

## **Analisis Persebaran Bencana Alam Longsor Lahan Tahun 2021 dan 2022 di Kecamatan Tirtomoyo Kabupaten Wonogiri**

Tiara Rizka Anindhita

Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jl. A. Yani Tromol Pos 1, Surakarta, Indonesia

Email korespondensi: anindhitatiara01@gmail.com

**Abstrak.** Beberapa bencana alam terjadi di Negara Indonesia, seperti banjir, longsor, dan gempa bumi. Longsor dapat disebabkan faktor alami maupun non alami. Kecamatan Tirtomoyo merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Wonogiri yang memiliki kondisi geografis rawan terhadap bencana alam tanah longsor, hal tersebut didukung dengan bentuk lahan perbukitan struktural dengan kemiringan lereng 15% - 40%. Faktor lain yang menyebabkan menjadikan rawan longsor adalah tingkat curah hujan yang terjadi dari tahun ke tahun semakin tinggi dari data curah hujan tahun 2021 sampai tahun 2022. Tujuan penelitian ini 1) menganalisis tingkat kerawanan bencana alam longsor lahan pada tahun 2021 dan 2022 di Kecamatan Tirtomoyo. 2) menganalisis persebaran dengan memetakan titik kejadian bencana alam longsor pada tahun 2021 dan 2022 di Kecamatan Tirtomoyo. Penelitian ini menggunakan metode analisis deskriptif dan analisis tetangga terdekat. Hasil penelitian pembuatan peta kerawanan longsor menunjukkan tiga kelas kerawanan yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Dari tiga kelas kerawanan tersebut, pada tahun 2021 dari 14 desa yang ada di Kecamatan Tirtomoyo menunjukkan kelas kerawanan 1 desa rendah, 11 desa sedang, dan 2 desa tinggi. Sedangkan tahun 2022 menunjukkan kelas kerawanan 1 desa rendah dan 13 desa tinggi. Hasil Analisis Tetangga Terdekat (ANN) menunjukkan pola persebaran titik longsor tahun 2021 acak dan pada tahun 2022 menunjukkan pola persebaran mengelompok.

**Kata Kunci:** *Longsor; Kerawanan; Pola Sebaran; Kecamatan Tirtomoyo; Analisis Tetangga Terdekat*



## PENDAHULUAN

Menurut Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana, Bencana peristiwa yang disebabkan oleh faktor alam dan faktor non alam yang berdampak pada kehidupan sosial masyarakat yang akibatnya menimbulkan kehilangan nyawa, kerusakan pada lingkungan, kerugian materiil, serta dampak psikologis terhadap manusia. Suatu bencana alam yang terjadi yang disebabkan faktor alam dan faktor non alam adalah bencana alam longsor lahan. Menurut Badan Nasional Penanggulangan Bencana (2012), longsor adalah fenomena yang terjadi akibat pergerakan material atau batuan atau keduanya yang menyebabkan lereng menjadi longsor akibat ketidakstabilan tanah atau material penyusun lereng. Curah hujan yang tinggi dan lereng yang curam dapat menyebabkan ketidakstabilan tanah di lereng, sehingga mengakibatkan tanah longsor.

Kecamatan Tirtomoyo adalah sebuah daerah yang terletak di bagian timur Kabupaten Wonogiri. Daerah ini berada di perbukitan atau pegunungan, dengan Sebagian besar permukiman terletak di dekat tebing curam. Daerah ini terdiri dari bentuk lahan perbukitan struktural dengan kemiringan berkisar antara 15% sampai dengan 40% yang menjadikan daerah ini rawan longsor (Surastuti, 2016). Faktor lain yang menjadikan Kecamatan Tirtomoyo sebagai daerah rawan longsor adalah curah hujan yang melebihi 2400 mm per tahun (Chirps, 2021). Tercatat dalam data Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Wonogiri, tahun 2021 data kejadian terbanyak terdapat di Kecamatan Jatipurno dengan total 8 kejadian dan Kecamatan Tirtomoyo dengan total 12 kejadian. Sedangkan tahun 2022, data kejadian terbanyak terdapat di Kecamatan Tirtomoyo dengan total 24 kejadian dan Kecamatan Girimarto sebanyak 27 kejadian. Kecamatan Tirtomoyo adalah daerah yang mengalami longsor selama dua tahun dibandingkan dengan yang lain. Daerah Kecamatan Tirtomoyo pada tahun 2021 sampai tahun 2022 telah terjadi bencana longsor sebanyak 36 kali. Keadaan ini tentunya membuat masyarakat merasakan dampak kerugian berupa kerugian material yaitu rusaknya tempat tinggal. Beberapa kejadian longsor yang telah terjadi di Kecamatan Tirtomoyo dapat dilihat pada tabel 1.



Tabel 1. Jumlah Bencana Longsor Kecamatan Tirtomoyo Tahun 2021 dan Tahun 2022

No	Desa	Tahun longsor	
		2021	2022
1	Hargosari	1	0
2	Dlepih	1	1
3	Sukoharjo	1	19
4	Hargorejo	2	0
5	Sidorejo	1	0
6	Girirejo	3	0
7	Tirtomoyo	0	1
8	Ngarjosari	3	0
9	Tanjungsari	0	3
10	Tirtomoyo	0	1
11	Banyakprodo	0	0
12	Ngarjosari	3	0
13	Sendangmulyo	0	0
14	Tanjungsari	0	3
Total		12	24

Sumber: BPBD Kabupaten Wonogiri tahun 2021 dan 2022



Menurut tabel 1, terdapat 9 desa yang mengalami bencana longsor dengan total 36 kejadian. Tahun 2021 ada 7 desa yang terkena bencana longsor diantaranya, Desa Hargosari, Desa Dlepih, Desa Sukoharjo, Desa Hargorejo, Desa Sidorejo, Desa Girirejo, dan Desa Ngarjosari dan desa yang paling banyak terjadi longsor terdapat di Desa Girirejo dan Desa Ngarjosari sebanyak 3 kali kejadian. Sedangkan pada tahun 2022 di Kecamatan Tirtomoyo terdapat 4 desa yang terjadi longsor yaitu di Desa Dlepih, Desa Sukoharjo, Desa Tirtomoyo, dan Desa Tanjungsari dengan total banyaknya kejadian terdapat di desa Sukoharjo sebanyak 19 kali kejadian tanah longsor. selain itu, berdasarkan tabel di atas ada dua desa yang mengalami kejadian longsor selama tahun 2021 dan 2022, yaitu Desa Dlepih dan Desa Sukoharjo. Meski demikian, Desa Sukoharjo adalah desa yang paling banyak terjadi longsor dibandingkan desa lainnya di Kecamatan Tirtomoyo.

Dengan adanya peningkatan kejadian bencana alam longsor di Kecamatan Tirtomoyo dalam kurun waktu dua tahun, diperlukan penelitian untuk melakukan analisis terhadap kejadian longsor dalam bentuk pemetaan wilayah rawan bencana tanah longsor. Jumlah kejadian bencana yang terjadi mengalami peningkatan dua kali lipat dari sebelumnya, tentu menjadi hal utama untuk dianalisis lebih lanjut. Analisis didukung dengan faktor-faktor tertentu yang nantinya akan menghasilkan informasi mengenai daerah rawan longsor serta analisis spasial tentang sebaran titik lokasi yang telah terjadi.

## **METODE**

Penelitian ini menggunakan metode *skoring*, dan *overlay*. *Skoring* dan pembobotan dilakukan untuk memberikan bobot pada setiap parameter yang digunakan. Data yang sudah selesai tahap *skoring* dan pembobotan kemudian di *overlay* untuk menentukan tingkat kerawanan longsor lahan di Kecamatan Tirtomoyo. Analisis persebaran kerawanan menggunakan hasil dari klasifikasi tingkat kerawanan longsor. Selain itu, menggunakan metode analisis tetangga terdekat untuk mengetahui persebaran titik kejadian bencana alam longsor lahan yang terjadi. Sehingga objek dari penelitian yang digunakan adalah jumlah lokasi kejadian bencana alam longsor lahan di Kecamatan Tirtomoyo tahun 2021 dan 2022.

## **Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian mengenai tingkat kerawanan longsor berada di Kecamatan Tirtomoyo, Kabupaten Wonogiri.



## Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan metode observasi dengan data yang digunakan adalah data sekunder. Data sekunder yang didapatkan berupa data lokasi kejadian bencana alam longsor lahan di Kecamatan Tirtomoyo yang beracuan dari data jumlah kejadian bencana longsor lahan tahun 2021 dan 2022 yang bersumber dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Wonogiri, data curah hujan, data kemiringan lereng, data penggunaan lahan, data jenis tanah, data geologi, Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI). Selain itu, data yang bersumber dari literatur dan instansi yang berkaitan dengan bencana longsor. Adapun data sekunder lainnya yaitu data curah hujan

## Instrumen dan bahan

### Instrumen

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. GPS Garmin 64s
2. Kamera Digital
3. *Avenza Maps*

### Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Data curah hujan Kecamatan Tirtomoyo Kabupaten Wonogiri.
2. Data jenis tanah Kecamatan Tirtomoyo Kabupaten Wonogiri.
3. Data kemiringan lereng Kecamatan Tirtomoyo Kabupaten Wonogiri.
4. Data penggunaan lahan Kecamatan Tirtomoyo Kabupaten Wonogiri
5. Data jenis batuan Kecamatan Tirtomoyo Kabupaten Wonogiri
6. Data kejadian longsor lahan Tahun 2021 dan 2022 Kecamatan Tirtomoyo Kabupaten Wonogiri.

## Teknik Pengolahan Data

Teknik pengolahan data pada penelitian ini terdapat beberapa tahapan antara lain:

### Pengolahan persebaran lokasi tanah longsor

Data yang berupa titik lokasi longsor lahan sebelum diolah ke *Arcgis* perlu diubah dahulu disesuaikan dengan sistem proyeksi *Universal Transverse Mercator* (UTM) dengan *World Geodetic System 1984* (WGS84) dan zona 49 S, hal tersebut agar sesuai dengan peta yang sudah dipersiapkan. Kemudian data titik tersebut di *export* ke dalam bentuk SHP (*shapefile*). Setelah itu, masukan data admin SHP Kecamatan Tirtomoyo ke *Arcgis* untuk menggabungkan dengan data titik lokasi longsor. Data tersebut diolah dan akan menghasilkan peta sebaran titik longsor. Tahap selanjutnya yaitu pengolahan *Average*



*Nearest Neighbour* untuk mengetahui bagaimana pola sebaran kejadian longsor lahan di Kecamatan Tirtomoyo.

Pengolahan analisis *Average Nearest Neighbour* dimulai dengan memilih ikon *Arctoolbox* pada Arcgis. Setelah itu pilih *spatial statistic tool (Analyzing Patterns)* dan *Average Nearest Neighbour*. Lalu isi situsnya dengan titik lokasi kejadian longsor lahan dan setelah itu muncul nilai dari *Average Nearest Neighbour*. Untuk mendapatkan gambar pola sebarannya pilih *report file*.

### **Pengolahan tingkat kerawanan longsor lahan**

Penyusunan peta kerawanan longsor lahan dilakukan dengan menggunakan data berupa shapefile curah hujan, jenis tanah, jenis batuan, tutupan lahan, dan kemiringan lereng. Setiap parameter dilakukan klasifikasi berdasarkan skor serta diberi bobot kemudian skor dikelompokkan dan dianalisis. Pada proses pemetaan setiap parameter memiliki klasifikasi skor yang dikalikan dengan bobot masing-masing parameter menurut model Rahmad & Nurman tahun 2018. Parameter yang digunakan yaitu curah hujan, jenis batuan, jenis tanah, penggunaan lahan, kemiringan lereng.

Tabel 2. Skor dan Bobot Parameter Longsor Lahan

Parameter	Klasifikasi	Skor	Bobot
Curah Hujan (mm/tahun)	Sangat Basah (>3000)	5	30%
	Basah (2501 – 3000)	4	
	Sedang (2001 – 2500)	3	
	Kering (1501 – 2000)	2	
	Sangat Kering (<1500)	1	
Tipe Batuan	Batuan Vulkanik	3	20%
	Batuan Sedimen	2	
	Batuan Aluvial	1	
Tingkat Kelerengan (%)	>45	5	20%
	30 – 45	4	
	15 – 30	3	



	8 – 15	2	
	<8	1	
Tutupan Lahan	Tegalan, Sawah	5	20%
	Semak Belukar	4	
	Hutan dan Perkebunan	3	
	Kota/permukiman	2	
	Tambak, waduk, perairan	1	
Jenis Tanah	Regosol	5	10%
	Andosol, podsolik	4	
	Latosol coklat	3	
	Asosiasi latosol coklat kekuningan	2	
	Alluvial	1	

Setelah tahap *skoring* dan pembobotan, dilakukan proses overlay menggunakan *software Arcgis 10.2.2*. Hasil peta setiap parameter yang telah dibuat di tumpang susun (*overlay*) untuk menyatukan seluruh parameter yang digunakan. Proses ini dilakukan untuk menggabungkan semua peta parameter menjadi satu sehingga menghasilkan peta gabungan parameter yang memiliki informasi dari semua atribut peta parameter dalam satu hasil peta kerawanan.

Setiap parameter longsor lahan kemudian dikalikan dengan bobot masing-masing parameter. Total skor longsor lahan didapatkan setelah menjumlahkan hasil perkalian bobot dan skor masing-masing parameter. Klasifikasi tingkat rawan longsor lahan dengan analisis total skor longsor lahan dan dilakukan dengan membuat tiga kelas yaitu: rendah, sedang, dan tinggi. Penentuan kelas interval tersebut dapat menggunakan persamaan berikut:

$$Ki = (TSTLt - TSTLr) / k$$

Keterangan:

Ki : Kelas Interval

TSTLt : Total skor longsor lahan tertinggi



TSTLr : Total skor longsor lahan terendah

k : Jumlah kelas (3)

### Metode Analisis Data

#### Analisis Tingkat Kerawanan Longsor lahan

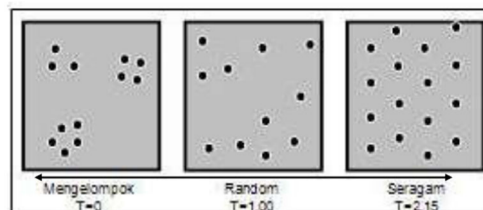
Pemetaan daerah rawan longsor dilakukan menggunakan metode overlay dengan menggabungkan tiga parameter yaitu, kemiringan lereng, curah hujan, penggunaan lahan, jenis tanah dan jenis batuan. Dari masing-masing parameter dilakukan skoring dan pembobotan dalam penentuan daerah rawan longsor. Tingkat klasifikasi kerawanan longsor terbagi menjadi tiga kelas, yaitu sangat rendah, sedang, dan sangat tinggi.

Tingkat kerawanan longsor lahan hasilnya berupa peta kerawanan yang mana menunjukkan beberapa daerah di Kecamatan yang terklasifikasi sesuai dengan kelas klasifikasinya. Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan menjelaskan tingkat kerawanan longsor lahan sesuai dengan hasil peta kerawanan Kecamatan Tirtomoyo.

#### Analisis Persebaran Kejadian Longsor lahan

Metode analisis data menggunakan analisis *Average Nearest Neighbour* untuk menganalisis pola sebaran kejadian longsor lahan di Kecamatan Tirtomoyo. Dalam penelitian ini menggunakan dua tahun yakni tahun 2021 dan 2022, sehingga analisis dilakukan pada masing-masing tahun dengan hasil analisis *Average Nearest Neighbour* yang sudah diolah. Lalu untuk hasil akhir dibandingkan satu sama lain dan disimpulkan.

Model yang digunakan untuk menganalisis tetangga terdekat mengacu pada Bintarto dan Surastopo (1978) dalam Sindi Ruaida (2021) yang menyatakan bahwa ketidakpuasan orang membicarakan perihal pola pemukiman secara deskriptif memunculkan gagasan untuk membincangkan secara kuantitatif. Sehingga, hal tersebut berfungsi untuk menjelaskan pola persebaran dari titik-titik lokasi tempat dengan menggunakan perhitungan yang mempertimbangkan jarak, jumlah titik, lokasi, dan luas wilayah dengan hasil akhir berupa perhitungan indeks yang memiliki rentangan antara 0 – 2,15. Adapun gambaran jenis pola persebaran ditunjukkan pada gambar 1.



**Gambar 1.** Jenis Pola Persebaran

Sumber: Sindi Ruaida Nikmah (2021)



## HASIL

### Tingkat kerawanan longsor lahan Kecamatan Tirtomoyo

Bencana adalah fenomena yang terjadi karena alam atau ada campur tangan manusia. Bencana longsor lahan merupakan salah satu bencana alam yang setiap tahun terjadi. Longsor lahan membahayakan bagi manusia karena secara tiba-tiba terjadi dan dapat menyebabkan dampak yang cukup besar bagi kehidupan dari segi material, korban jiwa, kerusakan lahan, dan lain-lain.

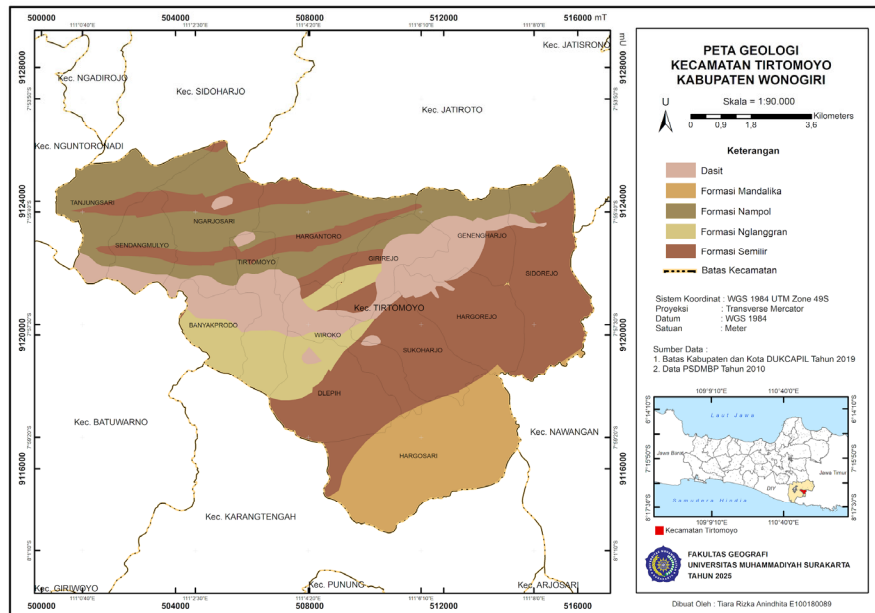
Banyak faktor yang bisa menyebabkan bencana tersebut terjadi salah satunya faktor curah hujan. Curah hujan di Kecamatan Tirtomoyo tergolong ke dalam kelas tinggi. Jika intensitas hujan tinggi pada satu waktu, menyebabkan kapasitas tanah dalam menyerap air akan berkurang yang mengakibatkan air akan mengalir ke atas permukaan tanah yang membantu proses erosi dan kemungkinan akan memudahkan terjadinya tanah longsor.

Beberapa faktor pendukung yang menyebabkan bencana longsor lahan diidentifikasi dengan beberapa parameter. Parameter tersebut adalah curah hujan, kemiringan lereng, jenis tanah, jenis batuan dan penggunaan lahan. Beragam kondisi fisik dari Kecamatan Tirtomoyo yang diringkas menjadi 5 parameter di atas akan diolah dengan klasifikasi tabel skoring dan juga overlay guna menghasilkan peta kerawanan tanah longsor.

Beberapa batuan yang membentuk suatu wilayah memiliki bahaya yang berbeda satu sama lain. Jika dilihat dari tekstur batuan, batuan yang berbutir halus pada umumnya memiliki risiko longsor yang lebih tinggi. Selain itu, jika dilihat dari kekompakannya, batuan yang kompak memiliki kerawanan longsor yang lebih rendah. Jenis batuan yang berada di daerah penelitian berdasarkan pengolahan data yang bersumber dari PSDMBP (Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara, dan Panas Bumi) tahun 2010 menghasilkan 5 jenis batuan yang tergolong ke dalam batuan vulkanik dan batuan sedimen. Berikut jenis batuan yang tersebar di Kecamatan Tirtomoyo sebagai berikut.

1. Dasit (batuan vulkanik)
2. Formasi Mandalika (pasir, kerikil, dan tanah liat)
3. Formasi Nampol (batupasir, batu lempung, dan konglomerat)
4. Formasi Nglanggran (sedimentasi breksi gunung api dan konglomerat)
5. Formasi Semilir (tanah liat, lanau, dan pasir halus)





**Gambar 2.** Peta Geologi Kecamatan Tirtomoyo

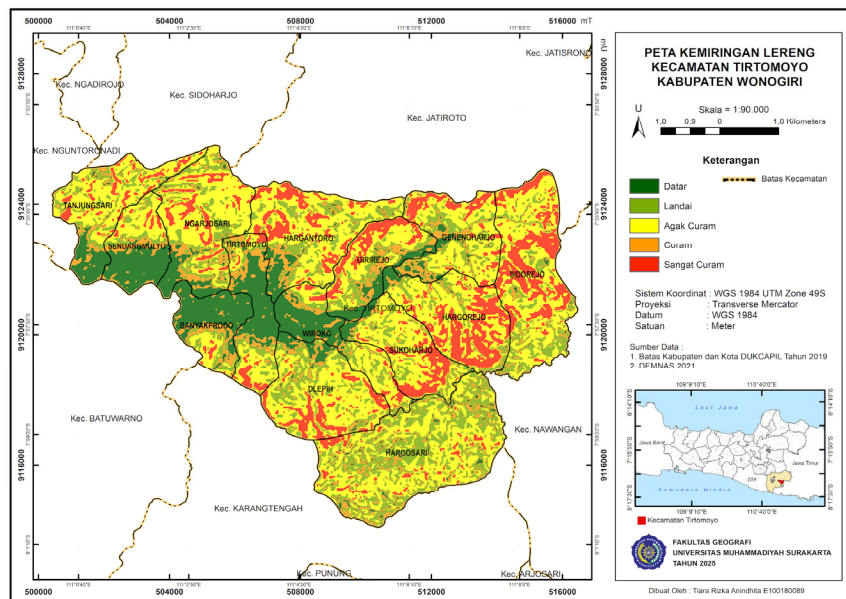
Berdasarkan hasil pengolahan data, sebagian besar wilayah Kecamatan Tirtomoyo terbentuk oleh batuan sedimen, yang mana jenis batuanannya termasuk ke dalam formasi semilir yang terdiri atas batuan sedimen seperti tanah liat, lanau, dan pasir halus. Formasi semilir mendominasi dengan luasan 4099.01 Ha atau 38% dari luas wilayah. Berikut rincian luas wilayah jenis batuan di Kecamatan Tirtomoyo terdapat pada tabel 3.

**Tabel 3.** Luasan Wilayah Klasifikasi Jenis Batuan Kecamatan Tirtomoyo

No	Jenis batuan	Klasifikasi	Luas Wilayah (Ha)	Skor
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	Dasit	Batuan Vulkanik	1517.86	3
2	Formasi Mandalika	Batuan Sedimen	1468.86	2
3	Formasi Nampol		2409.25	
4	Formasi Nglanggran		878.65	
5	Formasi Semilir		4099.01	
6	-	Batuan Aluvial	0,00	1
Total			10373.63	



Secara topografi, Kecamatan Tirtomoyo diantara dua perbukitan yakni perbukitan kaki pegunungan lawu Selatan di sisi utara dan perbukitan pegunungan sewu di sisi Selatan. Oleh karena itu, Kecamatan Tirtomoyo terletak di lembah, sehingga memiliki beragam kemiringan lereng. Jika suatu wilayah memiliki lereng yang curam maka semakin tinggi kerawanan longsor dan jika wilayah semakin datar maka semakin rendah kerawanan longsor. Berdasarkan data kemiringan lereng yang diolah, dilakukan skor dan dibagi kelas jenis kemiringan lereng, menghasilkan 5 klasifikasi yaitu datar, landai, agak curam, curam, sangat curam. Berikut penyajian peta pada gambar 4 kemiringan lereng serta tabel 9 yang menyertakan luasan kelas kemiringan lereng Kecamatan Tirtomoyo.



**Gambar 3.** Peta kemiringan lereng Kecamatan Tirtomoyo

Berdasarkan gambar di atas sebagian besar Kecamatan Tirtomoyo memiliki kelas kemiringan lereng curam dengan kemiringan lereng sebesar 30 – 45 %. Dengan kemiringan lereng yang dominan curam, risiko longsor lahan juga tinggi karena faktor tersebut. Berikut rincian luas wilayah jenis batuan di Kecamatan Tirtomoyo terdapat pada tabel 4.

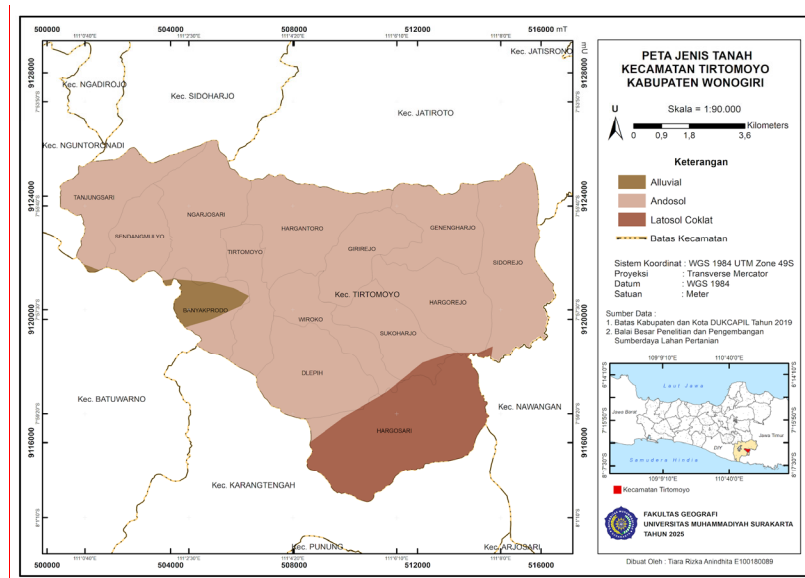
**Tabel 4.** Luasan wilayah klasifikasi kemiringan lereng Kecamatan Tirtomoyo.

No	Kemiringan Lereng (%)	Kelas Kemiringan Lereng	Luas Wilayah (Ha)	Skor
----	-----------------------	-------------------------	-------------------	------



(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	<8	Datar	1486.64	1
2	8-15	Landai	969.68	2
3	15-30	Agak Curam	1910.52	3
4	30-45	Curam	4336.01	4
5	>45	Sangat Curam	1670.78	5
Total			10373.63	

Salah satu faktor pemicu terjadinya longsor lahan adalah jenis tanah. Berdasarkan tabel klasifikasi jenis tanah merupakan faktor terkecil penyebab kerawanan longsor. Hal itu dikarenakan, faktor lain lebih mendominasi daripada jenis tanah itu sendiri. Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan pemberian skor serta pembagian kelas jenis tanah menghasilkan tiga klasifikasi yaitu alluvial, andosol, dan latosol coklat. Berikut penyajian peta jenis tanah di Kecamatan Tirtomoyo pada gambar 4.



**Gambar 4.** Peta jenis tanah Kecamatan Tirtomoyo

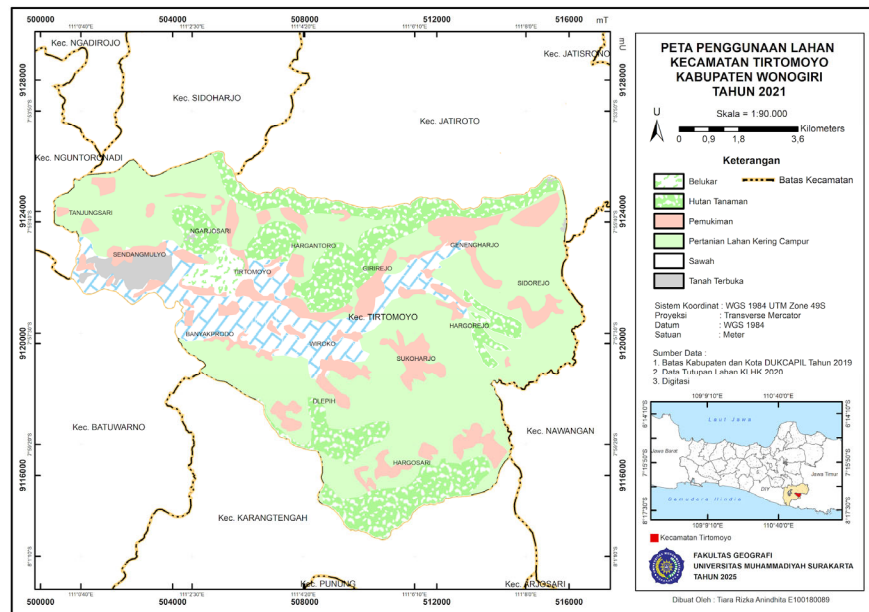
Penyajian data di atas dapat diketahui jenis tanah yang mendominasi di Kecamatan Tirtomoyo yaitu jenis tanah andosol. Sedangkan untuk jenis tanah alluvial dan latosol coklat hanya beberapa wilayah yang memiliki jenis tanah tersebut. Dari 5 parameter yang dapat menyebabkan longsor lahan parameter jenis tanah menjadi pembobotan terkecil yaitu 10%, yang berarti jenis tanah tidak berpengaruh besar dalam kejadian tanah longsor. Berikut rincian luas wilayah jenis batuan di Kecamatan Tirtomoyo terdapat pada tabel 5.



Tabel 5. Luasan wilayah klasifikasi jenis tanah Kecamatan Tirtomoyo

No	Jenis Tanah	Klasifikasi	Luas Wilayah (Ha)	Skor
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	-	Regosol	0,00	5
2	Andosol	Andosol, podsolik	8699.29	4
3	Latosol	Latosol coklat	1419.12	3
4	-	coklat kekonungan	0,00	2
5	Alluvial	Alluvial	255.21	1
<b>Total</b>			<b>10373.63</b>	

Faktor selanjutnya adalah penggunaan lahan, penggunaan lahan di Kecamatan Tirtomoyo pada tahun 2021 sebagian besar adalah pertanian lahan kering campur. Berdasarkan analisa menggunakan aplikasi *Arcgis*, pola pemukiman di Kecamatan Tirtomoyo cenderung menyebar. Sedangkan perbedaan dengan penggunaan lahan pada tahun 2022 tidak banyak perubahan . Perubahan yang terlihat hanya ada di hutan tanaman dan pemukiman yang semakin meluas. Berikut penyajian peta penggunaan lahan di Kecamatan Tirtomoyo 2021 dan 2022 pada gambar 5 dan gambar 6.

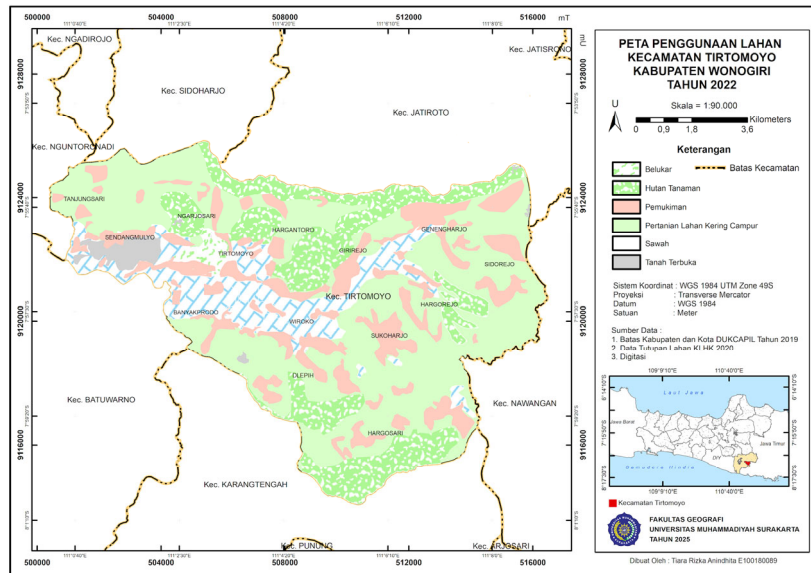


Gambar 5. Peta penggunaan lahan Kecamatan Tirtomoyo tahun 2021



Tabel 6. Luas wilayah penggunaan lahan Kecamatan Tirtomoyo tahun 2021

No	Penggunaan Lahan	Klasifikasi	Luas Wilayah (Ha)	Skor
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	Sawah	Tegalan, sawah	1427.40	5
2	Belukar	Semak belukar	162.99	4
3	Tanah terbuka		204.75	
4	Hutan tanaman		2002.46	
5	Pertanian lahan kering campur	Hutan dan Perkebunan	4870.71	3
6	permukiman	Kota/permukiman	1705.33	2
7	-	Tambak, waduk, perairan	0,00	1
<b>Total</b>			<b>10373.63</b>	



Gambar 6. Peta penggunaan lahan Kecamatan Tirtomoyo tahun 2022

Tabel 7. Luasan wilayah penggunaan lahan Kecamatan Tirtomoyo tahun 2022

No	Penggunaan Lahan	Klasifikasi	Luas Wilayah (Ha)	Skor
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

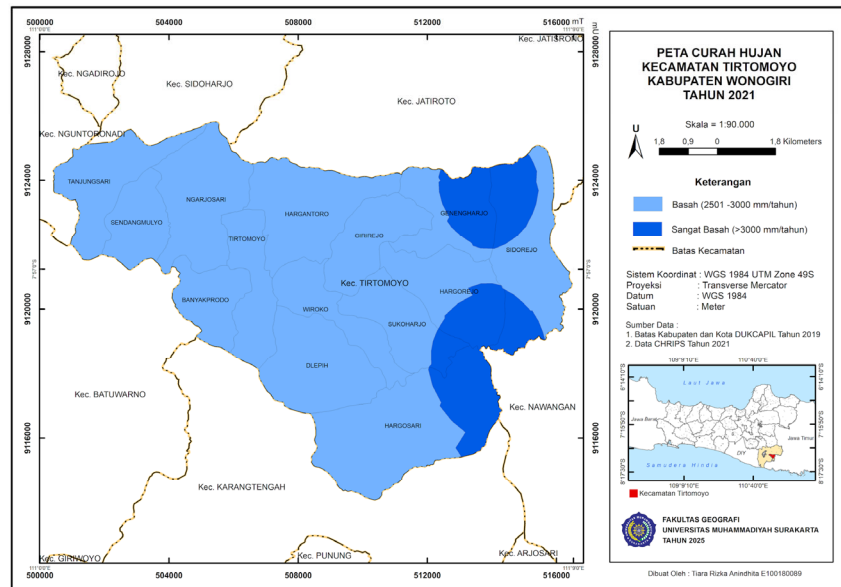


1	Sawah	Tegalan, sawah	2071.92	5
2	Belukar	Semak belukar	162.99	4
3	Tanah terbuka		15.51	
4	Hutan tanaman		1875.22	
5	Pertanian lahan kering campur	Hutan dan Perkebunan	4342.66	3
6	permukiman	Kota/permukiman	1905,33	2
7	-	Tambak, waduk, perairan	0,00	1
Total			10373.63	

Berdasarkan peta di atas keseluruhan wilayah Kecamatan Tirtomoyo didominasi oleh vegetasi dan hanya sedikit sebagian lahan yang digunakan untuk pemukiman. Perbandingan lahan pada tahun 2021 dan 2022 terdapat peningkatan penggunaan lahan yang digunakan untuk pemukiman. Faktor tersebut dapat mempengaruhi kejadian longsor lahan yang semakin meningkat pada tahun 2022.

Faktor kelima adalah curah hujan, data yang digunakan yaitu data sekunder. Data sekunder yang digunakan untuk menganalisis faktor curah hujan adalah Kumpulan data curah hujan tahunan dari data chrips tahun 2021 dan 2022. Untuk data yang sesuai, maka dalam pengolahan data curah hujan menggunakan periode curah hujan 10 tahun. Berdasarkan hasil pengolahan data curah hujan yang telah diberi skor dan pembagian kelas menghasilkan sebagian besar curah hujan di Kecamatan Tirtomoyo pada tahun 2021 dikategorikan basah (2501-3000 mm/tahun). Sedangkan pada tahun 2022 keseluruhan wilayah di Kecamatan Tirtomoyo curah hujan yang terjadi adalah sangat basah (>3000 mm/tahun). Perbedaan yang signifikan curah hujan yang terjadi pada tahun 2021 dan 2022 menyebabkan faktor yang begitu besar terjadinya longsor lahan di Kecamatan Tirtomoyo. Berikut penyajian peta curah hujan 2021 dan 2022 sebagai berikut.



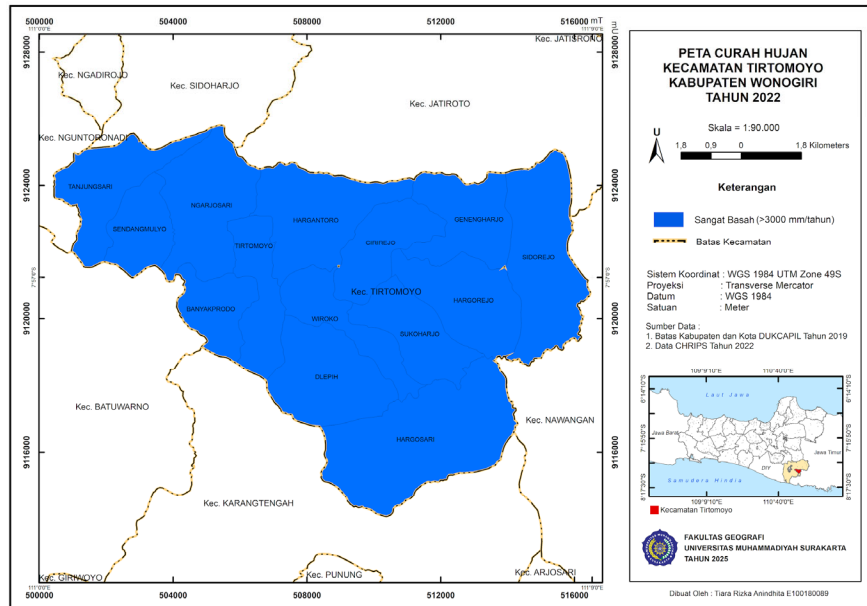


**Gambar 7.** Peta curah hujan Kecamatan Tirtomoyo tahun 2021

**Tabel 8.** Luasan wilayah curah hujan Kecamatan Tirtomoyo tahun 2021

No	Curah hujan tahunan (mm)	Kelas curah hujan	Luas Wilayah (Ha)	Skor
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	>3000	Sangat Basah	8770.72	5
2	2501 – 3000	Basah	1602.91	4
3	2001 – 2500	Sedang	0,00	3
4	1501 – 2000	Kering	0,00	2
5	<1500	Sangat kering	0,00	1
<b>Total</b>			<b>10373.63</b>	





**Gambar 8.** Peta curah hujan Kecamatan Tirtomoyo tahun 2022

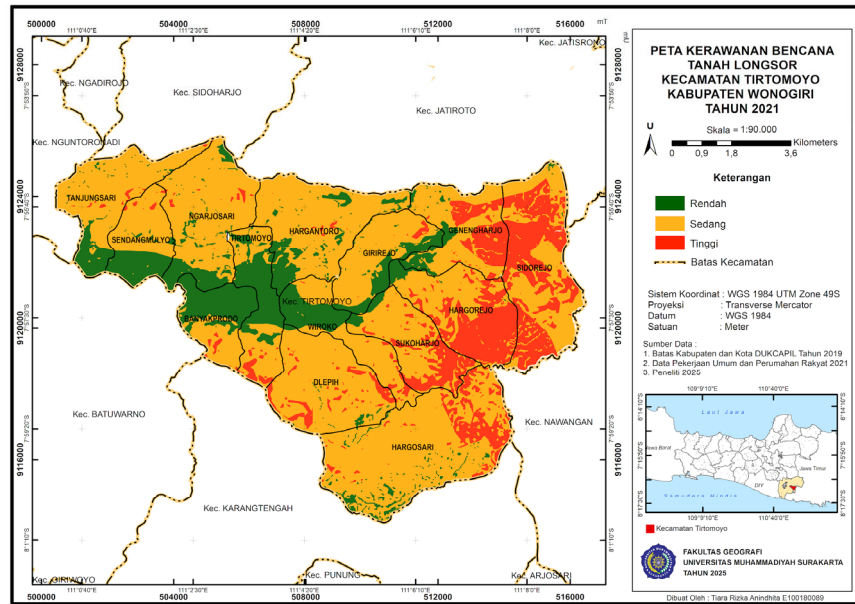
**Tabel 9.** Luasan wilayah curah hujan Kecamatan Tirtomoyo tahun 2022

N o	Curah hujan tahunan (mm)	Kelas curah hujan	Luas Wilayah (Ha)	Skor
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	>3000	Sangat Basah	10373.63	5
2	2501 – 3000	Basah	0,00	4
3	2001 – 2500	Sedang	0,00	3
4	1501 – 2000	Kering	0,00	2
5	<1500	Sangat kering	0,00	1
Total			10373.63	

Dari hasil pengolahan data curah hujan diatas, rata-rata curah hujan di Kecamatan Tirtomoyo termasuk dalam kategori curah hujan tinggi. curah hujan yang sangat tinggi tentu berdampak pada kehidupan sehari-hari dan lingkungan. Salah satunya yakni menyebabkan terjadinya bencana alam tanah longsor. Tingginya curah hujan menyebabkan tanah tak cukup menopang air hujan yang terus menerus sehingga menyebabkan tanah akan luruh menimpa apapun yang berada di bawahnya. Peningkatan tersebut menyebabkan longsor lahan pada tahun 2021 sebanyak 12 kejadian bertambah menjadi 24 kejadian di tahun 2022.



Berdasarkan uraian parameter di atas, curah hujan menjadi faktor paling dominan, hal itu didukung dengan skor pembobotan paling besar ada di curah hujan yakni sebesar 30%, dan faktor yang tidak cukup kecil adalah jenis tanah. Dari 5 data yang ada di atas selanjutnya dilakukan pemberian skor dan juga pembobotan sesuai dengan klasifikasi. Proses tersebut menghasilkan peta kerawanan tanah longsor.



**Gambar 9.** Peta kerawanan longsor lahan Kecamatan Tirtomoyo tahun 2021

**Tabel 10.** Luasan wilayah kerawanan longsor lahan tahun 2021

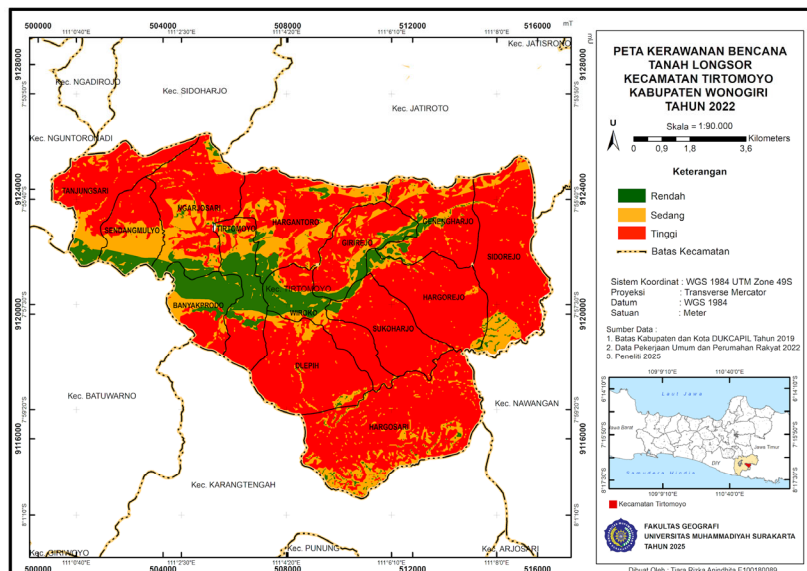
Desa	Rendah	Sedang	Tinggi
Banyakprodo	258.81	161.53	10.57
Dlepih	19.38	749.06	82.82
Genengharjo	75.51	386.43	196.80
Girirejo	127.17	403.76	11.26
Hargantoro	154.53	752.53	6.63
Hargorejo	33.85	340.40	376.58
Hargosari	79.42	1272.55	201.53
Ngarjosari	150.19	739.19	11.61
Sendangmulyo	158.55	270.91	7.03
Sidorejo	4.35	513.80	540.76
Sukoharjo	29.80	373.77	176.15
Tanjungsari	113.50	557.32	9.40
Tirtomoyo	236.76	257.26	31.57



Desa	Rendah	Sedang	Tinggi
Wiroko	165.32	302.62	22.62
<b>Luas Total</b>	<b>1607.14</b>	<b>7081.14</b>	<b>1685.35</b>
<b>Persentase</b>	<b>15%</b>	<b>68%</b>	<b>17%</b>

Dari hasil proses *overlay* di dapatkan peta kerawanan dan juga luas wilayahnya. Kerawanan yang sudah diolah menghasilkan tiga klasifikasi kelas kerawanan yaitu, rendah, sedang, dan tinggi. Dari 14 desa yang terpetakan, 11 desa termasuk ke kelas kerawanan sedang, yang mana desa tersebut secara letak berada di bawah perbukitan sehingga rawan akan tanah longsor. Daerah yang memiliki kelas kerawanan rendah berada di daerah lembah atau diapit perbukitan. Sedangkan letak daerah yang kelas kerawanannya tinggi sebagian besar permukiman di sana berada di lereng perbukitan. Miringnya bidang perbukitan yang di alih fungsikan menjadi pemukiman tentu dapat menyebabkan longsor itu terjadi bahkan didukung dengan adanya curah hujan yang cenderung cukup tinggi.

Sedangkan tingkat kerawanan longsor di Kecamatan Tirtomoyo pada tahun 2022 sebagian besar memiliki tingkat kerawanan sangat tinggi. Sedangkan tingkat kerawanan rendah dan sedang tidak mendominasi. Berikut penyajian peta kerawanan longsor Kecamatan Tirtomoyo tahun 2022.



Gambar 10. Peta kerawanan longsor lahan Kecamatan Tirtomoyo tahun 2022

Tabel 11. Luasan wilayah kerawanan longsor lahan tahun 2022

Desa	Rendah	Sedang	Tinggi
------	--------	--------	--------



Banyakprodo	211.29	88.00	133.39
Dlepih	66.56	93.84	759.21
Genengharjo	62.59	141.27	466.81
Girirejo	115.29	123.61	340.96
Hargantoro	85.39	309.24	572.76
Hargorejo	230.27	132.00	677.63
Hargosari	84.73	245.08	1286.71
Ngarjosari	126.78	324.10	570.11
Sendangmulyo	70.54	172.21	196.47
Sidorejo	76.74	162.06	900.40
Sukoharjo	243.74	42.89	532.79
Tanjungsari	77.45	142.72	518.79
Tirtomoyo	193.28	106.99	225.42
Wiroko	175.10	73.90	280.70
<b>Luas Total</b>	<b>1819.74</b>	<b>2157.92</b>	<b>7462.17</b>
<b>Persentase</b>	<b>18%</b>	<b>21%</b>	<b>61%</b>

Berdasarkan penyajian data di atas, sebanyak 61% dari seluruh wilayah Kecamatan Tirtomoyo didominasi kerawanan longsor kelas tinggi. daerah rawan bencana tersebar dari utara ke Selatan di wilayah Kecamatan Tirtomoyo. Wilayah di bagian Selatan dan utara menjadi lebih rawan terhadap bencana longsor lahan di sekitarnya, hal itu disebabkan kedua wilayah tersebut berada di wilayah perbukitan. Perbedaan yang cukup signifikan pada penyajian peta tingkat kerawanan longsor pada tahun 2021 dan 2022 menjadi pembahasan utama untuk penelitian ini.

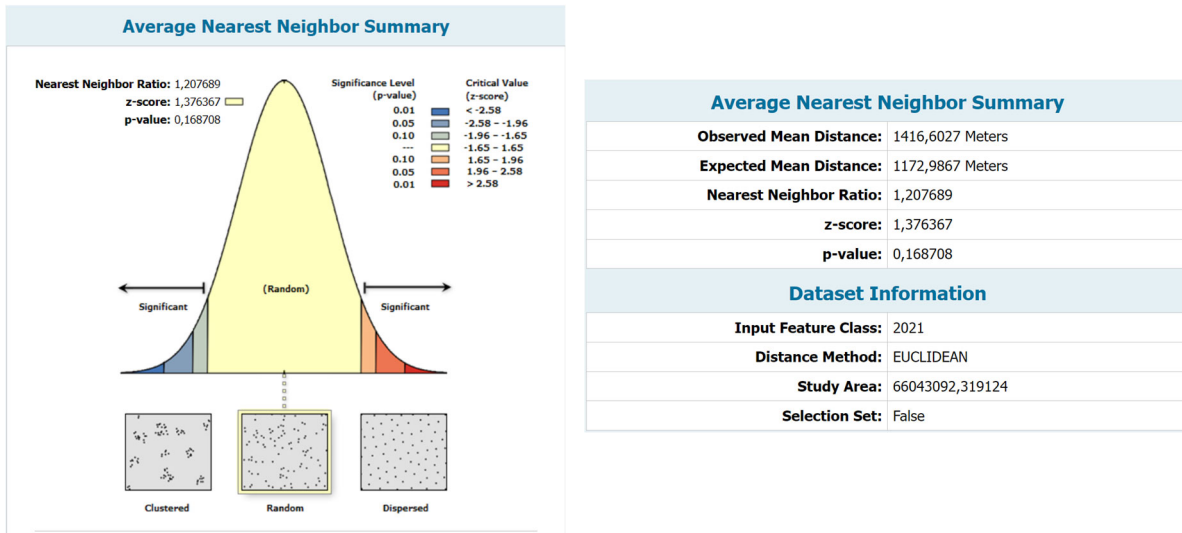
### Persebaran titik kejadian tanah longsor

Untuk mengetahui pola persebaran dilakukan analisis spasial dengan bantuan *software* arcgis 10.8. Dimana analisis ini menggunakan *tool* (*Average Nearest Neighbor*), *tool* berfungsi menganalisis pola persebaran. Pola persebaran lokasi longsor lahan terbagi menjadi tiga kelompok, yaitu pola persebaran mengelompok, acak, dan seragam. Pola persebaran mengelompok dapat terjadi apabila titik satu dengan titik lainnya cenderung berdekatan, nilai z-score <-2,58 atau mendekati 0 (nol) merupakan nilai critical value pola mengelompok. Pola persebaran acak dapat terjadi apabila titik satu dengan yang lainnya tidak teratur, dengan nilai z-score >-1,65 sampai 1,65. Dan pola persebaran seragam terjadi apabila titik satu dengan yang lainnya relative sama, dengan nilai z-score 1,65 sampai mendekati 2,58 atau lebih, nilai z-score lebih dari 2,58 maka pola sebaran semakin seragam. Dalam analisis, nilai indeks dapat diperoleh dari Rasio Tetangga Terdekat.

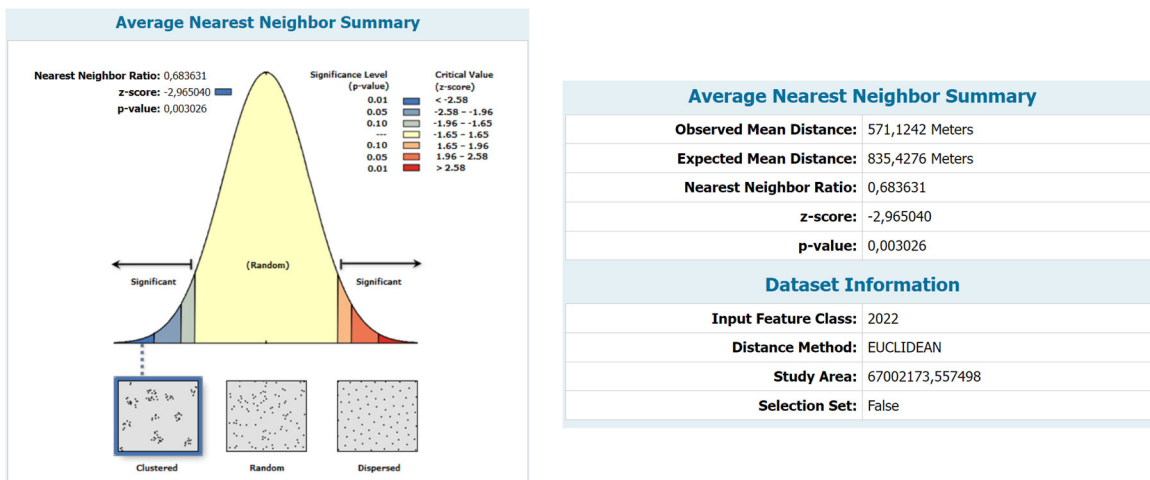


Semakin dekat nilai rasio ini dengan nilai kritis (z-score), semakin tinggi tingkat signifikansi atau keyakinan hasil analisis.

Berdasarkan data tanah longsor, Kecamatan Tirtomoyo mengalami bencana longsor lahan sebanyak 36 kejadian. Untuk menemukan pola persebaran tersebut, dapat diketahui menggunakan ANN (*Average Nearest Neighbor*), yang dimaksud menghitung besarnya parameter tetangga terdekat. Berikut hasil pola persebaran longsor lahan di Kecamatan Tirtomoyo tahun 2021 dan 2022 dapat dilihat pada gambar 4.12 dan 4.13.



Gambar 11. Pola persebaran lokasi terjadinya longsor lahan tahun 2021 di Kecamatan Tirtomoyo.



Gambar 12. Pola persebaran lokasi terjadinya longsor lahan tahun 2022 di Kecamatan Tirtomoyo.



Berdasarkan penyajian gambar di atas, hasil analisis menunjukkan pola persebaran terjadinya longsor lahan di Kecamatan Tirtomoyo pada tahun 2021 berpola acak (*random*) dan tahun 2022 berpola mengelompok (*clustered*). Untuk tahun 2021 pola sebaran acak (*random*) karena memiliki nilai *critical value* (z-score) >-1,65 sampai 1,65, hal itu jika dilihat pada peta sebaran tanah longsor, jarak antar titik lokasi satu dengan lainnya tidak teratur dengan jarak rata-rata antar lokasi sebesar 1416,6027 meter. Sedangkan tahun 2022 berpola mengelompok (*dispersed*), hal itu dikarenakan jarak antar titik relatif berdekatan dan lebih mengelompok pada suatu wilayah tertentu, dengan nilai *critical value* (z-score) -2,965040 dengan jarak rata-rata antar titik sebesar 571,1242 meter.

## PEMBAHASAN

### Kerawanan Longsor Lahan

Parameter jenis tanah, kemiringan lereng, jenis batuan, curah hujan, dan penggunaan lahan diolah melalui tahap *overlay* sehingga didapatkan tiga kriteria/kelas wilayah kerawanan longsor yaitu daerah yang memiliki potensi rendah, sedang, dan tinggi, dengan interval skor masing-masing kelas.

Tabel 12. Interval Skor Kelas Tingkat Kerawanan Bencana Longsor lahan Kecamatan Tirtomoyo

Interval Skor	Kelas Kerawanan
2,1 – 2,9	Rendah
2,9 – 3,7	Sedang
3,7 – 4,5	Tinggi

Berdasarkan peta kerawanan longsor Kecamatan Tirtomoyo dapat dibedakan menjadi 3 kelas kerawanan longsor, yaitu rendah, sedang, dan tinggi (tabel 10 & 11).

#### *Kerawanan rendah*

Daerah yang termasuk dalam kelas ini memiliki tingkat kerawanan longsor rendah. wilayah kelas kerawanan rendah adalah daerah datar dengan kemiringan 0-8%. Adapun desa yang termasuk ke dalam kelas kerawanan rendah menurut tabel 15 dan tabel 16 adalah Desa Banyakprodo. Daerah yang jarang terjadi longsor lahan tentunya memiliki lereng yang lebih stabil dibandingkan dengan daerah yang sering terjadi longsor, lereng akan tetap stabil apabila tidak terganggu oleh faktor lain yang menyebabkan bencana itu sendiri terjadi. Pada tahun 2021, intensitas curah hujan tergolong basah (2501-3000



mm/tahun), akan tetapi kondisi fisik di desa Banyakprodo masih dapat menampung aliran air hujan dengan intensitas yang sedang, sehingga potensi longsor lahan masih relatif rendah. Tingkat kerawanan longsor lahan rendah, tidak berarti longsor lahan tidak dapat terjadi sama sekali. Namun, risiko longsor lahan di zona ini lebih rendah dibandingkan dengan daerah lain dengan kerawanan longsor lahan yang lebih tinggi.

#### *Kerawanan Sedang*

Daerah yang termasuk dalam kelas ini adalah daerah yang memiliki tingkat kerawanan longsor sedang. Berdasarkan tabel 10 yang menunjukkan luasan wilayah kerawanan longsor pada tahun 2021, terdapat 11 desa yang termasuk ke dalam zona kerawanan sedang. Diantaranya yaitu Desa Dlepih, Desa Genengharjo, Desa Girirejo, Desa Hargantoro, Desa Hargosari, Desa Ngarjosari, Desa Sendangmulyo, Desa Sukoharjo, Desa Tanjungsari, Desa Tirtomoyo, Dan Desa Wiroko. Adapun lereng yang tersebar di kelas kerawanan sedang terdiri dari dua kemiringan lereng, yaitu lereng landai (8-15%) hingga lereng agak curam (15-25%). Akan tetapi 11 desa di atas mayoritas termasuk ke dalam klasifikasi kemiringan lereng agak curam. Dapat dilihat adanya perbukitan pegunungan kaki gunung lawu dan juga perbukitan pegunungan sewu yang mengelilingi Kecamatan Tirtomoyo yang membuat beberapa lereng di zona ini terbentuk dari jenis batuan sedimen. Memiliki karakteristik kurang stabil dan mudah terkikis menyebabkan daerah rawan longsor. Sedangkan jenis batuan yang berada di kaki pegunungan lawu terdiri dari batuan vulkanik yang memiliki ketahanan yang lebih baik dibandingkan batuan sedimen. Akan tetapi stabilitas lereng akan berubah seiring waktu menjadi tidak stabil apabila dipengaruhi oleh cuaca dan faktor lainnya.

Adapun daerah yang tergolong kerawanan sedang memiliki curah hujan tahunan tergolong basah dengan curah hujan tahunan 2501-3000 mm/tahun. Curah hujan basah pada sangat mendominasi (85%) dari total wilayah. Hal ini menunjukkan bahwa pada di Kecamatan Tirtomoyo memiliki potensi longsor yang disebabkan oleh faktor curah hujan setiap tahunnya. Hampir semua desa di Kecamatan Tirtomoyo mendominasi kerawanan sedang pada tahun 2021. Daerah yang termasuk potensi rawan longsor sedang, berarti bahwa daerah tersebut tidak terlalu rawan longsor lahan akan tetapi tidak juga terlalu aman dari bencana tersebut.

#### *Kerawanan Tinggi*

Daerah yang termasuk kelas kerawanan tinggi memiliki potensi yang tinggi untuk mengalami tanah longsor. Beberapa desa yang berada di kelas kerawanan sedang pada tahun 2021 mengalami peningkatan kelas kerawanan longsor lahan menjadi tinggi pada



tahun 2022. Menurut tabel 11 yang menunjukkan luasan wilayah kerawanan longsor tahun 2022, 13 desa di Kecamatan Tirtomoyo termasuk ke dalam kelas kerawanan tinggi dengan angka luasan wilayah yang mendominasi di kelas tinggi, dengan total luas 7462.17 Ha atau 61% dari luas wilayah. Pada kelas ini, kondisi geologi dan hidrologi wilayah tersebut sangat rentan terhadap pergerakan tanah yang dapat menyebabkan tanah longsor. Kondisi geologi yakni merujuk pada daerah yang memiliki kondisi geologi yang tidak stabil, seperti batuan yang rapuh atau tanah yang tidak kompak, hal tersebut tentunya disebabkan oleh hidrologi daerah itu sendiri. Dimana kondisi hidrologi menunjukkan pada intensitas curah hujan yang tinggi. Curah hujan yang cukup tinggi terjadi di suatu daerah dapat mengakibatkan tanah longsor, bahkan bekas longSORan lama dapat terjadi longSOR kembali diakibatkan hal tersebut. Selain itu, faktor lainnya yakni kemiringan lereng. Kemiringan lereng dapat mempengaruhi kestabilan tanah dan menjadi salah satu faktor potensi tanah longSOR. Lereng yang beragam dengan kemiringan antara 25-45% (curam) sampai >45% (sangat curam), gaya gravitasi yang ada pada lereng curam dapat menyebabkan peningkatan tekanan pada tanah apabila terjadi hujan yang tidak kunjung reda, hal itu dipengaruhi oleh lereng curam hingga sangat curam yang dapat menyebabkan infiltrasi air lebih cepat dan lebih dalam yang membuat tanah menjadi jenuh dan tidak stabil sehingga berpotensi terjadi tanah longSOR.

### **Pola Persebaran LongSOR**

Berdasarkan pengolahan data koordinat yang mengacu pada data Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Wonogiri, tercatat bahwa pada tahun 2021 terjadi 12 kejadian yang terjadi di 7 desa, diantaranya Desa Sukoharjo (satu kali longSOR), Desa Dlepih (satu kali longSOR), Desa Ngarjosari (tiga kali longSOR), Desa Girirejo (tiga kali longSOR), Desa Sidorejo (satu kali longSOR), Desa Hargosari (satu kali longSOR) dan Desa Hargorejo (dua kali longSOR). Mengacu pada hasil pengolahan Average Nearest Neighbor pada gambar 4.12, pola persebaran pada titik longSOR termasuk pola random, yang mana pada gambar 4.10 yang menunjukkan peta persebaran titik longSOR pada tahun 2021, dapat dilihat bahwa titik-titik lokasi longSOR pada masing-masing desa memiliki jarak yang tidak terlalu berdekatan. Pola persebaran tersebut dilihat dari skor nearest neighbor ratio, apabila skor tersebut mendekati nilai yang sudah ditentukan pada critical value (z-score) dengan setiap polanya, misalnya jika berpola mengelompok nilainya <-2,58 (cenderung 0) hingga -1,65, semakin tinggi nilainya mendekati 0 maka tingkat keyaninan semakin tinggi terhadap pola persebaran mengelompok, apabila nilai rasio tetangga terdekat mendekati angka 1,65 atau lebih hingga mendekati 2,58, maka tingkat keyaninan semakin rendah, karena pola tersebut dikatakan mengelompok namun hampir mendekati acak atau seragam. Apabila z-score bernilai positif, menandakan bahwa data tersebut



memiliki pola sebaran yang seragam (acak), sedangkan z-score bernilai negatif, maka pola data tersebut cenderung mengelompok. Nilai z-score pada tahun 2021 menunjukkan angka 1,376367, yang mana angka tersebut berada di antara interval critical value  $-1,65 - 1,65$ , sehingga pola titik longsor pada tahun ini random dengan jarak rata-rata antar titik longsor sebesar 1416,6027 meter.

Apabila dilihat pada peta persebaran titik tanah longsor, mayoritas longsor lahan terjadi di sisi timur, yang mana sisi timur terdiri dari perbukitan yang memiliki kemiringan lereng yang curam, sehingga menyebabkan longsor sering terjadi. Sedangkan pada tahun 2022, longsor lahan terjadi sebanyak 24 kejadian di 4 desa di Kecamatan Tirtomoyo. Desa tersebut diantaranya Desa Sukoharjo, Desa 76 Genengharjo, Desa Dlepih, dan Desa Tanjungsari. Dapat dilihat pada gambar 4.11 yang menunjukkan peta sebaran titik longsor lahan tahun 2022, pada Desa Sukoharjo titik-titik longsor sangat berdekatan satu sama lain, yang mana menunjukkan lokasi longSORan yang cenderung mengelompok pada satu daerah, seperti Desa Sukoharjo, yang pada daerah tersebut terjadi bencana longsor lahan sebanyak 19 kali kejadian. Alhasil apabila dianalisis menggunakan analisis tetangga terdekat, menghasilkan pola persebaran mengelompok. Pola mengelompok dapat dilihat dari hasil z-scorenya yang menunjukkan hasil negatif, yang mana apabila z-score negatif menunjukkan pola mengelompok, dimana nilai tersebut sebesar  $-2,965040$  dengan jarak rata-rata antar titik longsor sebesar 571,1242 meter. Sama halnya tahun 2021, pada tahun ini kejadian longsor juga mayoritas terjadi di sisi timur yang mengakibatkan sering terjadi tanah longsor. Pola persebaran longsor lahan pada tahun 2021 di Kecamatan Tirtomoyo terlihat mengikuti pola kemiringan lereng yang ada. Faktor yang mempengaruhi terjadinya pola persebaran adalah luas wilayah, titik lokasi, dan jarak antara satu titik dengan titik yang lain. Sedangkan pada tahun 2022 pola persebaran yang terjadi paling banyak terjadi di Desa Sukoharjo sebanyak 19 kejadian tanah longsor. Desa tersebut termasuk klasifikasi tinggi di peta kerawanan longsor pada tahun 2022.

## KESIMPULAN

Kecamatan Tirtomoyo memiliki data bencana alam longsor cukup tinggi dengan total kejadian 36 kejadian pada tahun 2021 dan tahun 2022. Berdasarkan hasil pengolahan parameter seperti curah hujan, kemiringan lereng, jenis tanah, jenis batuan, dan penggunaan lahan, menghasilkan tingkat kerawanan longsor pada tahun 2021 tergolong kerawanan sedang, sedangkan pada tahun 2022 tergolong kerawanan tinggi. Faktor terbesar terjadinya longsor di Kecamatan Tirtomoyo pada tahun 2021 adalah kemiringan lereng dengan kemiringan curam sebesar 30% - 45%. Pada tahun 2022 Kecamatan



Tirtomoyo mengalami peningkatan jumlah kejadian longsor yang diakibatkan dari hujan dengan intensitas yang sangat tinggi (>3000 mm/tahun).

Pengumpulan data yang dilakukan dengan menggunakan data sekunder berasal dari BPBD (Badan Penanggulangan Bencana Daerah) Kabupaten Wonogiri. Berdasarkan hasil peta yang telah diolah, Kecamatan Tirtomoyo mengalami kejadian bencana longsor pada tahun 2021 sebanyak 12 kejadian dan tahun 2022 sebanyak 24 kejadian. Hasil analisis ANN (Analisis Tetangga Terdekat) pola kejadian longsor di Kecamatan Tirtomoyo pada tahun 2021 memiliki *critical value* (z-score) >- 1,65 – 1,65 dengan pola acak (*random*). Sedangkan tahun 2022 memiliki nilai *critical value* (z-score) – 2,965040 dengan pola mengelompok (*dispersed*)

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan karunia-Nya sehingga artikel ini dapat terselesaikan. Saya ucapkan terimakasih kepada beberapa instansi seperti Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Wonogiri atas penyediaan data-data yang diperlukan dalam penelitian ini, serta seluruh pihak yang membantu dalam penulisan dan pengolahan data penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Republik Indonesia. (2007). Undang-Undang No. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana.
- [2] Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2012). *Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 02 Tahun 2012 Tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana*. Jakarta : BNPB.
- [3] Surastuti Yunita. (2016). *Pemanfaatan Sistem Informasi Geografi Untuk Analisis Risiko Longsor Di Kecamatan Tirtomoyo Kabupaten Wonogiri*. (Skripsi). Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, Indonesia.
- [4] Climate Hazards Center. (2021). CHC Early Estimates. Diakses dari : <https://www.chc.ucsb.edu/data/chirps>.
- [5] Badan Penanggulangan Bencana Daerah. (2021). Data Rekap Terdampak. Wonogiri : BPBD
- [6] [BPBD] Badan Penanggulangan Bencana Daerah (2022). Data Rekap Terdampak. Wonogiri : BPBD
- [7] Rahmad, R., & Nurman, A. (2018). Aplikasi SIG untuk Pemetaan Tingkat Ancaman Longsor di Kecamatan Sibolangit , Kabupaten Deli Serdang , Sumatera Utara. 32(1), 1–13.



- [8] Nikmah Ruaida, S. (2021). Analisis Sebaran Fasilitas Pendidikan Dasar dengan pemanfaatan sistem informasi geografis (SIG) di Kabupaten Kudus. (Skripsi). Surakarta, Surakarta, Indonesia.

