

PENILAIAN BAHAYA LONGSOR DI MAJALENGKA, INDONESIA: PENDEKATAN PROSES HIRARKI ANALITIK BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG)

Wahyu Firmansyah¹

¹Magister Teknik Geologi, Departemen Teknik Geologi, FT, UGM
Email: 1wahyufirmansyah@mail.ugm.ac.id

Masuk: 31 August 2023, Revisi masuk: 5 September 2023, Diterima: 25 September 2023

ABSTRACT

Living alongside disasters is necessary for communities residing in areas with geological disaster potential, such as landslides. The morphology of the hills and geological conditions in Majalengka, Indonesia, which are dominated by sedimentary rocks and weathered volcanic products, as well as the presence of geological structures, are the main factors causing landslides, especially during the rainy season. Landslide hazard mapping provides a strong foundation for governments to take appropriate measures to prevent and mitigate the impacts of potential landslide disasters. Based on data gathered from the Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) of Majalengka District, 27 landslide incidents were recorded between 2019 and 2022, resulting in losses and infrastructure damage. This study presents a landslide hazard model based on a Geographic Information System (GIS) using an Analytical Hierarchy Process (AHP). The criteria used in the modeling included slope gradient, geology, distance from rivers, and distance from geological structures. It validated the hazard model using Receiver Operating Characteristics (ROC) to ensure model consistency. The morphology and geological factors are the causes of the increased potential for landslide hazards in the research area. From the landslide hazard model, it categorized the area into three classes: low (35.21%), moderate (58.17%), and high (6.62%).

Keywords: Landslide Hazard, Majalengka, Spatial Analysis.

INTISARI

Hidup berdampingan dengan bencana menjadi keharusan bagi masyarakat yang tinggal di daerah yang memiliki potensi bencana geologi seperti longsor. Morfologi berupa perbukitan dan kondisi geologi di daerah Kecamatan Majalengka yang didominasi oleh batuan sedimen, dan produk vulkanik yang terlapukan, serta keterdapatan struktur-struktur geologi menjadi faktor utama penyebab terjadinya longsor terlebih ketika musim penghujan tiba. Pemetaan bahaya longsor memberikan dasar yang kokoh bagi pemerintah dan pemangku kebijakan lainnya untuk mengambil langkah-langkah yang tepat guna mencegah, mengurangi, atau mengatasi dampak dari potensi bencana longsor. Berdasarkan data yang dihimpun dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Majalengka menunjukkan 27 titik kejadian longsor antara 2019 hingga 2022, mengakibatkan kerugian dan kerusakan infrastruktur. Studi ini menyajikan pemodelan bahaya longsor berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan pendekatan *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Kriteria yang digunakan dalam pemodelan terdiri dari kemiringan lereng, geologi, jarak dari sungai, dan jarak dari struktur geologi. Validasi model bahaya longsor dilakukan dengan menggunakan *Receiver Operating Characteristics* (ROC) untuk memastikan konsistensi model. Kondisi morfologi dan faktor-faktor geologi menjadi penyebab meningkatnya potensi bahaya longsor di daerah penelitian. Dari pemodelan bahaya longsor diperoleh luasan daerah yang terdiri atas tiga kelas yaitu rendah dengan persentase 35.21%, sedang dengan persentase 58.17%, dan tinggi sebesar 6.62%.

Kata-kata kunci: Analisis Spasial, Bahaya Longsor, Majalengka.

PENDAHULUAN

Berdasarkan data yang dihimpun dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Majalengka dalam kurun waktu 2019-2022 tercatat 27 titik kejadian longsor yang terjadi di Kecamatan Majalengka (BPBD Kabupaten Majalengka, 2022). Bencana longsor menyebabkan dampak yang begitu besar terlebih apabila longsor terjadi di wilayah padat penduduk. Korban jiwa dan kerugian akibat kerusakan yang ditimbulkan longsor membuat masyarakat terdampak menjadi sangat menderita sehingga perlu dilakukan pengurangan dampak risiko yang ditimbulkan melalui mitigasi sehingga dapat mengurangi dampak kerugian dan kerusakan bahkan korban jiwa dari peristiwa tersebut. Ketika muncul suatu kondisi yang menyebabkan ketidakstabilan lereng merupakan proses alami lereng untuk mencapai kondisi seimbang, maka proses terjadinya longsor adalah cara lereng untuk kembali menuju keseimbangan (Kayastha dkk, 2019).

Penelitian dan pemetaan wilayah rawan longsor sangat penting untuk menentukan proses mitigasi dan evakuasi saat terjadinya longsor sehingga dapat mengurangi dampak serta kerugian yang ditimbulkan. Pada masa sekarang ini penggunaan *Geographic Information System* (GIS) sebagai alat untuk melakukan studi pemetaan bahaya longsor menjadi pilihan yang tepat dan efisien baik dalam segi waktu maupun biaya (Zhang dkk, 2016).

Secara administratif lokasi penelitian berada di Kecamatan Majalengka, Kabupaten Majalengka, Jawa Barat, Indonesia (Gambar 1) dengan luas wilayah 57 km². Morfologi wilayahnya berupa perbukitan dan terdapat struktur-struktur geologi yang memiliki potensi untuk mengalami longsor (Kayastha dkk, 2019). Oleh karena itu, menjadi penting untuk melakukan pemetaan bahaya longsor dengan cakupan yang lebih rinci.

Metode yang digunakan untuk pemetaan bahaya longsor di Kecamatan Majalengka, Kabupaten Majalengka, Jawa Barat adalah metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). AHP merupakan sebuah metode yang digunakan untuk mengatasi kesulitan-kesulitan yang dihadapi dalam mengambil keputusan yang memiliki banyak kriteria

dengan membuat sebuah perangkangan dan membaginya menjadi bagian-bagian kecil yang dapat dianalisis secara terpisah kemudian mengintegrasikan bagian-bagian tersebut secara logis (Asadabadi, 2018).

Hasil pemodelan yang diperoleh melalui penerapan metode AHP divalidasi dengan menggunakan *Receiver Operating Characteristics* (ROC). ROC merupakan alat pengukuran kinerja yang digunakan dalam konteks klasifikasi untuk menentukan ambang batas dari suatu model. Dalam kerangka ROC, terdapat istilah *Area Under Curve* (AUC) yang mengukur luas area di bawah kurva ROC. AUC digunakan untuk mengevaluasi sejauh mana model memiliki performa yang baik atau kurang baik (Jiménez-Valverde, 2012).

PEMBAHASAN

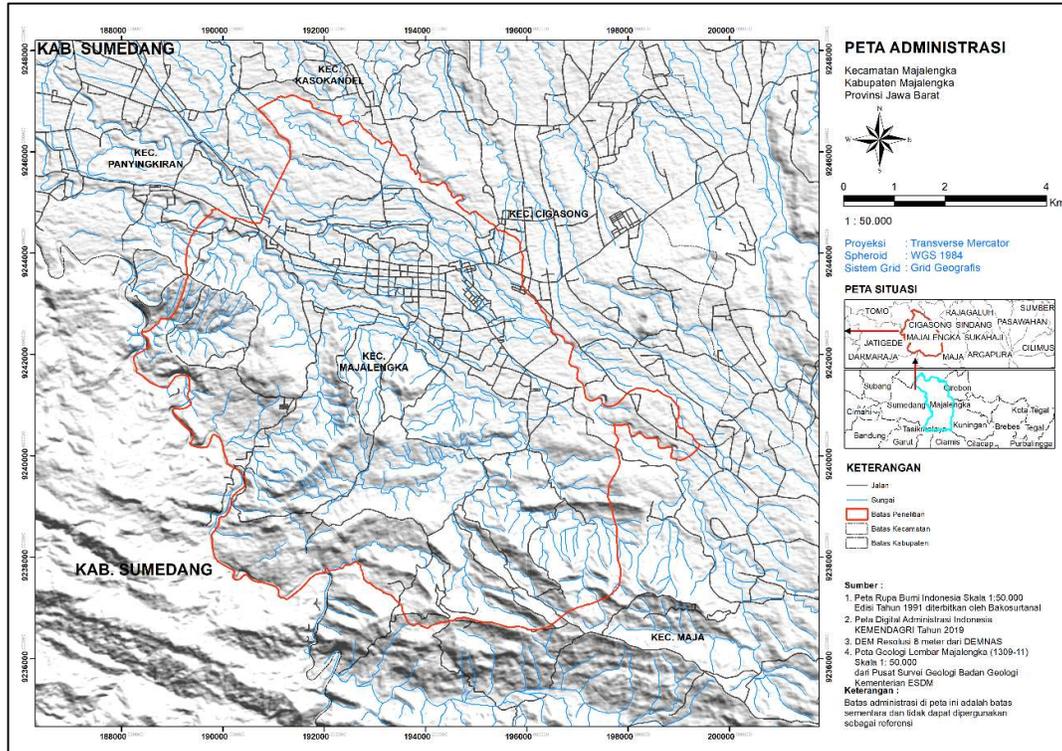
Analytical Hierarchy Process (AHP)

Pengambilan keputusan kriteria-kriteria berbasis *knowledge driven* tentang bahaya longsor dengan membuat sebuah bobot 0 sampai dengan 1 dan diklasifikasi ke dalam 3 kelas sesuai dengan pedoman Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) Tahun 2015 (Tabel 1).

Tabel 1. Klasifikasi nilai bahaya longsor (BNPB, 2015).

Ancaman	Label
Rendah	Rendah (0.00 - 0.333)
Sedang	Sedang (0.334 - 0.666)
Tinggi	Tinggi (0.667 - 1)

Penilaian bahaya longsor di Kecamatan Majalengka melibatkan empat kriteria (BNPB, 2015) yang diutamakan dalam pemecahan masalah (Tabel 2). Pengurutan prioritas kriteria didasarkan pada pengaruh utama yang dimiliki oleh setiap kriteria terhadap keterkaitannya dengan bahaya longsor di Kecamatan Majalengka. Bahaya longsor akan semakin tinggi apabila beberapa faktor terpenuhi, seperti kemiringan lereng yang semakin tinggi, sifat litologi yang lebih rentan terhadap pengaruh eksternal seperti erosi, jarak dari sungai yang semakin dekat, dan keberadaan struktur geologi yang semakin dekat meningkatkan potensi terjadinya bahaya longsor (BNPB, 2015).



Gambar 1. Lokasi penelitian

Tabel 2. Matriks *pairwise comparison* kriteria.

Matriks <i>Pairwise Comparison</i>				
Kriteria	K1	K2	K3	K4
Kemiringan Lereng (K1)	1.000	3.000	5.000	7.000
Geologi (K2)	0.333	1.000	3.000	5.000
Jarak Sungai (K3)	0.200	0.333	1.000	3.000
Jarak Struktur (K4)	0.143	0.200	0.333	1.000
Total	1.676	4.533	9.333	16.000

Tabel 3. Normalisasi data.

Normalisasi							
Kriteria	K1	K2	K3	K4	Prioritas Vektor	Bobot	<i>Eigenvalue</i>
K1	0.597	0.662	0.536	0.438	2.232	0.558	0.935
K2	0.199	0.221	0.321	0.313	1.053	0.263	1.194
K3	0.119	0.074	0.107	0.188	0.487	0.122	1.137
K4	0.085	0.044	0.036	0.063	0.228	0.057	0.910
Total	1.000	1.000	1.000	1.000	4.000	1.000	4.177

Nilai *consistency ratio* dari matriks *pairwise comparison* adalah 0.065, nilai tersebut termasuk konsisten (Septilia, 2020). Model matriks *pairwise comparison* yang dipilih telah dilakukan *sensitivity analysis* untuk mendapatkan model matriks *pairwise*

comparison yang paling konsisten. Dari hasil Tabel 3 masing-masing kriteria dapat dilakukan pembobotan untuk penentuan masing-masing kelas kriteria dengan nilai 0

sampai 1 (Asadabadi, 2018) seperti diuraikan pada Tabel 4.

Analisis Spasial Berbasis GIS

Data-data yang digunakan dalam analisis spasial mencakup data *Digital Elevation Model* (DEM) yang bersumber dari DEMNAS (BIG, 2017) data sungai, data litologi dan struktur geologi yang bersumber dari Peta Geologi Lembar Majalengka (1309-11) Skala 1: 50.000 (PSG, 2020) seperti pada Gambar 3. *Input data* dianalisis dengan menggunakan *software* ArcGIS sehingga menghasilkan data spasial (Gambar 4) dengan kriteria-kriteria yang digunakan dalam pemodelan bahaya longsor seperti diuraikan pada Tabel 5.

Reklasifikasi dan pembobotan bertujuan untuk menyesuaikan hasil pengolahan data pada proses sebelumnya menjadi sesuai

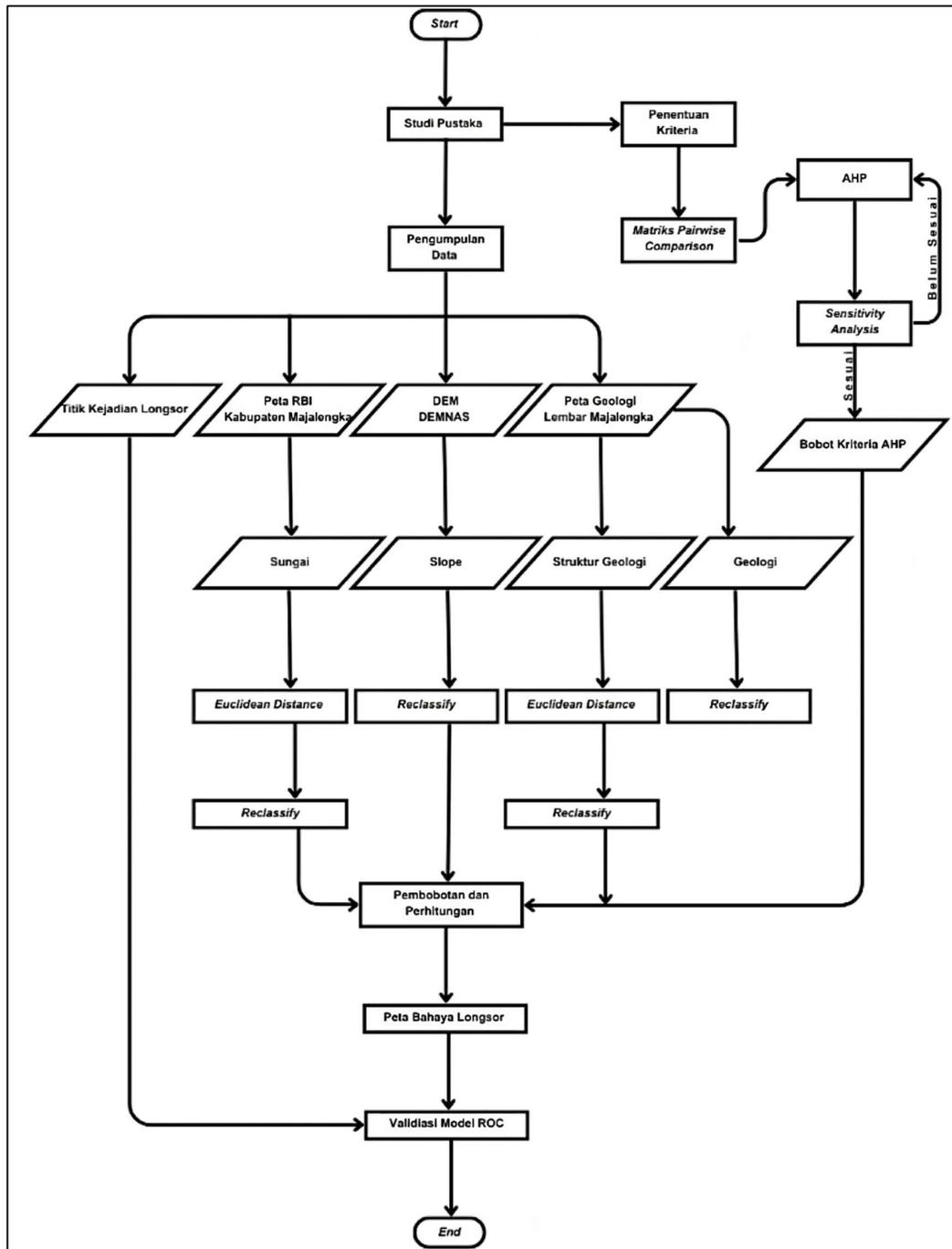
dengan klasifikasi dan pembobotan yang telah dilakukan pada metode AHP menggunakan *tools raster calculator*.

Receiver Operating Characteristics (ROC)

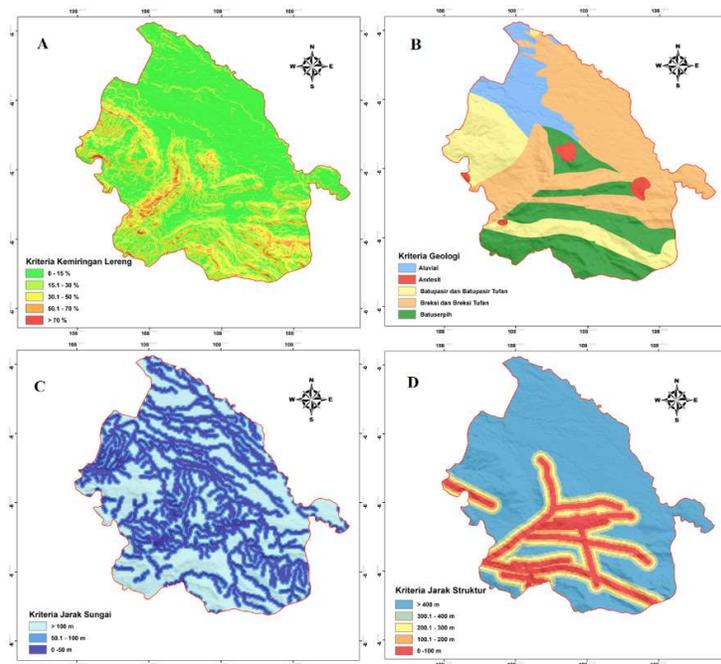
Berdasarkan hasil pemodelan bahaya longsor di Kecamatan Majalengka yang dilakukan menggunakan analisis AHP dan analisis spasial, dilakukan validasi hasil berdasarkan titik kejadian longsor yang pernah terjadi di daerah penelitian. Validasi dilakukan dengan pendekatan *Receiver Operating Characteristics* (ROC) untuk mendapatkan nilai *Area Under Curve* (AUC). Data *truth* menggunakan titik kejadian longsor sedangkan *predicted* menggunakan pemodelan bahaya longsor AHP (Gambar 5), perhitungan ini dibantu dengan *tools* ArcSDM.

Tabel 4. Pembobotan kriteria bahaya longsor.

Kriteria a	Sub Kriteria	Bobot Lokal	Bobot Global	Urut
K1 (0.558)	0 - 15 %	0.000	0.000	1
	15.1 - 30 %	0.250	0.139	2
	30.1 - 50 %	0.500	0.279	3
	50.1 - 70 %	0.750	0.418	4
	> 70 %	1.000	0.558	5
K2 (0.263)	Aluvial	0.200	0.053	1
	Andesit	0.400	0.105	2
	Batupasir dan Batupasir Tufan	0.600	0.158	3
	Breksi dan Breksi Tufan	0.800	0.211	4
	Batuserpih	1.000	0.263	5
K3 (0.122)	> 100 m	0.333	0.041	1
	50.1 - 100 m	0.667	0.081	2
	0 -50 m	1.000	0.122	3
K4 (0.057)	> 400 m	0.200	0.011	1
	300.1 - 400 m	0.400	0.023	2
	200.1 - 300 m	0.600	0.034	3
	100.1 - 200 m	0.800	0.046	4
	0 -100 m	1.000	0.057	5



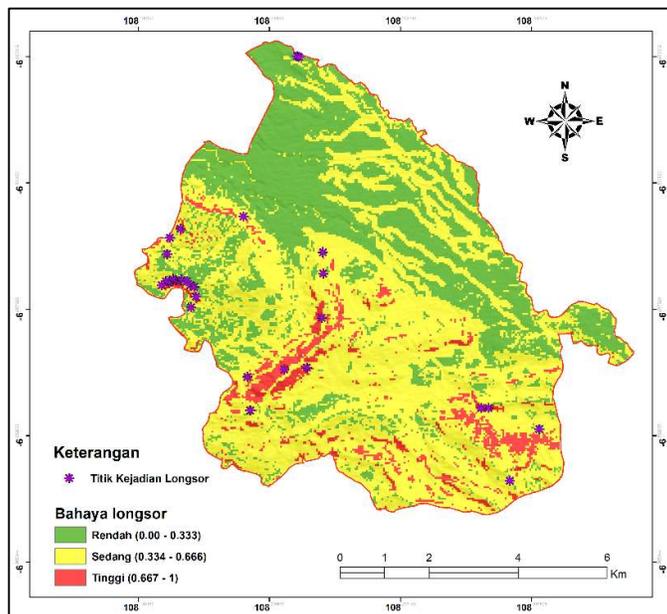
Gambar 3. Diagram alir penelitian



Gambar 4. Kriteria kemiringan lereng (A), kriteria geologi (B), kriteria jarak dari Sungai (C), dan kriteria jarak dari struktur (D)

Tabel 5. Klasifikasi tiap kriteria bahaya longsor (modifikasi dari BNPB, 2015)

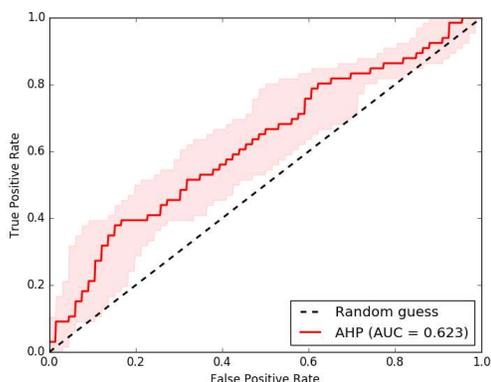
Kriteria	Sub Kriteria	Jenis	Deskripsi
K1	0 - 15 %	<i>Factors</i>	Kemiringan lereng yang terjal lebih berpotensi menyebabkan terjadinya longsor dibandingkan dengan lereng yang landai
	15.1 - 30 %	<i>Factors</i>	
	30.1 - 50 %	<i>Factors</i>	
	50.1 - 70 %	<i>Factors</i>	
	> 70 %	<i>Factors</i>	
K2	Aluvial	<i>Factors</i>	Litologi yang lebih lemah terhadap gangguan lebih berpotensi menyebabkan terjadinya longsor dibandingkan litologi yang <i>resistant</i>
	Andesit	<i>Factors</i>	
	Batupasir dan Batupasir Tufan	<i>Factors</i>	
	Breksi dan Breksi Tufan	<i>Factors</i>	
	Batuserpih	<i>Factors</i>	
K3	> 100 m	<i>Factors</i>	Semakin dekat jarak sungai dengan tubuh tebing lebih berpotensi menyebabkan terjadinya longsor
	50.1 - 100 m	<i>Factors</i>	
	0 -50 m	<i>Factors</i>	
K4	> 400 m	<i>Factors</i>	Semakin dekat jarak struktur geologi dengan tubuh tebing atau batuan lebih berpotensi menyebabkan terjadinya longsor
	300.1 - 400 m	<i>Factors</i>	
	200.1 - 300 m	<i>Factors</i>	
	100.1 - 200 m	<i>Factors</i>	
	0 -100 m	<i>Factors</i>	



Gambar 5. Validasi model bahaya longsor menggunakan ROC

Validasi Model

Nilai *Area Under Curve* (AUC) dari model bahaya longsor adalah 0.623, dan dapat dikatakan pemodelan baik (Gambar 6).



Gambar 6. Grafik AUC pemodelan bahaya longsor metode AHP

Tabel 6. Persentase bahaya longsor Kecamatan Majalengka

Bahaya	Piksel	Persentase
Rendah	12549	35.21%
Sedang	20734	58.17%
Tinggi	2358	6.62%

Kemiringan lereng yang terjal berasosiasi dengan kondisi litologi di daerah Kecamatan Majalengka membuat potensi bahaya longsor lebih tinggi dimusim penghujan. Jenis litologi yang merupakan sedimen dan produk vulkanik terlapukan lebih riskan mengalami longsor ketika terdapat gangguan baik dari keberadaan struktur-struktur geologi, keberadaan sungai, ataupun aktivitas warga seperti pembukaan lahan berlebihan pada daerah rawan longsor yang menghilangkan penguat alami lereng ataupun tebing.

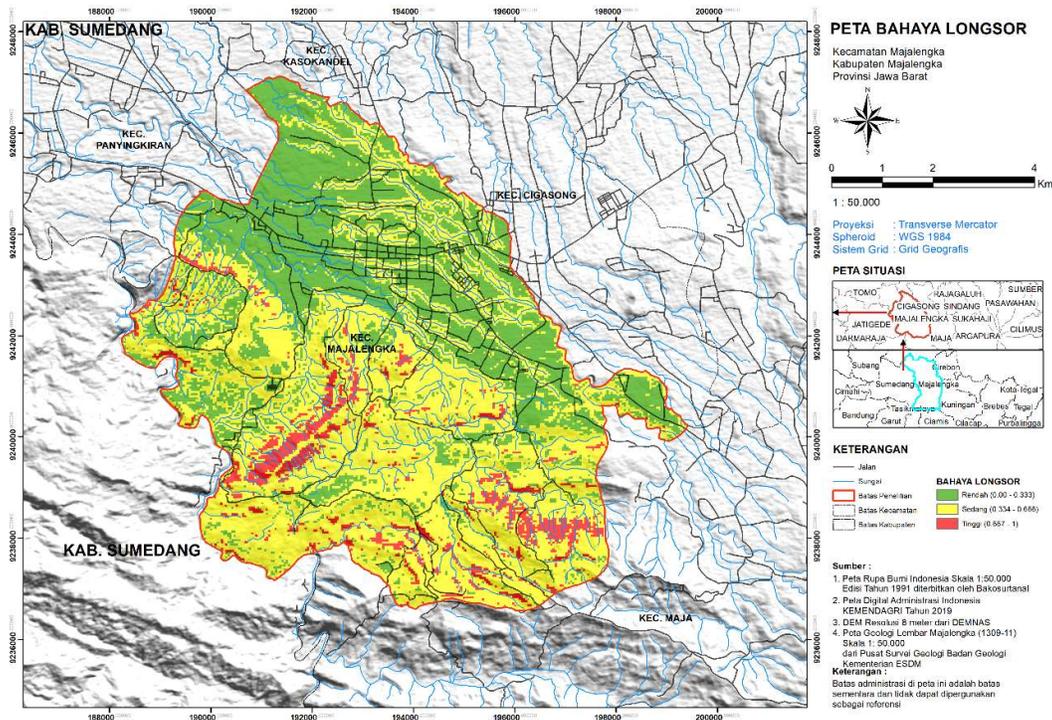
Pemerintah dapat mengambil langkah-langkah kebijakan untuk mengawasi penggunaan dan perubahan tata ruang (*landscape*) yang dapat berkontribusi terhadap potensi longsor. Selain itu, informasi yang telah diperoleh perlu disebarluaskan secara luas melalui media massa dan media cetak. Tujuannya adalah agar informasi tersebut dapat tersampaikan kepada masyarakat, Dengan demikian, masyarakat di sekitar wilayah tersebut dapat mempersiapkan diri untuk menghadapi risiko tersebut. Langkah ini bisa dilakukan dengan

Bahaya Longsor Kecamatan Majalengka

Hasil yang diperoleh dari analisis AHP dan analisis spasial yang telah dilakukan ditampilkan dalam peta bahaya longsor di Kecamatan Majalengka, Kabupaten Majalengka, Jawa Barat yang merupakan hasil dari penggabungan empat kriteria yang telah dilakukan analisis (Gambar 7). Dari pemodelan bahaya longsor diperoleh luasan daerah yang terdiri atas tiga kelas yaitu rendah dengan persentase 35.21%, sedang dengan persentase 58.17% dan tinggi sebesar 6.62% (Tabel 6).

melaksanakan pelatihan dan sosialisasi yang diadakan oleh pemerintah melalui badan yang berwenang atau tingkat desa. Menjadi sebuah keharusan bagi masyarakat yang

tinggal di daerah yang memiliki potensi bencana geologi untuk hidup berdampingan dan memiliki kebiasaan untuk selalu *aware* dan peduli terhadap lingkungan sekitar.



Gambar 6. Peta bahaya longsor Kecamatan Majalengka

KESIMPULAN

Bahaya longsor Kecamatan Majalengka diperoleh luasan daerah yang terdiri atas tiga kelas yaitu rendah dengan persentase 35.21%, sedang dengan persentase 58.17% dan tinggi sebesar 6.62%. Kondisi morfologi dan faktor-faktor geologi menjadi penyebab meningkatnya potensi bahaya longsor. Kebijakan pemerintah dan penyebaran informasi kepada masyarakat menjadi sangat penting sebagai upaya mitigasi untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan apabila terjadi longsor.

DAFTAR PUSTAKA

Asadabadi, M. R. (2018). The stratified multi-criteria decision-making method. *Knowledge-Based Systems, Elsevier*, hal.115-123.

BIG. (2017). *DEMNAS Seamless Digital Elevation Model (DEM) dan Batimetri Nasional*. Diakses tanggal 15 April 2023

dari <https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/#>.

BNPB. (2015). *Pedoman Teknik Penyusunan Peta Ancaman dan Risiko Bencana untuk Kabupaten/Kota*. BNPB: Jakarta.

BPBD Kabupaten Majalengka. (2022). *Histori Kejadian Bencana Kabupaten Majalengka 2019-2022*. BPBD: Majalengka.

Septilia, H. A. (2020). Sistem Pendukung Keputusan Pemberian Dana Bantuan Menggunakan Metode AHP. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi (JTSI)*, hal.34-41.

Jiménez-Valverde, A. (2012). Insights into the area under the receiver operating characteristic curve (AUC) as a discrimination measure in species distribution modeling. *Macroecological Methods*, hal.498-507.

Kayastha, P. Dhital, M.R. dan Smedt, F.D. (2019). Application of the analytical hierarchy process (AHP) for landslide susceptibility mapping: A case study from

the Tinau watershed, west Nepal. *Computers & Geosciences* 52, hal.398-408.

PSG. (2020). *Peta Geologi Lembar Majalengka (1309-11) Skala 1: 50.000*. Pusat Survei Geologi: Bandung.

Zhang, G. Cai, Y. Zheng, Z. Liu, Y. dan Huang, K. (2016). Integration of the Statistical Index Method and the Analytic Hierarchy Process technique for the assessment of landslide susceptibility in Huizhou, China. *Catena* 142, hal.233-244.

BIODATA PENULIS

Wahyu Firmansyah, S.T., lahir di Trumon, Aceh Selatan pada tanggal 07 Mei 1997, berdomisili di RT 08 Kalangan, Baturetno, Kecamatan Banguntapan, Kabupaten Bantul, D.I. Yogyakarta. Menyelesaikan pendidikan S1 bidang ilmu Teknik Geologi dari Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh tahun 2018. Saat ini tercatat sebagai Mahasiswa di Magister Teknik Geologi, Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, dan sebagai ASN di Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Subulussalam, Aceh.