

EVALUASI RISIKO LONGSORLAHAN DAN MITIGASINYA DI KECAMATAN TAWANGMANGU TAHUN 2023

Arlina Bunga Saputri^{1*}, Setya Nugraha²

¹Program Studi Pendidikan Geografi, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

²Pusat Penelitian Lingkungan Hidup, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

*E-mail: arlinabunga7@gmail.com

Diterima: 1/04/2024

Direvisi: 20/05/2024

Dipublikasikan: 31/10/2024

ABSTRACT

Landslides are one of the most destructive geological disasters and cause losses and casualties worldwide, especially in mountainous areas. Areas with steep slopes for food crop cultivation have the potential to cause landslides. The development of tourism activities, dryland agriculture, and the dense erection of house buildings have an impact on the pressure of residents on land, so it has the potential to cause a high level of risk. This study aims to reduce the potential for landslide losses and design mitigation recommendations by determining the level of avalanche risk based on PERKA BNPB No. 02 of 2012 using the scoring and overlay method. The results of the study show that the villages in Tawangmangu District that have a very high risk of landslides are Nglebak Village, Sepanjang Village, Bandardawung Village, and Tawangmangu Village. The results of the study show that Tawangmangu District is dominated by medium risk with an area of 4032.45 Ha (57.45%). Structural mitigation recommendations are dominated by S3 recommendations, while non-structural has been adjusted to the most influential parameters in each village.

Keywords: *Landslide; Risk; Mitigation*

ABSTRAK

Longsorlahan adalah salah satu bencana geologi yang paling merusak dan menimbulkan kerugian serta korban jiwa di seluruh dunia, terutama di daerah pegunungan. Wilayah dengan kemiringan curam untuk budidaya tanaman pangan berpotensi menyebabkan longsorlahan. Pengembangan kegiatan pariwisata, pertanian lahan kering, dan padatnya pendirian bangunan rumah berdampak pada tekanan penduduk terhadap lahan, sehingga berpotensi menyebabkan tingkat risiko yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi potensi kerugian longsorlahan serta merancang rekomendasi mitigasi dengan menentukan tingkat risiko longsorlahan berdasarkan PERKA BNPB No. 02 Tahun 2012 dengan menggunakan metode skoring dan overlay. Hasil penelitian menunjukkan bahwa desa/kelurahan di Kecamatan Tawangmangu yang memiliki risiko longsorlahan sangat tinggi yaitu Desa Nglebak, Desa Sepanjang, Desa Bandardawung, dan Kelurahan Tawangmangu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Kecamatan Tawangmangu didominasi risiko sedang dengan luas 4032,45 Ha (57,45%). Rekomendasi mitigasi struktural didominasi oleh rekomendasi S3, sedangkan non struktural telah disesuaikan dengan parameter paling berpengaruh di setiap desa.

Keywords: *Landslide; Risk; Mitigation;*

A. PENDAHULUAN

Perubahan penggunaan lahan akibat meningkatnya urbanisasi akan mempengaruhi lingkungan secara global (Y. Hara, C. Hirai, 2022). Meningkatnya urbanisasi yang tidak terkendali di suatu wilayah akan membahayakan ekosistem itu sendiri. Adanya pengaruh cuaca ekstrem (suhu tinggi dan curah hujan) dan aktivitas tektonik, dan masifnya aktivitas manusia dalam beberapa tahun terakhir telah memicu bencana geologi seperti longsorlahan (Q. Panpan, *et.al*, 2022). Longsorlahan disebabkan oleh pergerakan tanah atau pergerakan massa batuan pada suatu lereng akibat pengaruh gaya gravitasi. Faktor penting yang mempengaruhi longsorlahan adalah kondisi fisik, alam, dan sosial ekonomi (H. Kumalasari, R. H. Koestoer, 2019). Faktor antropogenik juga menjadi penyebab besarnya kerugian akibat longsorlahan. Degradasi atau perubahan penggunaan lahan menyebabkan potensi longsorlahan meningkat (H. Sri Naryanto, *et.al*, 2020). Kehilangan vegetasi primer di lereng yang curam dapat mengganggu daerah resapan air dan keseimbangan tanah yang dapat memicu erosi (S. Suwarsito, I. Afan, 2020). Penyebab utama tanah longsor adalah terganggunya gaya penahan tanah dan gaya geser pada lereng yang disebabkan oleh pengolahan tanah yang tidak baik (S. Nugraha, *et.al*, 2023). Erosi tanah yang tidak terkendali dan meningkat terutama di wilayah dengan kemiringan lereng curam menyebabkan longsorlahan (Priyono, *et.al*, 2022). Longsorlahan adalah salah satu bencana geologi yang paling merusak dan menimbulkan kerugian serta korban jiwa di seluruh dunia, terutama di daerah pegunungan (Y. Huang, *et.al*, 2023). Perubahan penggunaan lahan dan tutupan lahan di daerah pegunungan dapat meningkatkan kerawanan terhadap longsorlahan karena adanya modifikasi topografi, vegetasi, dan karakteristik material. Karanganyar merupakan daerah yang rawan bencana alam seperti tanah longsor, angin puting beliung, banjir, kebakaran, pergerakan tanah, rumah roboh, dan kecelakaan (U. K. Ramadhan, Sarwono, 2021). Terdapat 327 titik rawan longsor, dan dalam lima tahun terakhir terjadi 300 kali longsor di Kabupaten Karanganyar. Longsorlahan di Kabupaten Karanganyar intensitasnya selalu meningkat setiap tahunnya. Tingkat kerawanan longsorlahan yang tinggi menyebabkan kawasan tersebut memiliki potensi kerugian yang tinggi (Tjahjono, 2020). Kecamatan Tawangmangu, Kabupaten Karanganyar, memiliki tingkat kerawanan longsorlahan yang tinggi, hal tersebut tercantum dalam Perda Kabupaten Karanganyar No.1 Tahun 2013 tentang RTRW Kabupaten Karanganyar 2013-2032.

Kecamatan Tawangmangu merupakan daerah yang terletak di lereng Gunung Lawu. Berdasarkan observasi lapangan menunjukkan bahwa penggunaan lahan yang ada di

Kecamatan Tawangmangu adalah pariwisata, pemukiman, dan tanaman musiman. Wilayah dengan kemiringan curam untuk budidaya tanaman pangan berpotensi menyebabkan longsorlahan (S. A. Cahyono, A. Wuryanta, 2021). Penggunaan lahan di suatu kawasan mencerminkan upaya (tindakan) dan interaksi manusia dalam memanfaatkan dan mengelola sumber daya alam dan kondisi lingkungan di sekitarnya (S. Suwarsito, I. Afan, 2020). Penyerapan air hujan melalui area retakan batuan di lereng dan air yang mengisi retakan batuan bersifat kompresif dan semakin melemahkan kekuatan batuan agar tetap stabil; akhirnya, blok batuan yang bergerak meluncur menuruni lereng dan menyebabkan longsorlahan (L. Y. Irawan, 2020). Adanya kerawanan dan risiko longsor serta perubahan iklim akan semakin memperburuk dampak yang ditimbulkan longsorlahan (K. Ben Sim, M. L. Lee, 2022). Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi risiko tanah longsor untuk mengurangi potensi kerugian serta merancang rekomendasi mitigasi dengan menentukan tingkat kerawanan, tingkat kerentanan, tingkat kapasitas masyarakat, dan risiko tanah longsor dengan menggunakan metode *skoring* dan *overlay* hasil pengamatan di Kecamatan Tawangmangu.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini berlokasi di Kecamatan Tawangmangu, Kabupaten Karanganyar. Kecamatan Tawangmangu terdiri dari 10 desa/kelurahan. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan pendekatan keruangan. Studi penelitian ini bertujuan untuk mengetahui risiko longsorlahan berdasarkan parameter kerawanan, kerentanan, dan kapasitas dengan menggunakan metode *skoring*. Teknik pengumpulan data melalui observasi, wawancara, uji laboratorium, dan dokumentasi.

1. Tingkat Risiko Longsorlahan

Risiko longsorlahan adalah sebuah gambaran dari *overlay* (tumpang tindih) kerawanan, kerentanan, dan kapasitas. Nilai risiko longsorlahan diperoleh dengan menggunakan rumus berikut:

$$R = H \times \frac{V}{C}$$

Keterangan:

R: Risk Index (Risiko Bencana)

H: Hazard Index (Kerawanan)

V: Vulnerability Index (Kerentanan)

C: Capacity Index (Kapasitas)

Tingkat risiko longsorlahan di Kecamatan Tawangmangu diklasifikasikan menjadi 5 kelas yaitu sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Perhitungan Tingkat risiko longsorlahan menggunakan parameter kerawanan, kerentanan, dan kapasitas Masyarakat sebagai berikut:

a. Tingkat Kerawanan Longsorlahan

Tingkat kerawanan longsorlahan diperoleh menggunakan sepuluh parameter: kemiringan lereng, kerapatan vegetasi, permeabilitas tanah, kedalaman tanah, kedalaman pelapukan, curah hujan, tekstur tanah, penggunaan lahan, geologi, dan singkapan batuan. Tingkat kerawanan longsorlahan diperoleh melalui *skoring* masing-masing parameter, skor dan bobot setiap parameter ditentukan berdasarkan tingkat pengaruhnya terhadap longsorlahan. Indikator dari masing-masing parameter yang digunakan disajikan pada **Tabel 1**. Semua parameter kemudian di *overlay* menggunakan perangkat lunak ArcGIS. Tingkat klasifikasi parameter pengaruh longsorlahan dilakukan dengan cara mengkalikan skor dengan bobot pada setiap parameter. Tingkat kerawanan longsorlahan diklasifikasikan menjadi lima klasifikasi: sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi.

Tabel 1. Bobot Parameter Kerawanan Longsorlahan

No.	Parameter	Bobot (%)
1	Kemiringan Lereng	35
2	Penggunaan Lahan	15
3	Curah Hujan	15
4	Kedalaman Pelapukan	5
5	Kerapatan Vegetasi	5
6	Singkapan Batuan	5
7	Tekstur Tanah	5
8	Kedalaman Tanah	5
9	Geologi	5
10	Permeabilitas Tanah	5
Total		100

Sumber: (Hidayati, 2016)

b. Tingkat Kerentanan Longsorlahan

Kerentanan merupakan penurunan ketahanan fisik, sosial, ekonomi, dan lingkungan akibat longsorlahan. Tingkat kerentanan longsorlahan diperoleh dari parameter kerentanan fisik, sosial, ekonomi, dan lingkungan. Analisis kerentanan

longsorlahan diperoleh dari seluruh parameter berdasarkan Peraturan Kepala BNPB No. 02 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Penilaian Risiko Bencana. Tingkat kerentanan longsorlahan didapatkan dengan menggunakan metode *skoring* dan *overlay* menggunakan perangkat lunak Arcgis. Indeks kerentanan longsorlahan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$IKLL = (IKF \times 25\%) + (IKS \times 40\%) + (IKE \times 25\%) + (IKL \times 10\%)$$

Keterangan:

IKLL: Indeks Kerentanan Longsorlahan

IKF : Indeks Kerentanan Fisik

IKS : Indeks Kerentanan Sosial

IKE : Indeks Kerentanan Ekonomi

IKL : Indeks Kerentanan Lingkungan

Tingkat kerentanan longsorlahan didapatkan menggunakan perhitungan klasifikasi dengan menggunakan perkalian skor dan bobot pada setiap parameter. Sehingga, tingkat kerentanan longsorlahan yang terdapat 3 klasifikasi yaitu rendah, sedang, dan tinggi.

c. Tingkat Kapasitas Masyarakat

Kapasitas adalah cara atau kemampuan masyarakat untuk memelihara dan mempersiapkan, mencegah, mengatasi, dan pulih dari bencana. Parameter yang digunakan pada kapasitas masyarakat adalah Indeks Ketahanan Daerah (IKD) dan Indeks Kesiapsiagaan Masyarakat (IKM). Nilai IKD di setiap daerah dalam satu kabupaten dianggap memiliki nilai yang sama, sedangkan nilai IKM tergantung pada indikator yang digunakan. Indikator IKM yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengetahuan kesiapsiagaan, manajemen tanggap darurat, pengaruh kerentanan masyarakat, ketergantungan masyarakat, dan bentuk partisipasi masyarakat. Nilai Indeks Ketahanan Daerah Kabupaten Karanganyar yaitu 0,80. Bobot parameter Indeks Ketahanan Daerah dan Indeks Kesiapsiagaan Masyarakat berdasarkan Peraturan Kepala BNPB No. 02 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Penilaian Risiko Bencana. Tingkat kapasitas masyarakat ditentukan melalui perhitungan dengan menggunakan skor dan bobot pada setiap parameter. Sehingga, tingkat kapasitas masyarakat yang terdapat 3 klasifikasi yaitu rendah, sedang, dan tinggi.

2. Rekomendasi Mitigasi

2.1 Mitigasi Struktural

Mitigasi struktural merupakan upaya untuk meminimalkan bencana yang dilakukan melalui adanya pembangunan berbagai prasarana fisik. Pada penelitian ini mempertimbangkan tingkat risiko longsorlahan pada setiap satuan lahan.

2.2 Mitigasi Non Struktural

Mitigasi non-struktural merupakan upaya mengurangi dampak longsorlahan dalam bentuk kegiatan sosial dan ekonomi untuk meminimalkan kerentanan kawasan dan mengoptimalkan kapasitas kawasan dalam menghadapi longsor. Pada penelitian ini mempertimbangkan tingkat kapasitas masyarakat dengan menggunakan *local wisdom* yaitu strategi *coping* (ekonomi, sosial, kultural).

B. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Tingkat Risiko Longsorlahan

Semakin tinggi kerawanan dan kerentanan longsorlahan yang tidak diikuti dengan peningkatan kapasitas masyarakat akan menyebabkan tingginya risiko longsorlahan. Risiko longsorlahan di Kecamatan Tawangmangu diperoleh dari hasil perhitungan berikut:

a. Tingkat Kerawanan Longsorlahan

Tingkat kerawanan longsorlahan di Kecamatan Tawangmangu disajikan pada **Tabel 2**.

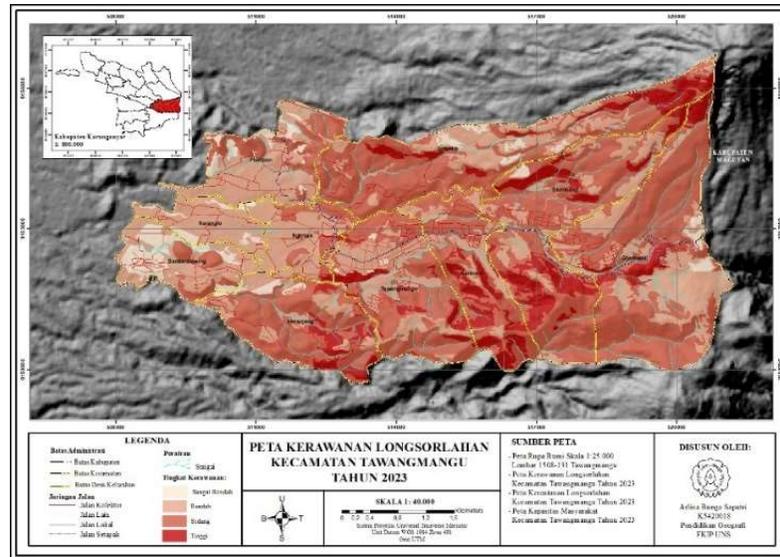
Tabel 2. Tingkat Kerawanan Longsorlahan di Kecamatan Tawangmangu

Desa/Kelurahan	Tingkat Kerawanan Longsorlahan					Luas	
	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi	Ha	%
Plumbon	80,1	305,89	164,78	0,00	0,00	550,77	7,86
Karanglo	79,89	229,42	0,00	0,00	0,00	309,31	4,42
Nglebak	29,96	202,56	101,30	33,23	0,00	367,05	5,24
Sepanjang	47,88	147,81	363,6	99,10	0,00	658,39	9,40
Bandardawung	132,47	209,36	87,54	0,00	0,00	429,37	6,13
Tengklik	56,7	249,03	594,78	134,59	0,00	1035,10	14,78
Kalisoro	0,00	136,47	293,36	145,42	0,00	575,25	8,210
Tawangmangu	33,05	258,82	377,34	83,15	0,00	752,36	10,74
Blumbang	33,58	204,78	621,96	215,20	0,00	1075,52	15,36
Gondosuli	51,48	348,50	751,55	98,49	0,00	1250,02	17,85
Luas	545,11	2292,64	3356,21	809,18	0,00	7003,14	100

Sumber: Analisis Data

Tabel 2 menunjukkan bahwa Kecamatan Tawangmangu memiliki tingkat kerawanan sangat rendah, rendah, sedang, dan tinggi. Kelas sedang mendominasi kerawanan

longsorlahan di Kecamatan Tawangmangu dengan luas 3356,21 ha yang terdapat di Sebagian besar Desa/Kelurahan di Kecamatan Tawangmangu kecuali Desa Karanglo. Desa/Kelurahan dengan kelas tertinggi adalah Kelurahan Blumbang seluas 215,20 Ha. Faktor penyebab tingginya longsorlahan di Kelurahan Blumbang adalah kemiringan lereng yang curam. Persebaran tingkat kerawanan longsorlahan di Kecamatan Tawangmangu disajikan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Peta Kerawanan Longsorlahan di Kecamatan Tawangmangu

Pada **Gambar 1** warna merah menunjukkan bahwa daerah tersebut memiliki tingkat kerawanan longsor lahan yang tinggi, sehingga potensi longsorlahan jika terjadi hujan lebat dalam waktu lama akan meningkat. Kerawanan longsorlahan di Kecamatan Tawangmangu didominasi kelas sedang yang berada di lereng Gunung Lawu. Lahan dengan kemiringan lereng curam yang digunakan sebagai lahan pertanian untuk tanaman semusim dapat mengganggu stabilitas lereng dan meningkatkan potensi longsorlahan. Faktor utama tingginya tingkat kerawanan longsorlahan di Kecamatan Tawangmangu adalah faktor kemiringan yang didominasi oleh kelas IV dan V, serta curah hujan yang tinggi ketika musim penghujan. Kejadian longsorlahan di Kecamatan Tawangmangu disajikan pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Longsorlahan di Kecamatan Tawangmangu

Sumber: Survei Lapangan, 2023

b. Tingkat Kerentanan Longsorlahan

Kerentanan longsorlahan di Kecamatan Tawangmangu dipengaruhi oleh parameter kerentanan ekonomi, sosial, fisik, dan lingkungan. Tingkat kerentanan longsorlahan di Kecamatan Tawangmangu disajikan pada **Tabel 3**.

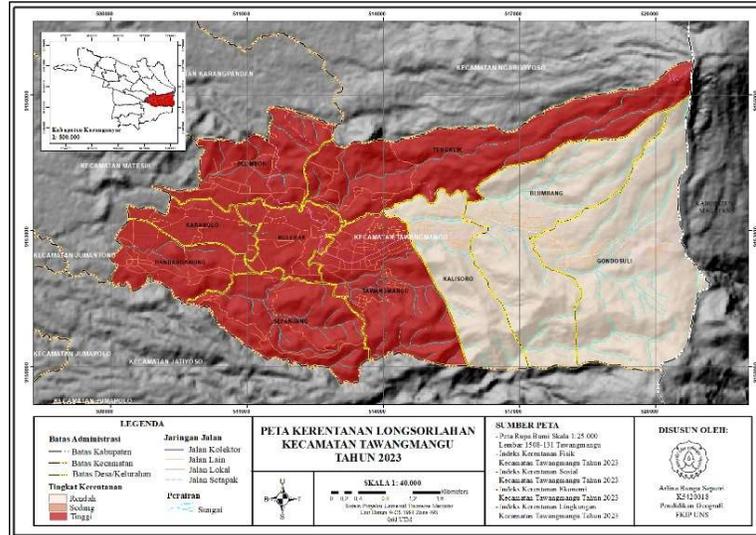
Tabel 3. Tingkat Kerentanan Longsorlahan di Kecamatan Tawangmangu

Desa/Kelurahan	Tingkat Kerentanan Longsorlahan		Luas (Ha)	
	Sedang	Tinggi	Ha	%
Plumbon	0,00	532,80	532,80	7,61
Karanglo	0,00	294,37	294,37	4,20
Nglebak	0,00	369,76	369,76	5,28
Sepanjang	0,00	661,52	661,52	9,45
Bandardawung	0,00	403,20	403,20	5,76
Tengklik	0,00	1040,41	1040,41	14,86
Kalisoro	642,00	0,00	642,00	9,17
Tawangmangu	0,00	731,06	731,06	10,44
Blumbang	933,99	0,00	933,99	13,34
Gondosuli	1393,93	0,00	1393,93	19,90
Luas	2969,92	4033,12	7003,04	100,00

Sumber: Analisis Data

Tabel 3 menunjukkan bahwa tingkat kerentanan longsorlahan di setiap Desa/Kelurahan di Kecamatan Tawangmangu memiliki dua kelas yaitu sedang dan tinggi. Tingkat kerentanan longsorlahan tinggi seluas 4033,12 ha yang terdapat di

Desa Plumbon, Desa Karanglo, Desa Nglebak, Desa Sepanjang, Desa Bandardawung, Desa Tengklik, dan Kelurahan Tawangmangu, sedangkan tingkat kerentanan longsorlahan sedang seluas 2969,92 ha yang terdapat di Kelurahan Kalisoro, Kelurahan Blumbang, dan Desa Gondosuli. Persebaran kerentanan longsorlahan di Kecamatan Tawangmangu disajikan pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Peta Kerentanan Longsorlahan di Kecamatan Tawangmangu

c. Tingkat Kapasitas Masyarakat

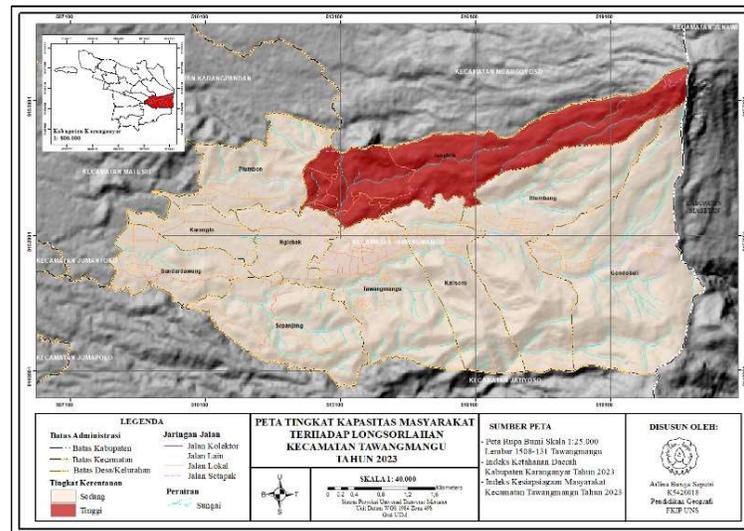
Kapasitas masyarakat diperoleh melalui Indeks Kesiapsiagaan Masyarakat (IKM) dan Indeks Ketahanan Daerah (IKD). Hasil analisis kapasitas masyarakat di Kecamatan Tawangmangu disajikan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Tingkat Kapasitas Masyarakat di Kecamatan Tawangmangu

Desa/Kelurahan	Tingkat Kapasitas Masyarakat			Luas	
	Rendah	Sedang	Tinggi	Ha	%
Plumbon	0,00	532,80	0,00	532,80	7,61
Karanglo	0,00	294,37	0,00	294,37	4,20
Nglebak	0,00	369,76	0,00	369,76	5,28
Sepanjang	0,00	661,52	0,00	661,52	9,45
Bandardawung	0,00	403,20	0,00	661,52	9,45
Tengklik	0,00	0,00	1040,41	1040,41	14,86
Kalisoro	0,00	642,00	0,00	642,00	9,17
Tawangmangu	0,00	731,06	0,00	731,06	10,44
Blumbang	0,00	933,99	0,00	933,99	13,34
Gondosuli	0,00	1393,93	0,00	1393,93	19,90
Luas	0,00	5962,63	1040,41	7003,04	100

Sumber: Analisis Data

Tabel 4 menunjukkan bahwa kapasitas masyarakat di Kecamatan Tawangmangu memiliki dua kelas yaitu sedang dan tinggi. Desa yang memiliki tingkat kapasitas masyarakat kelas tinggi adalah Desa Tengkluk. Desa Tengkluk memiliki kapasitas tinggi karena wilayahnya sering terjadi longsorklahan, sehingga masyarakat sudah memiliki pengetahuan dan kemampuan menghadapi longsorklahan yang cukup dibandingkan dengan desa-desa lain dengan intensitas tanah longsor yang rendah. Persebaran kapasitas masyarakat di Kecamatan Tawangmangu disajikan pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Peta Kapasitas Masyarakat di Kecamatan Tawangmangu Berdasarkan hasil dari perhitungan kerawanan, kerentanan, dan kapasitas, maka tingkat risiko longsorklahan di Kecamatan Tawangmangu disajikan pada **Tabel 5**.

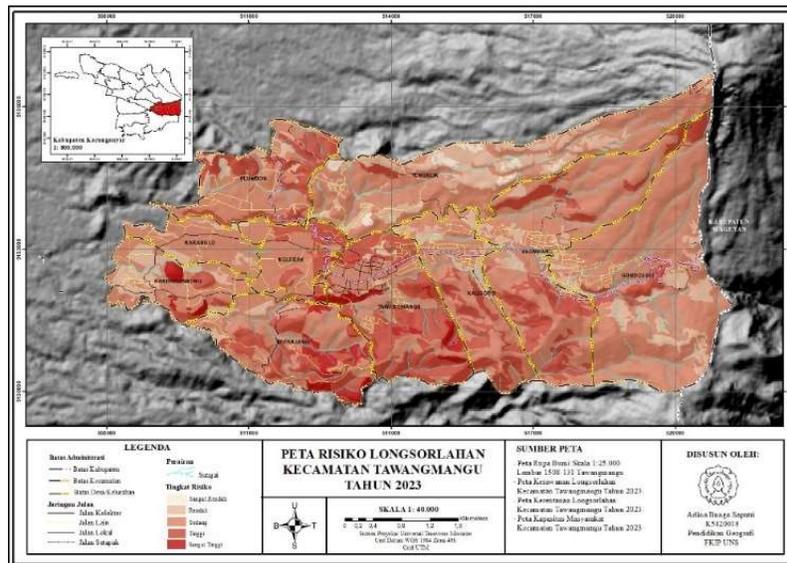
Tabel 5. Tingkat Risiko Longsorklahan di Kecamatan Tawangmangu

Desa/Kelurahan	Tingkat Risiko Longsorklahan					Luas	
	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi	Ha	%
Plumbon	0,00	82,02	278,22	196,29	0,00	556,53	7,95
Karanglo	0,00	82,80	232,22	0,00	0,00	315,02	4,50
Nglebak	0,00	31,40	190,64	116,07	34,66	372,77	5,32
Sepanjang	0,00	56,24	305,19	202,15	100,53	664,11	9,48
Bandardawung	0,00	124,91	201,80	56,31	52,09	435,11	6,21
Tengkluk	68,48	309,72	620,41	42,21	0,00	1040,82	14,86
Kalisoro	0,00	95,22	280,51	147,88	0,00	523,61	7,48
Tawangmangu	0,00	42,83	251,90	378,77	84,58	758,08	10,83
Blumbang	0,00	101,83	711,90	267,53	0,00	1081,26	15,44
Gondosuli	0,00	195,88	950,66	109,23	0,00	1255,77	17,93

Luas	68,48	1122,85	4023,45	1516,44	271,86	7003,08	100
------	-------	---------	---------	---------	--------	---------	-----

Sumber: Analisis Data

Tabel 5 menunjukkan bahwa Kecamatan Tawangmangu memiliki kelas risiko longsorlahan sangat rendah hingga sangat tinggi. Kecamatan Tawangmangu didominasi oleh tingkat risiko longsorlahan kelas sedang dengan luas 4023,45 ha. Desa/Kelurahan dengan tingkat risiko longsorlahan tertinggi yaitu Desa Sepanjang dengan luas 100,53 ha. Daerah dengan lereng curam, bangunan padat, dan tingkat kapasitas masyarakat yang sedang menyebabkan tingkat risiko longsor di Desa Sepanjang menjadi sangat tinggi. Desa Tengkluk merupakan salah satu desa yang rawan longsor, namun tingkat kapasitas masyarakatnya tinggi, sehingga tingkat risiko longsorlahan di Desa Tengkluk menjadi rendah. Peta risiko longsorlahan di Kecamatan Tawangmangu disajikan pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Peta Risiko Longsorlahan Kecamatan Tawangmangu

2. Rekomendasi Mitigasi

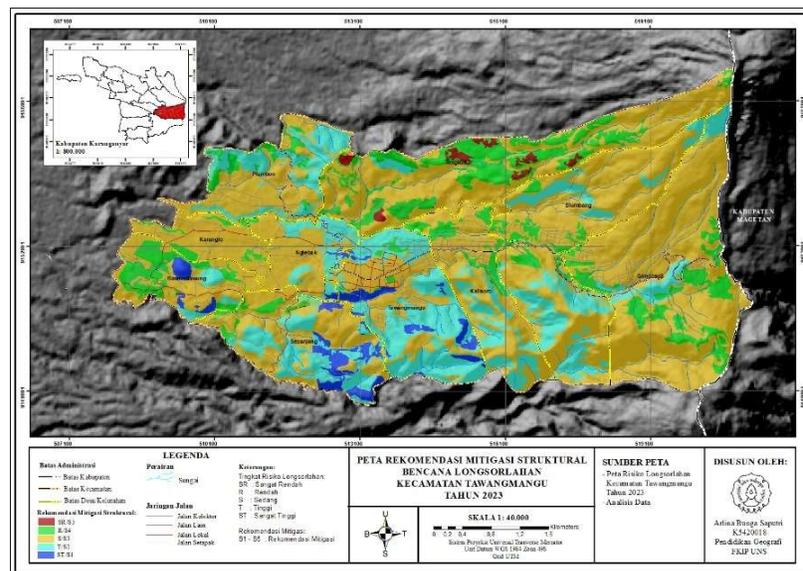
2.1 Mitigasi Struktural

Mitigasi struktural pada penelitian ini mempertimbangkan tingkat risiko longsorlahan pada setiap satuan lahan. Mitigasi struktural terbagi menjadi lima rekomendasi yaitu S1, S2, S3, S4, dan S5. Peta rekomendasi mitigasi struktural di Kecamatan Tawangmangu disajikan pada **Gambar 6**. Rekomendasi mitigasi structural di Kecamatan Tawangmangu sebagai berikut:

- S1 : Rekomendasi ini dilakukan pada satuan lahan yang memiliki tingkat risiko longsorlahan sangat tinggi dengan melakukan penggunaan teknik *sheet pile*,

pemasangan *Landslide Early Warning System (LEWS)* atau Sistem Peringatan Dini pada setiap titik yang beresiko longsorlahan sangat tinggi, pemasangan tanda bahaya longsorlahan, pembuatan jalur evakuasi.

- b) S2 : Rekomendasi ini dilakukan pada satuan lahan yang memiliki tingkat risiko longsorlahan tinggi dengan melakukan pelaksanaan *soil nailing*, pemasangan *Landslide Early Warning System (LEWS)* atau Sistem Peringatan Dini, pengaturan system drainase pada kawasan lereng, membuat kontruksi bangunan ramah gerakan tanah, dan pemasangan tanda bahaya longsorlahan.
- c) S3 : Rekomendasi ini dilakukan pada satuan lahan yang memiliki tingkat risiko longsorlahan sedang dengan melakukan penanaman pohon dengan sistem pola tanaman berakar sebagai penahan longsorlahan, penggunaan sistem terasering, menghindari pemotongan tebing secara vertical.
- d) S4 : Rekomendasi ini dilakukan pada satuan lahan yang memiliki tingkat risiko longsorlahan rendah dengan melakukan pembangunan jalur evakuasi dan titik kumpul tempat pengungsian, penyediaan sarana prasarana dan air bersih.
- e) S5 : Rekomendasi ini dilakukan pada satuan lahan yang memiliki tingkat risiko longsorlahan sangat rendah dengan melakukan pemasangan peta dan papan informasi mengenai titik-titik rawan longsorlahan.



Gambar 6. Peta Rekomendasi Mitigasi Struktural di Kecamatan Tawangmangu

2.2 Mitigasi Non Struktural

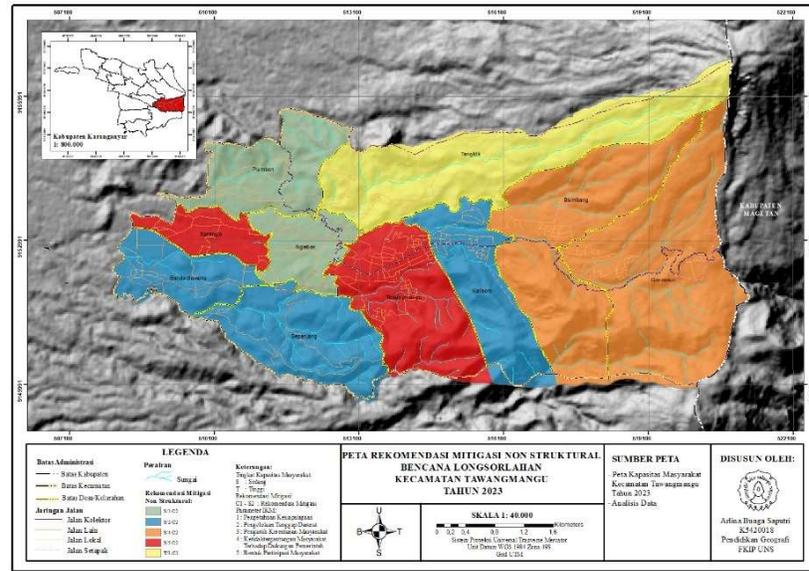
Mitigasi non structural pada penelitian ini mempertimbangkan tingkat kapasitas masyarakat di setiap Desa/Kelurahan. Mitigasi non struktural menggunakan *local*

wisdom yang ada di Kecamatan Tawangmangu yaitu strategi *coping* dengan 3 jenis yaitu strategi *coping* ekonomi, strategi *coping* sosial, dan strategi *coping* kultural. Rekomendasi strategi *coping* kultural pada penelitian ini berlaku untuk semua tingkat kapasitas masyarakat di semua Desa/Kelurahan yaitu melakukan tradisi *Ruwahan* dan *Suroan* sebagai bentuk sedekah bumi karena mayoritas mata pencaharian masyarakat di Kecamatan Tawangmangu adalah petani. Mitigasi non structural di Kecamatan Tawangmangu terbagi menjadi dua rekomendasi yaitu C1 dan C2. Peta rekomendasi mitigasi non struktural di Kecamatan Tawangmangu disajikan pada **Gambar 7**. Rekomendasi mitigasi struktural di Kecamatan Tawangmangu sebagai berikut:

- a) Rekomendasi T/3/C1 dilakukan pada Desa/Kelurahan yang memiliki tingkat kapasitas masyarakat tinggi. Desa/Kelurahan yang memerlukan rekomendasi ini yaitu Desa Tengklik. Desa ini sudah berstatus DESTANA dan wilayahnya seringkali terjadi longsorlahan, sehingga masyarakat sudah memiliki kemampuan dan pengetahuan yang cukup dalam menghadapi longsorlahan, namun penduduk di Desa Tengklik memiliki nilai rendah pada parameter pengaruh kerentanan masyarakat terhadap upaya pengurangan risiko bencana longsorlahan sehingga membutuhkan strategi *coping* ekonomi berupa masyarakat menyisihkan penghasilan dan menabung di bank atau koperasi untuk persiapan dana darurat pada saat tanggap darurat bencana longsorlahan. Rekomendasi strategi *coping* sosial berupa memberikan sosialisasi kepada masyarakat pentingnya pendidikan minimal Sekolah Menengah Atas (SMA) dan perguruan tinggi; bergotong royong membangun rumah tahan longsorlahan dan memperhatikan acuan tata ruang. Semakin banyak masyarakat di Desa Tengklik yang memiliki pendidikan tinggi, maka mereka akan memiliki pengetahuan dan kemampuan adaptasi dalam menghadapi bencana longsorlahan semakin baik.
- b) Rekomendasi dilakukan pada Desa/Kelurahan yang memiliki tingkat kapasitas masyarakat sedang. Desa/Kelurahan yang memerlukan rekomendasi ini yaitu sebagai berikut:
 - Desa Plumbon dan Desa Nglebak mendapat rekomendasi S/1/C2 karena memiliki nilai rendah pada parameter pengetahuan kesiapsiagaan sehingga rekomendasinya yaitu strategi *coping* ekonomi berupa mengaktifkan kembali koperasi atau bank desa sebagai wadah masyarakat untuk menabung dan meminjam uang untuk menghadapi longsorlahan. Rekomendasi strategi *coping*

sosial berupa pembentukan kelompok ibu-ibu arisan sebagai media sosialisasi dari pihak pemerintah desa mengenai program menghadapi longsorlahan.

- Desa Karanglo dan Kelurahan Tawangmangu mendapat rekomendasi S/5/C2 karena memiliki nilai rendah pada parameter bentuk partisipasi masyarakat, sehingga rekomendasinya yaitu strategi *coping* ekonomi berupa mengadakan uang kas relawan desa atau menggalang donasi yang digunakan pada saat tanggap darurat bencana longsorlahan. Rekomendasi strategi *coping* sosial berupa membentuk tim relawan desa atau tim siaga desa untuk menghadapi longsorlahan; ronda malam setiap musim penghujan;serta mengadakan pertemuan sebelum datangnya musim hujan dalam upaya mengantisipasi longsorlahan.
- Desa Bandardawung, Desa Sepanjang, dan Kelurahan Kalisoro mendapat rekomendasi S/2/C2 karena memiliki nilai rendah pada parameter pengelolaan tanggap darurat, sehingga rekomendasinya yaitu strategi *coping* ekonomi berupa pemerintah membantu UMKM dan petani menjual hasil pertanian dan produk yang sebagian hasilnya digunakan sebagai dana persiapan penyediaan sumber air bersih, sanitasi, dan fasilitas kesehatan pada saat tanggap darurat. Rekomendasi strategi *coping* sosial berupa masyarakat bergotong-royong membangun jalur evakuasi dilengkapi dengan rambu-rambu dan tempat pengungsian.
- Kelurahan Blumbang dan Desa Gondosuli mendapat rekomendasi S/4/C2 karena memiliki nilai rendah pada parameter ketidaktergantungan masyarakat terhadap dukungan pemerintah, sehingga rekomendasinya yaitu strategi *coping* ekonomi berupa membuka usaha atau kerja sampingan untuk menambah penghasilan guna menghadapi longsorlahan. Misalnya, selain menanam sayur-sayuran di sawah/kebun juga mendirikan toko bunga/ toko kelontong sederhana di rumah. Rekomendasi strategi *coping* sosial berupa masyarakat berpartisipasi aktif dalam operasi tanggap darurat dan bergotong royong membersihkan material longsor dan memperbaiki kerusakan rumah akibat longsorlahan.



Gambar 7. Peta Rekomendasi Mitigasi Non Struktural di Kecamatan Tawangmangu

C. KESIMPULAN

Kecamatan Tawangmangu merupakan wilayah yang memiliki kemiringan curam, sehingga perlu dilakukan penilaian risiko longsor untuk mengurangi kerugian. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Tingkat kerawanan longsorlahan di Kecamatan Tawangmangu memiliki kelas yang sangat rendah hingga tinggi. Desa/Kelurahan yang memiliki kerawanan longsorlahan tertinggi adalah Kelurahan Blumbang seluas 215,20 ha.
- Tingkat kerentanan longsorlahan di Kecamatan Tawangmangu memiliki kelas sedang hingga tinggi. Desa/Kelurahan yang memiliki kerentanan longsorlahan tertinggi adalah Desa Gondosuli seluas 1393,93 ha.
- Tingkat kapasitas masyarakat di Kecamatan Tawangmangu memiliki kelas sedang hingga tinggi. Desa/Kelurahan yang memiliki tingkat kapasitas masyarakat yang tinggi adalah Desa Tengklik seluas 1040,41 ha.
- Tingkat risiko longsorlahan di Kecamatan Tawangmangu memiliki kelas sangat rendah hingga sangat tinggi. Desa/Kelurahan yang memiliki risiko longsorlahan tertinggi adalah Desa Sepanjang seluas 100,53 ha.
- Rekomendasi mitigasi berdasarkan risiko longsor dan kapasitas masyarakat yang ada di Kecamatan Tawangmangu, maka perlu dilakukan peningkatan kestabilan lereng dengan

pembangunan fisik diiringi peningkatan pengetahuan dan kemampuan masyarakat dalam menghadapi longsorlahan.

D. DAFTAR PUSTAKA

- H. Kumalasari, R. H. Koestoer, and H. S. H. (2019). Disaster Risk Mitigation of Landslide for Sustainability of Geothermal Production in Bandung Regency, West Java Province, Indonesia. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci*, 256(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/256/1/012020>.
- H. Sri Naryanto, F. Prawiradisastra, R. Ardiyanto, and W. H. (2020). Analisis Pasca Bencana Tanah Longsor 1 Januari 2020 Dan Evaluasi Penataan Kawasan Di Kecamatan Sukajaya, Kabupaten Bogor,. *J. Geogr. Gea*, 20(2), 197–213. <https://doi.org/10.17509/gea.v20i2.24232>
- Hidayati, N. (2016). Analisis Risiko dan Arahan Mitigasi Bencana Longsor Lahan di Kecamatan Selo Kabupaten Boyolali Tahun 2016 (Implementasi Materi Pembelajaran Geografi pada Kelas X Kurikulum 2013 dengan Kompetensi Dasar Menganalisis Mitigasi dan Adaptasi Bencana Alam dengan. *Universitas Sebelas Maret*, 11–15.
- K. Ben Sim, M. L. Lee, and S. Y. W. (2022). A review of landslide acceptable risk and tolerable risk. *Geoenvironmental Disasters*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/s40677-022-00205-6>
- L. Y. Irawan. (2020). Identifikasi Bahaya Longsor Lahan di Sebagian Wilayah Poncokusumo dan Wajak Kabupaten Malang. *Geodika J. Kaji. Ilmu Dan Pendidik. Geogr*, 4(2). <https://doi.org/10.29408/geodika.v4i2.2474>
- Priyono, Rahayu, Jumintono, F. S. D. Murwaningtyas, H. Yatim, and A. S. (2022). Using scoring techniques to assess the landslide events and the level of hazard and socio-economic impact in the Sub-Watershed Samin Upstream of Karanganyar District of Indonesia. *Econ. Ann*, 196(3–4), 43–50. <https://doi.org/10.21003/EA.V196-05>
- Q. Panpan, H. Bolin, L. Bin, C. Xiaoting, and J. X. (2022). Hazard analysis of landslide blocking a river in Guang'an Village, Wuxi County, Chongqing, China. *Landslides*, 986(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/986/1/012073>
- S. A. Cahyono, A. Wuryanta, and C. Y. L. (2021). The local knowledge to mitigate the landslide disaster in Beruk village, Jatiyoso sub-district, Karanganyar regency. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci*, 874(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/874/1/012015>
- S. Nugraha, Suryanto, R. Utomowati, and A. E. S. (2023). The risk of landslides in The Jlantah upstream watershed in Karanganyar Regency in 2022. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci*, 1190(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1190/1/012040>
- S. Suwarsito, I. Afan, and S. S. (2020). Analisis Hubungan Kerawanan Longsor Lahan dengan Penggunaan Lahan di Sub-Das Kali Arus Kabupaten Banyumas. *Sainteks*, 16(2), 129–135. <https://doi.org/10.30595/st.v16i2.7130>
- Tjahjono, S. N. and G. A. (2020). Analysis of Landslide Vulnerability in Agribusiness Development Efforts Environmental Insight in Ngargoyoso District. *Medium.Com*, 3(1), 221–229. <https://doi.org/org/10.1016/j.biteb.2021.100642>
- U. K. Ramadhan, Sarwono, and C. M. (2021). The analysis of landslide preparedness on

-
- senior high school students in karanganyar regency, central java. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci*, 683(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/683/1/012071>
- Y. Hara, C. Hirai, and Y. S. (2022). Mapping Uncounted Anthropogenic Fill Flows: Environmental Impact and Mitigation. *Land*, 11(11). <https://doi.org/10.3390/land11111959>
- Y. Huang, C. Zhao, X. Jin, Y. Zhu, M. Peng, and Z. C. (2023). Continuous, Case study of a landslide Principle, probability rainfall threshold analysis based on the prediction interval. *Sci. Rep*, 13(1), 1–14. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-29625-6>