

ANALISIS PEMETAAN RISIKO BENCANA TANAH LONGSOR BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (STUDI KASUS: KECAMATAN CANDISARI, KOTA SEMARANG)

Amellia Kinanti^{*}, Moehammad Awaluddin, Muhammad Adnan Yusuf

Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
 Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788
 Email : amelliakinanti@students.undip.ac.id

ABSTRAK

Kota Semarang merupakan kota yang sering terjadi musibah bencana tanah longsor. Berdasarkan data dari BPBD Kota Semarang, sepanjang tahun 2020-2021 Kota Semarang mengalami bencana tanah longsor dengan total kejadian sebanyak 321 kejadian. Kecamatan Candisari merupakan salah satu kecamatan yang sering mengalami kejadian longsor, dengan wilayah rawan longsor kelas menengah-tinggi. Kejadian ini sering kali menimpa rumah warga serta mengakibatkan kerugian yang besar. Pada penelitian ini dilakukan pemetaan risiko bencana tanah longsor di Kecamatan Candisari dengan unit pemetaan terkecil tingkat Rukun Warga (RW), untuk menilai kemungkinan (probabilitas) besarnya kerugian yang ditimbulkan akibat terjadinya bencana tanah longsor, sehingga dapat mengurangi dan mencegah risiko potensi bencana tanah longsor di Kecamatan Candisari. Pemetaan risiko bencana tanah longsor pada penelitian ini dilakukan menggunakan SIG melalui proses *overlay* antar parameter dengan metode skoring dan pembobotan. Pembuatan peta ancaman tanah longsor mengacu pada Permen PU No.22/PRT/M/2007 dengan menggunakan lima parameter yaitu kemiringan lereng, tutupan lahan, curah hujan, jenis batuan, dan jenis tanah. Pembuatan peta kerentanan dan kapasitas mengacu pada PERKA BNPB No.02 Tahun 2012 dan dokumen perangkat penilaian kapasitas daerah BNPB Tahun 2017, dengan pembobotan pada sub-parameter menggunakan metode *Fuzzy-AHP*. Pemilihan parameter yang digunakan pada pemetaan dimodifikasi menyesuaikan karakteristik data serta kondisi wilayah penelitian. Penilaian risiko dilakukan menggunakan analisis dengan metode perkalian matriks VCA (*Vulnerability Capacity Analysis*) mengacu pada PERKA BNPB No. 02 Tahun 2012. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa Kecamatan Candisari memiliki kelas risiko terhadap bencana tanah longsor untuk kelas rendah sebesar 21% atau 138,110 Ha dari total luas wilayah Kecamatan Candisari, kelas sedang sebesar 27% atau 174,514 Ha dari total luas wilayah Kecamatan Candisari, dan kelas tinggi sebesar 52% atau 335,057 Ha dari luas total wilayah Kecamatan Candisari.

Kata Kunci : *Fuzzy-AHP*, Risiko, SIG, Tanah Longsor.

ABSTRACT

Semarang is a city that often occurs in landslide disasters. Based on data from BPBD Semarang City, In 2020 and 2021 there were 321 landslides in Semarang City. One of the districts that often occurs in landslides is Candisari, with a landslide-prone area of the medium-high class. This incident often happened in people's homes and resulted in significant losses. In this research, the risk of landslides in the Candisari District is mapped with the smallest mapping unit at the level of the hamlet (RW), to assess the probability of the magnitude of losses caused by landslides, to reduce and prevent the risk of potential landslide in Candisari District. The landslide risk mapping in Candisari District uses a GIS through an overlay process between its parameters by scoring and weighting methods. Making a landslide hazard map refers to Permen PU No.22/PRT/M/2007 using five parameters consisting of the slope, land cover, rainfall, geology, and soil type. The making of the vulnerability map and capacity map refers to PERKA BNPB No. 2 of 2012 and the regional capacity assessment tool document, BNPB 2017 by weighting the sub-parameters using the Fuzzy-AHP method. The selection of parameters used in the mapping is modified according to the characteristics of data and the conditions of the research area. And for risk assessment, it is done using analysis by multiplying the VCA (Vulnerability Capacity Analysis) matrix referring to PERKA BNPB No. 02 of 2012. Based on the results of the study, it is found that Candisari District has a risk level for landslides for the low class of 21% or 138.110 Ha of the total area of the Candisari District, the medium class is 27% or 174.514 Ha of the total area of the Candisari District, and the high class is 52 % or 335,057 Ha of the total area of Candisari District.

Keyword: *Fuzzy-AHP, Risk, GIS, Landslide.*

^{*})Penulis Utama, Penanggung Jawab

I. Pendahuluan

I.1 Latar Belakang

Bencana merupakan suatu kejadian atau gejala ekstrim baik itu berasal dari alam atau berasal dari kegiatan manusia itu sendiri, di mana masyarakat tidak siap menghadapinya. Secara umum diformulasikan bahwa suatu kejadian dikatakan bencana apabila ada interaksi dengan manusia atau jika ancaman (*hazard*) bertemu dengan kerentanan (*vulnerability*) (Sujarto, 2010). Bencana alam seperti peristiwa banjir, longsor, tsunami, gunung meletus, gempa bumi, dan kekeringan, tersebar luas dan banyak terjadi di negara berkembang yang berpenghasilan menengah, di mana hal tersebut dapat menyebabkan hilangnya nyawa dan kerusakan besar pada masyarakat, infrastruktur dan ekonomi nasional. Pertimbangan etis dan kemanusiaan mewajibkan kita untuk bertindak melindungi kehidupan manusia dan mencegah penderitaan (Carrara & Guzzetti, 1995).

Kota Semarang merupakan kota yang sering terjadi musibah bencana longsor. Berdasarkan data BPBD Kota Semarang sepanjang tahun 2020 dan 2021 sebanyak 321 kejadian tanah longsor di Kota Semarang. Kecamatan yang sering mengalami peristiwa tanah longsor ini yaitu Kecamatan Candisari, dengan total kejadian sebanyak 45 kejadian dan sering kali menimpa rumah warga serta mengakibatkan kerugian yang besar. Menurut Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (2019), Kecamatan Candisari berada pada zona daerah berpotensi terjadi gerakan tanah zona menengah hingga tinggi, sehingga jika terjadi hujan deras dengan intensitas yang lama akan berpotensi terjadinya longsor terutama untuk daerah yang berada di dekat gawir, lembah sungai, dan lereng.

Dalam rangkaantisipasi peristiwa tanah longsor dapat dilakukan dengan pemetaan risiko bencana tanah longsor. Analisis risiko merupakan sebuah metode untuk menyusun rencana mitigasi dan dapat dijadikan untuk mengambil tindakan penanggulangan terjadinya suatu bencana. Secara teknis, analisis risiko berfokus pada banyaknya kemungkinan peristiwa tersebut dapat terjadi dan besar konsekuensinya. Dengan kemajuan teknologi informasi dan komunikasi yang berkembang pesat, khususnya Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat digunakan untuk menganalisis risiko suatu bencana dengan mempertimbangkan data spasial secara lebih rinci. SIG dianggap sebagai teknologi yang efisien dan hemat biaya yang mampu menampilkan koleksi besar data bereferensi geografis, dengan menggabungkan proses fisik dan faktor penyebab bencana (Twigg, 2013).

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk memetakan bencana longsor dengan memanfaatkan SIG. Faizana (2015), memetakan risiko longsor di Kota Semarang mengacu pada PERKA BNPB No.2 Tahun 2012. Bayuaji (2016), memetakan risiko longsor dengan membandingkan pembobotan SNI dan metode AHP. Marpaung (2022), memetakan risiko longsor dengan membandingkan pembobotan PERMEN PU No.22/PRT/M/2007 dan metode *Fuzzy-AHP*.

Pada penelitian ini dilakukan pemetaan risiko menggunakan metode merujuk pada penelitian-penelitian sebelumnya, dengan unit pemetaan terkecil tingkat Rukun Warga (RW) untuk menghasilkan peta risiko skala yang lebih besar. Pemetaan risiko ini diharapkan dapat menilai kemungkinan (probabilitas) besarnya kerugian yang ditimbulkan akibat terjadinya bencana tanah longsor di Kecamatan Candisari, berdasarkan faktor ancaman, kerentanan, dan kapasitas masyarakat dalam menghadapi bencana tanah longsor. Sehingga dapat mengurangi dan melakukan pencegahan terhadap potensi bencana longsor ketika bencana itu terjadi, dengan informasi yang lebih detail hingga tingkat Rukun Warga (RW).

I.2 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimanakah hasil pemetaan ancaman, kerentanan dan kapasitas bencana tanah longsor di Kecamatan Candisari menggunakan pemodelan SIG?
2. Bagaimanakah hasil pemetaan risiko bencana tanah longsor di Kecamatan Candisari menggunakan pemodelan SIG?

I.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dalam melakukan penelitian ini yaitu:

- A. Tujuan Umum
 1. Menerapkan ilmu SIG dalam menyajikan model spasial kebencanaan dan mengetahui tingkat risiko bencana pada suatu daerah.
 2. Memberikan pemahaman kepada masyarakat setempat mengenai potensi risiko bencana pada daerahnya.
- B. Tujuan Khusus
 1. Untuk mengetahui hasil pemetaan ancaman, kerentanan, dan kapasitas bencana tanah longsor di Kecamatan Candisari menggunakan pemodelan SIG.
 2. Untuk mengetahui hasil pemetaan risiko bencana tanah longsor di Kecamatan Candisari menggunakan pemodelan SIG.

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini yaitu:

1. Segi Keilmuan

Dari segi keilmuan diharapkan bisa memberikan pemahaman sebagai salah satu pemanfaat ilmu SIG dalam mendukung pengambilan keputusan berbasis spasial dan mampu menyajikan model spasial kebencanaan.
2. Segi Masyarakat

Dari segi masyarakat diharapkan bisa memberikan informasi alternatif mengenai potensi risiko bencana longsor, dan dapat menjadi aksi praktis untuk persiapan penanggulangan dan pemulihan pasca bencana tanah longsor bagi pemangku kepentingan di bidang terkait.

I.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian pemetaan risiko tanah longsor ini memiliki batasan penelitian yaitu:

1. Wilayah penelitian dilakukan di Kecamatan Candisari, Kota Semarang.
2. Penelitian ini memiliki tujuan untuk memetakan risiko bencana tanah longsor dengan Rukun Warga (RW) sebagai wilayah unit pemetaan terkecil.
3. *Output* skala pada pemetaan risiko bencana tanah longsor di Kecamatan Candisari ini berada di skala menengah 1:25.000.
4. Pembuatan peta ancaman mengacu pada PERMEN PU No.22/PRT/M/2007 dengan menggunakan lima parameter yaitu kemiringan lereng, jenis tanah, jenis batuan, curah hujan dan tutupan lahan.
5. Pembuatan peta kerentanan dan peta kapasitas mengacu pada PERKA BNPB No.2 Tahun 2012 dan dokumen perangkat penilaian kapasitas daerah BNPB Tahun 2017, dengan parameter yang digunakan menyesuaikan ketersediaan data serta kebutuhan dari wilayah yang dikaji.
6. Pembobotan metode *Fuzzy-AHP* digunakan pada sub-parameter peta kerentanan dan kapasitas. *Fuzzy-AHP* di sini merupakan proses lanjutan dari *AHP* untuk mengkompensasi ambiguitas dan ketidakpastian narasumber dalam memberikan penilaian secara tunggal.
7. Data yang digunakan terdiri dari peta administrasi Kecamatan Candisari, data DEMNAS, Citra Spot 7, data curah hujan, peta jenis batuan, peta jenis tanah, dan data statistik Kecamatan Candisari.
8. Penilaian kategori kelas risiko dilakukan menggunakan metode perkalian matriks VCA.
9. Tidak dilakukan pemetaan risiko pada Taman Budaya Raden Saleh di Kelurahan Tegalsari

II. Tinjauan Pustaka

II.1 Tanah Longsor

Tanah longsor adalah suatu kejadian pergeseran batuan, tanah atau material campuran lainnya yang disebabkan oleh faktor geologi, morfologi, fisik, dan aktivitas manusia sehingga terjadinya pergerakan/keruntuhan lereng. Daerah pegunungan, perbukitan, bantaran sungai, atau timbunan merupakan tempat yang sering terjadi longsor (Muntohar, 2010).

Menurut PERMEN PU No. 22/2007, Potensi terjadinya peristiwa longsor dibagi menjadi 3 tipe zona berdasarkan hidrogeomorfologinya sebagai berikut:

- a. Zona Tipe A : Tipe zona kawasan ini mempunyai ciri-ciri ketinggian daerah di atas 2000 mdpl serta mempunyai kemiringan lereng di atas 40%.
- b. Zona Tipe B : Tipe zona kawasan ini mempunyai ciri-ciri ketinggian daerah 500 -2000 mdpl serta mempunyai kemiringan lereng 21% - 40%.
- c. Zona Tipe C : Tipe zona kawasan ini mempunyai ciri-ciri ketinggian daerah 0-500 mdpl serta mempunyai kemiringan lereng berkisar 0- 20%.

II.2 Pemetaan Risiko Tanah Longsor

Risiko Bencana ialah suatu fungsi dari karakteristik dan frekuensi peristiwa bahaya (*hazard*), faktor kerentanan (*vulnerability*), dan kondisi ketahanan dari parameter-parameter yang berisiko terjadi pada suatu wilayah (Sujarto, 2010). Tujuan dilakukan pemetaan risiko bencana yaitu untuk menilai kemungkinan (probabilitas) besarnya kerugian akibat dari bencana, baik bencana itu terjadi/tidak berdasarkan dari faktor bahaya, kerentanan serta tingkat kapasitas masyarakat pada suatu daerah.

Secara umum pemetaan risiko bencana menggunakan rumus dasar umum berikut:

$$R \approx H \times V/C \tag{1}$$

Keterangan:

R : *Risk* (Risiko Bencana)

H : *Hazard* (Ancaman Bencana)

V : *Vulnerability* (Kerentanan Bencana)

C : *Capacity* (Kapasitas Bencana)

Penilaian tingkat risiko suatu bencana dapat dilakukan dengan perkalian matriks VCA seperti yang tertera pada **Tabel 1** dan **Tabel 2**.

Tabel 1 Matriks Penentuan Tingkat Risiko

Risiko Bencana		Kapasitas (C)		
		Tinggi	Sedang	Rendah
Kerentanan (V)	Rendah	Rendah	Rendah	Sedang
	Sedang	Rendah	Sedang	Tinggi
	Tinggi	Sedang	Tinggi	Tinggi

Tabel 2 Matriks Penentuan Tingkat Risiko

Risiko Bencana		Matriks V/C		
		Rendah	Sedang	Tinggi
Ancaman (H)	Rendah	Rendah	Rendah	Sedang
	Sedang	Rendah	Sedang	Tinggi
	Tinggi	Sedang	Tinggi	Tinggi

II.2.1 Pemetaan Ancaman Tanah Longsor

Hazard/Ancaman bencana merupakan peristiwa fisik, fenomena dan aktivitas manusia yang berpotensi merusak dan dapat mengakibatkan hilangnya nyawa, kerusakan properti, gangguan sosial dan ekonomi atau degradasi lingkungan. Suatu peristiwa dikatakan bencana apabila berdampak kepada masyarakat (Twigg, 2013).

Parameter yang digunakan untuk pemetaan ancaman longsor seperti pada **Tabel 3** berikut:

Tabel 3 Parameter Ancaman Tanah Longsor

Parameter	Kelas	Skor	Bobot
Kemiringan Lereng	0-8%	1	30%
	8-15 %	2	
	15-25%	3	
	25-45%	4	

Tabel 4 Parameter Ancaman Longsor (Lanjutan)

Parameter	Kelas	Skor	Bobot
Jenis Batuan	Andesit, Basalt, Diroit, Batuan Tefra	1	20%
	Batu Karang, Aluvium, Endapan Laut Muda	2	
	Batu Gamping, Batu Karang, Batupasir	3	
Jenis Tanah	Aluvial, Asosiasi Aluvial Kelabu	1	15%
	Latosol Coklat, Latasol Coklat Kemerahan, Meditarian Coklat Tua, Grumosol	2	
	Regosol	3	
Curah Hujan	0-50 mm	1	15%
	51-150 mm	2	
	151-300 mm	3	
Tutupan Lahan	Hutan/vegetasi lebat	1	20%
	Semak belukar/kebun campuran	2	
	Perkebunan/sawah irigasi	3	
	Permukiman/ kawasan industri	4	
	Lahan kosong	5	

Sumber : PERMEN PU No. 22/2007

II.2.2 Pemetaan Kerentanan Tanah Longsor

Kerentanan (*Vulnerability*) adalah suatu kondisi/keadaan baik itu fisik, sosial, dan mental yang dapat mempengaruhi dan mengurangi kemampuan masyarakat dalam menghadapi bahaya bencana yang ada (Purnama, 2017). Pemetaan kerentanan bencana longsor dapat bagi menjadi empat parameter kerentanan yaitu kerentanan sosial, ekonomi, fisik, dan lingkungan dengan sub-parameter pada setiap komponen dapat dilihat pada **Tabel 4**.

II.2.3 Pemetaan Kapasitas Tanah Longsor

Kapasitas bencana merupakan kekuatan masyarakat untuk meningkatkan daya tahan dalam menghadapi ancaman bahaya serta mengatasi dampak ketika suatu bencana terjadi. Kapasitas ini berkenaan dengan pengetahuan masyarakat tentang bencana, keterampilan, dan kemampuan masyarakat, sikap dalam bertindak, kemampuan organisasi serta respon dalam menghadapi suatu krisis (Ujung, 2019).

Pengukuran indeks kapasitas pada suatu bencana dapat dilakukan melalui IKD (Indeks Ketahanan Daerah) yang dijadikan sebagai dasar untuk melihat kemampuan kapasitas masyarakat dalam menanggulangi bencana di wilayahnya. IKD ini terdiri dari 7 fokus prioritas dengan 71 indikator pencapaian dengan nilai ketahanan memiliki rentang level 1-5 (BNPB, 2017). Pemilihan parameter yang digunakan dari 71 indikator dapat dilakukan menyesuaikan dengan kondisi wilayah penelitian. Struktur penilaian dari peta kapasitas suatu bencana dapat dilakukan mengacu pada PERKA BNPB No.03 Tahun 2012 dan PERKA BNPB No. 02 Tahun 2012 untuk mengetahui level dan tingkat ketahanan kapasitas suatu wilayah terhadap suatu bencana. Parameter yang dapat digunakan pada pembuatan peta kapasitas tanah longsor di Kecamatan Candisari dapat dilihat pada **Tabel 6**, menyesuaikan kondisi wilayah yang ada di Kecamatan Candisari.

Tabel 5 Parameter Kerentanan Tanah Longsor

Komponen Parameter (Bobot)	Sub-Parameter Kerentanan	Kelas Kerentanan (Skor)		
		Rendah (1)	Sedang (2)	Tinggi (3)
Sosial (40%)	Kepadatan Penduduk	< 21575 jiwa/km ²	21575 - 41836 jiwa/km ²	> 41836 jiwa/km ²
	Rasio Jenis Kelamin	< 103	103 - 130	> 130
	Rasio Penduduk Disabilitas	< 0,00039	0,00039 - 0,00078	> 0,00078
	Rasio Kelompok Umur Rentan	< 0,14344	0,14344 - 0,17178	>0,17178
Ekonomi (25%)	Produk Domestik Regional Bruto (PDRB)	>86 M	86 - 163 M	> 163 M
	Sarana Ekonomi	< 13 Unit	13-25 Unit	>25 Unit
Fisik (25%)	Panjang Jaringan Jalan	< 2506 m	2506 - 4702 m	> 4702 m
	Luas Kawasan Terbangun	<40%	40-70%	>70%
Lingkungan (10%)	Ruang Terbuka Hijau (RTH)	>30%	10-30%	<10%

Sumber : PERKA BNPB No.02 Tahun 2012

III. Metodologi Penelitian

III.1 Alat dan Data Penelitian

Alat yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu:

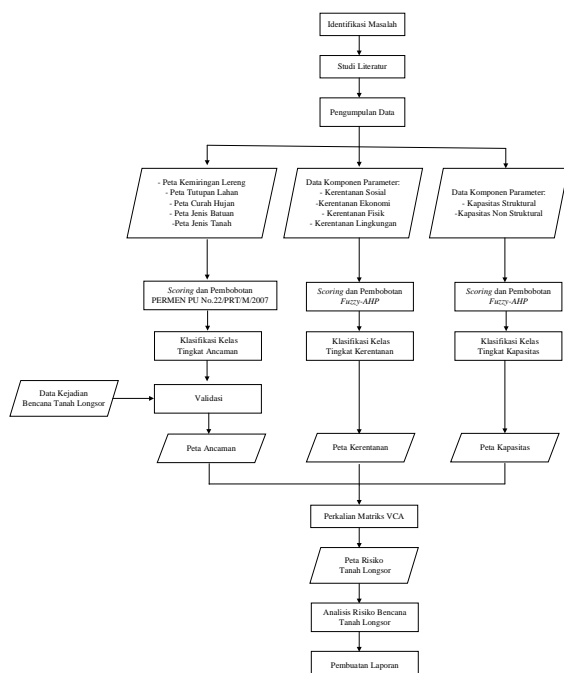
1. Perangkat Keras
 - a. Laptop Asus A442U, untuk proses pengolahan data penelitian.
 - b. GPS Garmin 78s, untuk validasi data lapangan.
2. Perangkat Lunak
 - a. Arcgis 10.8, untuk visualisasi dan pembuatan peta.
 - b. Ms. Office, untuk pengolahan data skoring dan pembuatan laporan.

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Data Primer
 - a. Data wawancara pembobotan *Fuzzy-AHP* dengan BPBD Kota Semarang.
 - b. Data wawancara penilaian peta kapasitas dengan kelurahan di Kecamatan Candisari.
2. Data Sekunder
 - a. Data shp administrasi dan jaringan jalan dari Bappeda Kota Semarang skala 1:25.000.
 - b. Data intensitas dan stasiun curah hujan dasarian Tahun 2021 dari BMKG Semarang.
 - c. Data Citra Spot 7 Tahun 2021 dari LAPAN.
 - d. Data shp jenis batuan dan jenis tanah dari Distaru Kota Semarang skala 1:25.000.
 - e. Data Statistik Kecamatan Candisari Tahun 2021 dari Dispendukcapil Kota Semarang dan Kecamatan Candisari.
 - f. Data DEMNAS dari BIG.
 - g. Data kejadian bencana tanah longsor Tahun 2017-2021 dari BPBD Kota Semarang.

III.2 Diagram Alir Penelitian

Secara umum, diagram alir pada penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

III.3 Pelaksanaan Penelitian

III.3.1 Pengolahan Bobot *Fuzzy-AHP*

Nilai pembobotan pada sub-parameter peta kerentanan dan kapasitas diperoleh dari pertimbangan pemberian bobot (derajat preferensi) dari data wawancara instansi BPBD Kota Semarang. Wawancara dilakukan dengan jumlah narasumber sebanyak tiga orang dari Bidang 1 yakni Bidang pencegahan dan kesiapsiagaan. Pemilihan instansi BPBD Kota Semarang sebagai narasumber, karena dianggap ahli di bidang kebencanaan dan juga mengetahui kondisi di lapangan mengenai bencana tanah longsor yang terjadi di Kecamatan Candisari. Data pembobotan yang digunakan yaitu data matriks *pairwise* dengan nilai *Consistency Rasio* (CR) terkecil dan bernilai $\leq 10\%$, di mana dianggap sebagai data matriks *pairwise* terbaik.

Pengolahan pembobotan *Fuzzy-AHP* pada peta kerentanan dilakukan pada setiap sub-parameter dengan hasil yang diperoleh seperti pada **Tabel 5**. Data matriks *pairwise* yang digunakan untuk dikonversi ke bilangan *fuzzy* mendapatkan nilai CR sebesar 10% untuk kerentanan sosial, nilai CR sebesar 0% untuk data kerentanan fisik dan kerentanan ekonomi. Pada kerentanan lingkungan tidak dilakukan pengolahan pembobotan *Fuzzy-AHP* karena hanya menggunakan satu parameter yaitu Ruang Terbuka Hijau (RTH).

Tabel 6 Nilai Bobot *Fuzzy-AHP* Kerentanan

Komponen Parameter (Bobot)	Sub-Parameter Kerentanan	Bobot (%)
Sosial (40%)	Kepadatan Penduduk	32,90
	Rasio Jenis Kelamin	28,08
	Rasio Penduduk Disabilitas	25,81
	Rasio Kelompok Umur Rentan	13,21
Ekonomi (25%)	PDRB	68,42
	Sarana Ekonomi	31,58
Fisik (25%)	Panjang Jaringan Jalan	53,50
	Luas Kawasan Terbangun	46,50
Lingkungan (10%)	Ruang Terbuka Hijau	100,00

Hasil pengolahan pembobotan *Fuzzy-AHP* pada peta kapasitas dilakukan pada setiap sub-parameter dengan hasil yang diperoleh seperti pada **Tabel 6**. Data matriks *pairwise* yang digunakan *fuzzy* mendapatkan nilai CR sebesar 5% untuk kapasitas struktural dan nilai CR sebesar 10% untuk kapasitas non struktural.

Tabel 7 Nilai Bobot *Fuzzy-AHP* Kapasitas

Komponen Parameter (Bobot)	Sub-Parameter Kapasitas	Bobot (%)
Struktural (50%)	Penguatan Lereng	46,48
	Konservasi Vegetatif	46,48
	Sistem Drainase	7,03

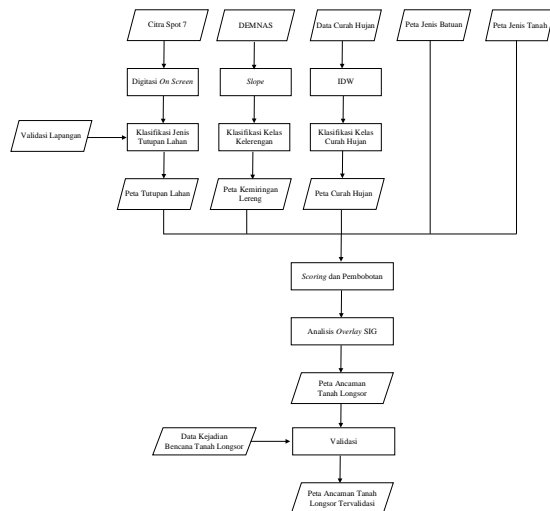
Tabel 8 Nilai Bobot Fuzzy-AHP Kapasitas (Lanjutan)

Komponen Parameter (Bobot)	Sub-Parameter Kapasitas	Bobot (%)
Non Struktural (50%)	Peraturan Bencana	20,50
	Sosialisasi Bencana	20,50
	Sistem Peringatan Dini	27,24
	Kebutuhan Logistik	13,64
	Sarana Kesehatan	18,12

III.3.2 Pengolahan Peta Ancaman

Proses pembuatan peta ancaman tanah longsor dilakukan dengan overlay dari lima parameter yaitu kemiringan lereng, curah hujan, tutupan lahan, jenis batuan, dan jenis tanah. Secara umum alur pengolahan peta ancaman dapat dilihat pada Gambar 2.

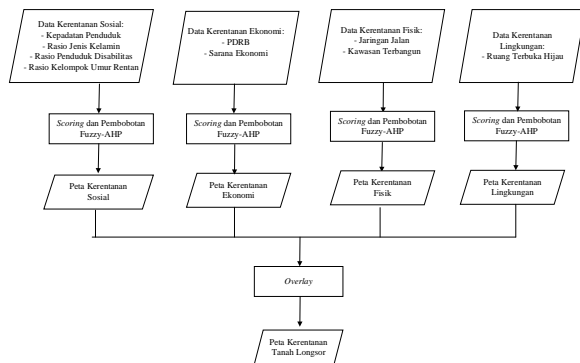
Pemberian skor dan bobot pada pemetaan ancaman tanah longsor di Kecamatan Candisari ini mengacu pada PERMEN PU No. 22/PRT/M/2007 seperti yang tertera pada Tabel 3.



Gambar 2 Diagram Alir Pengolahan Peta Ancaman

III.3.3 Pengolahan Peta Kerentanan

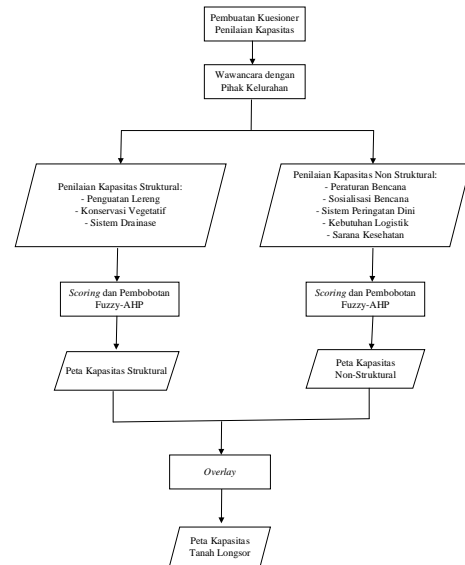
Proses pembuatan peta kerentanan dilakukan dengan overlay dari empat komponen parameter, secara umum alur pengolahan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Diagram Alir Pengolahan Peta Kerentanan

III.3.4 Pengolahan Peta Kapasitas

Proses pembuatan peta kapasitas dilakukan dengan overlay dari dua komponen parameter, secara umum alur pengolahan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Diagram Alir Pengolahan Kapasitas

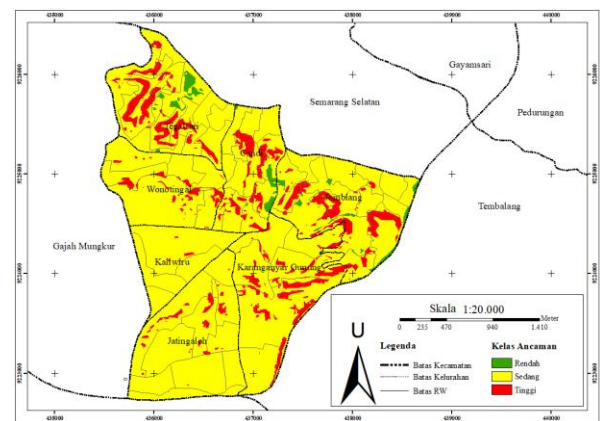
III.3.5 Pengolahan Peta Risiko

Pembuatan peta risiko dilakukan dengan overlay dari peta ancaman, kerentanan, dan kapasitas yang telah dibuat sebelumnya. Penilaian kriteria risiko dilakukan dengan metode perhitungan matriks VCA seperti yang tertera pada Tabel 1 dan Tabel 2.

IV. Hasil dan Pembahasan

IV.1 Hasil dan Analisis Ancaman Tanah Longsor

Hasil dari pemetaan ancaman tanah longsor di Kecamatan Candisari seperti yang terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Hasil Peta Ancaman Tanah Longsor

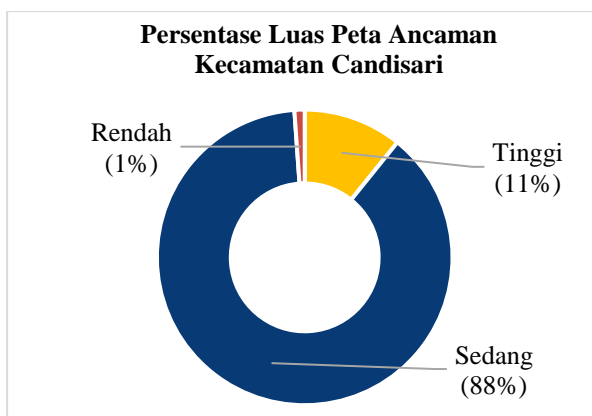
Hasil pengolahan peta ancaman di atas dapat dilihat rekapitulasi luas serta jumlah RW untuk masing-masing kelas pada Tabel 7. Hasil pemetaan ancaman ini pada setiap RW terdapat beberapa kelas tingkat ancaman, sebagai contoh pada RW 01 Kelurahan Candi memiliki 3 kelas ancaman yakni kelas rendah, sedang dan tinggi.

Tabel 9 Rekapitulasi Luas Peta Ancaman

Kelurahan	Kelas Ancaman Tanah Longsor					
	Rendah		Sedang		Tinggi	
	Jumlah RW	Luas (Ha)	Jumlah RW	Luas (Ha)	Jumlah RW	Luas (Ha)
Candi	4	2,464	11	54,590	10	11,011
Jatingaleh	0	0,000	10	115,594	8	3,989
Jomblang	12	4,139	15	96,705	13	16,116
Kaliwiru	0	0,000	4	52,628	1	0,404
Karanganyar Gunung	3	0,065	6	102,739	6	16,212
Tegalsari	5	0,580	13	73,057	11	16,977
Wonotingal	1	0,004	6	76,287	6	5,343
Total	25	7,251	65	571,600	55	70,052

Berdasarkan hasil peta pada **Gambar 5** dan hasil rekapitulasi pada **Tabel 7**, diketahui bahwa Kelurahan Candi, Jomblang, Karanganyar Gunung, dan Tegalsari memiliki potensi tingkat ancaman bencana tanah longsor yang tinggi pada 10% dari total wilayahnya. Namun secara keseluruhan kelurahan-kelurahan di Kecamatan Candisari didominasi oleh ancaman kelas sedang dengan sebagian besar RW nya berada di kelas ini.

Berdasarkan hasil pengolahan peta ancaman juga diketahui bahwa Kecamatan Candisari memiliki ancaman untuk bencana tanah longsor dengan kelas rendah sebesar 1% atau 7,251 Ha dari total luasnya, dan untuk kelas sedang sebesar 88% atau 571,600 Ha dari total luasnya, dan untuk kelas tinggi 11% atau 70,052 Ha dari luas totalnya. Grafik persentase luasan peta dapat dilihat pada **Gambar 6**.



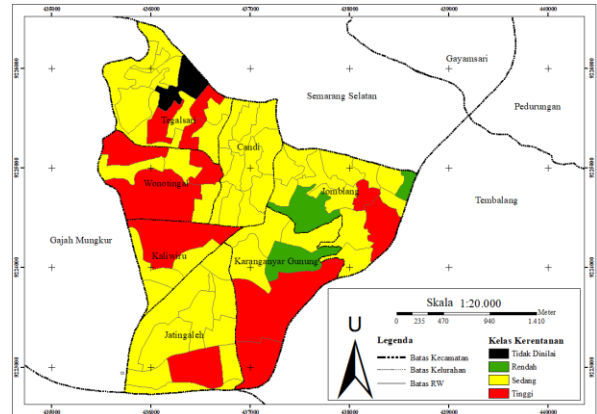
Gambar 6 Grafik Persentase Luas Peta Ancaman

Verifikasi peta ancaman tanah longsor dilakukan dengan data kejadian tanah longsor tahun 2017-2021 dengan total titik kejadian di Kecamatan Candisari sebanyak 73 titik kejadian. Dari hasil pengecekan kesesuaian antara hasil peta ancaman tanah longsor dengan data kejadian bencana longsor, didapatkan bahwa hasil peta ancaman sudah sesuai dengan titik kejadian longsor yang berada dikelas sedang-tinggi. Dari total titik kejadian diketahui bahwa sebanyak 17

titik atau 23,29% berada dikelas tinggi pada hasil peta ancaman dan sebanyak 56 titik atau 76,71% berada dikelas sedang pada hasil peta ancaman.

IV.2 Hasil dan Analisis Kerentanan Tanah Longsor

Hasil dari pemetaan kerentanan tanah longsor di Kecamatan Candisari seperti pada **Gambar 7** berikut.



Gambar 7 Hasil Peta Kerentanan Tanah Longsor

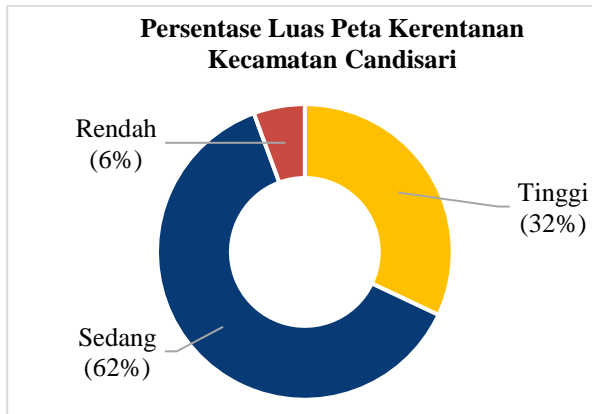
Hasil rekapitulasi luas serta jumlah RW untuk masing-masing kelas seperti pada **Tabel 8**.

Tabel 10 Rekapitulasi Luas Peta Kerentanan

Kelurahan	Kelas Kerentanan Tanah Longsor					
	Rendah		Sedang		Tinggi	
	Jumlah RW	Luas (Ha)	Jumlah RW	Luas (Ha)	Jumlah RW	Luas (Ha)
Candi	0	0,000	11	68,065	0	0,000
Jatingaleh	0	0,000	9	101,628	1	17,955
Jomblang	2	20,313	11	76,941	2	19,706
Kaliwiru	0	0,000	3	22,429	1	30,602
Karanganyar Gunung	1	16,079	3	38,621	2	64,321
Tegalsari	0	0,000	10	72,321	3	18,293
Wonotingal	0	0,000	3	24,787	3	56,847
Total	3	36,392	50	404,792	12	207,724

Berdasarkan hasil peta kerentanan di Kecamatan Candisari seperti yang terlihat pada **Gambar 7** dan hasil rekapitulasi pada **Tabel 8**, diketahui bahwa jumlah RW yang memiliki kondisi mampu mengurangi kemampuan masyarakatnya dalam menghadapi ancaman bencana tanah longsor di Kecamatan Candisari berjumlah 12 RW untuk kelas tinggi. Beberapa Kelurahan seperti Kaliwiru, Karanganyar Gunung, dan Wonotingal berada di kelas ini dengan hampir sebagian dari total wilayahnya. Kemudian untuk hasil peta kerentanan ini sendiri didominasi kelas sedang dengan jumlah 50 RW. Beberapa kelurahan seperti Candi, Jatingaleh, Jomblang, Kaliwiru, dan Tegalsari berada di kelas ini dengan hampir keseluruhan dari total wilayahnya. Dan diikuti dengan Kelurahan Karanganyar Gunung dan Wonotingal, dengan wilayah hampir setengah dari total

keseluruhan RW. Kemudian untuk kelas rendah dari peta kerentanan ini tergolong sedikit hanya berjumlah tiga dari 65 RW yang ada di Kecamatan Candisari, yakni Kelurahan Jomblang terdapat dua RW dan Kelurahan Wonotingal satu RW.

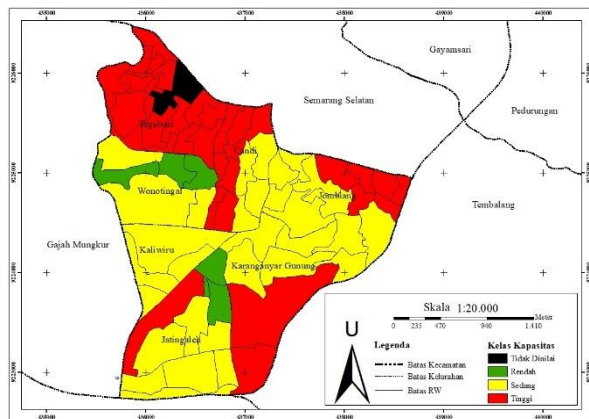


Gambar 8 Grafik Persentase Luas Peta Kerentanan

Berdasarkan hasil pengolahan juga diketahui persentase luas peta kerentanan seperti yang terlihat pada Gambar 8, bahwa Kecamatan Candisari memiliki kerentanan untuk bencana tanah longsor untuk kelas rendah sebesar 6% atau 36,392 Ha dari total luasnya, dan untuk kelas sedang sebesar 62% atau 404,792 Ha dari total luasnya, dan untuk kelas tinggi 32% atau 20,724 Ha dari luas totalnya.

IV.3 Hasil dan Analisis Kapasitas Tanah Longsor

Hasil dari pemetaan kapasitas tanah longsor di Kecamatan Candisari seperti yang terlihat pada Gambar 9 berikut.



Gambar 9 Hasil Peta Kapasitas Tanah Longsor

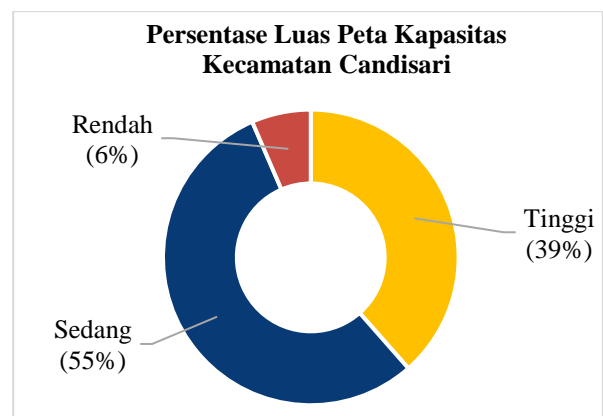
Berdasarkan hasil peta kapasitas di Kecamatan Candisari seperti yang terlihat pada Gambar 9 dan hasil rekapitulasi pada Tabel 9, diketahui bahwa jumlah RW yang memiliki kemampuan yang tinggi dalam menghadapi bencana tanah longsor di Kecamatan Candisari berjumlah 26 RW. Kelurahan dengan kelas tinggi ini terdiri dari Kelurahan Candi dan Tegalsari dengan sebagian total wilayahnya berada di kelas ini. Kemudian jumlah RW yang memiliki kemampuan dalam menghadapi bencana tanah longsor untuk kelas

sedang berjumlah 34 RW, dimana hasil peta kapasitas ini didominasi oleh kelas sedang. Beberapa kelurahan seperti Jatingaleh, Jomblang, Kaliwiru, dan Karanganyar Gunung dengan sebagian total wilayahnya berada di kelas ini. Dan jumlah RW yang memiliki kemampuan yang rendah dalam menghadapi bencana tanah longsor di Kecamatan Candisari berjumlah 5 RW, terdiri dari Kelurahan Jatingaleh terdapat dua RW dan Kelurahan Wonotingal tiga RW. Hasil rekapitulasi luas serta jumlah RW untuk masing-masing kelas seperti pada Tabel 9.

Tabel 11 Rekapitulasi Luas Peta Kapasitas

Kelurahan	Kelas Kapasitas Tanah Longsor					
	Rendah		Sedang		Tinggi	
	Jumlah RW	Luas (Ha)	Jumlah RW	Luas (Ha)	Jumlah RW	Luas (Ha)
Candi	0	0	7	28,868	4	39,197
Jatingaleh	2	16,892	7	79,305	1	23,386
Jomblang	0	0	9	84,561	6	32,399
Kaliwiru	0	0	4	53,032	0	0
Karanganyar Gunung	0	0	4	54,699	2	64,3210
Tegalsari	0	0	0	0	13	90,614
Wonotingal	3	25,199	3	56,435	0	0
Total	5	42,091	34	356,900	26	249,917

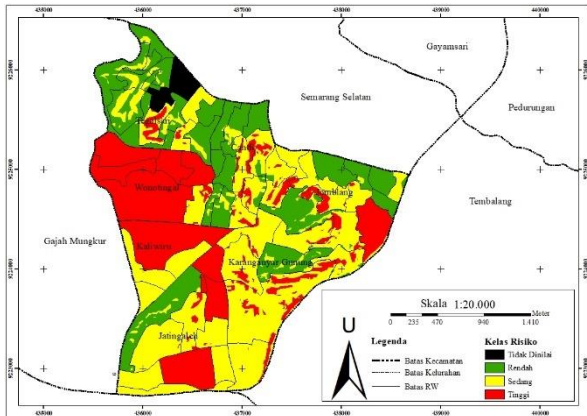
Berdasarkan hasil pengolahan juga diketahui bahwa Kecamatan Candisari memiliki kapasitas untuk bencana tanah longsor untuk kelas rendah sebesar 6% atau 42,091 Ha dari total luasnya, dan untuk kelas sedang sebesar 55% atau 356,900 Ha dari total luasnya, dan untuk kelas tinggi 39% atau 249,917 Ha dari luas totalnya. Persentase luas peta kapasitas dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10 Grafik Persentase Luas Peta Kapasitas

IV.4 Hasil dan Analisis Risiko Tanah Longsor

Hasil dari pemetaan risiko tanah longsor di Kecamatan Candisari seperti yang terlihat pada Gambar 11 berikut.



Gambar 11 Hasil Peta Risiko Tanah Longsor

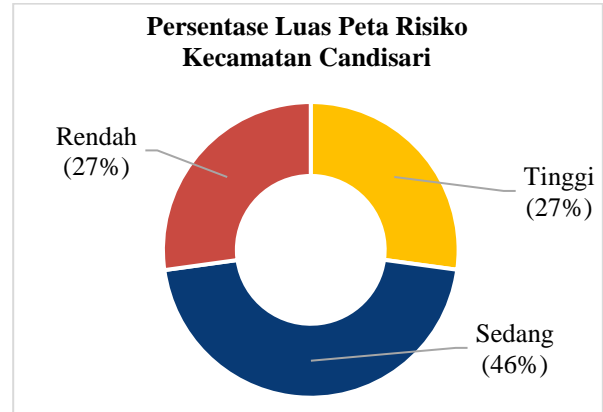
Hasil pengolahan peta risiko di atas dapat dilihat rekapitulasi luas serta jumlah RW untuk masing-masing kelas pada **Tabel 10**. Hasil pemetaan risiko ini pada setiap RW juga terdapat beberapa kelas tingkat risiko.

Tabel 12 Rekapitulasi Luas Peta Risiko

Kelurahan	Kelas Risiko Tanah Longsor					
	Rendah		Sedang		Tinggi	
	Jumlah RW	Luas (Ha)	Jumlah RW	Luas (Ha)	Jumlah RW	Luas (Ha)
Candi	6	36,987	10	24,658	4	6,420
Jatingaleh	0	21,905	7	61,270	7	18,453
Jomblang	8	39,570	14	54,420	9	22,970
Kaliwiru	0	0	3	22,429	1	30,602
Karanganyar Gunung	5	13,967	6	90,980	5	14,069
Tegalsari	9	59,113	12	27,814	2	3,688
Wonotingal	0	0	2	6,533	6	75,100
Total	28	171,541	54	288,105	34	171,303

Berdasarkan hasil peta risiko di Kecamatan Candisari seperti yang terlihat pada **Gambar 11** dan hasil rekapitulasi pada **Tabel 10**, diketahui bahwa Kecamatan Candisari didominasi oleh kelas sedang dan berpotensi memiliki kerugian yang cukup besar jika terjadinya bencana tanah longsor. Beberapa kelurahan seperti Jatingaleh, Jomblang, dan Karanganyar Gunung dengan sebagian besar wilayahnya berada di kelas ini. Kemudian untuk kelurahan yang memiliki kelas tinggi terdiri dari Kelurahan Wonotingal dan Kaliwiru yang sebagian besar wilayahnya juga berada di kelas ini. Untuk kelas rendah dari pemetaan risiko di Kecamatan Candisari ini terdiri dari kelurahan Tegalsari dan Candi, yang sebagian besar wilayahnya berada di kelas rendah.

Berdasarkan hasil pengolahan juga diketahui persentase luas peta risiko seperti yang terlihat pada **Gambar 12**, bahwa Kecamatan Candisari memiliki risiko terhadap bencana tanah longsor untuk kelas rendah sebesar 27% atau 171,541 Ha dari total luasnya, dan untuk kelas sedang sebesar 46% atau 288,105 Ha dari total luasnya, dan untuk kelas tinggi 27% atau 171,303 Ha dari luas totalnya.



Gambar 12 Grafik Persentase Luas Peta Risiko

Faktor yang mempengaruhi Kecamatan Candisari didominasi oleh kelas tinggi dan berpotensi memiliki kerugian yang besar jika terjadinya bencana tanah longsor, dikarenakan jika dilihat dari faktor ancaman, sebagian besar wilayah Candisari didominasi tingkat ancaman yang sedang hingga tinggi. Dari lima parameter penilaian potensi ancaman bencana tanah longsor, Kecamatan Candisari memiliki kondisi wilayah dengan kelas kelerengan cukup tinggi di beberapa kelurahan dengan kelerengan berkisar 15-25%, dan Kecamatan Candisari memiliki jenis batuan berupa batu pasir yang butirannya relatif kecil sehingga umumnya lebih berpotensi terjadi gerakan tanah. Kemudian untuk tutupan lahan, wilayah Candisari memiliki tutupan lahan dengan bangunan permukiman yang padat, dan memiliki curah hujan yang tinggi dengan rata-rata curah hujan berkisar 151-300 mm/bulan, sehingga memiliki nilai yang tinggi dalam mempengaruhi terjadinya longsor. Dan untuk faktor jenis tanah wilayah Candisari terbagi menjadi dua yakni untuk area dengan jenis tanah asosiasi aluvial kelabu memiliki nilai yang rendah sedangkan untuk area dengan jenis tanah mediteran coklat tua memiliki nilai yang tinggi dalam mempengaruhi terjadinya bencana tanah longsor.

Dari faktor kerentanan, sebagian besar wilayah Candisari juga didominasi tingkat kerentanan yang sedang hingga tinggi. Dari beberapa parameter penilaian kerentanan longsor, diketahui bahwa wilayah Candisari termasuk kedalam kawasan perumahan dan kepadatan penduduk yang tinggi, dengan kawasan terbangun di wilayah tersebut memiliki nilai >70% dari luasan totalnya. Kemudian juga memiliki RTH dengan nilai <10% dari luasan totalnya sehingga memiliki kondisi rentan yang tinggi dalam mempengaruhi terjadinya longsor. Faktor pendukung kondisi tersebut dikarenakan Kecamatan Candisari memiliki lahan yang terbatas dengan jumlah penduduk yang padat.

Dari faktor kapasitas, sebagian besar wilayah Candisari didominasi tingkat kapasitas yang sedang sebesar 46% dari total wilayahnya. Secara struktural, dalam upaya penguatan lereng sudah banyak kelurahan yang melakukan upaya penguatan namun masih belum efektif dalam mengurangi frekuensi dan luasan tanah longsor, dan untuk konservasi vegetatif baru Kelurahan

Tegalsari yang melakukannya atau sekitar 20% dari wilayah di Candisari, hal ini dikarenakan kurangnya lahan kosong yang tersedia untuk melakukan penanaman vegetasi. Kemudian secara non-struktural, masih terdapat beberapa kelurahan yang belum mengimplementasikan secara mandiri oleh masyarakatnya dalam upaya pencegahan dan kesiapsiagaan bencana longsor, dan juga belum terdapat sistem peringatan dini untuk bencana longsor.

Sehingga faktor yang mempengaruhi beberapa kelurahan seperti Wonotingal, Kaliwiru, Jomblang, Karanganyar Gunung, dan Jatingaleh memiliki tingkat risiko yang sedang-tinggi terhadap tanah longsor dikarenakan kelurahan-kelurahan tersebut masih memiliki tingkat kemampuan yang belum memadai dalam menghadapi bencana tanah longsor. Sebaliknya untuk Kelurahan Candi dan Tegalsari yang memiliki tingkat ancaman dan kerentanan yang tinggi namun memiliki tingkat risiko yang rendah terhadap tanah longsor pada sebagian besar wilayahnya, dikarenakan memiliki tingkat kemampuan yang memadai dalam menghadapi bencana tanah longsor.

V. Penutup

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemetaan ancaman bencana tanah longsor diperoleh hasil bahwa Kecamatan Candisari didominasi oleh tingkat ancaman kelas sedang sebesar 88% atau 571,600 Ha dari total luasnya. Dan pemetaan kerentanan bencana tanah longsor diperoleh hasil bahwa Kecamatan Candisari didominasi oleh tingkat kerentanan kelas sedang sebesar 62% atau 404,792 Ha dari total luasnya. Serta pemetaan kapasitas tanah longsor diperoleh hasil bahwa Kecamatan Candisari didominasi oleh tingkat kapasitas kelas sedang sebesar 55% atau 356,900 Ha dari total luasnya.
2. Pemetaan risiko bencana tanah longsor diperoleh hasil bahwa Kecamatan Candisari didominasi oleh tingkat risiko kelas sedang sebesar 46% atau 288,105 Ha dari luas totalnya. Beberapa kelurahan seperti Jatingaleh, Karanganyar Gunung, dan Jomblang berada di kelas sedang dengan sebagian total wilayahnya, kemudian diikuti dengan Kelurahan Wonotingal dan Kaliwiru yang sebagian besar wilayahnya berada di kelas tinggi, hal ini dikarenakan kelurahan-kelurahan tersebut masih memiliki tingkat kemampuan yang belum memadai dalam menghadapi bencana longsor.

V.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan, penulis menyarankan untuk penelitian selanjutnya:

1. Menambahkan jumlah parameter pada peta ancaman seperti kepadatan vegetasi, tata air lereng, pemotongan lereng atau lainnya agar peta yang dihasilkan dapat lebih baik lagi.
2. Menggunakan data parameter ancaman dengan tingkat akurasi yang lebih baik lagi untuk

mendukung hasil pemetaan skala besar. Seperti pada data kelerengan dapat menggunakan data DEM TerraSAR.

3. Melakukan validasi untuk peta risiko bencana tanah longsor dengan menggunakan data korban jiwa dan besar kerugian untuk mengetahui tingkat akurasi peta risiko yang dihasilkan.
4. Memperhatikan ketersediaan data hingga tingkat unit pemetaan terkecil pada data kerentanan untuk masing-masing komponen parameter yang digunakan, agar dapat mendukung hasil pemetaan yang lebih baik lagi.
5. Menggunakan metode *Fuzzy-AHP* pada klasifikasi peta kerentanan untuk meminimalisir ambiguitas klasifikasi interval kelas, agar dapat mendukung hasil pemetaan yang lebih baik lagi.
6. Untuk daerah-daerah bukan permukiman seperti Taman Budaya Raden Saleh, jika memungkinkan adanya aktivitas manusia dan bangunan fisik disekitar wilayah, dapat dilakukan analisis khusus risiko dengan data kerentanan sosial menyesuaikan data pengunjung atau faktor penilaian lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- BNPB. (2012). Perka BNPB No 02 Th 2012 Tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana. *Bnpb*, 1–67.
- BNPB. (2017). *Perangkat penilaian Kapasitas Daerah (71 Indikator)*.
- Carrara, A., & Guzzetti, F. (1995). Geographical Information Systems in Assessing Natural Hazards. In *Nuevos sistemas de comunicación e información*.
- Menteri Pekerjaan Umum. (2007). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 22/PRT/M/2007 Tentang Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Bencana Longsor. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.22/Prt/M/2007*, 22, 1–148.
- Muntohar, A. S. (2010). Tanah Longsor: Analisis-Prediksi-Mitigasi. *Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*, 13.
- Purnama, S. G. (2017). Modul Manajemen Bencana. *Fakultas Kedokteran Universitas Udayana*, 1–89.
- Sujarto, D. (2010). Mengelola Risiko Bencana barang Negara Maritim Indonesia. In *Mengelola Risiko Bencana di Negara Maritim Indonesia*.
- Twig, J. (2013). Disaster Risk Reduction. *Encyclopedia of Crisis Management*, 44(0).
- Ujung, A. T. (2019). Kajian Pemetaan Risiko Bencana Banjir Kota Semarang Dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Geodesi Undip*, 8(4), 154–164.