi dan setelah bencana terjadi. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dihasilkan 6 (enam) titik permukiman rawan bencana longsor dan 5 (lima) titik evakuasi yang berlokasi pada Dusun Sumenet, Dusun Sumilir, Dusun Plalar, Dusun Gandring, dan Dusun Balong. Titik evakuasi ini berada pada lokasi terbuka berupa lapangan sepakbola di setiap masing-masing dusun tersebut. Titik rawan dan titik evakuasi tersebut dihubungkan dengan jalur evakuasi yang telah ditentukan sebagai upaya mitigasi prabencana.*

**Kata kunci:** tanah longor, pemukiman, jalur evakuasi

#### **PENDAHULUAN**

Indonesia merupakan negara yang memiliki gugus pulau tersebar di garis khatulistiwa sepanjang Sabang sampai

Merauke. Kondisi ini menyebabkan intensitas curah hujan cukup tinggi yaitu sekitar 2.898 mm/tahun, mengakibatkan kondisi cuaca yang berubah-ubah pada beberapa wilayah di Indonesia. Tingginya intensitas hujan dan kon-

disi cuaca di Indonesia yang berubah-ubah membuat Indonesia menjadi wilayah yang rawan mengalami bencana hidrometeorologi. Tanah longsor adalah salah satu diantara beberapa bencana hidrometeorologi. Tanah longsor pada umumnya terjadi pada kawasan dengan tingkat kemiringan lereng terjal serta memiliki intensitas hujan tinggi.

Selain dari faktor alam, pesatnya pertumbuhan penduduk memiliki peran dalam meningkatkan potensi bencana tanah longsor. Akibat dari pertumbuhan penduduk berakibat meningkatnya pertumbuhan permukiman. Tingginya pertumbuhan kawasan permukiman mengakibatkan kawasan hijau menyempit, bahkan menghilang. Saat ini, banyak ditemukan permukiman yang berada pada Kawasan Rawan Bencana (KRB) salah satunya adalah tanah longsor. Beberapa permukiman dibangun pada lahan curam yang mengakibatkan peningkatan tingkat kerawanan tanah longsor sehingga berpotensi memperparah kemungkinan kerugian yang dialami jika terjadi tanah longsor.

Berita yang diperoleh dari Tribunnews (2018), menginformasikan bahwa pada 7 Maret 2018 terjadi bencana tanah longsor di Kecamatan Sukorejo tepatnya di Desa Bringinsari yang menimpa SD Negeri Bringinsari. Akibatnya, satu ruang kelas mengalami kerusakan. BPBD Kabupaten Kendal juga melaporkan adanya kejadian tanah longsor yang berlokasi di Kecamatan Sukorejo pada tahun 2018 dan 2019 di Desa Bringinsari. Kemenkes RI (2020) menyebutkan pada 06 April 2020 bencana tanah longsor terjadi pada Dusun Gandring/RW04, Desa Bringinsari. Kejadian tanah longsor ini tidak menimbulkan korban jiwa, namun mengakibatkan kerusakan pada 1 (satu) unit rumah. Menurut catatan kejadian BPBD Kabupaten Kendal, pada 5 Februari 2020 terjadi kejadian bencana longsor yang berakibat 1 (satu) rumah mengalami rusak ringan, dan pada 21 Juni 2021 terjadi bencana tanah longsor yang berlokasi pada Desa Bringinsari yang mengakibatkan kerusakan pada salah satu rumah warga.

Valdika, Nugraha, & Firdaus (2019) menyatakan bahwa Kabupaten Kendal memiliki ancaman bencana tanah longsor, banjir, dan kekeringan, dengan persentase tanah longsor yang paling besar. Sebaran wilayah terancam

bencana di Kabupaten Kendal tersebar di Kecamatan Sukorejo, Kecamatan Plantungan, Kecamatan Patean, Kecamatan Singorojo, Kecamatan Limbangan, dan Kecamatan Kaliwungu Selatan. Potensi bencana tanah longsor yang ada di Kecamatan Sukorejo khususnya Desa Bringinsari menjadikan upaya mitigasi bencana menjadi sesuatu yang diperhatikan. Saat ini, belum terdapat upaya mitigasi pra bencana di Desa Bringinsari karena upaya mitigasi hanya dilakukan saat bencana terjadi dan setelah bencana terjadi.

Refiyanni & Silvia (2020) menyebutkan bahwa jalur evakuasi merupakan salah satu perencanaan yang dilakukan untuk memudahkan dan memberikan arahan pada masyarakat untuk menuju titik kumpul pada saat terjadinya hal-hal yang tidak diinginkan, salah satunya adalah bencana. Jalur evakuasi setidaknya memiliki kondisi yang baik dan cukup untuk dilalui kendaraan penyelamat/*rescue*, diantaranya adalah ambulans dan mobil pengangkut warga. Jalur evakuasi dibuat pada ruas jalan terdekat dan tercepat dari titik kumpul sehingga dapat menjangkau masyarakat dengan efisien.

Kondisi yang ada saat ini memerlukan upaya penanggulangan bencana tanah longsor pada tahap prabencana di Desa Bringinsari. Salah satu kegiatan mitigasi prabencana tanah longsor yang bisa diupayakan adalah penentuan jalur evakuasi. Hal ini melatarbelakangi dilakukannya penelitian untuk menentukan jalur evakuasi bencana tanah longsor melalui identifikasi, analisis kerawanan bencana tanah longsor, dan dilanjutkan dengan penentuan jalur evakuasi bencana tanah longsor menggunakan analisis jangkauan (*network analysis*) dengan memanfaatkan SIG (Sistem Informasi Geografis). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jalur evakuasi bencana tanah longsor yang dapat dilakukan untuk meminimalisir kerugian yang ditimbulkan dari bencana tanah longsor pada kawasan permukiman.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Definisi dan Faktor Bencana

Bencana adalah suatu peristiwa atau kejadian yang memiliki potensi untuk menimbulkan kerugian bagi masyarakat atau

suatu wilayah, baik secara materi maupun nonmateri yang disebabkan oleh alam ataupun kegiatan manusia (Kurniawati, 2020). Parker (1992) menyebutkan bahwa bencana merupakan peristiwa yang disebabkan oleh alam maupun manusia, serta kesalahan dalam pemanfaatan teknologi sehingga memicu peristiwa yang tidak sewajarnya dan menimbulkan antusias serta perhatian dari masyarakat dan lingkungan secara luas. Pengertian bencana alam menurut Taylor dalam Heryana (2020) dibagi menjadi tiga berdasarkan penyebabnya, yaitu bencana yang disebabkan oleh alam, bencana yang disebabkan oleh industri, dan bencana yang disebabkan oleh manusia.

Bahasan bencana alam meliputi kerawanan bencana dan kerentanan bencana. Kerawanan dan kerentanan bencana adalah faktor yang memengaruhi tingkat potensi kemungkinan terjadinya bencana alam. *United Nations International Strategy for Disaster Reduction* (UNISDR) menyebutkan bahwa kerawanan bencana dan kerentanan bencana adalah variabel yang dibutuhkan untuk mengetahui risiko terjadinya suatu bencana alam (UNISDR, 2004). Hal ini membuat proses mitigasi untuk mengetahui risiko bencana alam, sifat kerawanan bencana dan kerentanan bencana suatu wilayah harus diketahui terlebih dahulu.

#### *Kerawanan/Bahaya*

Buchori, Nugroho Y. A, Susilo, Prasetyaning, & Nugroho H (2013) menyebutkan bahwa kerawanan bencana/bahaya adalah kemungkinan suatu bencana terjadi sehingga menimbulkan kerugian dan kerusakan. UNISDR (2004) menyebutkan bahwa kerawanan bencana/bahaya adalah potensi terjadinya kerusakan fisik dan nonfisik, fenomena ataupun kegiatan manusia yang mengakibatkan kerugian dan korban baik fisik, gangguan sosial dan ekonomi, maupun degradasi lingkungan. Wesnawa & Christiawan (2014) menyatakan bahwa kerawanan bencana/bahaya terbagi menjadi dua, yaitu bahaya alami dan bahaya buatan manusia.

KRB adalah suatu kawasan yang pada jangka waktu tertentu, tidak dapat mencegah serta meredam kondisi buruk baik secara

biologis, geologis, geografis, klimatologis, hidrologis, teknologi, ekonomi, dan sosial budaya sehingga memiliki kekurangan dalam kemampuan menanggapi akibat bencana (Tondobala, 2011). Berdasarkan uraian berikut, dapat dikatakan bahwa kerawanan bencana alam merupakan potensi suatu wilayah mengalami bencana baik yang disebabkan oleh alam maupun buatan manusia.

#### *Kerentanan*

UNISDR (2004) menyebutkan bahwa kerentanan adalah kondisi suatu wilayah dilihat dari beberapa parameter baik fisik maupun nonfisik, seperti ekonomi, sosial, dan lingkungan yang memperbesar tingkat kerapuhan dan potensi kerugian yang dirasakan oleh masyarakat komunitas karena dampak kerawanan. Bakornas (2007) menyatakan bahwa kerentanan adalah kondisi dimana suatu masyarakat, komunitas, ataupun lingkungan tidak mampu dalam menghadapi ancaman bahaya sehingga memperburuk akibat saat terjadi bencana dan berpotensi memperburuk kondisi masyarakat. *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) (2001) dalam Danianti (2015) menyebutkan bahwa kerentanan terbentuk oleh 3 (tiga) komponen, yaitu tingkat sensitivitas, tingkat keterpaparan, serta kemampuan adaptasi.

#### *Risiko*

Chou & Chiu (2021) dalam Azizah (2022) mengartikan bahwa risiko merupakan kemungkinan kerugian yang akan didapat akibat terjadinya bencana alam. UNISDR (2004) menyebutkan bahwa risiko merupakan kemungkinan dampak yang dihasilkan dari sebuah bahaya, atau kerugian yang akan diperoleh baik fisik, lingkungan, maupun sosial yang diakibatkan oleh adanya interaksi antara kerawanan alam ataupun kegiatan dan aktivitas manusia dengan kondisi kerentanan pada suatu wilayah. Risiko adalah kemungkinan kerugian yang akan dialami baik secara material maupun nonmaterial yang disebabkan oleh kerawanan baik akibat alam maupun aktivitas manusia yang bertemu dengan kondisi kerentanan suatu daerah. Uraian di atas mengartikan bahwa risiko merupakan hasil dari adanya kerawanan dan kerentanan.

baik akibat alam maupun aktivitas manusia yang bertemu dengan kondisi kerentanan suatu daerah. Uraian di atas mengartikan bahwa risiko merupakan hasil dari adanya kerawanan dan kerentanan.

### **Penentuan Jalur Evakuasi Bencana Tanah Longsor pada Kawasan Perkotaan**

#### *Bencana Tanah Longsor*

Yuniarta (2015) menyatakan bahwa bencana tanah longsor merupakan terjadinya pergerakan material tanah serta material di atasnya dari puncak ke dasar lereng atau keluar lereng. Menurut Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (2005), tanah longsor menyebutkan bahwa perpindahan material yang membentuk lereng baik berupa tanah maupun material di atasnya keluar atau ke bawah lereng disebut tanah longsor. Menurut Karnawati (2001) dalam Priyono, Kuswaji, Priyana, Yuli (2006) terdapat tiga kondisi lereng yang rentan terhadap terjadinya tanah longsor, diantaranya:

- a) Lereng yang tersusun oleh blok-blok batuan;
- b) Lereng yang tersusun oleh tanah gembur yang dibawahnya tersusun batuan atau tanah yang lebih kompak;
- c) Lereng yang tersusun oleh perlapisan batuan yang miring searah dengan kemiringan lereng.

Tanah longsor terjadi saat gaya penggerak pada suatu lereng lebih besar dibandingkan dengan gaya yang menahan material pada lereng tersebut. Gaya penahan tersebut dapat berupa jenis tanah, batuan, dan juga tutupan lahan. Untuk gaya penggerak tanah longsor dapat berupa aliran air, dan kemiringan lereng. Sadisun (2005) juga menjelaskan bahwa tanah longsor disebabkan oleh faktor morfologi (lereng, relief), geologi (jenis dan kepadatan tanah, jenis dan kekuatan batuan), klimatologi (curah hujan), tata guna lahan serta aktivitas manusia. Beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya bencana tanah longsor diantaranya, 1) kemiringan lereng yang tinggi, 2) intensitas curah hujan tinggi, 3) tingkat kepadatan tanah yang rendah, 4) tingkat kekuatan batuan yang rendah, 5) jenis tata guna lahan yang tidak tepat, 6) getaran yang disebabkan oleh aktivitas baik gempa bumi maupun aktivitas manusia, 7) susut muka air danau yang membuat gaya penahan lereng hilang, 8) material timbunan

pada tebing, 9) beban tambahan pada lereng, 10) bekas longsor lama, 11) pengikisan atau erosi, 12) adanya bidang diskontinuitas, dan 13) daerah pembuangan sampah (ESDM, 2005).

#### *Permukiman*

Wungo (2020) menjelaskan bahwa kawasan permukiman adalah penggunaan lahan dimana lahan tersebut dipergunakan sebagai tempat bermukim/tempat tinggal bagi manusia. Sebagai tempat tinggal, kawasan permukiman sudah pasti memunculkan kegiatan dan aktivitas baru di sekitarnya. Beberapa aktivitas yang muncul akibat pertumbuhan permukiman diantaranya adalah kawasan perdagangan, rekreasi, dan sebagainya. Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2011 Tentang Perumahan dan Kawasan Permukiman, permukiman pada dasarnya merupakan salah satu unsur sebuah lingkungan hunian dimana didalamnya terbentuk dari beberapa satuan perumahan yang mempunyai utilitas umum, sarana, prasarana, serta mempunyai penunjang kegiatan fungsi lain di kawasan perdesaan atau kawasan perkotaan. Menurut Hasibuan & Rahayu (2016), permukiman merupakan salah satu penggunaan lahan yang seharusnya ada pada kawasan budidaya, dimana seharusnya permukiman berlokasi pada area yang memiliki tingkat kemiringan lereng kurang dari 8%. Padatnya permukiman akan berdampak pada sedikitnya daerah resapan air. Hal ini menjadi dasar bahwa pengembangan dan pembangunan permukiman seyogyanya mempertimbangkan fungsi kawasan dan peruntukan lahan agar pemanfaatan lahan sebagai permukiman sesuai dengan peruntukan lahan seharusnya. Saat ini, terdapat beberapa kawasan permukiman/ perkampungan yang berada pada area dengan tingkat kemiringan lereng yang tinggi dan tidak sesuai dengan fungsi kawasan tersebut yang seharusnya. Adanya permukiman yang berada di daerah yang memiliki tingkat kemiringan lereng tinggi mengakibatkan air tidak dapat meresap secara optimal ke dalam tanah sehingga meningkatkan potensi terjadinya bencana longsor.

#### *Faktor Evakuasi Bencana Tanah Longsor*

Evakuasi bencana tanah longsor dapat direncanakan jauh sebelum terjadinya bencana tanah longsor. Hal ini dimaksudkan untuk

meminimalisir kerugian yang diakibatkan oleh bencana yang terjadi. Beberapa proses evakuasi yang dapat direncanakan diantaranya adalah penentuan titik lokasi evakuasi dan jalur evakuasi. Penentuan titik lokasi evakuasi dan jalur evakuasi dalam penelitian ini dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu:

- a) Tingkat kerawanan bencana tanah longsor, digunakan untuk menentukan titik evakuasi berada pada lokasi aman dan memiliki tingkat kerawanan tanah longsor rendah, dan arah evakuasi dari daerah dengan tingkat kerawanan tanah longsor tinggi ke daerah dengan tingkat kerawanan tanah longsor rendah.
- b) Jangkauan titik evakuasi, digunakan untuk mengoptimalkan titik evakuasi sehingga mudah dijangkau masyarakat saat melakukan evakuasi dari area rawan tanah longsor. Penentuan titik evakuasi berada pada ruang atau fasilitas publik yang tersedia. Jangkauan titik evakuasi ini juga memerhatikan jaringan jalan yang tersedia pada wilayah tersebut.

#### *Geographic Information System (GIS)*

*GIS* merupakan sistem yang berfungsi untuk mengolah data baik dimulai dari melihat dan menyimpan, memproses dan mengolah, serta menampilkan data spasial/geografis (Bernhardsen, 2002). *GIS* adalah sistem perangkat lunak komputer yang dimanfaatkan untuk memanipulasi dan mengolah data geografis. Sistem ini diimplementasikan dengan perangkat lunak dan perangkat keras yang berfungsi untuk penyimpanan, kompilasi, perubahan, verifikasi, pembaharuan, manajemen dan pertukaran data, manipulasi, presentasi, serta analisis data. *GIS* bisa menampilkan data yang bersifat geografis/spasial. Data spasial merupakan data yang memiliki keterangan atau referensi koordinat dan lokasi. Barus (2000) menyebutkan bahwa *GIS* adalah suatu sistem yang dibuat dan dirancang untuk mengolah data dengan informasi spasial atau informasi koordinat geografis. *GIS* memiliki beberapa fungsi. Beberapa fungsi sistem informasi geografis diantaranya, a) akuisisi dan verifikasi data, b) perubahan dan pembaharuan data, c) kompilasi data dan penyimpanan data, d) manajemen serta pertukaran data, e) manipulasi data, f)

pemanggilan atau presentasi data, dan g) penyajian data (Bernhardsen, 2002).

#### *Analysis Jaringan (Network Analysis)*

Proses penentuan jalur evakuasi membutuhkan beberapa data spasial, seperti penggunaan lahan yang berguna untuk melihat kenampakan persebaran permukiman dan fungsi lahan lainnya agar dapat menyesuaikan penentuan jalur evakuasi. Analisis jaringan merupakan salah satu analisis yang dilakukan guna mengetahui radius atau keterjangkauan suatu titik terhadap lokasi di sekitarnya. Dalam hal mitigasi bencana, khususnya penentuan jalur evakuasi hal ini diperlukan dalam penentuan lokasi evakuasi dan jangkauannya terhadap lokasi rawan bencana longsor.

Apriyanti (2018) mengartikan analisis jaringan (*Network Analysis*) merupakan salah satu sistem analisis yang mengidentifikasi hubungan antar titik atau lokasi melalui jaringan yang ada dan menghubungkan antar titik tersebut. Jaringan jalan merupakan salah satu aspek yang dapat menghubungkan antar titik yang akan diidentifikasi hubungannya. Dalam penentuan jaringan penghubung yang efektif, dapat dilihat dari jalur tercepat dan jalur terpendek. Selain itu titik awal (*start*) dan titik akhir (*stop*) menjadi hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan jaringan efektif.

### **METODE PENELITIAN**

#### **Analisis Tingkat Kerawanan Bencana Longsor**

Penentuan tingkat kerawanan longsor dilakukan dengan cara skoring dan pembobotan. Selain analisis skoring dan pembobotan, dilakukan analisis spasial yaitu *overlay* guna menggabungkan beberapa aspek yang menjadi faktor penentu tingkat kerawanan rawan longsor. Tingkat kerawanan bencana longsor diperoleh dari hasil skoring beberapa aspek, diantaranya yaitu kelerengan, batuan, jenis tanah, curah hujan, dan penggunaan lahan.

#### *Kelerengan*

Kemiringan lereng terbagi menjadi lima kelas dengan pendugaan bobot 15% (Tabel 1). Bobot ini menunjukkan bahwa kemiringan lereng memiliki pengaruh sebesar 15% sebagai faktor terjadinya tanah longsor.

**Tabel 1.**  
Klasifikasi Kemiringan Lereng

Parameter	Besaran	Skor	Bobot
Kemiringan	<8%	1	15%
	8-15%	2	
	15-25%	3	
	25-45%	4	
	>45%	5	

Sumber: Taufik, 2016

*Curah Hujan*

Curah hujan terbagi menjadi lima kelas dengan asumsi bobot 30% (Tabel 2). Bobot ini menunjukkan bahwa curah hujan memiliki pengaruh sebesar 30% terhadap terjadinya tanah longsor. Angka ini merupakan bobot paling besar yang menunjukkan bahwa curah hujan merupakan faktor yang sangat berpengaruh terhadap terjadinya longsor.

**Tabel 2.**  
Klasifikasi Intensitas Curah Hujan

Parameter	Besaran	Skor	Bobot
CH Tahunan (mm/tahun)	<1000	1	30%
	1000-2000	2	
	2000-2500	3	
	2500-3000	4	
	>3000	5	

Sumber: Taufik, 2016

*Jenis Tanah*

Material yang membentuk suatu lereng terdiri atas batuan dan tanah (Hardiyatmo, 2012). Berdasarkan tingkat kepekaannya terhadap erosi, jenis tanah diklasifikasikan menjadi lima kelas (Tabel 3). Kepekaan terhadap erosi ini dilihat dari kepekaan tanah terhadap air. Jenis tanah memiliki bobot sebesar 20%, sehingga dapat dikatakan jenis tanah cukup berpengaruh terhadap terjadinya tanah longsor.

**Tabel 3.**  
Klasifikasi Jenis Tanah

Parameter	Besaran	Skor	Bobot
Jenis tanah	Tidak peka	1	20%
	Agak peka	2	
	Kurang peka	3	
	Peka	4	
	Sangat peka	5	

Sumber: Taufik, 2016

*Jenis Batuan*

Berdasarkan sifat dan kekuatannya terhadap air, batuan terbagi menjadi empat kelas (Tabel 4). Batuan memiliki bobot sebesar 20%, sehingga dapat dikatakan bahwa batuan memiliki peran yang cukup dalam pengaruhnya terhadap terjadinya tanah longsor.

**Tabel 4.**  
Klasifikasi Jenis Batuan

Parameter	Besaran	Skor	Bobot
Geologi	Bahan Alluvial	1	20%
	Bahan Sedimen	2	
	Bahan Vulkanik	3	

Sumber: Puslittamak, 2004.

*Penggunaan Lahan*

Berdasarkan kemampuannya dalam menyerap air, penggunaan lahan terbagi menjadi lima kelas (Tabel 5). Penggunaan lahan memiliki bobot sebesar 15% yang menunjukkan bahwa penggunaan lahan memiliki pengaruh sebesar 15% terhadap terjadinya longsor.

**Tabel 5.**  
Klasifikasi Penggunaan Lahan

Parameter	Besaran	Skor	Bobot
Tutupan lahan	Hutan/vegetasi lebat dan badan air	1	30%
	Kebun dan campuran semak belukar	2	
	Perkebunan dan sawah irigasi	3	
	Kawasan industri dan permukiman	4	
	Lahan-lahan kosong	5	

Sumber: Taufik, 2016

*Rawan Longsor*

Rawan longsor diperoleh dari hasil skoring dan pembobotan yang dilakukan pada setiap faktor-faktor kelongsoran tanah. Tabel 6 menunjukkan skoring dan pembobotan tingkat kerawanan longsor.

**Tabel 6.**  
Skor dan Bobot Tingkat Kerawanan Bencana Longsor

Parameter	Besaran	Keterangan	Skor	Bobot
Kemiringan Lereng	<8%	Datar	1	15%
	8-15%	Landai	2	
	15-25%	Agak curam	3	
	25-45%	Curam	4	
	>45%	Sangat Curam	5	
Curah Hujan Tahunan (mm/tahun)	<1000	Sangat rendah	1	30%
	1000-2000	Rendah	2	
	2000-2500	Sedang	3	
	2500-3000	Tinggi	4	
	>3000	Sangat tinggi	5	
Jenis Tanah	Aluvial, tanah glei, planosol, hidromorf kelabu, laterit air tanah	Tidak peka	1	15%
	Latosol	Agak peka	2	
	Mediteran, kambisol, tanah <i>brown forest, noncalcic brown</i>	Kurang peka	3	
	Vertisol, andosol, grumosol, laterit, podsol, podsolik	Peka	4	
	Litosol, organosol, rendzina, regosol	Sangat peka	5	
Geologi	Bahan Alluviaal	Rendah	1	15%
	Bahan Sedimen	Sedang	2	
	Bahan Vulkanik	Tinggi	3	
Tutupan Lahan	Hutan/vegetasi lebat dan badan air	Sangat rendah	1	20%
	Kebun dan campuran semak belukar	Rendah	2	
	Perkebunan dan sawah irigasi	Sedang	3	
	Kawasan industri dan pemukiman	Tinggi	4	
	Lahan-lahan kosong	Sangat tinggi	5	
Kepadatan Bangunan		Rendah	1	5%
		Sedang	2	
		Tinggi	3	
Total				100%

Sumber: Puslittanak, 2004 dan Taufik, 2016 dengan modifikasi penulis

Setelah dilakukan skoring dan pembobotan pada setiap faktor penentu tingkat kerawanan bencana longsor, dilakukan analisis spasial untuk menggabungkan semua faktor menjadi satu. Proses analisis skoring dan spasial dilakukan pada aplikasi ArcGIS. Analisis spasial yang dilakukan adalah analisis *overlay*. Analisis ini dapat dilakukan dengan menggunakan menu *Arctoolbox* pada aplikasi ArcGIS. Hasil dari analisis *overlay* dijumlahkan menggunakan rumus:

$$\text{Total skor} = (15\% * \text{skor kemiringan}) + (30\% * \text{skor curah hujan}) + (20\% * \text{skor jenis tanah}) + (20\% * \text{skor geologi}) + (15\% * \text{skor tutupan lahan}) + (5 * \text{skor kepadatan bangunan})$$

Setelah didapatkan skor total kerawanan longsor, selanjutnya dilakukan klasifikasi untuk menentukan rentang kelas tingkat kerawanan longsor menggunakan rumus:

$$I = \frac{S_1 - S_0}{n}$$

Keterangan:

I = interval/rentang kelas

S<sub>1</sub> = skor tertinggi

S<sub>0</sub> = skor terendah

n = jumlah kelas

Kelas kerawanan bencana terbagi menjadi lima kelas, yaitu tingkat kerawanan sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi.

**Analisis Jalur Evakuasi Menggunakan Network Analysis**

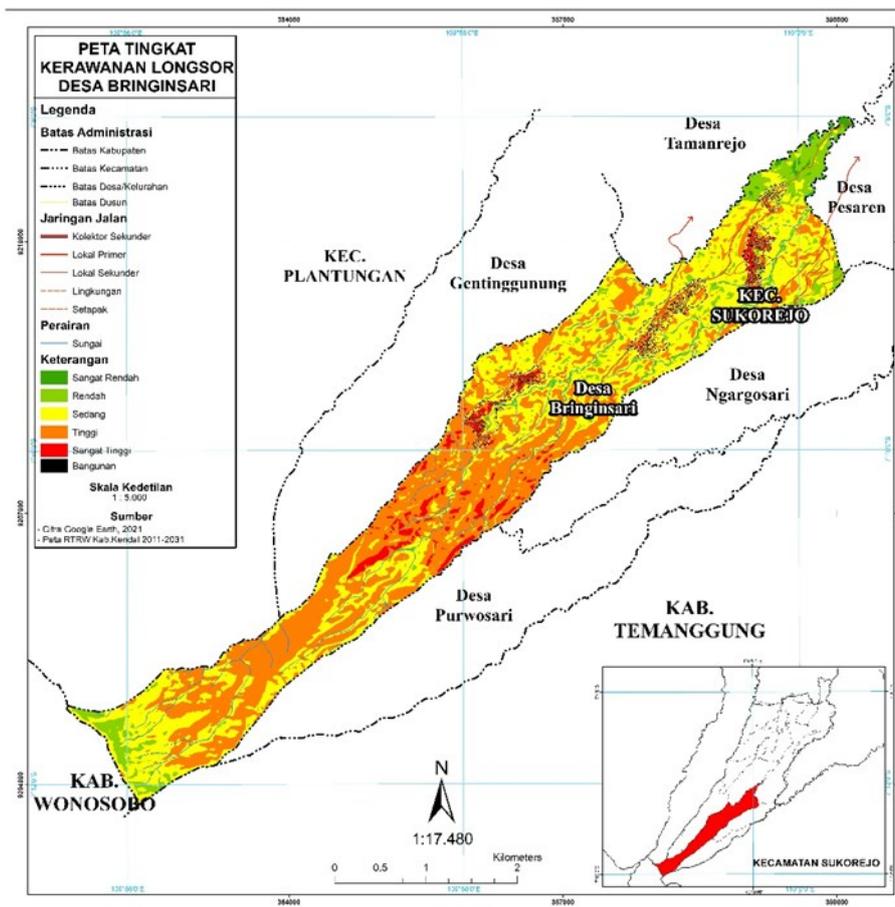
Analisis penentuan jalur evakuasi bencana tanah longsor dilakukan dengan memanfaatkan aplikasi GIS dengan menggunakan analisis jaringan (*network analysis*). Analisis jaringan yang digunakan dilakukan dengan memanfaatkan data kondisi jalan berupa jarak, kelas jalan, dan lebar jalan yang selanjutnya memperhatikan titik awal dan titik akhir lokasi. Titik awal dan titik akhir lokasi berupa kawasan permukiman rawan bencana tanah longsor dan titik lokasi evakuasi. Setelah ditemukan alternatif jalur evakuasi, lalu dilakukan uji efektivitas jalan dengan melakukan simulasi *tracking* jalan menggunakan beberapa moda transportasi.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Penentuan Kawasan Rawan Bencana Tanah Longsor**

Berdasarkan hasil skoring dan perhitungan, dihasilkan peta kerawanan bencana tanah longsor yang diklasifikasikan menjadi 5 kelas, mulai dari sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Peta tingkat kerawanan bencana tanah longsor di Desa Bringinsari ditampilkan pada Gambar 1.

Berdasarkan peta pada Gambar 1 dapat diketahui bahwa Desa Bringinsari didominasi kawasan dengan tingkat kerawanan bencana tanah longsor sedang hingga sangat tinggi, sedangkan luas wilayah berdasarkan tingkat kerawanan bencana tanah longsor di Desa Bringinsari ditampilkan pada Tabel 7.



**Gambar 1.**  
Peta Tingkat Kerawanan Longsor Desa Bringinsari

**Tabel 7.**  
Luas Wilayah Berdasarkan Tingkat Kerawanan  
Bencana Longsor

No	Tingkat Kerawanan Longsor	Luas (Ha)	Luas (%)
1	Sangat Rendah	7,38	0.7
2	Rendah	100,15	9.43
3	Sedang	475,59	44.76
4	Tinggi	446,79	42.05
5	Sangat Tinggi	32,57	3.07
<b>Total</b>		1062,50	100

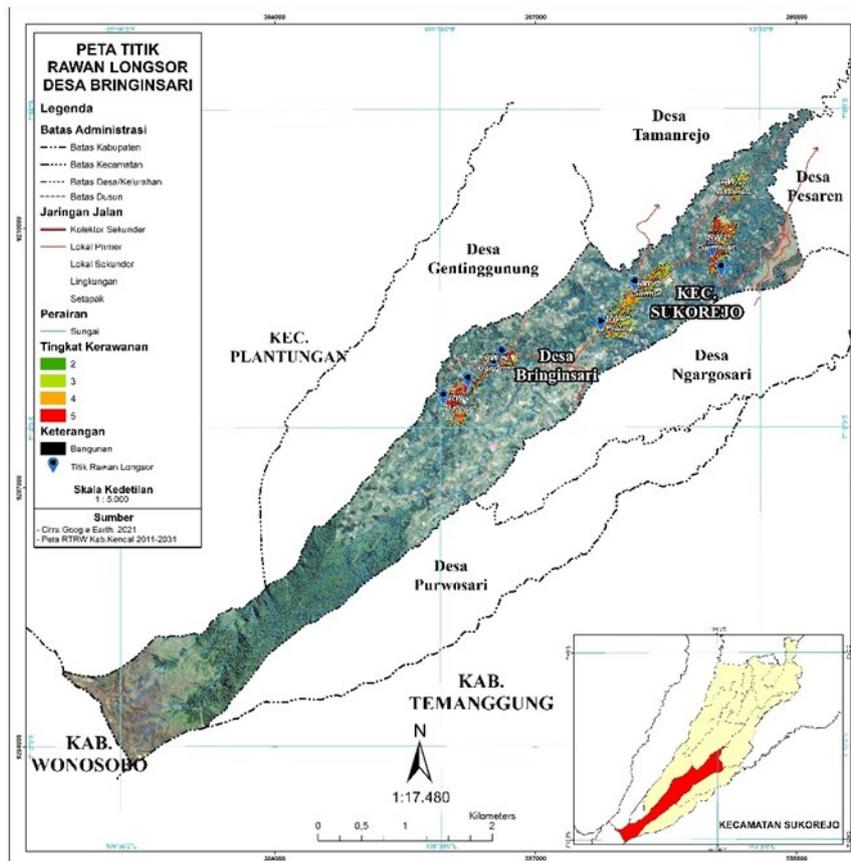
Sumber: Pengolahan Data, 2022

Berdasarkan Tabel 7, Desa Bringinsari didominasi oleh wilayah dengan tingkat kerawanan longsor sedang dan tinggi dengan luas masing-masing 475,59 Ha dan 446,79 Ha. Selain itu, terdapat pula kawasan dengan tingkat kerawanan bencana longsor sangat

tinggi seluas 32,57 Ha. Setelah klasifikasi kerawanan bencana tanah longsor dilakukan, diketahui pula tingkat kerawanan bencana tanah longsor pada kawasan permukiman di Desa Bringinsari.

**Titik Rawan Bencana Tanah Longsor pada Kawasan Permukiman Desa Bringinsari**

Dalam penentuannya, jalur evakuasi memerlukan titik awal dan akhir dimana titik awal merupakan titik rawan bencana longsor dan titik akhir berupa titik evakuasi. Berdasarkan analisis tingkat kerawanan bencana tanah longsor pada area permukiman pada titik terjauh dengan asumsi jalur evakuasi yang ditentukan dapat menjangkau titik rawan longsor terjauh dan KRB tanah longsor yang dilewatinya. Titik kerawanan bencana tanah longsor di Desa Bringinsari ditampilkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.**  
Peta Titik Rawan Longsor Desa Bringinsari

**Analysis Jangkauan (Network Analysis) untuk Penentuan Jalur Evakuasi Bencana Tanah Longsor**

Analisis jangkauan (*network analysis*) digunakan untuk mengetahui rute/jalur paling efektif dari permukiman rawan bencana longsor ke titik evakuasi. *Network analysis* ini memerlukan titik awal (permukiman rawan longsor), titik akhir (titik evakuasi), dan jaringan (jalan).

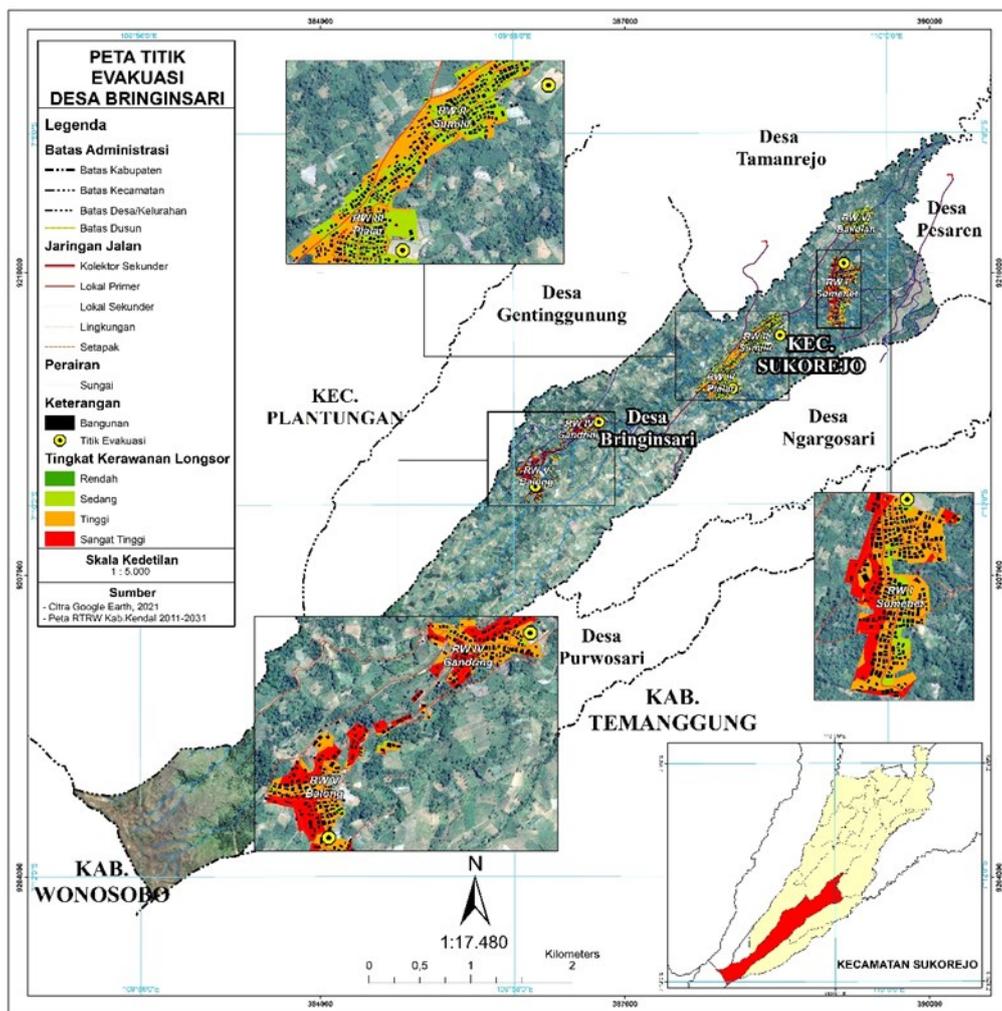
Titik evakuasi bencana tanah longsor di Desa Bringinsari ditentukan pada kawasan dengan persyaratan yang perlu diperhatikan dalam penentuan titik evakuasi, yaitu:

- a) Lokasi titik evakuasi ditentukan pada area terbuka, luas, dan berada pada kemiringan landai seperti lapangan sepakbola;
- b) Lokasi titik evakuasi memiliki tingkat kerawanan rendah atau sangat rendah;

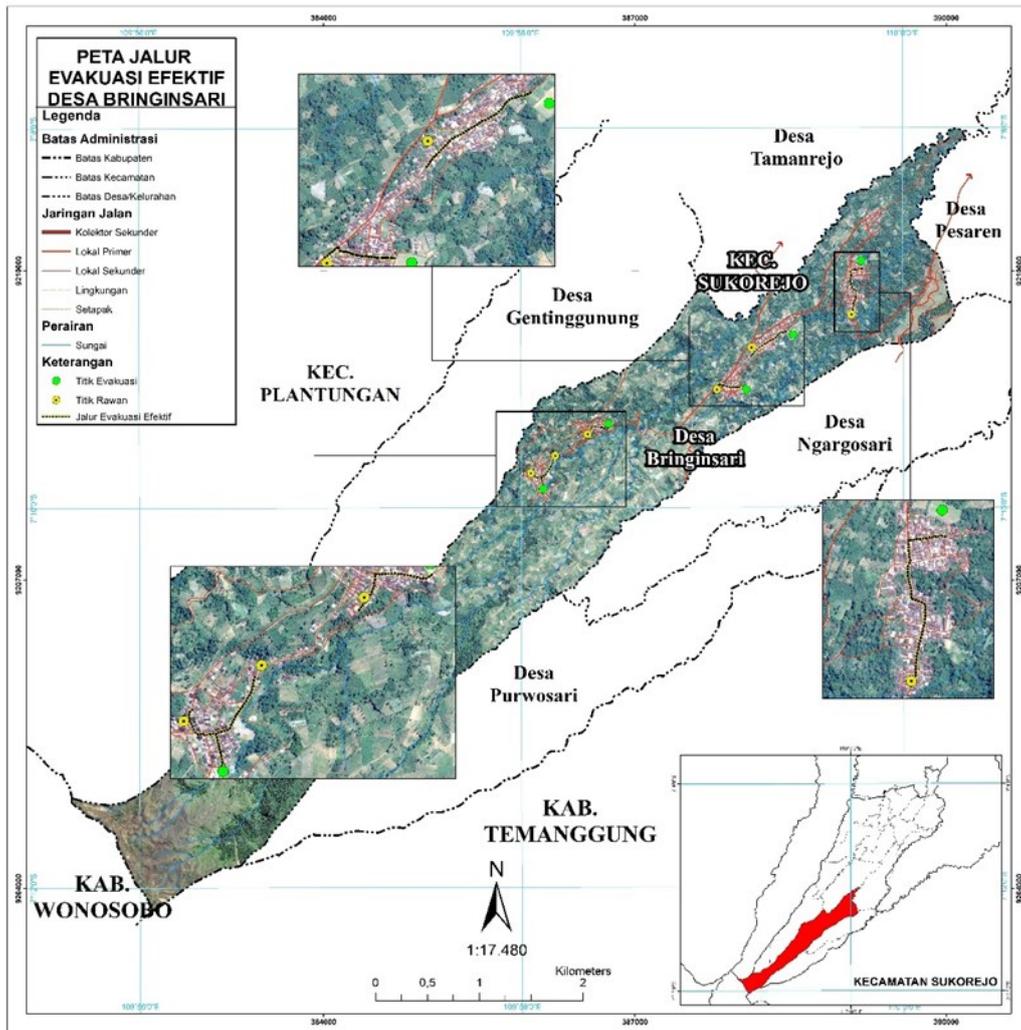
- c) Menjangkau kawasan permukiman dengan tingkat kerawanan bencana longsor tinggi.

Berdasarkan tiga hal di atas, diperoleh 5 titik alternatif evakuasi yang berada pada area terbuka di Desa Bringinsari yaitu lapangan sepak bola. Kelima titik evakuasi ini tersebar di setiap dusun meliputi Dusun Sumilir, Dusun Plalar, Dusun Balong, Dusun Gandring, dan Dusun Sumenet. Dusun Bakulan tidak memiliki titik evakuasi karena pada hasil analisis tingkat kerawanan bencana longsor pada kawasan permukiman di Dusun Bakulan memiliki tingkat kerawanan longsor yang cenderung rendah.

Penentuan titik evakuasi dilakukan menggunakan analisis jangkauan (*network analysis*). Peta titik evakuasi bencana tanah longsor di Desa Bringinsari, Kecamatan Sukorejo ditampilkan pada Gambar 3.



**Gambar 3.**  
Peta Titik Evakuasi Desa Bringinsari



**Gambar 4.**  
Peta Jalur Evakuasi Desa Bringinsari

Berdasarkan Gambar 3, dapat diketahui bahwa lokasi titik evakuasi berada pada titik kuning dengan lokasi yang tersebar pada area dengan karakteristik tingkat kerawanan longsor rendah. Jalur evakuasi bencana tanah longsor di Desa Bringinsari, Kecamatan Sukorejo ditentukan melalui analisis jangkauan (*network analysis*). Analisis ini dilakukan menggunakan aplikasi SIG, salah satunya adalah ArcGIS. Jalur evakuasi bencana tanah longsor merupakan rute terdekat dari permukiman rawan longsor tingkat tinggi dan sangat tinggi menuju titik evakuasi. Untuk peta jalur evakuasi bencana tanah longsor di Desa Bringinsari, Kecamatan Sukorejo ditampilkan pada Gambar 4.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Kondisi geografis dan cuaca di Indonesia membuat bencana hidrometeorologi menjadi bencana yang memiliki potensi yang cukup tinggi sehingga perlu diberikan perhatian lebih. Desa Bringinsari yang berada di kawasan lereng Gunung Prau memiliki kemiringan lereng yang sangat bervariasi dengan intensitas curah hujan cukup tinggi. Hal ini mengakibatkan sebagian besar Desa Bringinsari memiliki tingkat kerawanan bencana longsor yang tinggi. Hal ini diperparah dengan pembangunan dan perkembangan permukiman pada kawasan rawan bencana longsor sehingga meningkatkan potensi kerugian akibat bencana longsor.

Secara keseluruhan Desa Bringinsari didominasi oleh wilayah dengan tingkat kerawanan longsor sedang dan tinggi dengan luas masing-masing 475,59 Ha (44,76%) dan 446,79 Ha (42,05%). Selain itu, terdapat pula kawasan dengan tingkat kerawanan bencana longsor sangat tinggi seluas 32,57 Ha. Sedangkan pada kawasan permukiman, Desa Bringinsari didominasi oleh wilayah dengan tingkat kerawanan bencana longsor mulai dari sedang hingga sangat tinggi. Luas wilayah dengan tingkat kerawanan longsor sedang memiliki luas sebesar 16,61 Ha atau 36,03%, tingkat kerawanan longsor tinggi seluas 19,85 Ha atau 43,05%, dan tingkat kerawanan longsor sangat tinggi seluas 8,97 Ha atau 19,45%.

Dari 6 (enam) dusun yang ada di Desa Bringinsari terdapat 5 (lima) dusun yang memiliki tingkat kerawanan bencana longsor sedang, tinggi dan sangat tinggi diantaranya adalah Dusun Sumenet, Dusun Sumilir, Dusun Plalar, Dusun Gandring, dan Dusun Balong. Sedangkan Dusun Bakulan memiliki tingkat kerawanan bencana longsor rendah. Dengan kondisi berikut ditentukan beberapa jalur evakuasi yang menghubungkan titik rawan pada kawasan permukiman dengan tingkat kerawanan longsor tinggi menuju titik evakuasi dengan jarak titik rawan dan titik evakuasi di Dusun Sumenet sejauh 662,66 meter, Dusun Sumilir sejauh 441,17 meter, Dusun Plalar sejauh 188,18 meter, Dusun Gandring sejauh 304,65 meter, dan Dusun Balong sejauh 386,39 dan 260,58 meter. Dari 6 (enam) titik rawan tersebut menuju 5 (lima) titik evakuasi berupa lapangan sepakbola terdekat kawasan permukiman tersebut.

### Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, beberapa rekomendasi yang dapat penelitiberikan diantaranya adalah sebagai berikut:

- 1) Berdasarkan catatan BPBD Kabupaten Kendal selama 4 (empat) tahun terakhir tercatat setidaknya 5 (lima) catatan kejadian bencana tanah longsor yang terjadi di Desa Bringinsari yang mengakibatkan kerugian materi berupa kerusakan bangunan. Sehingga perlu mendapatkan perhatian lebih agar dapat mengurangi dampak akibat bencana tanah longsor;
- 2) Tingginya tingkat kerawanan bencana longsor di Desa Bringinsari memerlukan perhatian lebih mengenai upaya mitigasi bencana baik sarana dan prasarana jaringan jalan evakuasi;
- 3) Perlu tersedianya regulasi atau kebijakan mengenai IMB (Izin Mendirikan Bangunan) sehingga lebih mudah untuk melakukan pengendalian pemanfaatan lahan terkhusus pada kawasan yang memiliki fungsi kawasan sebagai kawasan lindung atau kawasan penyangga;
- 4) Perlu dilakukan pemantauan dan pengawasan pemanfaatan ruang sehingga pemanfaatan ruang sesuai dengan fungsi ruang seharusnya;
- 5) Perlu adanya upaya pendekatan dengan masyarakat yang memiliki hubungan secara langsung atau masyarakat yang bertempat tinggal pada kawasan lindung atau penyangga agar sekiranya bersedia untuk berpindah pada kawasan yang seharusnya, serta penyediaan lokasi guna menampung masyarakat terdampak relokasi yang layak huni tanpa menghilangkan atau mengurangi aktivitas perekonomian masyarakat;
- 6) Penelitian ini dapat digunakan sebagai jalur evakuasi dan jalur pelayanan seperti distribusi bantuan, tenaga kesehatan, pangan, dan sebagainya.

### DAFTAR PUSTAKA

- Apriyanti, D., Kresnawati, D. K., & Diniyah, W. F. (2018). *Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis untuk Analisis Rute Truk Pengangkutan Sampah di Kota Bogor*. Seminar Nasional Geomatika 2018: Penggunaan dan Pengembangan Produk Informasi Geospasial Mendukung Daya Saing Nasional.
- Badan Koordinasi Nasional Penanggulangan Bencana. (2007). *Pengenalan Karakteristik Bencana dan Upaya Mitigasinya di Indonesia*. Jakarta: Direktorat Mitigasi, Lakhar Bakornas PB.
- Barus, B., & Wiradisastra, U. S. (2000). *Sistem Informasi Geografi Sarana Manajemen Sumberdaya*. Laboratorium Penginderaan Jauh dan Kartografi, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

- Bernhardsen, T. (2002). *Geographic Information Systems: An Introduction, 3rd Edition*. Canada: John Wiley & Sons Ltd.
- Buchori, I., Nugroho, Y. A., Susilo, J., Prasetyaning, D., & Nugroho, H. (2013). Model Kesesuaian Lahan Berbasis Kerawanan Bencana Alam, Uji Coba: Kota Semarang. *TATA LOKA*, 15(4):293-305.
- Chou, J. S., & Chiu, Y. C. (2021). Identifying Critical Risk Factors and Responses of River Dredging Projects for Knowledge Management Within Organization. *Journal of Flood Risk Management*, 1-16. doi:10.1111/jfr3.12690.
- Danianti, R. P., & Sariffuddin. (2015). Tingkat Kerentanan Masyarakat Terhadap Bencana Banjir di Perumnas Tlogosari, Kota Semarang. *Jurnal Pengembangan Kota*, 3(2), 90-99.
- Kementerian ESDM. (2005). *Pengenalan Gerakan Tanah*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Hardiyatmo, H. C. (2012). *Tanah Longsor dan Erosi: Kejadian dan Penanganan*. Yogyakarta: UGM Press.
- Hasibuan, H. C., & Rahayu, S. (2016). Kesesuaian Lahan Permukiman pada Kawasan Rawan Bencana Gunung Berapi di Kota Tomohon. *Spasial*, 3(3),136-45.
- Heryana, A. (2020). *Pengertian dan Jenis Bencana*. Jakarta: Universitas Esa Unggul.
- Karnawati, D. (2001). *Bencana Alam Gerakan Tanah Indonesia Tahun 2000*. Yogyakarta.
- Kemendes RI. (2020). *Tanah-Longsor di Kendal, Jawa Tengah, 06-04-2020*. Kemendes RI. April 6, 2020. Retrieved <https://pusatkrisis.kemdes.go.id/Tanah-Longsor-di-KENDAL-JAWA-TENGAH-06-04-2020-30>.
- Kurniawati, D. (2020). Komunikasi Mitigasi Bencana sebagai Kewaspadaan Masyarakat Menghadapi Bencana. *JURNAL SIMBOLIKA*, 6(1), 51-58.
- Parker, D. (1992). *Flood Disasters in Britain. Disaster Prevention and Management 1 (Flood Disasters in Britain)*.
- Puslittanak Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. (2004). *Laporan Akhir Pengkajian Potensi Bencana Kekeringan, Banjir dan Longsor di Kawasan Satuan Wilayah Sungai Citarum-Ciliwung, Jawa Barat Bagian Barat Berbasis Sistem Informasi Geografi*. Bogor.
- Valdika, R. R., Nugraha, A. L., & Firdaus, H. S. (2019). Analisis Ancaman Multi Bencana di Kabupaten Kendal Berbasis Fuzzy Analytic Hierarchy Process. *Jurnal Geodesi Undip*, 8(1), 133-140.
- Refiyanni, M., & Silvia C. S. (2020). Analisis Nilai Kondisi Jalan dan Kemantapan Jalan Sebagai Jalur Evakuasi. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Teuku Umar* 6(2): 41-51.
- Sadisun, I. A. (2005). Usaha Pemahaman Terhadap Stabilitas Lereng dan Longsor sebagai Langkah Awal dalam Mitigasi Bencana Longsor. *Invited Speakaer*.
- Taufik, M., Kurniawan, A., & Putri, A. R. (2016). Identifikasi Daerah Rawan Tanah Longsor Menggunakan SIG (Sistem Informasi Geografis). *Teknik ITS*, 5(2), C78-C82.
- Tondobala, L. (2011). Pendekatan untuk menentukan Kawasan Rawan Bencana di Pulau Sulawesi. *Jurnal Sabua*, 3(3): 40-52.
- Tribunnews. (2018). Lagi Belajar Diterjang Longsor, Siswa Langsur Berhamburan Tak Peduli Hujan Lebat Menguyur Tubuhnya Lagi Belajar Diterjang Longsor, Siswa Langsur Berhamburan Tak Peduli Hujan Lebat Menguyur Tubuhnya. Retrieved <https://www.tribunnews.com/regional/2018/03/08/lagi-belajar-diterjang-longsor-siswa-langsurbelhamburan-tak-peduli-hujan-lebat-menguyur-tubuhnya>.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2011 tentang Perumahan dan Kawasan Permukiman.sui
- United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR). (2004). *Laporan Kajian Tentang Penanggulangan Bencana Alam Indonesia*.
- Wesnawa, I. G. A., & Christiawan, P. I. (2014). *Geografi Bencana*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Wungo, G. S. (2020). Penerapan Konsep Desa Berkelanjutan pada Zoning Kawasan Permukiman di Kecamatan Sulang Kabupaten Rembang. *Jurnal Arsitektur Zonasi*, 3(2), 144-154.

Yuniarta, H., Saido, A. P., & Purwana, Y. M. (2015). Kerawanan Bencana Tanah Longsor Kabupaten Ponorogo. *MATRIKS Teknik Sipil*, 3(1), 194-201.

#### **BIODATA PENULIS**

Muhammad Iqbal Firdaus, lahir pada tanggal 28 Juni 1999 di Kabupaten Purbalingga. Magister Perencanaan Wilayah dan Kota Universitas Diponegoro. Bekerja sebagai tenaga profesional di beberapa konsultan perencanaan dan konstruksi di Indonesia.

Hasti Widyasamratri, lahir pada 1 Januari 1985 di Yogyakarta. Doktoral dari Yamanashi University. Bekerja sebagai dosen di Universitas Islam Sultan Agung, Semarang.

Eppy Yuliani, lahir pada 7 Juli 1961 di Surakarta. Magister Teknik Pembangunan Kota, Universitas Diponegoro. Bekerja sebagai dosen di Universitas Sultan Agung, Semarang.