



Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi

Vol: 13 No 1 2022

E-ISSN: 2477-3255

Diterima Redaksi: 07-12-2021 | Revisi: 23-03-2022 | Diterbitkan: 25-04-2022

Spatial Mapping of Landslide Susceptibility Level in Pacitan District Using Analytical Hierarchy Process and Natural Break

Arna Fariza¹, Arif Basofi², Silfiana Nur Hamida³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Informatika Departemen Teknik Informatika dan Komputer
Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

^{1,2,3} Jl. Raya ITS Kampus PENS Sukolilo Surabaya 60111, (031)5947280

e-mail: ¹arna@pens.ac.id, ²ariv@pens.ac.id, ³silfiananh@it.student.pens.ac.id

Abstract

Pacitan district has a high potential for landslides. Landslide is a hydrometeorological disaster that causes loss of life, property loss, and environmental damage. Disaster preparedness is very necessary for the wider community in dealing with landslide emergency response situations. Applications to determine the level of vulnerability to landslides are very useful to minimize the impact and losses on the Pacitan community. This study aims to make an application for assessing the level of landslide susceptibility using the analytical hierarchy process and natural break based on the factors that cause landslides in the sub-district or village of Pacitan district. The factors that cause landslides in Pacitan district consist of weather, history of landslides, land slope, and history of earthquakes. The results of the AHP and natural break classifications are visualized in the form of a spatial map into 3 categories, namely high, medium and low vulnerability levels. The results of the AHP classification and natural break in the 2016-2020 data have a good average GVF value of 0.77. This shows that in general, the results of the 2016-2020 data classification are correct. Mobile device-based applications provide convenience for the public in accessing information as an effort to improve landslide disaster preparedness.

Keywords: *Landslide, Vulnerability, Analytical hierarchy process, Natural break.*

Pemetaan Spasial Tingkat Kerawanan Tanah Longsor di Kabupaten Pacitan Menggunakan Analytical Hierarchy Process dan Natural Break

Abstrak

Kabupaten Pacitan memiliki potensi bencana tanah longsor yang cukup tinggi. Tanah longsor merupakan bencana hidrometeorologi yang menyebabkan korban jiwa, kerugian harta benda, dan kerusakan lingkungan. Kesiapsiagaan bencana sangat diperlukan bagi masyarakat luas dalam menghadapi situasi tanggap darurat tanah longsor. Aplikasi untuk mengetahui daerah tingkat kerawanan longsor sangat berguna untuk meminimalisir dampak dan kerugian terhadap masyarakat Pacitan. Penelitian ini bertujuan membuat aplikasi penilaian tingkat

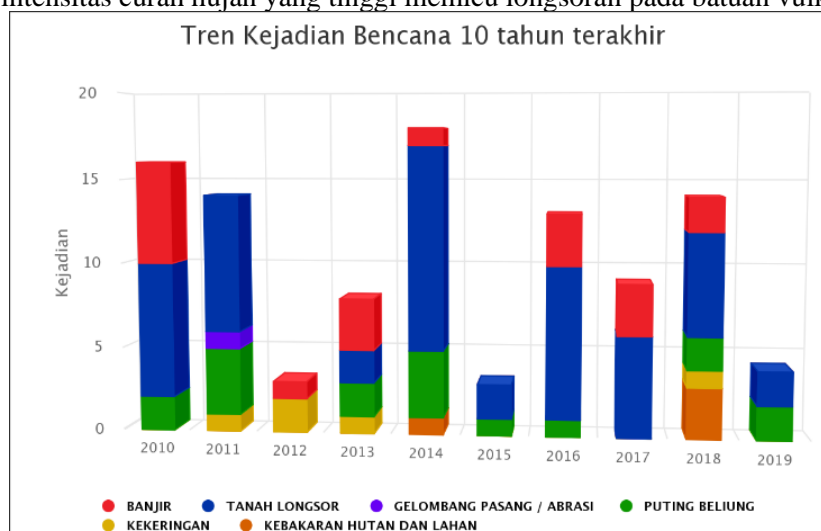
kerawanan tanah longsor menggunakan analytical hierarchy process dan natural break berdasarkan faktor-faktor penyebab longsor di kelurahan atau desa Kabupaten Pacitan. Faktor-faktor yang menyebabkan longsor di Kabupaten Pacitan terdiri dari cuaca, riwayat longsor, kemiringan lahan, dan riwayat gempa. Hasil klasifikasi AHP dan natural break divisualisasikan dalam bentuk peta spasial ke dalam 3 kategori yaitu tingkat kerawanan tinggi, sedang dan rendah. Hasil klasifikasi AHP dan natural break pada data tahun 2016-2020 memiliki nilai GVF rata-rata yang tergolong bagus yaitu 0.77. Hal ini menunjukkan secara umum, hasil klasifikasi data tahun 2016-2020 sudah tepat. Aplikasi berbasis perangkat bergerak memberikan kemudahan pada masyarakat dalam mengakses informasi sebagai upaya meningkatkan kesiapsiagaan bencana tanah longsor.

Kata kunci: Tanah longsor, Kerawanan, Analytical hierarchy process, Natural break.

1. Pendahuluan

Posisi geografi, Indonesia berada di antara tiga lempeng tektonik menyebabkan rawan terjadi bencana alam [1]. Bencana banjir, tanah longsor, dan puting beliung merupakan bencana hidrometeorologi yang paling sering terjadi di Indonesia selama tahun 2018, yaitu mencapai 96,8% dari seluruh kejadian bencana [2]. Fenomena alam tanah longsor menyebabkan gerakan massa tanah, batuan atau kombinasinya yang sering terjadi pada daerah dengan lereng-lereng alam atau buatan [3]. Selain korban jiwa, bencana yang mengakibatkan kerugian secara ekonomi [4], misalkan kerusakan rumah dan fasilitas umum, serta jalur distribusi.

Kabupaten Pacitan memiliki potensi yang cukup tinggi terhadap kejadian tanah longsor. Badan Nasional Penanggulangan Bencana melaporkan bahwa bencana tanah longsor selalu terjadi dalam sepuluh tahun terakhir di Kabupaten Pacitan seperti terlihat pada Gambar 1 [5]. Tahun 2014-2019, bencana tanah longsor di Pacitan merupakan bencana yang paling banyak terjadi dibandingkan bencana lainnya. Kabupaten Pacitan terdiri dari pegunungan dan perbukitan dengan tingkat kemiringan yang terjal dan bergelombang. Sebanyak 52% dari luas wilayah mempunyai tingkat kemiringan terjal 31-50% dan 24% dari luas wilayah mempunyai tingkat kemiringan bergelombang 11-30% [6]. Topografi pegunungan tersebut menyebabkan potensi daerah rawan longsor di Kabupaten Pacitan menjadi perhatian serius. Kabupaten Pacitan mempunyai intensitas curah hujan yang tinggi memicu longsor pada batuan vulkanik [7].



Gambar 1. Tren kejadian bencana di Kabupaten Pacitan 2010-2020
(Sumber: Data Informasi Bencana Indonesia BNPB)

Banyaknya korban jiwa, harta serta kerusakan lingkungan karena bencana longsor menggambarkan kurangnya kesiap-siagaan dan antisipasi masyarakat di sekitar daerah rawan bencana [4]. Kesiapsiagaan bencana sangat diperlukan bagi masyarakat luas dalam menghadapi

situasi tanggap darurat tanah longsor. Hal ini dapat mengurangi risiko kerugian harta benda dan korban jiwa, serta mengubah cara hidup masyarakat. Untuk memprioritaskan kawasan untuk upaya mitigasi bahaya, ada baiknya memiliki peta zonasi bahaya longsor [8]. Peta kerawanan disusun untuk menggambarkan peringkat kawasan berdasarkan ancaman longsor aktual atau potensi longsor di masa mendatang. Pemetaan ini memerlukan identifikasi kondisi mempunyai kontribusi relatifnya terhadap longsor di daerah tersebut. Area titik terjadinya longsor yang sudah ada, dapat menilai bahaya area tersebut dengan mengidentifikasi wilayah berdasarkan kondisi geologi dan geomorfologi yang serupa, kemungkinan akan terjadi longsor di masa depan [9]. Tingkat kerawanan longsor suatu wilayah digambarkan menjadi 3 kelompok, yaitu tinggi, sedang, dan rendah [10].

Analytical hierarchy process (AHP) yang diperkenalkan oleh Saaty (1980), adalah suatu teknik pengambilan keputusan multi kriteria. Metode ini banyak digunakan dalam pemilihan lokasi, analisis kesesuaian, dan pemetaan kerawanan tanah longsor [9][11]. Metode ini memungkinkan faktor subjektif serta objektif untuk dipertimbangkan dalam proses pengambilan keputusan [11]. Perbandingan berpasangan dan penilaian skor dipengaruhi oleh pengetahuan profesional. Sumber pengetahuan tentang faktor-faktor penyebab longsor dapat bersifat subjektif atau dapat dilihat dari pendekatan objektif [12]. Penggunaan metode AHP untuk menilai kerentanan longsor berdasarkan beberapa faktor juga di kembangkan untuk penilaian area longsor di Ponorogo [13], Bantul [14], dan Pangandaran [15]. AHP telah berhasil menghasilkan nilai ranking dari setiap area berdasarkan faktor-faktor penyebab longsor. Namun untuk memberikan informasi tingkat kerentanan, beberapa penelitian menggunakan klasifikasi pembobotan [9][12][14][15] yang mempunyai kelemahan dalam menentukan batas-batas yang tepat. Metode klasifikasi natural break merupakan pendekatan untuk membagi nilai ranking hasil perhitungan AHP berdasarkan nilai varian, hal ini juga digunakan untuk mengelompokkan tingkat kerentanan longsor dengan lebih baik [13].

Penelitian ini bertujuan membuat aplikasi penilaian tingkat kerawanan tanah longsor menggunakan analytical hierarchy process dan natural break berdasarkan faktor-faktor penyebab longsor di kelurahan atau desa Kabupaten Pacitan. AHP penting digunakan untuk mendapatkan nilai prioritas berdasarkan multi-kriteria penyebab longsor di Kabupaten Pacitan, terdiri dari cuaca, riwayat longsor, kemiringan lahan, dan riwayat gempa. Natural break membagi nilai prioritas AHP ke dalam kategori yaitu tingkat kerawanan tinggi, sedang dan rendah. Hasil klasifikasi AHP dan natural break divisualisasikan dalam bentuk peta spasial berbasis perangkat bergerak sehingga masyarakat mudah mengakses informasi ini sebagai upaya meningkatkan kesiap-siagaan bencana tanah longsor.

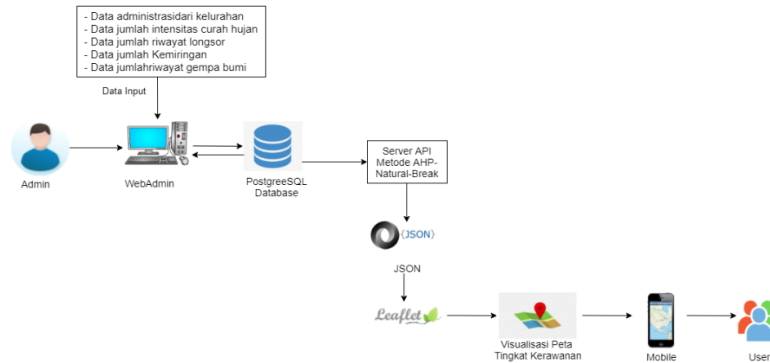
2. Metode Penelitian

Penelitian yang dilakukan terdiri dari identifikasi masalah, pengumpulan data, perancangan metode klasifikasi tingkat kerawanan longsor menggunakan AHP dan natural break, dan perhitungan kinerja hasil klasifikasi. Desain sistem penilaian tingkat kerawanan tanah longsor di Kabupaten Pacitan dapat dilihat pada Gambar 2. Sistem yang dibangun berbasis web dan perangkat bergerak. Administrator mengelola data-data terkait longsor melalui aplikasi web dan menyimpannya ke dalam pangkalan data. Pengguna dapat mengakses informasi tingkat kerawanan tanah longsor melalui aplikasi perangkat bergerak.

Web Administrator mengumpulkan dan memasukkan data-data yang terdiri dari data geometri yaitu kelurahan di Kabupaten Pacitan dan data atribut yang terdiri dari data curah hujan, riwayat longsor, kemiringan lahan dan riwayat gempa bumi. Data-data tersebut disimpan dan dikelola dalam sebuah pangkalan data PostgreSQL. Data-data pada pangkalan data diproses untuk menentukan tingkat kerawanan tanah longsor menggunakan metode analytical hierarchy process (AHP) dan natural break. Tingkat kerawanan hasil klasifikasi dengan AHP dan natural break disimpan dalam bentuk JSON dan leaflet untuk divisualisasikan ke perangkat bergerak.

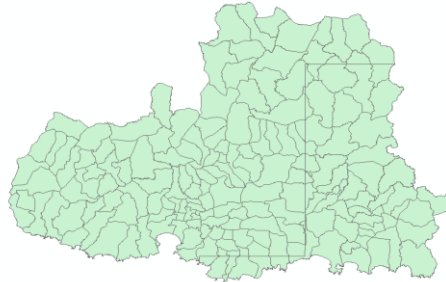
2.1. Pengumpulan Data

Pada penelitian ini dilakukan pengumpulan data yang terdiri dari data geometri dan data atribut. Wilayah yang diteliti terdiri dari 166 kelurahan yang ada di Kabupaten Pacitan. Peta geometri kelurahan yang ada di Kabupaten Pacitan dalam bentuk shape file dapat dilihat pada Gambar 3. Data kriteria yang mempengaruhi tingkat kerawanan longsor meliputi data intensitas curah hujan, riwayat longsor, indeks kemiringan lahan dan skala gempa pada periode tahun 2016 sampai 2020.



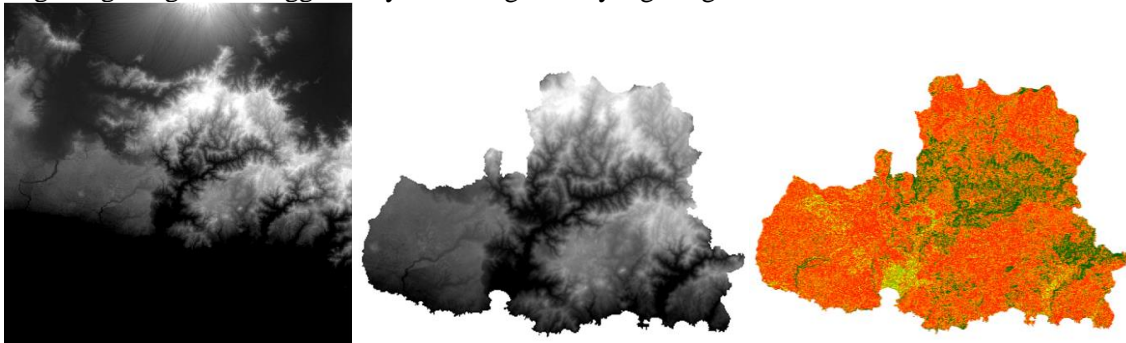
Gambar 2. Desain sistem

Data intensitas curah hujan berupa rata-rata setahun setiap kelurahan dari tahun 2016 sampai tahun 2019 yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). Data kejadian tanah longsor di Pacitan terdiri dari kejadian longsor di setiap kelurahan dari tahun 2011 sampai dengan 2020. Data kejadian tanah longsor berasal dari data yang dirilis oleh Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Pacitan.



Gambar 3. Peta geometri Shape File (SHP) kelurahan yang ada di Kabupaten Pacitan

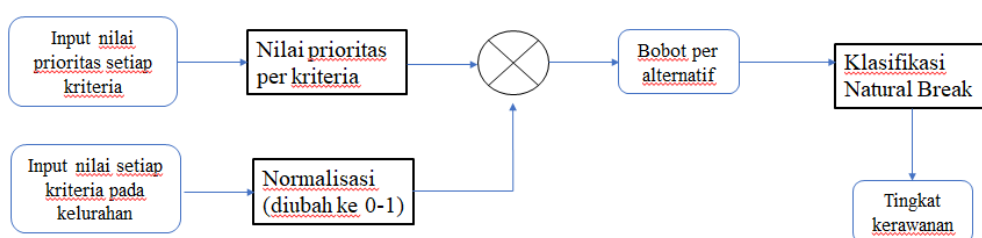
Data kemiringan lahan setiap kelurahan di Kabupaten Pacitan diperoleh dari peta dalam format Digital Elevation Model (DEM) dari situs resmi tanah air Indonesia. Data ini diproses menggunakan ArcGIS yang di potong sesuai area Pacitan untuk mendapatkan data kemiringan lahan. Gambar 4 menunjukkan peta DEM sebelum dan setelah proses klasifikasi warna yang menunjukkan indeks kemiringan lahan. Salah satu faktor terjadinya tanah longsor di Kabupaten Pacitan adalah potensi gempa. Gempa dapat disebabkan karena adanya episenter yang tergolong dangkal sehingga menyebabkan getaran yang sangat kuat.



(a) (b) (c)
Gambar 4. (a) Peta DEM; (b) Peta DEM setelah proses pemotongan; (c) Peta DEM hasil klasifikasi.

2.2. Klasifikasi Tingkat Kerawanan Longsor dengan Analytical Hierarchy Process – Natural Break

Proses klasifikasi AHP dan natural break dapat dilihat pada Gambar 5. Setiap kriteria diberikan nilai tingkat kepentingan untuk mendapatkan bobot prioritas untuk setiap kriteria. Nilai kriteria intensitas curah hujan, riwayat longsor, indeks kemiringan lahan dan skala gempa untuk setiap kelurahan dinormalisasi menjadi skala 0-1. Proses normalisasi berfungsi untuk menyamakan jangkauan nilai setiap kriteria yang mempunyai jangkauan yang berbeda-beda. Hasil penjumlahan dari perkalian nilai kriteria per kelurahan dengan bobot prioritas per kriteria menghasilkan bobot nilai kerawanan per kelurahan. Metode natural break digunakan untuk mengelompokkan nilai kerawanan hasil proses AHP menjadi 3 kelompok, yang terdiri dari tingkat kerawanan tinggi, sedang, dan rendah.

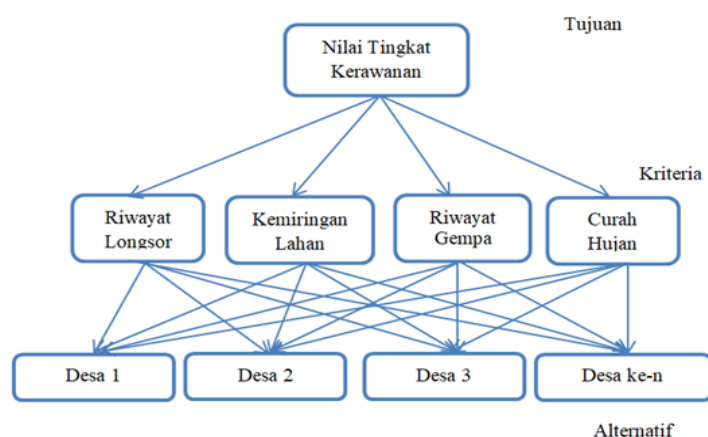


Gambar 5. Klasifikasi AHP dan natural-break

A. Analytical Hierarchy Process

AHP diperkenalkan oleh Saaty (1980) untuk pengambilan keputusan multi kriteria yang yang memungkinkan faktor subjektif serta objektif sebagai pertimbangan dalam proses pengambilan keputusan [9][11]. AHP memecah masalah pengambilan keputusan yang kompleks menjadi hierarki faktor dan alternatif [12]. Metode AHP memiliki kelebihan dalam pembobotan/rating faktor dan kelasnya serta beberapa kekurangannya. Penilaian relatif dari faktor-faktor tersebut sebagian besar bergantung pada pengetahuan seseorang atau profesional. Preferensi relatif yang diberikan kepada suatu faktor oleh seseorang atau profesional seringkali tidak dikenali oleh orang lain, yang merupakan kelemahan utama dari setiap sistem pengambilan keputusan subjektif. Meskipun demikian, perbandingan berpasangan memberikan aturan keputusan yang sederhana dan dapat diterima.

Dalam studi longsor, beberapa faktor memiliki tingkat ketergantungan tertentu dalam mempengaruhi longsor sedangkan AHP menganggap faktor-faktor dalam hierarki sebagai entitas independen. Pada penelitian, berdasarkan informasi pakar dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Pacitan, faktor-faktor yang mempengaruhi longsor terdiri dari curah hujan, riwayat longsor, kemiringan lahan, dan riwayat gempa yang dibentuk struktur hirarki seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Struktur hirarki untuk nilai prioritas

Langkah-langkah penyelesaian dengan metode AHP adalah sebagai berikut:

1. Menyusun kriteria ke dalam matriks perbandingan berpasangan.
Kriteria yang digunakan terdapat 4 kriteria yaitu riwayat longsor, kemiringan lahan, riwayat gempa, dan curah hujan. Pemberian prioritas/intensitas kepentingan menggunakan jangkauan angka 1 sampai 9 untuk menggambarkan tingkat kepentingan suatu elemen terhadap elemen yang lain. Nilai intensitas kepentingan pada dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Intensitas kepentingan pada AHP

Intensitas Kepentingan	Keterangan
9	Suatu elemen mutlak lebih penting dibandingkan elemen lainnya
7	Suatu elemen jauh lebih penting dibandingkan elemen lainnya
5	Suatu elemen lebih penting dibandingkan elemen lainnya
3	Suatu elemen sedikit lebih penting dibandingkan elemen lainnya
1	Suatu elemen sama pentingnya dari elemen lainnya
2,4,6,8	Dua elemen berada diantara nilai pertimbangan berdekatan

Berdasarkan informasi pakar dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Pacitan, kriteria curah hujan mempunyai prioritas tertinggi dibandingkan dengan lainnya, diikuti dengan riwayat longsor, kemiringan lahan dan riwayat gempa. Pada penelitian ini, dibangun matriks perbandingan berpasangan antara elemen kriteria menggunakan Tabel 2.

Tabel 2. Matriks perbandingan berpasangan antara kriteria

	Curah Hujan	Riwayat Longsor	Kemiringan Lahan	Riwayat Gempa	Jumlah
Curah Hujan	1	1,4000	2,3333	7	11,7333
Riwayat Longsor	0,7143	1	1,6667	5	8,3810
Kemiringan Lahan	0,4286	0,6000	1	3	5,0286
Riwayat Gempa	0,1429	0,2000	0,3333	1	1,6762

2. Menghitung nilai prioritas kriteria

Untuk mendapatkan nilai prioritas kriteria, terlebih dahulu melakukan normalisasi elemen pada matriks perbandingan berpasangan dengan cara menghitung hasil pembagian setiap elemen pada suatu sel dengan hasil penjumlahan matriks kolom. Setelah itu dihitung hasil penjumlahan nilai normalisasi dibagi dengan jumlah kriteria sebagai nilai prioritas kriteria seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai prioritas kriteria

	Curah Hujan	Riwayat Longsor	Kemiringan Lahan	Riwayat Gempa	Nilai prioritas
Curah Hujan	0,4375	0,4375	0,4375	0,4375	0,1094
Riwayat Longsor	0,3125	0,3125	0,3125	0,3125	0,0781

- | | | | | | |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Kemiringan Lahan | 0,1875 | 0,1875 | 0,1875 | 0,1875 | 0,0469 |
| Riwayat Gempa | 0,0625 | 0,0625 | 0,0625 | 0,0625 | 0,0156 |
- Menguji konsistensi setiap matriks berpasangan menggunakan indeks konsistensi (CI) dari nilai eigen λ dari matriks ordo n (dimana n menyatakan jumlah kriteria) dengan persamaan

$$CI = (\lambda_{maksimum} - n) / (n-1) \tag{1}$$
 Nilai eigen maksimal dihitung berdasarkan penjumlahan hasil perkalian antara jumlah kolom dengan vektor prioritas. Setelah itu dihitung rasio konsistensi (CR) berdasarkan nilai indeks random konsistensi RI. Hasil perhitungan dianggap benar apabila konsistensi < 0.1 .

$$CR = CI / RI \tag{2}$$
 Pada penelitian ini diperoleh nilai $CR = 0.095$ yang artinya hasil perhitungan nilai prioritas dapat dibenarkan
 - Menyusun matriks baris yang berisi alternatif (kelurahan)
 Matriks baris berisi nilai rasio kelurahan terhadap kolom kriteria dengan cara menghitung setiap elemen baris dibagi dengan nilai maksimum baris. Nilai rasio ini merupakan hasil normalisasi. Setelah itu dilakukan perhitungan nilai prioritas global dengan cara menjumlahkan hasil perkalian masing-masing elemen baris dengan nilai prioritas setiap kriteria. Contoh hasil nilai prioritas global pada beberapa kelurahan dapat dilihat pada Tabel 4. Nilai prioritas global merupakan nilai kerawanan tanah longsor.

Tabel 4. Nilai prioritas global

Kelurahan	Rasio Curah Hujan	Rasio Riwayat Longsor	Rasio Kemiringan Lahan	Rasio Riwayat Gempa	Nilai Prioritas Global
Watupatok	0.0000	0.0071	0.0001	0.0000	0.0072
Bangunsari	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001
Tumpuk	0.0000	0.0066	0.0001	0.0000	0.0067
Jeruk	0.0000	0.0049	0.0001	0.0000	0.0050
Tahunan	0.0088	0.0018	0.0003	0.0000	0.0109

B. Klasifikasi Jenks Natural-Break

Metode klasifikasi natural break menghasilkan klasifikasi dengan urutan nilai terbaik ke dalam beberapa kelas yang berbeda [16]. Metode klasifikasi ini terbukti memiliki adaptasi yang baik dan akurasi yang tinggi pada pembagian unit lingkungan geografis [13][16]. Klasifikasi natural break merupakan sebuah metode pengklasifikasian, pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui status tingkat kerawanan longsor pada suatu wilayah berdasarkan nilai prioritas global hasil perhitungan AHP. Metode klasifikasi ini membagi tingkat kerawanan tanah longsor menjadi tiga akelas, yaitu tingkat kerawanan tinggi, sedang, dan rendah. Perhitungan dilakukan dengan perulangan menggunakan jeda yang berbeda dalam dataset untuk menentukan set jeda mana yang memiliki varian terkecil di kelas. Prosesnya dimulai dengan membagi data yang diurutkan menjadi beberapa kelompok.

Tahapan untuk mendapatkan nilai terbaik menggunakan metode Jenks Natural Breaks adalah sebagai berikut :

- Menghitung mean dari data kelompok dan deviasi kuadrat antar kelas (SDCM) dengan persamaan

$$SCDM = \sum_{s=1}^m \sum_{i=1}^n (Xi - Zos)^2 \tag{3}$$

- Simpangan jarak antar kelas (SDAM) dihitung dengan persamaan

$$SDAM = \sum_{i=1}^n (xi - \bar{x})^2 \tag{4}$$

- Mengurangi SDCM dari SDAM (SDAM-SDCM). Sama halnya dengan jumlah dari penyimpangan kuadrat dari sarana kelas (SDCM).
- Setelah memeriksa masing-masing SDCM, keputusan dibuat untuk memindahkan satu unit dari kelas dengan SDCM terbesar menuju kelas dengan SDCM terendah. Untuk menguji

metode klasifikasi ini dapat melakukan perhitungan *Goodness of Variance Fit* (GVF) dengan persamaan

$$GVF = 1 - \frac{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (5)$$

Atau dapat didefinisikan juga GVF sebagai hasil dari (SDAM - SDCM) / SDAM. GVF berkisar dari 0 (paling buruk) hingga 1 (sangat sempurna).

3. Hasil dan Pembahasan

Pada sub bab ini dilakukan uji coba dan analisis hasil penilaian kerentanan tanah longsor di Pacitan pada rentang tahun 2016-2020 dengan AHP dan natural break. Evaluasi terdiri dari analisis hasil tingkat kerawanan longsor, analisis hasil pemetaan tingkat kerawanan longsor, dan analisis aplikasi berbasis perangkat bergerak.

3.1. Analisis Hasil Tingkat Kerawanan Longsor

Proses AHP menghasilkan nilai prioritas global pada 166 kelurahan di Kabupaten Pacitan berdasarkan 4 kriteria yang terdiri dari curah hujan, riwayat longsor, kemiringan lahan, dan riwayat gempa. Berdasarkan nilai prioritas global, ditentukan kelurahan yang mempunyai kerawanan longsor rendah, sedang, dan tinggi menggunakan metode klasifikasi natural break. Tabel 5 merupakan hasil klasifikasi pada 45 kelurahan yang menghasilkan klasifikasi sedang dan tinggi, sedangkan sisanya mempunyai tingkat kerawanan rendah. Kriteria dengan nilai kepentingan tertinggi adalah curah hujan, diikuti kriteria riwayat longsor, kemiringan lahan dan riwayat gempa. Nilai tingkat kepentingan tersebut mempengaruhi nilai prioritas global AHP yang dihasilkan. Hal ini menyebabkan terjadi perubahan tingkat kerawanan masing-masing desa setiap tahunnya. Pada Tabel 5 terlihat kelurahan Worawari mempunyai tingkat kerawanan tinggi selama 5 tahun terakhir dan perlu mendapat perhatian untuk kesiap-siagaan dan tanggap darurat bencana tanah longsor. Sedangkan kelurahan Bandar, Nawangan, dan Tegalombo tahun 2016, 2017, dan 2019 mempunyai tingkat kerawanan tinggi sehingga penuh kewaspadaan pada area tersebut.

Pengujian hasil klasifikasi natural break dapat dilakukan perhitungan *Goodness of Variance Fit* (GVF) dengan persamaan (5). GVF berkisar dari 0 (paling buruk) hingga 1 (sangat sempurna). Perhitungan GVF hasil klasifikasi natural break dari tahun 2016-2020 dapat dilihat pada Tabel 6. Berdasarkan hasil Tabel 6, hasil perhitungan rata-rata GVF adalah 0.77. Nilai GVF tertinggi mencapai 0.9 untuk data tahun 2018 dan terendah mencapai 0.68 pada tahun 2020. Hal ini menunjukkan secara umum, hasil klasifikasi data tahun 2016-2020 sudah tepat karena mencapai nilai GVF mendekati 1.

Tabel 5. Hasil klasifikasi AHP dan natural-break selama 5 tahun terakhir

Kelurahan	Tahun				
	2016	2017	2018	2019	2020
Temon	Sedang	Rendah	Sedang	Rendah	Rendah
Gayuhan	Sedang	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah
Sedayu	Sedang	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah
Tinatar	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Rendah
Pagutan	Sedang	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah
Ketro	Sedang	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah
Petungsinarang	Sedang	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah
Kasihani	Sedang	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah
Bodag	Sedang	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah
Sidomulyo	Sedang	Rendah	Sedang	Rendah	Rendah
Tahunan	Tinggi	Sedang	Sedang	Tinggi	Rendah
Bandar	Tinggi	Tinggi	Sedang	Tinggi	Rendah
Nawangan	Tinggi	Tinggi	Sedang	Tinggi	Rendah
Tegalombo	Tinggi	Tinggi	Sedang	Tinggi	Rendah
Sukorejo	Tinggi	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah

<https://doi.org/10.31849/digitalzone.v13i1.8619>

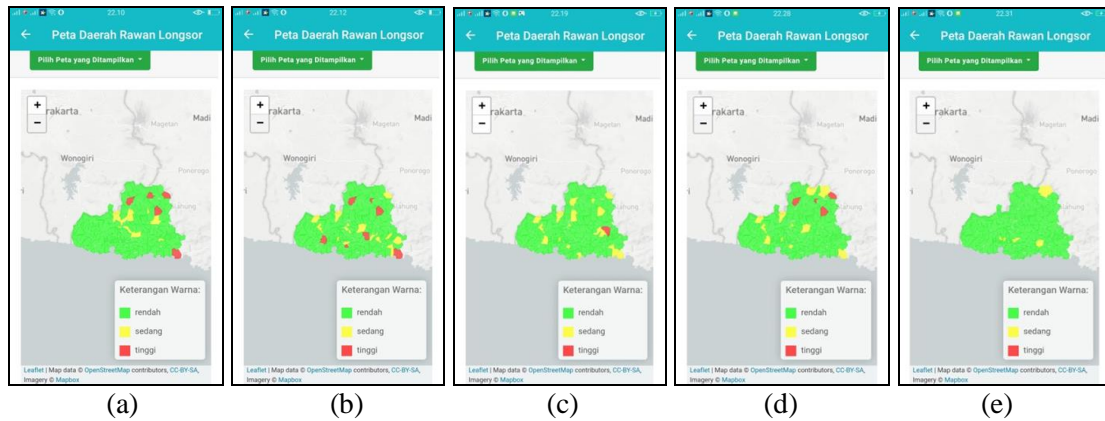
Worawari	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Tinggi
Arjosari	Rendah	Sedang	Sedang	Sedang	Rendah
Kalikuning	Rendah	Sedang	Rendah	Sedang	Rendah
Donorojo	Rendah	Sedang	Sedang	Sedang	Rendah
Punung	Rendah	Sedang	Sedang	Sedang	Rendah
Gunungsari	Rendah	Sedang	Sedang	Sedang	Rendah
Kayen	Rendah	Sedang	Rendah	Rendah	Rendah
Pacitan	Rendah	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang
Ketanggung	Rendah	Sedang	Rendah	Rendah	Rendah
Nogosari	Rendah	Sedang	Rendah	Rendah	Rendah
Tulakan	Rendah	Sedang	Sedang	Sedang	Rendah
Kluwih	Rendah	Sedang	Rendah	Rendah	Rendah
Pagerlor	Rendah	Sedang	Sedang	Rendah	Rendah
Jatigunung	Rendah	Tinggi	Rendah	Rendah	Rendah
Purwosari	Rendah	Tinggi	Sedang	Sedang	Rendah
Sukorejo	Rendah	Tinggi	Sedang	Sedang	Rendah
Cokrokembang	Rendah	Tinggi	Sedang	Sedang	Rendah
Tulakan	Rendah	Tinggi	Sedang	Rendah	Rendah
Pringkuku	Rendah	Tinggi	Sedang	Sedang	Rendah
Losari	Rendah	Rendah	Sedang	Rendah	Rendah
Ngumbul	Rendah	Rendah	Sedang	Rendah	Rendah
Wonosidi	Rendah	Rendah	Tinggi	Rendah	Rendah
Watupatok	Rendah	Rendah	Rendah	Sedang	Sedang
Tumpuk	Rendah	Rendah	Rendah	Sedang	Sedang
Jeruk	Rendah	Rendah	Rendah	Sedang	Rendah
Bangunsari	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah	Sedang
Kemuning	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah	Sedang
Wonogondo	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah	Sedang
Sumberejo	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah	Sedang
Padi	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah	Sedang

Tabel 6. Perhitungan GVF hasil klasifikasi natural-break

Tahun	SDAM	SDCM	GVF
2016	0.0003	0.00007	0.76
2017	0.0001	0.00003	0.70
2018	0.0002	0.00002	0.90
2019	0.0001	0.00002	0.80
2020	0.0141	0.00440	0.68
Rata-rata			0.77

3.2. Analisis Pemetaan Tingkat Kerawanan Longsor

Untuk memperlihatkan tingkat kerawanan longsor berdasarkan lokasi kelurahan, visualisasi peta spasial sangat diperlukan. Visualisasi peta spasial dibangkitkan berdasarkan hasil klasifikasi AHP dan natural break. Untuk membedakan tingkat kerawanan tanah longsor, digunakan warna yang berbeda yaitu warna hijau untuk tingkat kerawanan rendah, warna kuning untuk tingkat kerawanan sedang, dan warna merah untuk tingkat kerawanan tinggi. Hasil pemetaan spasial dari tahun 2016 sampai 2020 dapat dilihat pada Gambar 7.



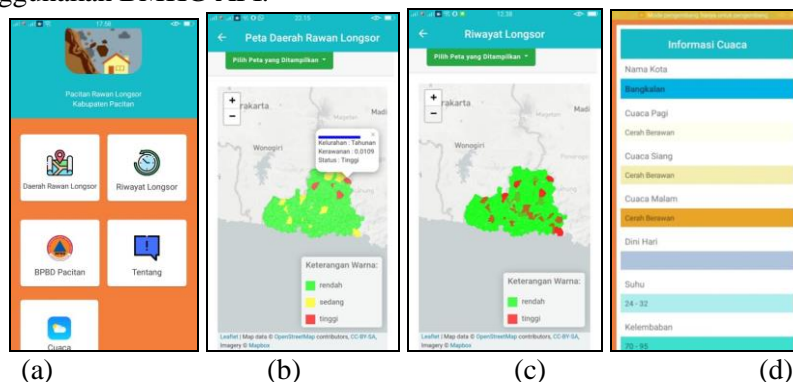
Gambar 7. Pemetaan spasial tingkat kerawanan tanah longsor berdasarkan hasil klasifikasi AHP dan natural-break dari tahun ke tahun (a) 2016; (b) 2017; (c) 2018; (d) 2019; (e) 2020

Gambar 7 merupakan hasil pemetaan spasial tingkat kerawanan tanah longsor yang ditampilkan berbasis perangkat bergerak. Hal ini akan memudahkan user untuk mengakses informasi tersebut setiap saat. Visualisasi peta spasial dari tahun ke tahun memudahkan analisa kelurahan yang perlu mendapatkan perhatian khusus, baik untuk pemangku kepentingan dan masyarakat umum. Pemetaan dalam skala yang lebih detail (dalam hal ini skala kelurahan) memberikan kemudahan untuk analisis yang lebih baik. Informasi ini memudahkan masyarakat, pemerintah dan pemangku kepentingan dalam merencanakan mitigasi bencana, investasi, strategi ekonomi dan kebutuhan ekonomi-sosial lainnya.

3.3. Analisis Aplikasi Berbasis Perangkat Bergerak

Aplikasi dibangun berbasis web dan perangkat bergerak. Aplikasi web digunakan Administrator untuk memasukkan data-data yang berhubungan dengan longsor di Pacitan, misalnya data cuaca, riwayat longsor, kemiringan lahan, riwayat gempa. Hasil pengolahan dengan metode AHP dan natural break ditampilkan dalam bentuk peta berbasis web dan perangkat bergerak. Pengguna selain petugas BPBD (masyarakat umum) hanya dapat mengakses aplikasi perangkat bergerak seperti pada Gambar 8.

Menu yang terdapat pada aplikasi perangkat bergerak terdiri dari informasi daerah rawan longsor, riwayat longsor, BPBD Pacitan, tangan dan cuaca seperti terlihat pada Gambar 8(a). Gambar 8(b) menampilkan peta daerah rawan longsor setiap tahun dari tahun 2011-2020. Pada halaman ini, apabila dipilih sebuah kelurahan, akan ditampilkan nilai kerawanan dan status kerawanan. Gambar 8(c) menampilkan data riwayat longsor yang terdiri dari 2 warna yaitu warna merah yang menyatakan kelurahan yang pernah terjadi longsor, sisanya warna hijau merupakan kelurahan yang belum pernah terjadi longsor. Informasi riwayat longsor merupakan informasi yang sangat berpengaruh terhadap tingkat kerawanan longsor. Gambar 8(d) merupakan informasi cuaca yang diambil real time berdasarkan lokasi yang di pilih yang diambil otomatis menggunakan BMKG API.



Gambar 8. Aplikasi perangkat bergerak (a) Menu utama; (b) Peta area rawan longsor; (c) Peta riwayat longsor; (d) Informasi Cuaca

<https://doi.org/10.31849/digitalzone.v13i1.8619>

4. Kesimpulan

Aplikasi yang dibuat dengan tujuan untuk memberikan informasi dalam bentuk perangkat bergerak yang terdiri dari beberapa fitur yaitu visualisasi peta rawan longsor, peta riwayat longsor, tentang aplikasi, informasi cuaca dan BPBD Pacitan. Dengan menggunakan metode AHP dan natural break untuk memperoleh peta rawan longsor pada setiap kelurahan atau desa setiap tahun dari tahun 2016 sampai 2020. Nilai kerawanan longsor dihitung berdasarkan beberapa kriteria yang sangat berpengaruh yaitu riwayat longsor, curah hujan, kemiringan lahan dan riwayat gempa. AHP menghasilkan nilai prioritas global untuk setiap kelurahan yang diklasifikasikan dengan natural break menjadi tiga kelas yaitu daerah dengan tingkat kerawanan longsor tinggi, sedang, dan rendah. Visualisasi tingkat kerawanan tersebut menampilkan peta spasial dari tahun ke tahun. Hasil klasifikasi AHP dan natural break pada data tahun 2016-2020 memiliki nilai GVF rata-rata yang tergolong bagus yaitu 0.77. Nilai GVF tertinggi mencapai 0.9 untuk data tahun 2018 dan terendah mencapai 0.68 pada tahun 2020. Hal ini menunjukkan secara umum, hasil klasifikasi data tahun 2016-2020 sudah tepat.

Meskipun metode AHP memberikan hasil yang lebih konsisten dibandingkan dengan metode lainnya, namun subyektifitas pakar sangat berpengaruh pada penilaian karena sangat dipengaruhi oleh situasi dan preferensi. Diperlukan metode yang dapat mengelompokkan multi-kriteria berdasarkan kesamaan perilaku. Penelitian yang dilakukan ini masih dalam skala kelurahan, sehingga belum secara detail menjelaskan titik-titik rawan longsor. Pemrosesan citra satelit dapat memberikan pendekatan yang berbeda dalam menghasilkan nilai kerentanan longsor yang lebih tepat.

Daftar Pustaka

- [1] M. A. Khafid, "Analisis Penentuan Zonasi Pemukiman Risiko Bencana Tanah Longsor Berbasis Sistem Informasi Geografis: Studi Kasus Kecamatan Gedangsari, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta", *Jurnal Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika*, vol. 6, no.1, pp. 49-57, 2019.
- [2] A. Rosyida, R. Nurmasari, "Analisis Perbandingan Dampak Kejadian Bencana Hidrometeorologi dan Geologi di Indonesia Dilihat Dari Jumlah Korban (Studi: Data Kejadian Bencana Indonesia 2018)", *Jurnal Dialog dan Penanggulangan Bencana*, vol. 10, no. 1, pp. 12-21, 2019.
- [3] H. K. Rahmat, H. Pratikno, F. A. IGustaman, D. Dirhamsyah, "Persepsi Risiko dan Kesiapsiagaan Rumah Tangga dalam Menghadapi Bencana Tanah Longsor di Kecamatan Sukaraja Kabupaten Bogor", *SOSIOHUMANIORA: Jurnal Ilmiah Ilmu Sosial dan Humaniora*, vol. 6, no. 2, pp. 25-31, 2020.
- [4] P. D. Susanti, A. Miardini, "Identifikasi Karakteristik dan Faktor Pengaruh pada Berbagai Tipe Longsor", *agriTECH*, vol. 39, no. 2, pp. 97-107, 2019.
- [5] Badan Nasional Penanggulangan Bencana, "Data Informasi Bencana Indonesia", tersedia di <https://dibi.bnpb.go.id/xdibi>, diakses pada tanggal 27 Januari 2022.
- [6] B. M. Faturahman, "Strategy of emergency response of flood and landslide disaster in pacitan regency", *Jurnal Ilmu Administrasi: Media Pengembangan Ilmu dan Praktek Administrasi*, vol. 15, no. 2, pp.133-147, 2018.
- [7] N. Dzakiya, R. A. Hidayah, L. Larikiansyah, "Analisis Potensi Longsor Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Dipole-dipole di Desa Kasihan Kecamatan Tegalombo Kabupaten Pacitan Jawa Timur", *Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika*, vol. 8, no. 2, pp. 17-22, 2018.
- [8] R. A. Hidayah, N. Dzakiya, "Analysis Geological and Geophysical Data for Prediction Landslide Hazard Zone with Weight of Evidence Method in Pacitan District East Java", *Journal of Applied Geospatial Information*, vol. 2, no. 1, pp. 117-123, 2018.

- [9] A. Yalcin, “GIS-Based Landslide Susceptibility Mapping Using Analytical Hierarchy Process and Bivariate Statistics In Ardesen (Turkey): Comparisons of results and confirmations”, *CATENA*, vol. 72, no. 1, pp. 1-12, 2008.
- [10] N. Ismayani, F. Ferawati, H. Febrianto, “Studi Karakteristik lahan pada kawasan rawan longsor di Kecamatan Koto Parik Gadang Diarah Kabupaten Solok Selatan”, *Jurnal Georafflesia: Artikel Ilmiah Pendidikan Geografi*, vol. 6, no. 1, pp. 58-67, 2021.
- [11] B. Feizizadeh, T. Blaschke, “GIS-multicriteria decision analysis for landslide susceptibility mapping: comparing three methods for the Urmia lake basin, Iran”, *Nat Hazards*, vol. 65, pp. 2105–2128, 2103.
- [12] R. Kumar, R. Anbalagan, “Landslide susceptibility mapping using analytical hierarchy process (AHP) in Tehri reservoir rim region, Uttarakhand”, *Journal of the Geological Society of India*, vol. 87, no. 3, pp. 271-286, 2016.
- [13] A. Basofi, A. Fariza, A. S. Ahsan, I. M. Kamal, “A comparison between natural and Head/tail breaks in LSI (Landslide Susceptibility Index) classification for landslide susceptibility mapping: A case study in Ponorogo, East Java, Indonesia”, *In 2015 International Conference on Science in Information Technology (ICSITech)* (pp. 337-342). 2015. IEEE.
- [14] R. P. Pratama, “Application of GIS for the mapping of landslide-vulnerable areas by through android-based Analytical Hierarchy Process (AHP) method in Bantul Regency”, *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 245, no. 1, pp. 012008, 2019.
- [15] I. M. Hanif, G. Ikhwanushova, “Geographic information system (GIS) analysis for landslide risk potential zonation using analytical hierarchy process (AHP) at Tunggilis area, Pangandaran, Indonesia”, *In AIP Conference Proceedings*, vol. 1987, no. 1, pp. 020069, 2018, July.
- [16] J. Chen, S. Yang, H. Li, B. Zhang, J. Lv, “Research on geographical environment unit division based on the method of natural breaks (Jenks)”, *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci.*, vol. 3, 47-50. 2013.