

Pemetaan Kerentanan Gerakan Tanah di Kecamatan Ungaran Timur, Kabupaten Semarang

Deviana Shinta Maulana¹, I Gde Budi Indrawan², I Wayan Warmada³

Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

* Email untuk Korespondensi: deviana.shinta.maulana@mail.ugm.ac.id¹

ABSTRAK (10 PT)

Kata kunci:

pemetaan kerentanan
gerakan tanah
Semarang
Ungaran Timur
bukti yang berat

Keywords:

landslide susceptibility
mapping
Semarang
East Ungaran
weight of evidence

Ungaran Timur merupakan salah satu daerah rawan longsor di Kabupaten Semarang. Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (2016) telah melakukan penelitian mengenai kerentanan gerakan massa pada Kota Salatiga dan Kabupaten Semarang, Provinsi Jawa Tengah dengan skala 1:250,000, namun diperlukan peta yang lebih rinci untuk mitigasi longsor di tingkat kecamatan. Penelitian ini dilakukan untuk menyusun peta kerentanan gerakan tanah di Kecamatan Ungaran Timur dengan skala lebih detil menggunakan metode Weight of Evidence (WoE). Litologi, kemiringan lereng, tata guna lahan, elevasi, jarak dari kelurusan, jarak dari jalan, jarak dari sungai dan Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) dianggap sebagai faktor-faktor penyebab longsor di wilayah studi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa wilayah penelitian terdiri dari zona kerentanan gerakan tanah sangat rendah, rendah, sedang, dan tinggi yang tersebar merata. Parameter yang paling berpengaruh dengan kejadian tanah gerakan tanah adalah kemiringan lereng, ketinggian tempat, jarak dari jalan raya dan jarak dari sungai. Hasil analisis memiliki tingkat prediksi terhadap gerakan tanah di daerah penelitian cukup baik

East Ungaran is one of the landslide-prone areas in Semarang Regency. The Center for Volcanology and Geological Hazard Mitigation (2016) has conducted research on mass movement vulnerability in Salatiga City and Semarang Regency, Central Java Province at a scale of 1:250,000, but a more detailed map is needed for landslide mitigation at the sub-district level. This study was conducted to develop a more detailed map of landslide susceptibility in East Ungaran sub-district using the Weight of Evidence (WoE) method. Lithology, slope, land use, elevation, distance from alignment, distance from road, distance from river and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) were considered as factors causing landslides in the study area. The results showed that the study area consists of very low, low, medium and high landslide susceptibility zones which are evenly distributed. The most influential parameters with landslide occurrence are slope, elevation, distance from highway, and distance from river. The analysis result has a fairly good prediction rate to landslide in the research area

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

PENDAHULUAN

Gerakan tanah merupakan jenis bencana alam yang paling sering terjadi di Indonesia pada setiap musim penghujan. Potensi gerakan tanah sangat tinggi terutama pada daerah-daerah yang memiliki curah hujan tinggi, kondisi geologi terdiri dari batuan yang telah lapuk dan kedalaman tanah yang cukup tebal, dibawah tanah tebal itu terselip lapisan-lapisan batuan tidak tembus air yang berfungsi sebagai bidang gelincir serta memiliki kemiringan lebih dari 30 derajat. Kabupaten Semarang pada kecamatan Ungaran Timur merupakan wilayah sebagian besar memiliki morfologi perbukitan bergelombang, dimana kondisi tersebut merupakan salah satu faktor pemicu terjadinya longsor. Dalam melakukan suatu investigasi untuk menganalisis masalah bencana alam dapat menggunakan metode pendekatan secara kuantitatif, kualitatif atau semi kualitatif untuk mempermudah dalam melakukan analisis berbagai masalah spasial yaitu membagi daerah rawan longsor (Abay

dkk, 2019). Salah satu pendekatan yang dilakukan pada penelitian ini merupakan pendekatan kuantitatif berupa Weight of Evidence (WoE) yang mana metode ini telah banyak digunakan dalam beberapa analisis kerentanan gerakan tanah atau longsor (Wang dkk, 2015). Metode WoE ini sendiri merupakan salah satu metode yang sangat sering digunakan dalam analisis pemetaan zona gerakan tanah.

Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (2016) telah melakukan penelitian mengenai kerentanan gerakan massa pada Kota Salatiga dan Kabupaten Semarang, Provinsi Jawa Tengah dengan skala 1:250,000. Walaupun Kabupaten Semarang berada dalam zona yang memiliki tingkat kerentanan gerakan tanah menengah, gerakan sering terjadi di wilayah Kecamatan Ungaran Timur (Gambar 1). Penelitian ini dilakukan untuk menyusun peta kerentanan gerakan tanah yang lebih detail untuk mitigasi gerakan tanah di Kecamatan Ungaran Timur, Kabupaten Semarang.



Gambar 1. Gerakan Tanah di daerah Ungaran Timur

Pada Gambar 1. diatas menunjukkan bahwa daerah Ungaran Timur ini sendiri merupakan salah satu daerah yang rawan terjadinya gerakan tanah. Oleh karena itu, kelongsoran masih menjadi objek yang menarik untuk diteliti di Ungaran Timur. Pada dasarnya tanah gerakan tanah terjadi apabila gaya pendorong pada lerengnya lebih besar dari gaya penahannya. Gaya penahan umumnya dipengaruhi oleh kekuatan batuan dan kepadatan tanah. Sedangkan gaya pendorong dipengaruhi oleh besarnya sudut lereng air dan massa yang disertai berat jenis tanah dan batuan. Faktor-faktor pemicu gerakan tanah masih signifikan terdapat suatu perbedaan pendapat tentang pemilihan variabel penting yang berdampak pada gerakan tanah. Faktor ini merupakan variabel yang akan digunakan dalam menganalisis data dalam penelitian ini. Variabel tersusun atas 2 tipe yaitu variabel dependen dan variabel independen. Variabel dependen ini meliputi titik kejadian longsor dan titik ketidak jadian longsor. Untuk variabel independen meliputi satuan litologi, kemiringan lereng, elevasi, tata guna lahan, NDVI, jarak dari jalan, jarak dari sungai dan jarak dari kelurusan. Penentuan setiap variabel ini dilakukan setelah melakukan studi literatur berdasarkan metode WoE yang pernah dilakukan sebelumnya (Chen dkk, 2014).

METODE

Metode Weight of Evidence (WoE) digunakan untuk menganalisis data numerik yang dikombinasikan dengan data kejadian longsor untuk menghasilkan data yang dapat digunakan untuk zonasi peta kerentanan dari pembobotan data. Parameter atau variabel yang akan digunakan akan dibagi menjadi beberapa kelas sesuai dengan studi literatur pada masing-masing parameter. Setelah titik kejadian gerakan tanah dibagi menjadi data training set (70%) dan testing set (30%). Data tersebut kemudian dikombinasikan dengan setiap parameter yang telah memiliki kelas. Setiap kelas memiliki kejadian gerakan tanah dan jumlah pixel setiap kelasnya. Untuk menghindari nilai Ln (0) atau natural log nilainya menjadi tidak terhingga, diperlukan perhitungan nilai Fc (Faktor) agar nilai 0 pada setiap gerakan tanah pada suatu kelas tidak menyebabkan nilai natural log tersebut menjadi tidak terhingga (Persamaan 1). Nilai faktor tersebut kemudian akan ditambahkan dengan kejadian longsor pada setiap kelasnya untuk menghasilkan nilai kejadian longsor yang nilainya tidak 0 (Persamaan 2). Setelah mendapatkan nilai tersebut kemudian bisa dilakukan perhitungan (Persamaan 3) nilai bobot Positif (W+) dan bobot negative (W-) (Goyes dkk, 2021). Nilai bobot tersebut dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$F = \left[\frac{Npix}{Total\ Npix} \right] \quad (1)$$

$$\bar{B}_i = [B_i + F] \quad (2)$$

$$W_i^+ = \ln \left[\frac{\bar{B}_i + Sum(\bar{B}_i)}{\{Npix - \bar{B}_i\}} \right] \quad (3)$$

$$W_i^- = \ln \left[\frac{\frac{Sum\ \bar{B}_i - \bar{B}_i}{Sum\ \bar{B}_i}}{\{Sum\ Npix - Npix + \bar{B}_i - Sum\ \bar{B}_i\}} \right]$$

$$C = [W_i^+ - W_i^-] \quad (4)$$

$$WoE = [W_i^+ + W_i^- - Sum\ W_i^-] \quad (5)$$

dimana :

W+ : Positive Weight

W- : Negative Weight

\bar{B}_i : Presence of a landslide

\bar{B}_i : Presence of a landslide and landslide factor

F : Factor

C : Contrass

Npix : Pixel

Pada setiap parameter yang akan menghitung bobot akan menghasilkan menghasilkan nilai C dan nilai WoE. Nilai bobot W+ dikurangi nilai bobot W- akan menghasilkan nilai C (Persamaan 4). Sedangkan untuk penambahan antara nilai bobot W+ dan W- dikurangi total nilai W- akan menghasilkan nilai sederhana dari nilai WoE (Persamaan 5). Kemudian nilai WoE ini akan dilakukan validasi untuk menguji hubungan setiap parameter terhadap gerakan tanah menggunakan Uji AUC. Apabila nilai AUC yang diperoleh tidak memenuhi syarat (<0.6) maka parameter tersebut tidak dapat digunakan untuk menentukan zonasi kerentanan gerakan tanah. Setelah seluruh kelas dilakukan uji AUC, kemudian dilakukan pembuatan peta zonasi gerakan tanah berdasarkan parameter yang memenuhi syarat (Badan Geologi, 2015).

Untuk menguji atau memvalidasi metode yang digunakan, penelitian ini menggunakan Uji Area Under Curve (AUC) untuk menilai akurasi dan mengevaluasi prediksi dan tingkat keberhasilan dari suatu metode. Nilai probabilitas zonasi tingkat kerentanan akan dibandingkan dengan data titik gerakan tanah untuk mendapatkan nilai AUC (Xiong dkk, 2017). Selanjutnya akan diperoleh kurva Receiver Operating Characteristic (ROC) dan area di bawah kurva ROC. Dalam kurva ROC ini akan menyajikan persentase daerah penelitian yang diklasifikasikan (sumbu x) dan persentase kumulatif kejadian gerakan tanah (sumbu y) serta hasil nilai AUC (Pimiento, 2010)

Standar kriteria yang digunakan dalam penentuan nilai AUC bervariasi dimana biasanya antara nilai maksimum 1 atau sama dengan 100% dan 0,5 atau sama dengan 50%. Semakin tinggi nilai AUC maka metode tersebut semakin baik. Hal ini berdasarkan pada nilai AUC berkisar antara 0,9 diartikan sebagai nilai metode tersebut dianggap sangat baik, kemudian untuk nilai AUC berkisar 0,8–0,9 dianggap bahwa metode tersebut baik, kemudian untuk nilai AUC berkisar 0,7–0,8 dianggap bahwa metode tersebut dianggap sedang atau wajar, dan untuk nilai AUC < 0,6 dianggap bahwa metode tersebut dianggap buruk. Sehingga parameter yang digunakan standar dalam penelitian ini memiliki batas minimum nilai 0,6. Apabila nilai AUC tersebut dibawah 0,6 maka metode tersebut dianggap buruk dan tidak dapat digunakan (Florence dkk, 2019).

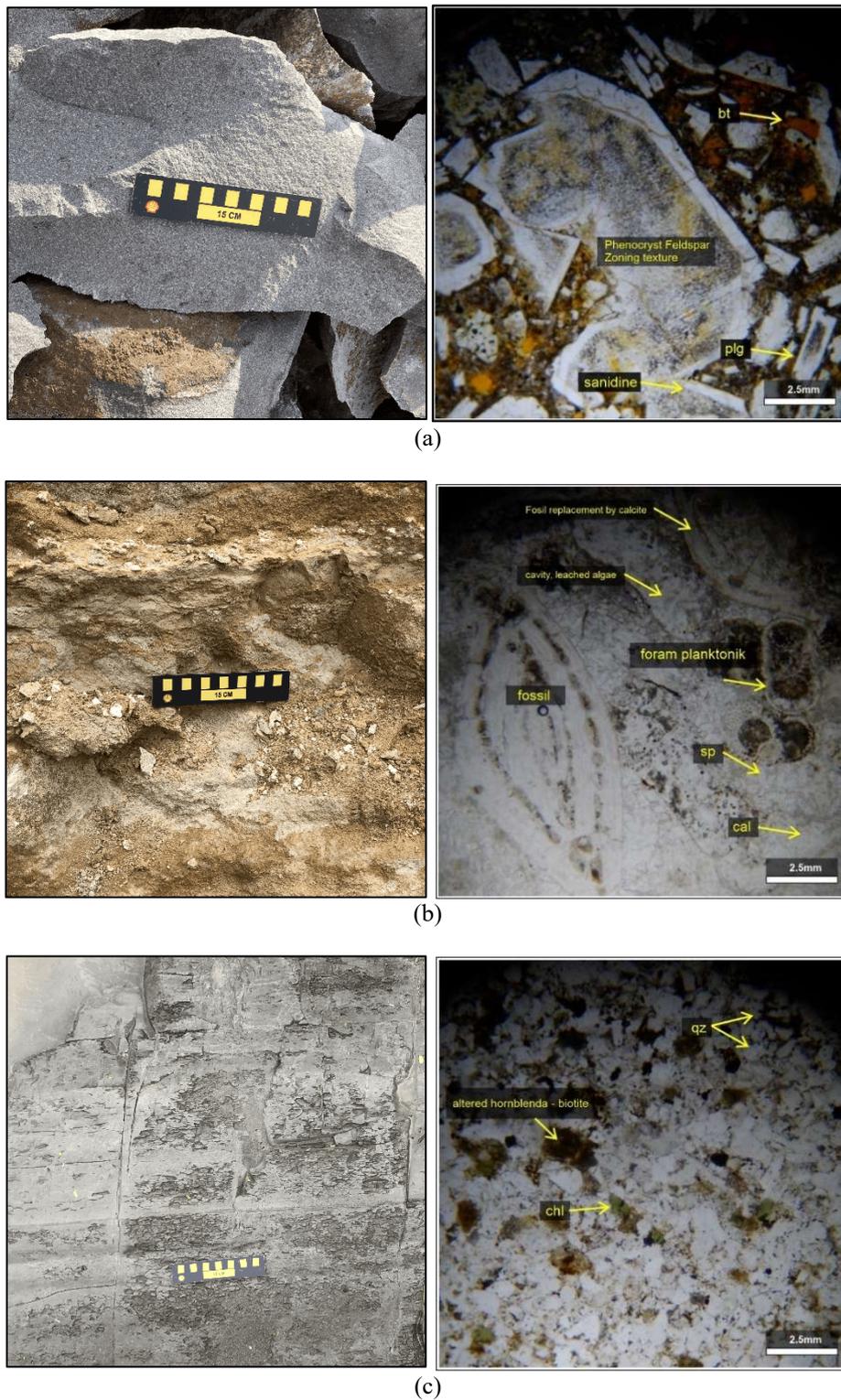
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil observasi lapangan, total gerakan tanah yang ditemukan dan diamati yaitu sebanyak 41 titik dari 96 titik stasiun pengamatan. Beberapa gerakan tanah dipilih dan menunjukkan kenampakan seperti terlampir (Tabel 1). Dalam melakukan analisis kerentanan gerakan tanah, beberapa parameter yang digunakan yaitu diantaranya kemiringan lereng, elevasi, kelurusan, litologi, tata guna lahan, NDVI, jarak dari sungai, jarak dari jalan dan jaran dari kelurusan. Berdasarkan kondisi kemiringan lereng di daerah penelitian diklasifikasikan menurut Van Zuidam (1983) yaitu datar, bergelombang miring landai, bergelombang miring, berbukit bergelombang, berbukit tersayat tajam, pegunungan tersayat tajam, dan pegunungan sangat curam. Untuk kondisi elevasi didaerah penelitian diklasifikasikan menjadi 6 kelas, yaitu 0 – 100 m, 100 – 200 m, 200 – 300 m, 300 – 400 m, 400 – 500 m, dan 500 – 600 m (Gambar 2). Menurut Thanden dkk. (1975), terdapat

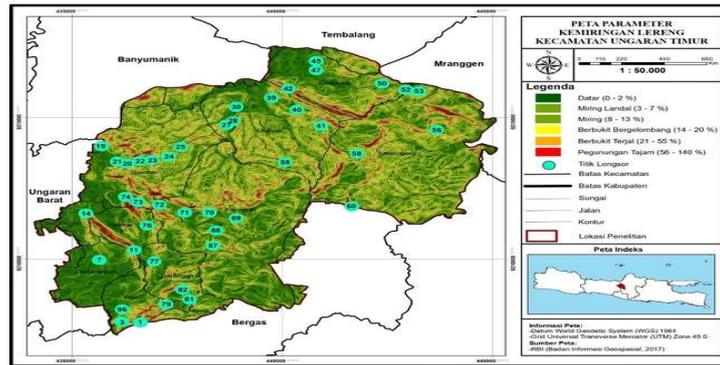
empat jenis batuan yang teridentifikasi di daerah penelitian penelitian, yaitu batupasir, batulempung, breksi, dan basal-andesit (Gambar 2). Penggunaan lahan diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG) dan dibagi menjadi 4 kelas yaitu perkebunan, hutan, pertanian, dan pemukiman (Gambar 2). Parameter Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) merupakan indeks kehijauan suatu vegetasi atau aktivitas fotosintesis vegetasi. NDVI pada daerah penelitian terbagi menjadi lahan tanpa vegetasi, vegetasi sangat rendah, vegetasi rendah, vegetasi sedang, dan vegetasi tinggi (Gambar 3). Parameter jarak terhadap kelurusan, sungai dan jalan dibuat menggunakan Digital Elevation Model (DEM) dan dibagi menjadi 9 kelas dengan metode equal interval class yaitu 0-50 meter, 50-100 meter, 100-150 meter, 150- 200 meter, 200-250 meter dan >250 m meter (Gambar 2). Hasil analisis yang diperoleh dari nilai bobot Positif (W+) dan bobot negatif (W-) ditunjukkan pada Tabel 2 berikut. Dari nilai bobot tersebut akan diperoleh nilai kontras dan nilai WoE. Hasil nilai WoE selanjutnya dianalisis dengan uji AUC untuk mengetahui parameter yang signifikan untuk menghasilkan zonasi kerentanan gerakan tanah.

Tabel 1. Parameter dan Kelas untuk Analisis

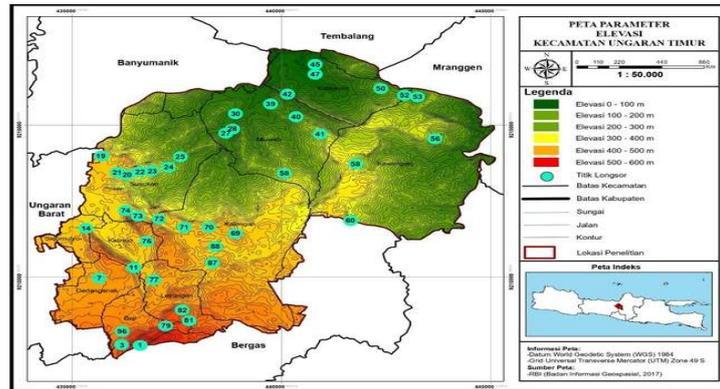
No	Parameter	Klasifikasi	Kelas
1	Kemiringan Lereng	Datar atau hampir datar	1
		Bergelombang/miring landai	2
		Bergelombang/miring	3
		Berbukit bergelombang/miring	4
		Berbukit tersayat tajam/terjal	5
		Pegunungan tersayat tajam/sangat tajam	6
2	Elevasi	Elevasi 0 – 100 m	1
		Elevasi 100 – 200 m	2
		Elevasi 200 – 300 m	3
		Elevasi 300 – 400 m	4
		Elevasi 400 – 500 m	5
		Elevasi 500 – 600 m	6
3	Litologi	Andesit	1
		Breksi	2
		Batupasir Karbonatan	3
		Batulempung	4
4	Tata Guna Lahan	Perkebunan	1
		Hutan	2
		Pertanian	3
		Pemukiman	4
5	NDVI	0.35 – 1 (Vegetasi Tinggi)	1
		0.25 – 0.35 (Vegetasi Sedang)	2
		0.15 – 0.25 (Vegetasi Rendah)	3
		(-0.03) – 0.15 (Vegetasi Sangat Rendah)	4
		(-1) – (-0.03) (Lahan tidak bervegetasi)	5
6	Jarak dari Kelurusan	Jarak > 250 m	1
		Jarak 200 – 250 m	2
		Jarak 150 – 200 m	3
		Jarak 100 – 150 m	4
		Jarak 50 – 100 m	5
		Jarak 0 – 50 m	6
7	Jarak dari Sungai	Jarak > 250 m	1
		Jarak 200 – 250 m	2
		Jarak 150 – 200 m	3
		Jarak 100 – 150 m	4
		Jarak 50 – 100 m	5
		Jarak 0 – 50 m	6
8	Jarak dari Jalan	Jarak > 250 m	1
		Jarak 200 – 250 m	2
		Jarak 150 – 200 m	3
		Jarak 100 – 150 m	4
		Jarak 50 – 100 m	5
		Jarak 0 – 50 m	6



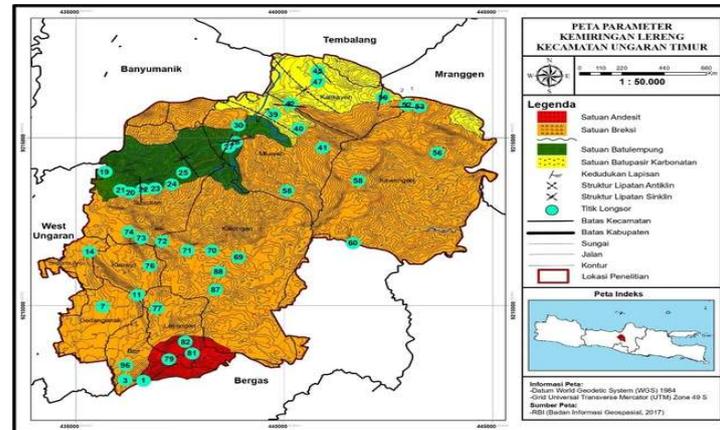
Gambar 2. Hasil Pengamatan Petrografi Thin Section: PPL 40x dengan skala pengamatan 2.5 mm: (a) Satuan Basalt Andesit; (b) Batupasir; (c) Batulempung



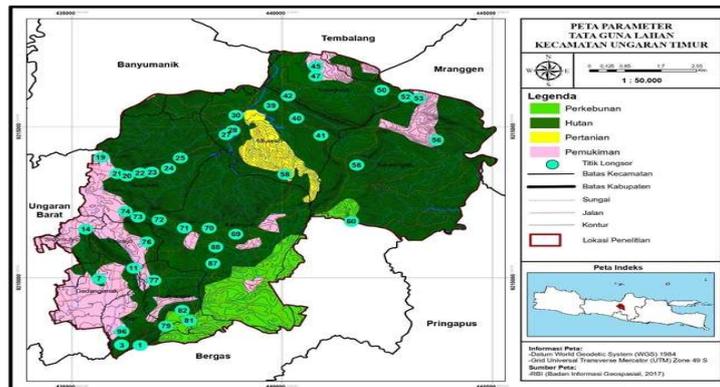
(a)



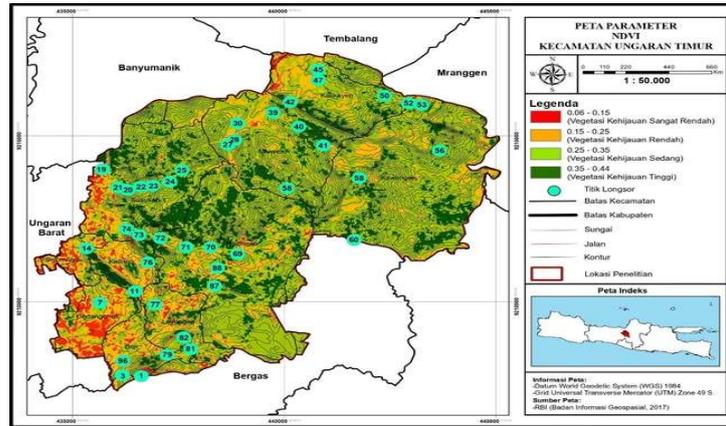
(b)



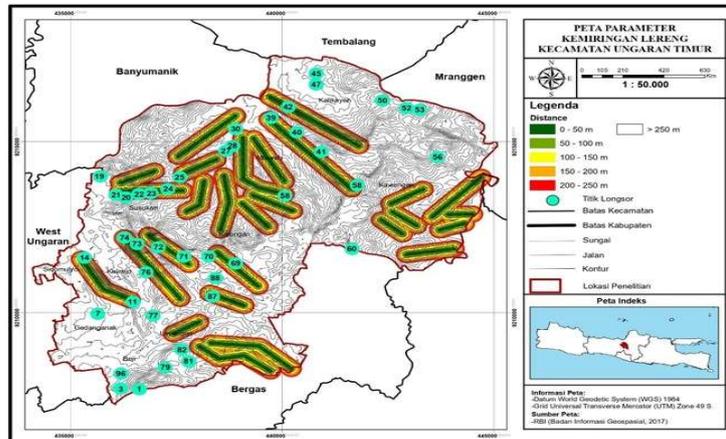
(c)



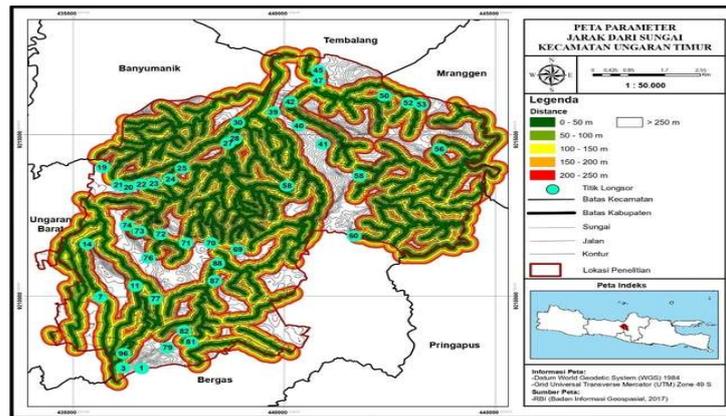
(d)



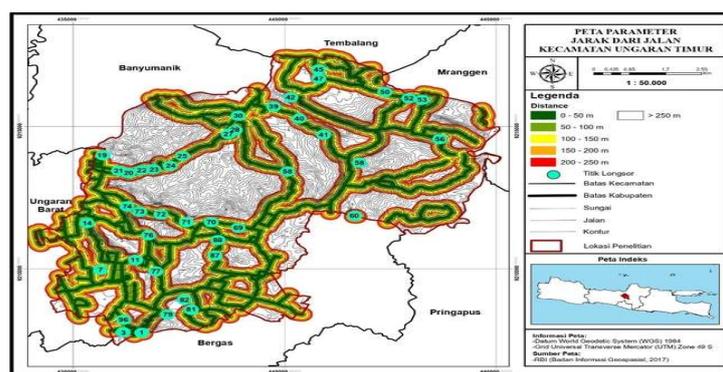
(e)



(f)



(g)



(h)

Gambar 3. Peta Parameter Kerentanan Gerakan Tanah: (a) Kemiringan Lereng; (b) Elevasi; (c) Litologi; (d) Tata Guna Lahan; (e) NDVI; (f) Jarak dari Kelurusan; (g) Jarak dari Sungai; dan (h) Jarak dari Jalan.

Analisis Weight of Evidence (WoE) yang pertama dilakukan yaitu melakukan pengolahan dengan metode statistik dan pengolahan dengan bantuan perangkat lunak GIS beserta tools yang ada. Kemudian, dilakukan analisis seleksi pada parameter yang akan digunakan pada analisis Woe (Tabel 2). Setelah dilakukan perhitungan dan analisis menggunakan software GIS, kemudian dilakukan validasi dengan menggunakan uji Area Under Curve (AUC). Area Under Curve adalah analisis yang digunakan untuk melakukan seleksi parameter. Parameter yang akan digunakan adalah parameter yang memiliki nilai AUC lebih 0,6 terlampir pada Tabel 2.

Berdasarkan hasil nilai AUC dari setiap parameter, dapat diketahui bahwasanya pada setiap simulasi memiliki parameter yang berbeda-beda. Parameter yang memiliki nilai AUC lebih dari 0.6 yaitu parameter kemiringan lereng, elevasi, jarak dari sungai, dan jarak dari jalan. Nilai AUC ini merupakan penilaian dari keberhasilan model dengan kejadian di masa lalu (prior). Validasi ini merupakan salah satu langkah penting yang harus dilakukan dalam penelitian ini agar memiliki bobot ilmiah yang jelas dari model yang telah dibuat. Berdasarkan hasil pemilihan dari pengolahan beberapa parameter menggunakan nilai AUC tersebut, kemudian dilakukan perhitungan kerentanan gerakan tanah. Sehingga didapatkan hasil sebuah peta kerentanan gerakan tanah menggunakan metode WoE yang kemudian dibagi menjadi 3 kelas dengan menggunakan metode pembagian equal interval yang kemudian dipetakan menggunakan software arcGIS (Gambar 4).

Nilai WoE tersebut kemudian dilakukan interpolasi dengan menambahkan setiap variabel tersebut menggunakan tools ArcGIS raster calculator dengan menambahkan seluruh variabel paling signifikan. Peta kerentanan gerakan tanah sudah menunjukkan kerentanan gerakan tanah. Untuk membagi dalam 3 kelas kerentanan gerakan tanah, maka dilakukan reklasifikasi berdasarkan standar deviasi dari Nilai WoE. Setelah melakukan reklasifikasi, maka didapatkan 4 zona kerentanan gerakan tanah. Zona kerentanan tinggi, kerentanan menengah, kerentanan rendah dan kerentanan sangat rendah pada Gambar 4.

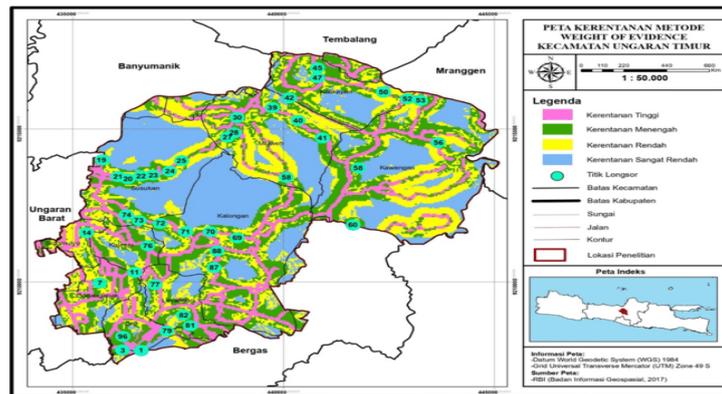
Zona tingkat kerentanan gerakan tanah sangat rendah memiliki area sebesar 2,455 Ha dari total wilayah Kecamatan Ungaran Timur. Persebaran kerentanan sangat rendah ini menyebar hampir keseluruhan daerah penelitian dengan persentase sekitar 39%. Zona tingkat kerentanan gerakan tanah rendah memiliki area sebesar 1,385 Ha dari total wilayah Kecamatan Ungaran Timur. Persebaran kerentanan rendah ini menyebar hampir keseluruhan daerah penelitian dengan persentase sekitar 22%. Zona tingkat kerentanan gerakan tanah menengah memiliki area sebesar 1,448 Ha dari total wilayah Kecamatan Ungaran Timur. Persebaran kerentanan menengah ini menyebar hampir keseluruhan daerah penelitian dengan persentase sekitar 23%. Zona tingkat kerentanan gerakan tanah rendah memiliki area sebesar 1,007 Ha dari total wilayah Kecamatan Ungaran Timur. Persebaran kerentanan tinggi ini menyebar hampir keseluruhan daerah penelitian dengan persentase sekitar 16%.

Hasil analisis dari metode WoE tersebut kemudian dilakukan pengklasifikasian menggunakan AUC dan kurva ROC. Kurva ROC ini akan menunjukkan grafik kinerja model klasifikasi disemua ambang batas klasifikasi dengan memplotkan dua parameter. Untuk menghitung titik-titik dalam kurva ROC, kita dapat mengevaluasi model WoE berkali-kali dengan ambang klasifikasi yang berbeda, namun hal ini tidak efisien. AUC sendiri yang akan menjadi algoritma berbasis pengurutan yang efisien yang dapat memberikan informasi terkait hal tersebut. AUC juga memberikan ukuran kinerja suatu metode disemua ambang batas klasifikasi yang memungkinkan. Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode WoE menunjukkan nilai AUC sebesar 0.798 (Gambar 5). Hal ini mengindikasikan bahwa tingkat prediksi terhadap gerakan tanah di daerah penelitian menggunakan metode WoE cukup baik.

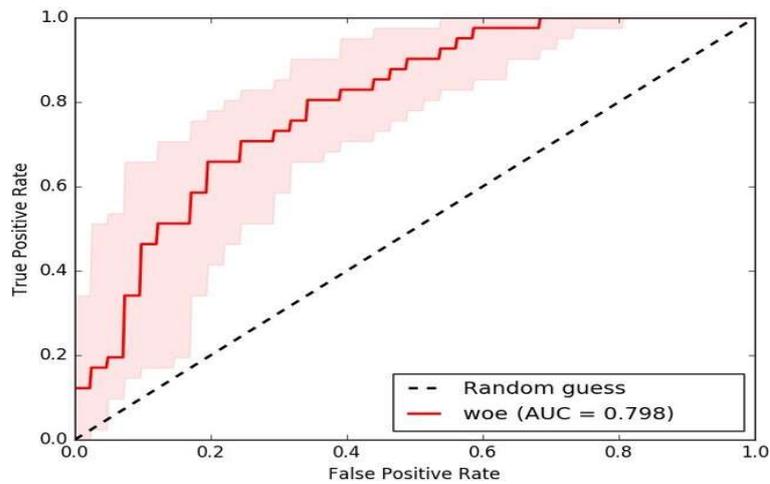
Tabel 2. Hasil Analisis Menggunakan Metode WoE

Parameter	Kelas	Npix	F	B _i	B̄ _i	W+	W-	C	WoE	AU C
Kemiringan Lereng	0 - 2	3278707	0.05 2	2	2.052	0.310	- 0.020	0.330	0.357	0.60 5
	3 - 7	9767063	0.15 5	4	4.155	- 0.076	0.013	- 0.090	- 0.062	
	8 - 13	2126609 8	0.33 7	7	7.337	- 0.286	0.119	- 0.405	- 0.377	
	14 - 20	2086971 5	0.33 0	7	7.330	- 0.268	0.110	- 0.378	- 0.350	
	21 - 55	7792148	0.12 3	8	8.123	0.820	- 0.197	1.017	1.045	
	55 - 140	182171	0.00 3	0	0.003	- 3.367	0.003	- 3.370	- 3.342	
Litologi	Satuan Andesit	2074657	0.03 3	0	0.033	- 2.773	0.031	- 2.804	- 2.511	0.59 1
	Satuan Breksi	4975184 1	0.78 8	1 0	10.78 8	- 0.156	0.428	- 0.584	- 0.291	
	Satuan Batupasir	5678994	0.09 0	3	3.090	0.764	- 0.120	0.885	1.178	
	Satuan Lempung	5657597	0.09 0	2	2.090	0.377	- 0.046	0.423	0.716	
Tata Guna Lahan	Perkebunan	3453	0.09 2	1	1.092	- 0.470	0.037	- 0.507	- 0.520	0.56 1
	Hutan	27118	0.72 2	1 3	13.72 2	0.001	- 0.002	0.002	- 0.011	
	Pertanian	1252	0.03 3	0	0.033	- 2.945	0.032	- 2.977	- 2.990	
	Pemukiman	5750	0.15 3	4	4.153	0.357	- 0.081	0.437	0.424	
NDVI	0.35 - 0.44	11173	0.15 9	2	2.159	- 0.760	0.096	- 0.856	- 1.024	0.55 6
	0.25 - 0.35	43607	0.62 1	2 0	20.62 1	0.135	- 0.270	0.405	0.238	
	0.15 - 0.25	13112	0.18 7	5	5.187	- 0.044	0.010	- 0.053	- 0.221	
	0.06 - 0.15	2284	0.03 3	1	1.033	0.090	- 0.003	0.093	- 0.075	
Elevasi	0 - 100	6713051	0.10 6	4	4.106	0.287	- 0.040	0.327	0.358	0.61 9
	101 - 200	2152214 1	0.34 1	5	5.341	- 0.616	0.213	- 0.829	- 0.798	
	201 - 300	1083047 1	0.17 2	6	6.172	0.216	- 0.051	0.267	0.298	
	301 - 400	2000043 6	0.31 7	9	9.317	0.014	- 0.007	0.021	0.052	
	401 - 500	3802990	0.06 0	4	4.060	0.844	- 0.089	0.932	0.963	
	501 - 577	274091	0.00 4	0	0.004	- 3.367	0.004	- 3.371	- 3.341	
Jarak dari Kelurusan	250 - 1000	19709	0.52 5	9	9.525	- 0.045	0.048	- 0.093	- 0.076	0.56 9
	200 - 250	3525	0.09 4	1	1.094	- 0.489	0.039	- 0.528	- 0.511	
	150 - 200	3716	0.09 9	3	3.099	0.501	- 0.074	0.575	0.592	
	100 - 150	3744	0.10 0	2	2.100	0.104	- 0.012	0.116	0.133	
	50 - 100	3581	0.09 5	2	2.095	0.146	- 0.017	0.163	0.180	
	0 - 50	3298	0.08 8	1	1.088	- 0.428	0.033	- 0.460	- 0.443	

Jarak dari Sungai	250 - 1000	6468	$\frac{0.17}{2}$	5	5.172	0.459	-	0.129	0.587	0.580	0.61 7
	200 - 250	3141	$\frac{0.08}{4}$	3	3.084	0.664	-	0.090	0.754	0.747	
	150 - 200	4285	$\frac{0.11}{4}$	1	1.114	0.666	0.061	-	0.726	0.733	
	100 - 150	6157	$\frac{0.16}{4}$	2	2.164	0.364	0.058	-	0.422	0.429	
	50 - 100	8043	$\frac{0.21}{4}$	3	3.214	0.236	0.056	-	0.291	0.298	
	0 - 50	9479	$\frac{0.25}{2}$	4	4.252	0.120	0.037	-	0.157	0.164	
Jarak dari Jalan	250 - 1000	12779	$\frac{0.34}{0}$	0	0.340	-	2.945	0.398	-	-	0.82 7
	200 - 250	3325	$\frac{0.08}{8}$	1	1.088	-	0.435	0.034	-	0.469	
	150 - 200	4023	$\frac{0.10}{7}$	1	1.107	-	0.609	0.053	-	0.662	
	100 - 150	4937	$\frac{0.13}{1}$	1	1.131	-	0.792	0.080	-	0.871	
	50 - 100	5806	$\frac{0.15}{5}$	2	2.155	-	0.310	0.048	-	0.357	
	0 - 50	6703	$\frac{0.17}{8}$	1	13.17	1.359	-	0.987	2.346	1.971	



Gambar 4. Peta Kerentanan Gerakan Tanah Menggunakan Metode WoE



Gambar 5. Grafik ROC untuk metode WoE

KESIMPULAN

Analisis kerentanan gerakan tanah di daerah penelitian dilakukan menggunakan parameter kemiringan lereng, elevasi, kelurusan, litologi, tata guna lahan, NDVI, jarak dari sungai, jarak dari jalan, dan jarak dari kelurusan. Hasil analisis menggunakan metode WoE menunjukkan bahwa kemiringan lereng, elevasi, jarak dari sungai, dan jarak dari jalan adalah parameter yang berpengaruh secara signifikan terhadap kejadian gerakan tanah di daerah penelitian. Zona kerentanan sangat rendah, rendah, menengah, dan tinggi meliputi areal sekitar 39%, 22%, 23%, dan 16% dari seluruh daerah penelitian. Nilai AUC sebesar 0.798 menunjukkan bahwa hasil analisis kerentanan gerakan tanah dalam penelitian ini memiliki tingkat prediksi terhadap gerakan tanah di daerah penelitian cukup baik

REFERENSI

- Abay, A., Barbieri, G., dan Wodearegay, K. (2019). GIS-based landslide susceptibility evaluation using Analytical Hierarchy Process (abay) approach: the case of Tarmaber District, Ethiopia, *Momona Ethiopian Journal of Science*, 11, 14 – 36. Darman, H. & Sidi, H. (eds.), 2000, *An Outline of the Geology of Indonesia*, Indonesian Geologists Association publication.
- Badan Geologi Mitigasi Bencana Bandung. (2015). *Panduan Teknis Analisa Gerakan Tanah dengan Metode Statistik Bivariate Menggunakan ArcGIS*. German-Indonesia Technical Cooperation Mitigation of Georisk Document Series.
- Badan Informasi Geospasial (BIG). (2017). *InaCORS BIG: Satu Referensi Pemetaan Indonesia*. Pusat Jaring Kontrol Geodesi dan Geodinamika Badan Informasi Geospasial.
- Chen, L., Guo, H., Gong, Peisong., Yang, Y., Zuo, Z., dan Gu, M. (2021). Landslide susceptibility assessment using weights-of-evidence model and cluster analysis along the highways in the Hubei section of the Three Gorges Reservoir Area. *Computers and Geosciences* 156:104899.
- Florence, E.S.S., Pamela., Arifianti, Y., dan Hidayat, F. (2019). Landslide susceptibility assessment using frequency ratio model in Bogor, West Java, Indonesia. *Departement of Geological and Environmental Sciences, Western Michigan University, Kalamazoo, USA*.
- Goyes, P.P., dan Alejandra, H.R. (2021). Landslide susceptibility index based on the integration of logistic regression and weights of evidence. A case study in Popayan, Colombia. *School of Geology, Universidad Industrial de Santander, Colombia, 680002. Engineering Geology* 280 105958.
- Kusmajaya, S., TJahjono, B., dan Barus, B. (2020). Landslide Danger in Sukabumi Regency Based on Weight of Evidence Method, Logistic Regression and a Combination of Weight of Evidence-Logistic Regression.
- Pimiento. (2009). *Shallow Landslide Susceptibility Modelling and Validation*. Department of Physical Geography and
- Thaden, R.E., Sumadirja, H., dan Richards, P.W. (1975). *Geological map of Magelang and Semarang, Java, Scale 1:100,000*. Directorate of Geology, Bandung.
- Wang, L.J., Guo, M., Sawada, K., Lin, J., dan Zhang, J. (2015). *Catena Landslide susceptibility mapping in Mizunami City, Japan : A comparison between logistic regression, bivariate statistical analysis and multivariate adaptive regression spline models*.
- Xiong, T., Indrawan, I.G.B., dan Putra, D.P.E. (2017). *Landslide Mapping Using Analytical Hierarchy Process, Statistical Index, Index of Entropy and Logistic Regression Approaches in the Tinalah Watershed, Yogyakarta. Journal Applied Geology vol.2 (2), pp 78-93*