

ANALISIS RESIKO BENCANA, DISTRIBUSI HUJAN EKSTRIM DAN PREDIKSI IBFWS TERHADAP KEJADIAN LONGSOR DI KOTA AMBON

Disaster Risk Analysis, Extreme Rainfall Distribution, and IBFWS Prediction Related to Landslide Events in Ambon City

Marlia¹, Silwanus M. Talakua^{1*}, June A. Putinella¹

¹Program Studi Ilmu Pengelolaan Lahan, Pascasarjana Universitas Pattimura, Jl. Ir. M. Putuhena, Kampus Poka, Ambon 97233, Maluku, Indonesia

ABSTRACT

Ambon City is highly vulnerable to landslides due to steep topography, extreme rainfall, and inappropriate land use. This study aims to analyze spatial landslide risk, examine extreme rainfall distribution during events, and evaluate the prediction accuracy of the Impact-Based Forecast and Warning Services (IBFWS). The methods include Geography Information System (GIS)-based spatial analysis through overlay of hazard, vulnerability, and capacity components; IDW interpolation of 24-hour rainfall data (May 11 and 30, 2023); and validation of IBFWS predictions against actual landslide events. Results show that 75.6% of Ambon's area falls into the high-risk category. Multiple linear regression analysis identifies slope and rainfall as the most influential variables, with a coefficient of determination $R^2 = 0.906$ and a standard error $S = 0.120$. IBFWS prediction accuracy reached 0.94 on May 11 and 1.0 on May 30. These findings demonstrate that IBFWS is a reliable tool for early warning and disaster risk reduction planning in Ambon City.

Keywords: Landslide risk, extreme rainfall, IBFWS, GIS, regression, Ambon City

ABSTRAK

Kota Ambon memiliki tingkat kerentanan tinggi terhadap bencana tanah longsor akibat kondisi topografi yang curam, curah hujan ekstrem, serta penggunaan lahan yang tidak sesuai. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat risiko longsor secara spasial, mengkaji distribusi curah hujan ekstrem saat kejadian, serta mengevaluasi akurasi sistem prediksi peringatan dini berbasis dampak (IBFWS). Metode yang digunakan mencakup analisis spasial berbasis SIG dengan pendekatan overlay tiga komponen risiko (hazard, vulnerability, dan capacity), interpolasi IDW dari data curah hujan 24 jam (11 dan 30 Mei 2023), serta validasi spasial prediksi IBFWS terhadap kejadian longsor aktual. Hasil analisis menunjukkan bahwa 75,6% wilayah Kota Ambon berada dalam kategori risiko tinggi. Hasil uji regresi linear berganda menunjukkan bahwa kemiringan lereng adalah variabel paling signifikan terhadap bahaya longsor, dengan nilai koefisien determinasi $R^2 = 0.906$ dan galat baku $S = 0,120$. Validasi spasial menunjukkan tingkat akurasi IBFWS mencapai 0.94 pada 11 Mei dan 100% pada 30 Mei 2023. Hasil ini menunjukkan bahwa IBFWS efektif dan akurat dalam mendukung sistem peringatan dini serta pengurangan risiko bencana tanah longsor di Kota Ambon.

Kata kunci: Risiko longsor, curah hujan ekstrem, IBFWS, SIG, regresi, Kota Ambon

PENDAHULUAN

Kota Ambon, sebagai ibu kota Provinsi Maluku, dengan luas daratan sekitar 283.68 km² dan garis pantai sepanjang 98 km (BIG, 2021), memiliki topografi yang didominasi oleh miring-sangat curam (>30%) serta fisiografi wilayah perbukitan. Kondisi demikian menjadikan wilayah ini sangat rentan terhadap longsor, terutama saat terjadi hujan dengan intensitas tinggi (BPBD Kota Ambon, 2023).

Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Ambon tahun 2024–2028 mencatat bahwa dalam 12 tahun terakhir, tanah longsor merupakan jenis bencana paling dominan, dengan 37 kejadian atau sekitar 43% dari total bencana yang terjadi di wilayah tersebut. Tanah longsor dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik alami seperti curah hujan ekstrem, kondisi lereng, dan struktur geologi, maupun aktivitas manusia seperti alih fungsi lahan dan pembangunan yang tidak terkendali (Arsyad *et al.*, 2018). Oleh karena itu, strategi mitigasi bencana yang berbasis data dan sistem peringatan dini sangat dibutuhkan.

Prakiraan cuaca berbasis dampak yaitu IBFWS merupakan konsep dasar dalam menganalisis dampak dengan mempertimbangkan data bahaya (*Hazard*), kerentanan (*vulnerability*) dan keterpaparan (*exposure*) objek yang berpotensi terdampak (WMO, 2021). Meskipun sistem ini sudah diimplementasikan, kajian akademik yang mengevaluasi keakuratannya terhadap kejadian tanah longsor di Indonesia masih sangat terbatas.

Studi yang dilakukan di Kalimantan Selatan tentang Uji Validasi IBFWS, menunjukkan bahwa IBFWS memiliki tingkat akurasi cukup tinggi dalam memprediksi bencana banjir, namun belum banyak diterapkan dan divalidasi untuk kasus longsor secara spasial (Hasteti, 2024).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko longsor, distribusi curah hujan ekstrem, dan mengevaluasi akurasi IBFWS sebagai dasar ilmiah untuk memperkuat sistem peringatan dini dan pengelolaan risiko bencana berbasis spasial.

^{*} Penulis Korespondensi: Telp. +6282199153801; Email: nustalakua3165@gmail.com DOI: <http://dx.doi.org/10.29244/jitl.28.1.36-46>

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di wilayah administrasi Kota Ambon, Provinsi Maluku, meliputi lima kecamatan di Kota Ambon yaitu Kecamatan Leitimur Selatan, Teluk Ambon, Teluk Ambon Baguala, Sirimau dan Nusaniwe, dengan fokus pada kejadian longsor tanggal 11 dan 30 Mei 2023.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif dan spasial dengan beberapa tahapan yaitu : pembuatan unit lahan, analisis bahaya longsor, analisis kerentanan dan kapasitas, analisis resiko, perkiraan berbasis dampak (*IBFWS*), analisis factor-faktor yang paling berpengaruh terhadap bahaya longsor di lokasi penelitian.

Pembuatan unit lahan sangat penting, karena menjadi dasar untuk analisis semua variabel resiko longsor. Unit lahan didesain secara spasial yaitu tumpang-susun (*overlay*) dari 5 komponen lahan meliputi : kelas topografi (kemiringan lereng), curah hujan tahunan, jenis tanah, geologi dan penggunaan lahan.

Data yang digunakan untuk menganalisis bahaya longsor adalah kemiringan lereng, geologi, jenis tanah, penggunaan lahan, dan curah hujan. Data kemiringan lereng didapatkan dari hasil analisis peta DEMNAS Kota Ambon (BIG, 2021) yang mencakup 5 kelas kemiringan lereng yaitu 0 - > 45%. Data geologi diperoleh dari hasil analisis peta geologi Pulau Ambon (BIG, 2024) mencakup 4 formasi geologi yaitu bahan Alluvial, bahan Vulkanik 1, bahan Sedimen 1, dan bahan Sedimen 2 Vulkanik 2.

Data jenis tanah yang digunakan untuk analisis bahaya longsor adalah data kepekaan tanah terhadap erosi (nilai K) di Kota Ambon, yang diperoleh dari hasil penelitian BPDAS Waehapu Batu Merah, (2015); Talakua dan Osok, (2017; 2018); Talakua Jemelin, (2022); Pelu, (2025), yang mencakup 5 klasifikasi yaitu tidak peka – sangat peka.

Data penggunaan lahan diperoleh dari hasil analisis BPKHTL Wilayah IX Maluku (2023) yang meliputi

hutan/vegetasi lebat, kebun campuran dan semak belukar, perkebunan, kawasan industri dan pemukiman dan lahan-lahan kosong. Data curah hujan yang digunakan untuk analisis bahaya longsor adalah data curah tahunan (2004-2023), pada 8 titik pengamatan curah hujan di Kota Ambon, sedangkan untuk analisis IBFWS digunakan data curah hujan harian tanggal 11 Mei dan 30 Mei 2023 yang berasal dari Stasiun Meteorologi Pattimura Ambon.

Nilai bahaya longsor dianalisis menggunakan bobot dan skoring dari lima parameter utama menggunakan kriteria Direktorat VMBG (2004) (Tabel 1). Nilai bahaya longsor didapat dari jumlah skor x bobot tertinggi dikurangi jumlah skor x bobot terendah kemudian dibagi 3 untuk masing-masing parameter, sehingga mendapatkan 3 tingkat bahaya longsor yaitu rendah, sedang dan tinggi.

Nilai bahaya longsor dianalisis menggunakan metode skoring dan pembobotan terhadap lima parameter utama, yaitu kemiringan lereng, curah hujan tahunan, jenis tanah, geologi, dan tutupan lahan berdasarkan kriteria Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (DVMBG, 2004) (Tabel 1). Setiap parameter diberi skor 1–5 sesuai tingkat pengaruhnya terhadap kejadian longsor, kemudian dikalikan dengan bobot masing-masing parameter. Nilai bahaya longsor diperoleh dari penjumlahan seluruh hasil perkalian skor dan bobot pada setiap parameter.

Rentang kelas tingkat bahaya longsor ditentukan dengan metode interval kelas menggunakan persamaan:

$$I = \frac{X_{\text{maks}} - X_{\text{min}}}{n}$$

dengan:

I = lebar interval kelas,

Xmaks = nilai maksimum indeks bahaya longsor (skor x bobot semua parameter),

Xmin = nilai minimum indeks bahaya (skor x bobot semua parameter),

N = jumlah kelas (3)

Tabel 1. Skoring dan Pembobotan Parameter Longsor (Direktorat VMBG, 2004)

No.	Parameter	Besaran	Skor	Bobot (%)
1	Kemiringan lereng (%)	< 8	1	0.15
		8-15	2	
		15-25	3	
		25-45	4	
		>45	5	
2	Curah hujan tahunan (mm/tahun)	< 1000	1	0.30
		1000-2000	2	
		2000-2500	3	
		2500-3000	4	
		>3000	5	
3	Jenis Tanah	Tidak Peka	1	0.20
		Agak Peka	2	
		Kurang Peka	3	
		Peka	4	
		Sangat Peka	5	
4	Geologi	Bahan Alluvial	1	0.20
		Bahan Vulkanik 1	2	
		Bahan Sedimen 1	3	
		Bahan Sedimen 2 Vulkanik 2	4	
5	Tutupan Lahan	Hutan/vegetasi lebat dan badan air	1	0.15
		Kebun dan campuran semak belukar	2	
		Perkebunan dan sawah irigasi	3	
		Kawasan industri dan pemukiman	4	
		Lahan-lahan kosong	5	

Berdasarkan perhitungan tersebut diperoleh lebar interval sebesar 1.27, sehingga tingkat bahaya longsor dikelompokkan menjadi tiga kelas, yaitu rendah, sedang, dan tinggi sebagaimana disajikan pada Tabel 2 (Direktorat VMBG, 2004).

Tabel 2. Kriteria Tingkat Bahaya Longsor

No.	Nilai Bahaya Longsor	Tingkat Bahaya Longsor
1	1.00 – 2.26	Rendah
2	2.27 – 3.53	Sedang
3	3.54 – 4.80	Tinggi

Data kerentanan dan kapasitas yang digunakan untuk penentuan resiko longsor adalah data kerentanan sosial, fisik, ekonomi dan lingkungan, ketahanan daerah dan kesiapsiagaan di Kota Ambon pada tahun 2023 (BPBD Kota Ambon, 2023).

Analisis risiko longsor dihitung menggunakan persamaan umum resiko bencana dari Direktorat Pengurangan Resiko Bencana yaitu : Resiko Bencana Longsor = Bahaya x (Kerentanan / Kapasitas). Proses perhitungan nilai resiko bencana (R) dilakukan berdasarkan data hasil analisis bahaya (H), kerentanan (V), dan kapasitas terhadap bencana (C) pada seluruh unit lahan di lokasi penelitian. Selanjutnya penentuan klasifikasi resiko longsor menggunakan kriteria klasifikasi yaitu klasifikasi resiko yaitu rendah (0 – 0.38), sedang (0.39 – 0.66), dan tinggi (0.67 – 1) (Direktorat Pengurangan Resiko Bencana, 2019).

Analisis prakiraan berbasis dampak (IBFWS) dilakukan berdasarkan data/peta risiko longsor dan data/peta curah hujan harian saat terjadinya bencana longsor pada tanggal 11 Mei dan 30 Mei 2023. Peta curah hujan harian tersebut diproses secara spasial menggunakan metode interpolasi IDW dengan software ArcGIS10.8 menghasilkan peta distribusi curah hujan 24 jam. Selanjutnya peta isohyet curah hujan harian tersebut ditumpangstusun (*overlay*) dengan peta resiko longsor untuk menentukan prakiraan berbasis dampak berdasarkan diagram IBFWS dari ESCAP UN and WMO (2021) seperti disajikan pada Gambar 1.

Parameter yang digunakan sebagai input terdiri atas risiko longsor (*impact*) dan curah hujan 24 jam (*likelihood*). Selanjutnya, peta risiko longsor dan peta curah hujan 24 jam dioverlay secara spasial menggunakan

ArcGIS 10.8 untuk menghasilkan keluaran (*output*) IBFWS berupa kategori peringatan dengan skala 0–10. Kategori 0 (warna hijau) menunjukkan tingkat tidak berisiko, kategori 1–5 (warna kuning) menunjukkan tingkat waspada, kategori 6–9 (warna oranye) menunjukkan tingkat siaga, dan kategori 10 (warna merah) menunjukkan tingkat awas.

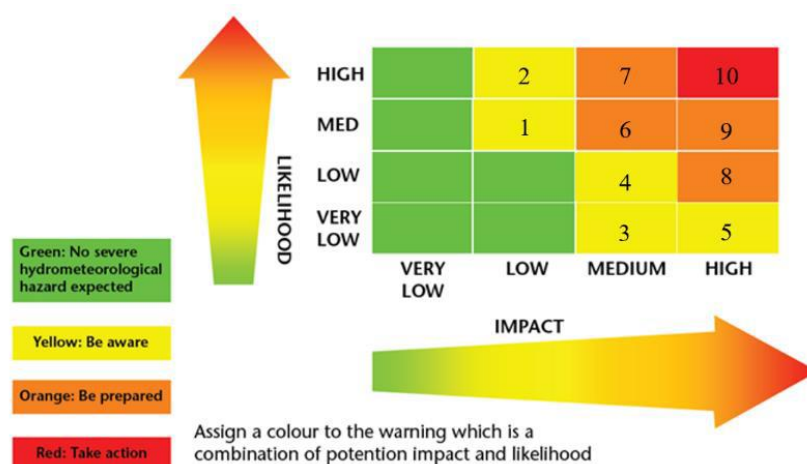
Hasil analisis prakiraan berbasis dampak (IBFWS) disajikan dalam bentuk peta IBFWS, yang kemudian divalidasi dengan data kejadian longsor pada tanggal 11 Mei dan 30 Mei 2023. Dalam penelitian ini juga dilakukan analisis statistik pada komponen bahaya longsor yaitu analisis regresi berganda untuk menghitung koefisien determinasi (R^2), koefisien korelasi (R), dan regresi bertatar (*stepwise regression*) (Draper dan Smith, 1992) guna mengidentifikasi variabel paling berpengaruh terhadap indeks bahaya longsor.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Resiko Longsor Kota Ambon

Risiko longsor di Kota Ambon merupakan hasil dari kombinasi tiga komponen utama, yaitu bahaya, kerentanan, dan kapasitas, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2. Hasil analisis pada Tabel 3 dan Gambar 2 menunjukkan bahwa 75.60% wilayah Kota Ambon termasuk dalam kategori risiko tinggi, 23.37% kategori risiko sedang, dan 1.03% kategori risiko rendah.

Zona risiko tinggi tersebar di Kecamatan Teluk Ambon, Teluk Ambon Baguala, Leitimur Selatan, serta sebagian wilayah Kecamatan Nusaniwe dan Sirimau. Hal ini dapat dijelaskan bahwa berdasarkan hasil penelitian pada Tabel 2, ternyata untuk resiko tinggi memiliki nilai resiko sebesar 0.7 – 1.2, disebabkan oleh tingkat bahaya longsor sedang-tinggi dan kerentanan tinggi, pada tingkat kapasitas sedang. Faktor-faktor yang berpengaruh yaitu kemiringan lereng 30-45% dan >45%, curah hujan tahunan >3000 mm/thn, erodibilitas tanah kurang peka-sangat peka, formasi geologi bahan vulkanik 1, penggunaan lahan berupa lahan kosong, kawasan permukiman dan industri, kerentanan sosial sedang, kerentanan fisik tinggi, kerentanan lingkungan tinggi, kerentanan ekonomi tinggi, ketahanan daerah = 0.56 (sedang), kesiapsiagaan 0.43 (sedang).



Gambar 1. Matriks Prediksi IBFWS Resiko Longsor (Escap UN and WMO, 2021)

Sementara itu, zona risiko sedang didominasi oleh Kecamatan Nusaniwe dan Sirimau, sedangkan zona risiko rendah hanya dijumpai pada sebagian kecil wilayah Kecamatan Nusaniwe dan Teluk Ambon Baguala.

Kondisi risiko longsor di Kota Ambon dipengaruhi oleh faktor-faktor fisik wilayah yang didominasi oleh topografi curam dengan kemiringan lereng di atas 40%, curah hujan tinggi sepanjang tahun, serta jenis tanah lempung dan batuan sedimen yang mudah jenuh air. Jenis batuan sedimen adalah batuan alluvium (Qa) dengan material penyusun adalah lempung, lanau, pasir kerikil, kerakal dan sisa tumbuhan, sehingga menurunkan kestabilan lereng. Hal ini sesuai dengan Alimuddin *et al.* (2021) dan Arsyad *et al.* (2018) yang menemukan bahwa kemiringan lereng curam, curah hujan tinggi, serta jenis tanah lempung dan batuan sedimen merupakan faktor utama yang menentukan ketidakstabilan lereng dan karakteristik daerah rawan longsor di wilayah perbukitan. Selain itu, peningkatan kerentanan disebabkan oleh kepadatan penduduk yang tinggi dan perubahan penggunaan lahan, seperti pembukaan hutan, pembangunan permukiman di area perbukitan, serta sistem drainase yang tidak memadai.

Hasil penelitian Hastanti dan Miardini (2021) juga menunjukkan bahwa kepadatan penduduk dan alih fungsi lahan meningkatkan indeks kerentanan longsor. Kepadatan penduduk mendorong pembangunan di kawasan lereng, sedangkan alih fungsi lahan mengurangi tutupan vegetasi yang berperan mengikat tanah. Kondisi tersebut meningkatkan limpasan permukaan, erosi, dan menurunkan stabilitas lereng sehingga kerentanan longsor semakin tinggi. Kondisi ini sejalan dengan situasi Ambon, di mana

pembangunan di lereng dan sistem drainase yang buruk memperparah risiko bencana.

Dari sisi kapasitas, kemampuan masyarakat dan pemerintah dalam menghadapi bencana longsor masih terbatas, baik dalam kesiapsiagaan, sistem peringatan dini, maupun penerapan kebijakan tata ruang berbasis risiko (Naryanto *et al.* 2019). Kombinasi antara tingkat bahaya tinggi, kerentanan sosial-ekonomi yang besar, dan kapasitas adaptif yang rendah menjadikan Ambon sebagai wilayah dengan tingkat risiko longsor yang signifikan (Pradhita *et al.* 2022). Oleh karena itu, upaya mitigasi di Kota Ambon perlu difokuskan pada peningkatan kapasitas masyarakat melalui edukasi dan pelatihan kebencanaan, penguatan sistem peringatan dini berbasis curah hujan, serta perencanaan tata ruang dan konservasi lahan yang mempertimbangkan kondisi geospasial dan potensi longsor di masa mendatang.

Distribusi Curah Hujan Saat Kejadian Bencana Longsor 11 Mei dan 30 Mei 2023 di Kota Ambon

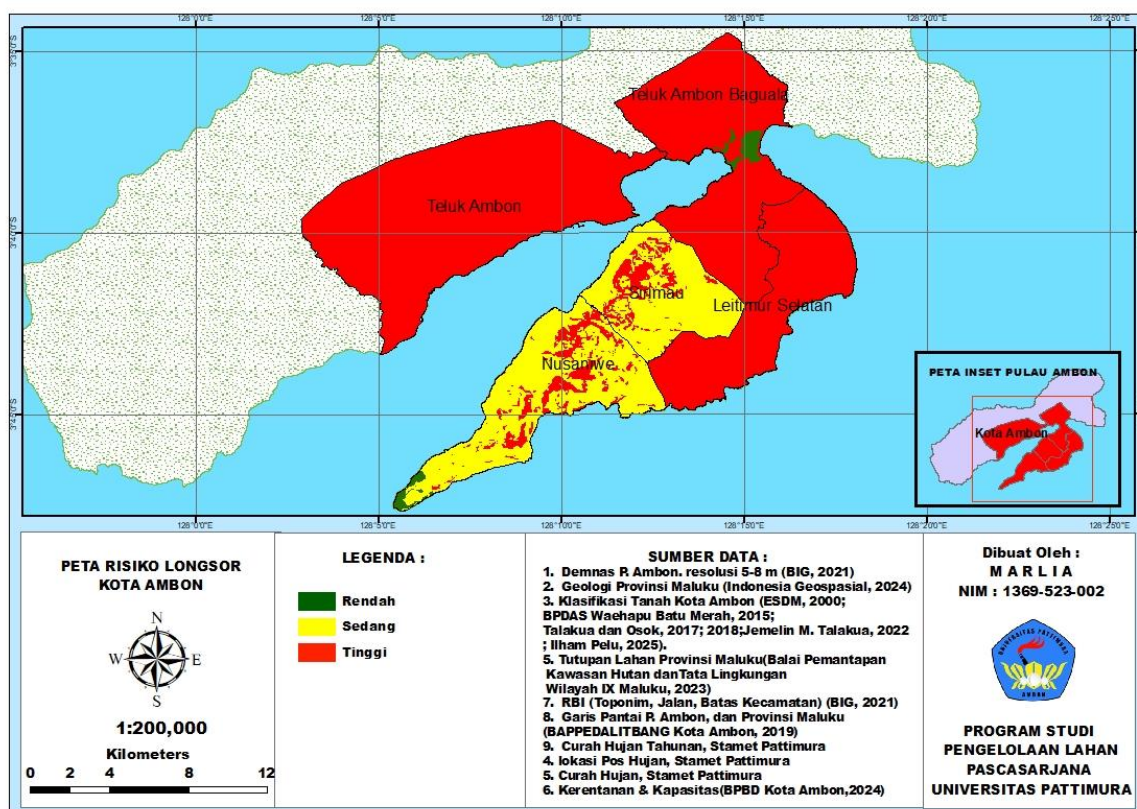
Dari hasil analisis pada Gambar 3, terlihat bahwa secara umum pada tanggal 11 Mei 2023 hujan yang terjadi di Kota Ambon sedang hingga sangat lebat, dengan jumlah curah hujan terkecil terukur di Pos Hujan Passo sebesar 39 mm dan jumlah curah hujan terbesar terukur di Stasiun Maritim Ambon yang berada di Desa Latuhalat (155.8 mm). Daerah dengan intensitas hujan sangat lebat yaitu dengan jumlah curah hujan > 100 mm/hari terjadi di Kecamatan Teluk Ambon, Sirimau dan Nusaniwe.

Tabel 2. Hasil Analisis Risiko Longsor Berdasarkan Kecamatan di Kota Ambon

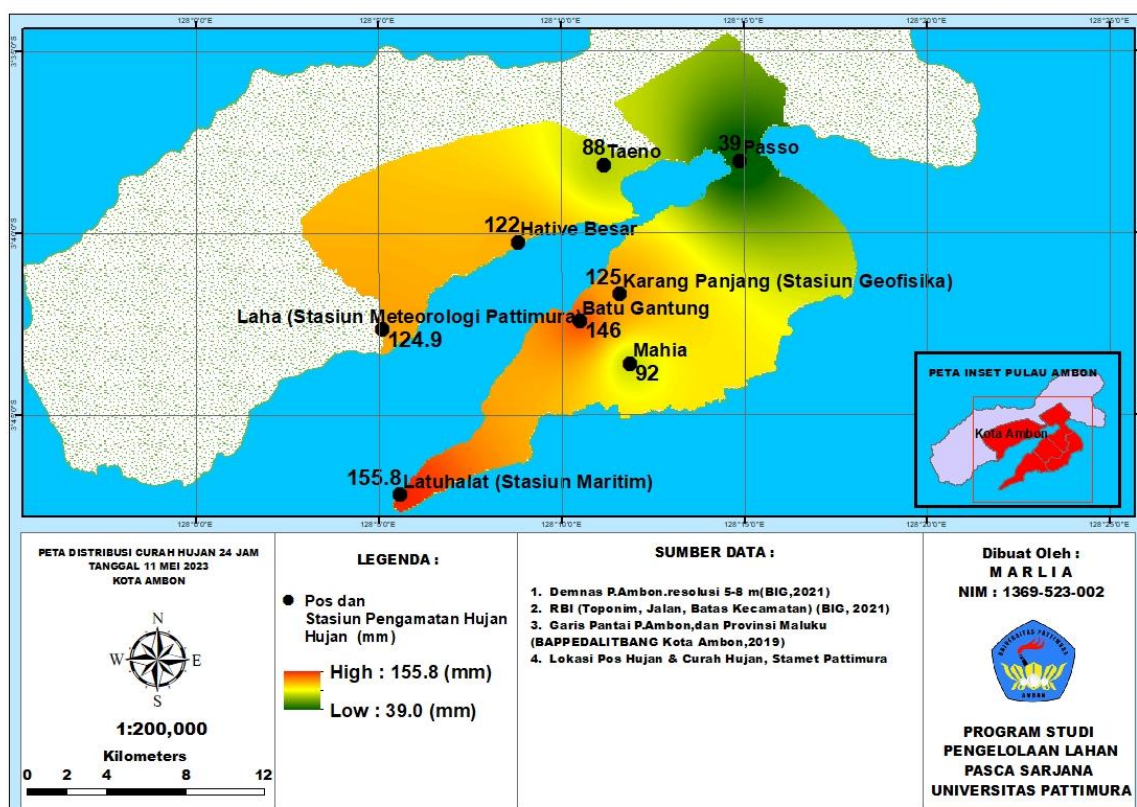
No.	Kecamatan	Bahaya Longsor (H)	Kerentanan (V)	Kapasitas (C)	Resiko Longsor (R)	Klas Resiko Longsor (R)
1	Leitimur Selatan	Sedang	Tinggi	Sedang	0.7	Tinggi
		Tinggi	Tinggi	Sedang	1.2	Tinggi
		Rendah	Tinggi	Sedang	0.2	Rendah
2	Nusaniwe	Sedang	Tinggi	Sedang	0.6	Sedang
		Tinggi	Tinggi	Sedang	1.1	Tinggi
3	Sirimau	Sedang	Tinggi	Sedang	0.6	Sedang
		Tinggi	Tinggi	Sedang	1.2	Tinggi
4	Teluk Ambon	Sedang	Tinggi	Sedang	0.7	Tinggi
		Tinggi	Tinggi	Sedang	1.2	Tinggi
		Rendah	Tinggi	Sedang	0.2	Rendah
5	Teluk Ambon Baguala	Sedang	Tinggi	Sedang	0.7	Tinggi
		Tinggi	Tinggi	Sedang	1.2	Tinggi

Tabel 3. Luas Wilayah Resiko Longsor Berdasarkan Kecamatan di Kota Ambon

Kecamatan	Resiko Longsor Kota Ambon							
	Rendah		Sedang		Tinggi		Total	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Nusaniwe	103.57	0.37	3901.34	13.75	801.91	2.83	4806.81	16.94
Teluk Ambon Baguala	188.28	0.66	0.00	0.00	5998.21	21.14	6186.49	21.81
Teluk Ambon	0.00	0.00	0.00	0.00	9807.80	34.57	9807.80	34.57
Sirimau	0.00	0.00	2729.24	9.62	533.79	1.88	3263.04	11.50
Leitimur Selatan	0.00	0.00	0.00	0.00	4304.15	15.17	4304.15	15.17
Total	291.85	1.03	6630.58	23.37	21445.86	75.60	28368.28	100.00



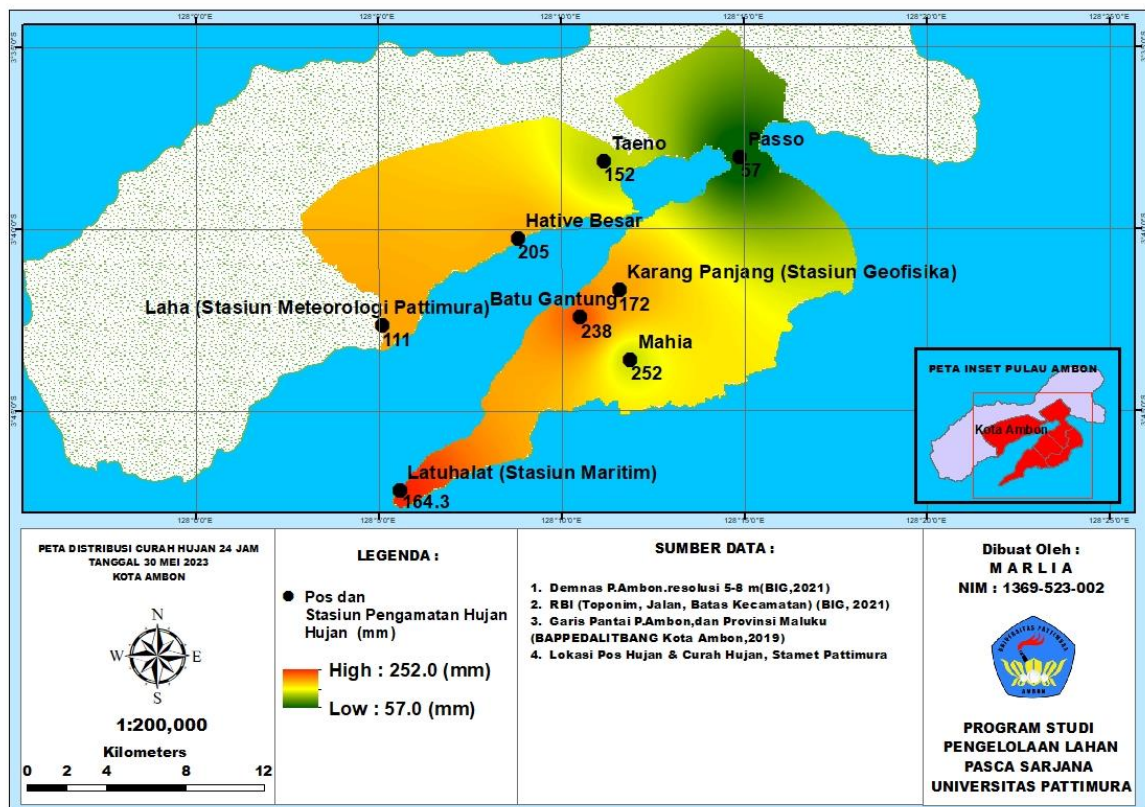
Gambar 2. Peta Risiko Longsor Berdasarkan Kecamatan di Kota Ambon



Gambar 3. Peta Distribusi Curah Hujan 24 jam tanggal 11 mei 2023 di Kota Ambon.

Curah hujan yang terjadi di Kota Ambon pada tanggal 30 Mei 2023 disajikan pada Gambar 4. Dari gambar tersebut terlihat bahwa pada tanggal 30 Mei 2023 di Kota Ambon terjadi hujan dengan intensitas lebat hingga sangat lebat, hasil pengukuran curah hujan di pos dan stasiun hujan

dengan jumlah curah hujan terkecil 57 mm dan yang terbesar 252 mm. Hujan dengan intensitas sangat lebat (>100 mm) terjadi di Kecamatan Teluk Ambon, Sirimau, Leitumur Selatan, dan Nusaniwe.



Gambar 4. Peta sebaran hujan 24 jam tanggal 30 mei 2023 di Kota Ambon

Curah hujan yang terjadi di Kota Ambon pada tanggal 11 dan 30 Mei 2023 menunjukkan intensitas hujan yang sedang hingga sangat lebat. Tingginya curah hujan di wilayah ini dipengaruhi oleh kondisi topografi bergunung dan lembah sempit yang menyebabkan pengangkatan massa udara lembab (orographic lifting), serta oleh dinamika atmosfer regional seperti konvergensi angin dan massa udara lembab dari Laut Banda (Tjasyono, 2004; 2006). Penelitian Makaruku *et al.* (2025) menunjukkan bahwa kejadian hujan ekstrem di Ambon sering dipicu oleh interaksi sistem tekanan rendah di sekitar Laut Banda dengan pengaruh lokal topografi, yang memperkuat awan konvektif penyebab hujan lebat. Kondisi curah hujan sangat lebat tersebut meningkatkan risiko bencana hidrometeorologi seperti banjir dan longsor di wilayah dengan lereng curam dan drainase terbatas.

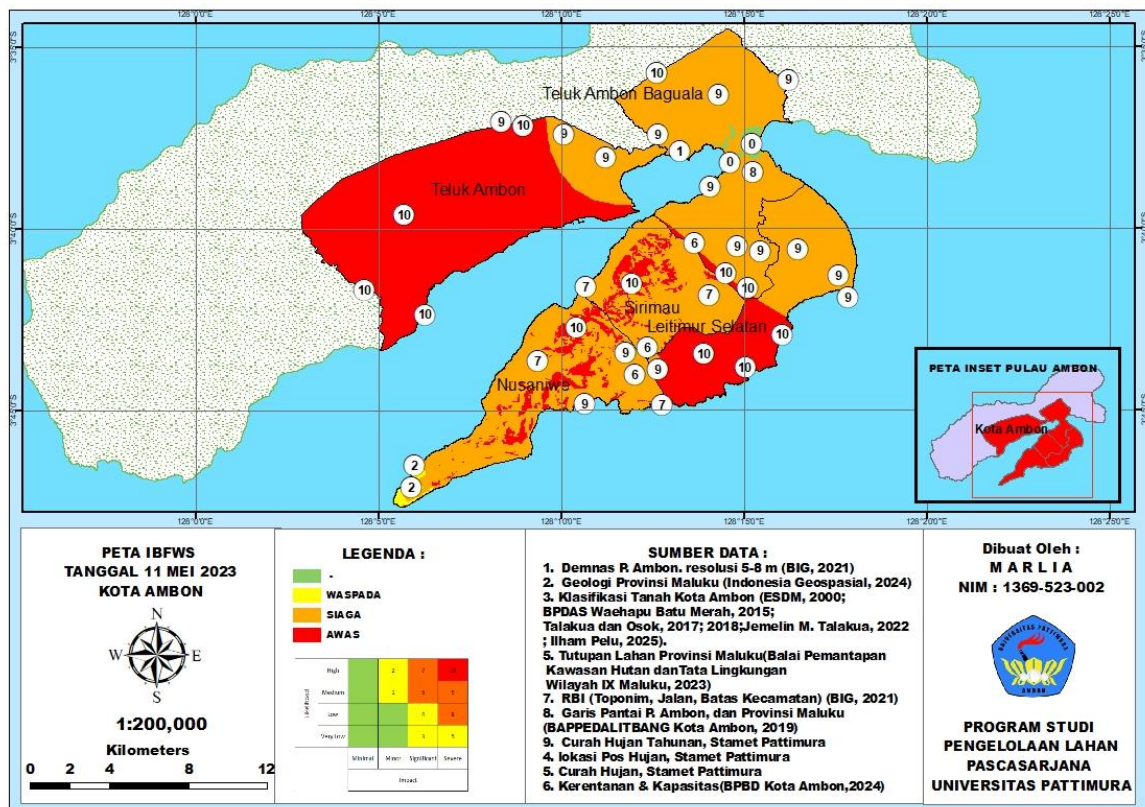
Prediksi IBFWS Terhadap Kejadian Longsor di Kota Ambon

a. Prediksi IBFWS Tanggal 11 Mei 2023

Hasil analisis *IBFWS* Kota Ambon pada 11 Mei 2023 (Tabel 4 dan Gambar 5), menunjukkan bahwa wilayah dibagi ke dalam empat kategori risiko: Tidak Berisiko, Waspada, Siaga, dan Awas. Kategori Awas mencakup 42.3% wilayah Kota Ambon, dengan dominasi di Kecamatan Teluk Ambon, Sirimau, dan Leitimur Selatan. Kategori Siaga meliputi 56.6%, terutama di Teluk Ambon Baguala, Leitimur Selatan, dan Nusaniwe. Waspada mencakup 0.4%, dominan di Teluk Ambon Baguala dan Nusaniwe. Sementara Tidak Berisiko hanya 0,7% dan tersebar terbatas. Hasil ini menunjukkan mayoritas wilayah Kota Ambon memiliki tingkat risiko tinggi hingga sedang, sehingga sistem peringatan dini berbasis spasial menjadi krusial dalam mitigasi bencana.

Tabel 4. Luas wilayah *IBFWS* tanggal 11 mei 2023 di Kota Ambon

Kecamatan	Kategori <i>IBFWS</i>									
	Tidak Berisiko		Waspada		Siaga		Awas		Total	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Leitimur Selatan	0	0.0	0	0.0	2,263	7.8	2,041	7.2	4,304	15.2
Nusaniwe	0	0.0	104	0.4	3,935	13.9	768	2.2	4,807	16.9
Sirimau	0	0.0	0	0.0	2,729	9.6	534	1.5	3,263	11.5
Teluk Ambon	0	0.0	0	0.0	1,286	4.5	8,521	30.0	9,808	34.6
Teluk Ambon Baguala	188	0.7	0	0.0	5,856	20.6	143	0.5	6,186	21.8
Total	188	0.7	104	0.4	16,069	56.4	12,007	41.4	28,368	100.0



Gambar 5. Peta IBFWS Kota Ambon tanggal 11 mei 2023

b. Prediksi IBFWS Tanggal 30 Mei 2023

Hasil analisis IBFWS Kota Ambon pada 30 Mei 2023 (Tabel 5 dan Gambar 6), menunjukkan bahwa bahwa seluruh wilayah di lima kecamatan berada dalam kategori risiko, tanpa ada area yang tergolong “Tidak Berisiko”. Kategori Awas mendominasi dengan cakupan 69% dari seluruh luasan wilayah Kota Ambon, terutama di Kecamatan Teluk Ambon, Leitumur Selatan, dan Teluk Ambon Baguala. Kategori Siaga mencakup 30.1% wilayah, dominan di Sirimau dan Nusaniwe, sementara Waspada hanya mencakup 1%. Kondisi ini mengindikasikan bahwa seluruh Kota Ambon berada dalam status kewaspadaan tinggi terhadap potensi bencana longsor, sehingga penguatan sistem peringatan dini menjadi sangat penting.

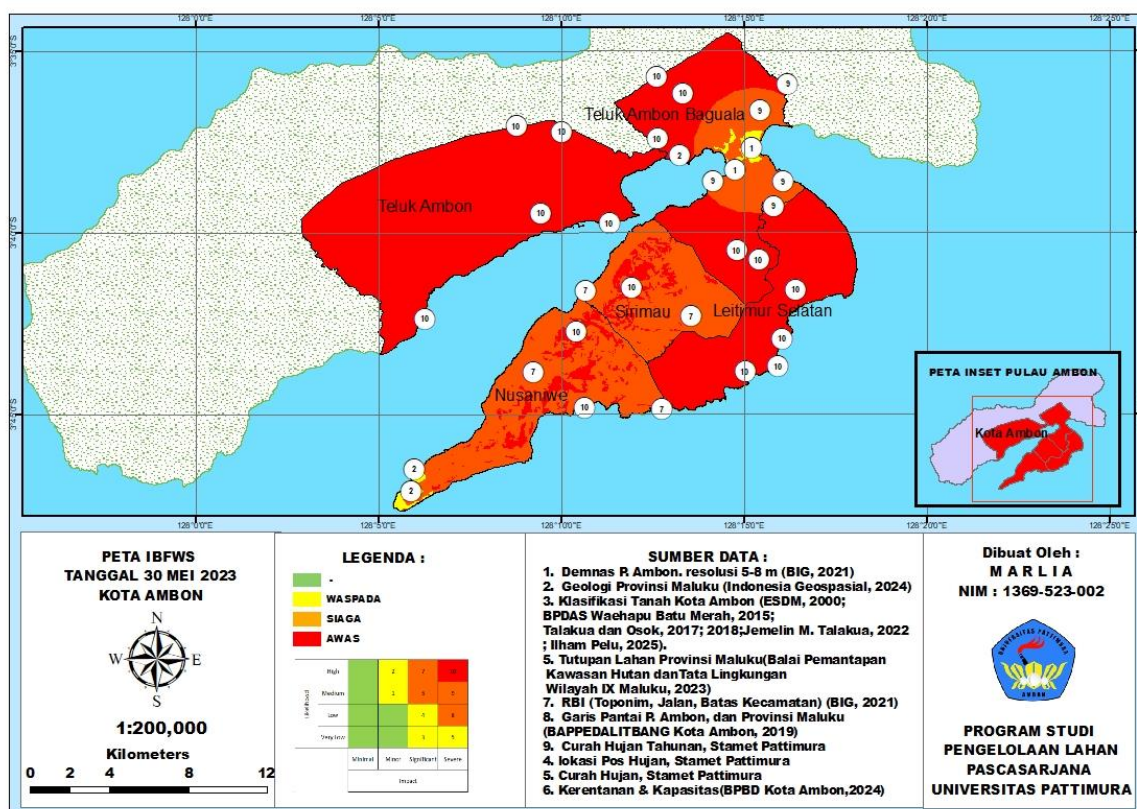
Berdasarkan hasil analisis IBFWS Kota Ambon pada 11 dan 30 Mei 2023, terdapat peningkatan signifikan dalam kategori risiko bencana, yang berkaitan erat dengan perubahan intensitas curah hujan pada kedua tanggal tersebut. Pada 11 Mei 2023, wilayah Kota Ambon terbagi

ke dalam empat kategori risiko: Awas (42.3%), Siaga (56.6%), Waspada (0.4%), dan Tidak Berisiko (0.7%). Namun, pada 30 Mei 2023, seluruh wilayah Kota Ambon berada dalam kategori risiko, dengan dominasi kategori Awas (69%) dan Siaga (30.1%), serta hanya 1% dalam kategori Waspada.

Peningkatan kategori risiko pada 30 Mei 2023 dapat dijelaskan oleh peningkatan signifikan dalam intensitas curah hujan pada tanggal tersebut. Curah hujan yang tinggi dapat meningkatkan kelembaban tanah dan tekanan air pori, sehingga menurunkan kohesi antar butiran tanah dan mengurangi kestabilan lereng, yang berpotensi memicu longsor (Hamida & Widyasamratri, 2019; Naryanto *et al.*, 2019). Dengan demikian, peningkatan curah hujan pada 30 Mei 2023 sejalan dengan peningkatan kategori risiko BFWS, menunjukkan perlunya penguatan sistem peringatan dini dan mitigasi bencana di Kota Ambon.

Tabel 5. Luas wilayah IBFWS tanggal 11 Mei 2023 di Kota Ambon

Kecamatan	Kategori IBFWS									
	Tidak Berisiko		Waspada		Siaga		Awat		Total	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Leitumur Selatan	0	0.0	0	0.0	32	0.1	4,272	15.0	4,304	15.2
Nusaniwe	0	0.0	104	0.4	3,901	13.8	802	2.8	4,807	16.9
Sirimau	0	0.0	0	0.0	2,729	9.6	534	1.9	3,263	11.5
Teluk Ambon	0	0.0	0	0.0	0	0	9,808	34.6	9,808	34.6
Teluk Ambon Baguala	0	0.0	188	0.6	1,880	6.6	4,118	14.5	6,186	21.8
Total	0	0.0	292	1.0	8,542	30.1	19,534	68.8	28,368	100.0

Gambar 6. Peta *IBFWS* Kota Ambon Tanggal 30 Mei 2023

Validasi Hasil Prediksi *IBFWS* di Kota Ambon

a. Validasi Hasil Prediksi *IBFWS* tanggal 11 Mei 2023

Berdasarkan informasi resmi data kejadian bencana oleh BPBD Kota Ambon tanggal 11-12 Mei 2023, menunjukkan bahwa pada tanggal tersebut telah terjadi bencana tanah longsor yang tersebar pada semua kecamatan yang mengakibatkan rumah rusak parah, patahan talud permukiman, serta menimbulkan ancaman terhadap keselamatan keselamatan masyarakat (BPBD Kota Ambon, 2023).

Hasil validasi prediksi *IBFWS* terhadap kejadian longsor di Kota Ambon pada tanggal 11 Mei 2023 (Tabel 6), menunjukkan bahwa dari 17 lokasi longsor di empat kecamatan, 16 lokasi berada dalam kategori Siaga dan Awas, sehingga validasi dinyatakan sesuai. Hanya satu lokasi di Desa Passo yang tidak sesuai karena sebagian wilayahnya termasuk zona tidak berisiko. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa prediksi *IBFWS* cukup akurat secara spasial dalam mengidentifikasi wilayah

berpotensi longsor, mendukung keandalan sistem ini dalam peringatan dini bencana di Kota Ambon.

b. Validasi Hasil Prediksi *IBFWS* tanggal 30 Mei 2023

Hasil validasi prediksi *IBFWS* terhadap kejadian longsor di Kota Ambon pada tanggal 30 Mei 2023 (Tabel 7), menunjukkan bahwa seluruh dari 11 lokasi longsor di empat kecamatan sesuai dengan prediksi kategori risiko Siaga hingga Awas. Kecamatan Sirimau dan Nusaniwe mencatat validasi 100% akurat, sementara Passo (Baguala) dan Kilang (Leitimur Selatan) juga berada dalam zona risiko tinggi. Kesesuaian antara prediksi dan kejadian nyata ini memperkuat keandalan *IBFWS* sebagai sistem peringatan dini bencana berbasis dampak. Hasil ini sejalan dengan temuan Hasteti *et al.* (2024) dalam penelitian mereka mengenai validasi *IBFWS* di Kalimantan Selatan, yang juga menunjukkan akurasi tinggi sistem dalam memetakan wilayah terdampak banjir berbasis prakiraan dampak.

Tabel 6. Hasil Validasi *IBFWS* Kota Ambon tanggal 11 Mei 2023

NO.	Lokasi Kejadian Longsor		Prediksi <i>IBFWS</i>	Validasi
	Kecamatan	Desa		
1	Teluk Ambon Baguala	Halong	Siaga 7, Siaga 9 dan Awas 10	Sesuai
2	Teluk Ambon Baguala	Passo	tidak berpotensi, Siaga 8 dan Siaga 9	Kurang Sesuai
4	Nusaniwe	Nusaniwe	Siaga 7, Siaga 9 dan Awas 10	Sesuai
6	Nusaniwe	Urimessing	Siaga 6, Siaga 7, Siaga 9 dan Awas 10	Sesuai
9	Sirimau	Karang Panjang	Siaga 7 dan Awas 10	Sesuai
10	Sirimau	Hative Kecil	Siaga 7 dan Awas 10	Sesuai
11	Sirimau	Batu Merah	Siaga 6, Siaga 7, Siaga 9 dan Awas 10	Sesuai
12	Sirimau	Rijali	Siaga 7	Sesuai
14	Sirimau	Batu Gajah	Siaga 7 dan Awas 10	Sesuai
15	Sirimau	Batu Meja	Siaga 7 dan Awas 10	Sesuai
16	Sirimau	Soya	Siaga 6, Siaga 7, Siaga 9 dan Awas 10	Sesuai

NO.	Lokasi Kejadian Longsor		Prediksi IBFWS	Validasi
	Kecamatan	Desa		
17	Leitimur Selatan	Kilang	Awas 10	Sesuai

Tabel 7. Hasil Validasi IBFWS Kota Ambon tanggal 30 Mei 2023

NO	Lokasi Kejadian Longsor		Prediksi IBFWS	Validasi
	Kecamatan	Desa		
1	Sirimau	Batu Gajah	Siaga 7, Awas 10	Sesuai
2	Sirimau	Rijali	Siaga 7	Sesuai
3	Sirimau	Waihoka	Siaga 7, Awas 10	Sesuai
4	Sirimau	Batu Meja	Siaga 7, Awas 10	Sesuai
5	Sirimau	Batu Merah	Siaga 7, Awas 10	Sesuai
6	Nusaniwe	Urimesing	Siaga 7, Awas 10	Sesuai
7	Nusaniwe	Nusaniwe	Siaga 7, Awas 10	Sesuai
8	Nusaniwe	Wainitu	Siaga 7	Sesuai
9	Nusaniwe	Amahusu	Siaga 7, Awas 10	Sesuai
10	Teluk Ambon Baguala	Passo	Waspada 1, Siaga 9 dan Awas 10	Sesuai
11	Leitimur Selatan	Kilang	Awas 10	Sesuai

Analisis Statistik (Determinasi, Korelasi dan Faktor Dominan) Bahaya Longsor

Hasil analisis statistik berupa analisis determinasi (R^2), korelasi (R), dan faktor pengaruh dominan (*stepwise*) terhadap bahaya longsor di Kota Ambon yaitu variabel kemiringan lereng ($X1_L$), variabel curah hujan tahunan ($X2_CHThn$), variabel nilai K tanah/erodibilitas tanah ($X3_K_Tnah$), variabel geologi ($X4_Geo$), variabel penggunaan lahan ($X5_PL$) disajikan pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Model regresi menunjukkan performa sangat baik dalam menjelaskan bahaya longsor, dengan nilai R^2 sebesar 0.906 dan koefisien korelasi $R = 0.951$ yang mencerminkan hubungan sangat kuat antar variabel.

Nilai standard error sebesar 0.120 menunjukkan tingkat kesalahan prediksi yang rendah. Uji t menunjukkan semua variabel signifikan ($p < 0,001$), dengan urutan pengaruh tertinggi: kemiringan lereng, penggunaan lahan, jenis tanah, curah hujan, dan geologi. Hal ini sejalan dengan penelitian Hamida & Widyasamratri (2019) yang menunjukkan bahwa integrasi beberapa variabel fisik seperti kemiringan lereng, penggunaan lahan, jenis tanah, curah hujan, dan geologi menghasilkan model spasial prediksi bahaya longsor yang signifikan. Dalam studi tersebut, penggunaan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk mengelola dan mengolah variabel-variabel tersebut berhasil menghasilkan peta kerentanan longsor dengan tingkat akurasi yang tinggi.

Tabel 8. Hasil Analisis Statistik (Determinasi dan Korelasi Terhadap bahaya Bahaya Longsor di Kota Ambon

Regression Analysis: Y_bahaya_Longsor versus X1_L, X2_CHThn, ...					
The regression equation is					
Y_bahaya_Longsor = 0.553 + 0.0114 X1_L + 0.000323 X2_CHThn + 1.86 X3_K_Tnh + 0.226 X4_Geo + 0.152 X5_PL					
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	0.55282	0.03687	15.00	0.000	
X1_L	0.0113888	0.0002077	54.84	0.000	
X2_CHThn	0.00032281	0.00000857	37.68	0.000	
X3_K_Tnh	1.85821	0.04124	45.05	0.000	
X4_Geo	0.226021	0.006988	32.35	0.000	
X5_PL	0.151944	0.003231	47.03	0.000	
S = 0.120164 R-Sq = 90.6% R-Sq(adj) = 90.6%					
Analysis of Variance					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	5	144.812	28.962	2005.78	0.000
Residual Error	1040	15.017	0.014		
Total	1045	159.829			

Tabel 9. Hasil Analisis Statistik (Faktor Dominan/Stepwise) Terhadap bahaya Bahaya Longsor di Kota Ambon

Step	1	2	3	4	5
Constant	2.9738	2.4975	2.1147	1.1888	0.5528
X1_L	0.01199	0.01350	0.01204	0.01189	0.01139
T-Value	22.05	29.14	33.17	40.56	54.84
P-Value	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
X5_PL		0.1518	0.1498	0.1502	0.1519
T-Value		20.76	26.46	32.85	47.03
P-Value		0.000	0.000	0.000	0.000
X3_K_Tnh			1.908	1.874	1.858
T-Value			26.41	32.10	45.05
P-Value			0.000	0.000	0.000
X2_CHThn				0.00028	0.00032
T-Value				23.58	37.68
P-Value				0.000	0.000
X4_Geo					0.2260
T-Value					32.35
P-Value					0.000
S	0.323	0.272	0.211	0.170	0.120
R-Sq	31.78	51.72	71.08	81.15	90.60

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah Kota Ambon, yaitu sebesar 75.6%, berada dalam kategori risiko longsor tinggi, terutama di Kecamatan Teluk Ambon, Leitimur Selatan, dan Teluk Ambon Baguala. Distribusi curah hujan ekstrem pada tanggal 11 dan 30 Mei 2023 memiliki konsistensi spasial yang kuat terhadap lokasi kejadian longsor, memperkuat relevansi faktor curah hujan dalam pemicu bencana. Sistem peringatan dini berbasis dampak, Impact-Based Forecast and Warning Services (*IBFWS*), menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi dengan validasi spasial sebesar 94% pada 11 Mei dan 100% pada 30 Mei 2023. Analisis statistik regresi pada komponen bahaya longsor mengungkapkan bahwa kemiringan lereng dan curah hujan merupakan faktor paling signifikan dalam memengaruhi bahaya longsor, dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 90.6%, koefisien korelasi $R = 95.1\%$ dan galat baku (S) hanya 0.120. Berdasarkan temuan ini, *IBFWS* terbukti menjadi sistem peringatan dini yang efektif dan sangat direkomendasikan untuk diterapkan dalam strategi mitigasi bencana dan pengelolaan penggunaan lahan berbasis risiko di Kota Ambon.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ketua Program Studi Magister Pengelolaan Pengelolaan Lahan, Program Pascasarjana Universitas Pattimura atas dukungan fasilitas dan bimbingan akademik yang diberikan selama proses penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Kepala Stasiun Meteorologi Pattimura Ambon, Kepala Badan Informasi Geospasial (BIG), Kepala Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Ambon dan Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), Kementerian ESDM, Kepala BPDAS Waehapu Batu Merah, Kepala Balai Penetapan Kawasan Hutan Wilayah

IX Provinsi Maluku, serta Dr. Silwanus M. Talakua, MP; Prof. Dr. Ir. R.M. Osok, M.Sc, Jemelin M. Talakua, SP., M.Si dan Sahabudin Pelu, SP, atas penyediaan data serta informasi yang sangat membantu dalam analisis resiko bencana longsor di Kota Ambon. Tidak lupa, penulis menghargai kontribusi para narasumber, rekan sejawat, serta semua pihak yang telah memberikan masukan, dukungan moral, dan teknis hingga artikel ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, A., G. Deranadyan, dan U. Sa'adah. 2021. Kajian Awal Pemanfaatan Data Pengindraan Jauh Dalam Implementasi Peringatan Dini Cuaca Ekstrem Berbasis Dampak. Prosiding WIN-ID.
- Alimuddin, A., D. Mulyadi, dan H. Nurcahyo. 2021. Analisis faktor pemicu longsor berdasarkan kemiringan lereng di wilayah perbukitan. *Jurnal Geografi*, 13(2), 101–110.
- Arsyad, U., R.A. Barkey, W. Wahyuni, dan K.K. Matandung. 2018. Karakteristik Tanah Longsor di Daerah Aliran Sungai Tangka. *Jurnal Hutan dan Masyarakat*, 203-214.
- BPBD Kota Ambon. 2023. *Kajian Risiko Bencana Kota Ambon 2024 - 2028*. Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Ambon.
- BIG. 2021. Peta Demnas Pulau Ambon resolusi tinggi. Badan Informasi Geospasial.
- BIG. 2024. Peta Geologi Pulau Ambon. Badan Informasi Geospasial.
- BPBD. 2023. Data Kejadian Bencana Kota Ambon Tahun 2023. Badan Penganggulangan Bencana Daerah Kota Ambon.

- BPDAS Waehapu Batu Merah. 2015. Laporan Monitoring dan Evaluasi Kinerja Pengelolaan DAS Wae Batu Merah Kota Ambon - Provinsi Maluku. Balai Pengelolaan DAS Waehapu Batu Merah.
- BPKHTL Wilayah IX Ambon. 2023. Peta Tutupan Lahan Provinsi Maluku. Balai Penetapan Kawasan Hutan Wilayah IX Provinsi Maluku.
- Direktorat DVMBG. 2004. *Manajemen Bencana Tanah Longsor*. Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi.
- Direktorat Pengurangan Resiko Bencana. 2019. *Modul Teknis Penyusunan Kajian Risiko Bencana Tanah Longsor*. Badan Nasional Penanggulangan Bencana.
- Draper, N.R. dan H. Smith. 1992. *Terjemahan Analisis Regresi Terapan*. P.T. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Escap United Nations and WMO. 2021. *Manual for Operationalizing Impact-based Forecasting and Warning Services (IBFWS)*. United Nations and World Meteorological Organization. (https://www.unescap.org/sites/default/d8files/knowledge-products/IBFWS%20Manual_FINAL.pdf).
- Hamida, F.N., dan H. Widyasamratri. 2019. Risiko Kawasan Longsor Dalam Upaya Mitigasi Bencana Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Unissula PONDASI*, 24(1).
- Hastanti, B.W., dan A. Miardin. 2021. Penilaian indeks kerentanan sebagai upaya pengurangan risiko longsor di Kecamatan Banjarmangu, Kabupaten Banjarnegara, Jawa Tengah. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (JPPDAS)*, 5(2), 155-170.
- Hasteti, R.Y. 2024. Uji validitas IBFWS (*Impact Base Forecast and Warning Services*) dalam memprediksikan wilayah yang berpotensi terdampak banjir di Kalimantan Selatan. Universitas Lambung Mangkurat.
- Kementerian ESDM. 2000. *Peta Tanah Semi Detail Pulau Ambon*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Makaruku, E.L., S. Talakua, dan P.J. Kunu. 2025. Kajian Meteorologis dari Fenomena Hujan Ekstrem terhadap Kejadian Banjir di Kota Ambon. *MAKILA: Jurnal Penelitian Kehutanan*, 19(1), 206–223. <https://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/makila/article/view/13711>
- Naryanto, H.S., H. Soewandita, D. Ganesha, F. Prawiradisatra, dan A. Kristijono. 2017. Analisis Penyebab Kejadian dan Evaluasi Bencana Tanah Longsor di Desa Banaran, Kecamatan Pulung, Kabupaten Ponorogo, Provinsi Jawa Timur Tanggal 1 April 2017. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(2) :272-282. ISSN 1829-8907.
- Pradhita, J.Y., T.A. Rachmawati, dan F. Usman. 2022. Pemetaan risiko bencana tanah longsor di Kecamatan Dawe, Kabupaten Kudus. *Planning for Urban Region and Environment*, 11(2).
- Pelu, S. 2025. Analisis Tingkat Bahaya Erosi Dan Arah Rehabilitasi Lahan Di DAS Wai Batu Gajah Kota Ambon. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Pattimura.
- Talakua, J.M. 2022. Evaluasi Status Kesuburan Tanah Berdasarkan Sifat Fisik dan Kimia Tanah pada DAS Waitomu Kota Ambon. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Pattimura.
- Talakua, S.M., dan R.M. Osok. 2018. Pemodelan Penilaian Degradasi Lahan Untuk Wilayah Pulau-Pulau Kecil Di Maluku Studi Kasus : Di DAS Wai Ruhu Pulau Ambon Provinsi Maluku. Fakultas Pertanian Universitas Pattimura.
- Talakua, S.M., dan R.M. Osok. 2017. Penyusunan Pola Inovatif Konservasi Lahan DAS Wai Batu Merah, Wai Tomu, Wai Batu Gajah Dan Wai Batu Gantung Untuk Mendukung Waduk Sebagai Penghalang Banjir Dan Sedimen. Universitas Pattimura.
- Tjasyono, B.H.K. 2004. *Klimatologi* (Edisi Kedua). Bandung: Penerbit ITB.
- Tjasyono, B.H.K. 2006. *Meteorologi Indonesia Volume I: Karakteristik dan Sirkulasi Atmosfer*. Badan Meteorologi dan Geofisika. Jakarta.
- WMO. 2021. *Guidelines on multi-hazard Impact-Based Forecast and Warning Services: Part II: Putting multi-hazard IBFWS into practice*. World Meteorological Organization.