

**APLIKASI GIS DAN PENGINDERAAN JAUH DALAM IDENTIFIKASI DAERAH
RAWAN LONGSOR MENGGUNAKAN METODE ANALYTIC HIERARCHY
PROCESS (AHP) (STUDI KASUS: DESA GUNUNGHALU DAN SIRNAJAYA)**

***GIS AND REMOTE SENSING APPLICATION TO IDENTIFY LANDSLIDE PRONE
AREA USING ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP) METHOD (CASE STUDY:
GUNUNGHALU AND SIRNAJAYA CITY)***

Sielmy Firdhausyi Al Aziva^{1,*}, Daffa Ramdhani Sukma¹, R.M Aldaffa Maulana Luthfi¹

¹Fakultas Teknologi Eksplorasi dan Produksi, Universitas Pertamina

E-mail: sielmyfirdhausyialaziva@gmail.com

Abstract

Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) West Bandung regency has identified at least 14 cases of landslides in 2019. Landslides are phenomena of a large soil material movement above rock layers or slightly impermeable layers such as clay. The aim in this research is to optimize the usage of Remote Sensing and GIS system to analyze parameters that trigger landslides such as lithology, slope, and vegetation density using ArcGIS software. In addition, weighting is carried out using the Analytic Hierarchy Process (AHP) method which is used to obtain a disaster-prone map with weights according to the priority level of the parameters. The calculated AHP weights show that the weight of NDVI parameter is 11.1%, the rock type is 22.2% and the slope is 66.7%. Based on the result of AHP weighting, a landslide disaster-prone map is obtained which shows that only 1 km² of the research area is categorized as an area with a very dangerous level of landslide vulnerability, about 45 km² is included in the hazard level, 29 km² is categorized as a moderate level of vulnerability, 10 km² is a safe level of vulnerability and 1 km² is included in a very safe area. The method to validate this research is comparing the landslide-prone area result with the map made by the BPBD of West Bandung Regency.

Keywords: GIS, Remote Sensing, Landslide, Analytic Hierarchy Process.

Abstrak

Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Bandung Barat KBB mengidentifikasi sedikitnya 14 kasus longsor pada tahun 2019. Tanah longsor merupakan salah satu fenomena berpindahnya material tanah dalam jumlah besar diatas lapisan batuan atau lapisan yang sedikit kedap air seperti tanah liat. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengoptimalkan sistem penginderaan jauh dan GIS dengan cara menganalisis parameter yang menyebabkan tanah longsor seperti jenis batuan, kemiringan lereng serta kerapatan vegetasi menggunakan perangkat lunak ArcGIS. Selain itu, dilakukan pembobotan menggunakan metode Analytic Hierarchy Process (AHP) yang digunakan untuk menghasilkan peta rawan bencana sesuai dengan tingkat prioritas dari parameter yang digunakan. Pembobotan AHP yang telah dikalkulasikan didapatkan bahwa bobot parameter NDVI sebesar 11.1 %, jenis batuan sebesar 22.2 % dan kemiringan lereng sebesar 66,7%. Berdasarkan hasil pembobotan AHP, didapatkan peta rawan bencana tanah longsor yang memperlihatkan bahwa 1 km² dari area penelitian dikategorikan sebagai daerah dengan tingkat kerawanan longsor sangat bahaya, 45 km² termasuk kedalam tingkat bahaya, 29 km² dikategorikan sebagai tingkat kerawanan sedang, 10 km² merupakan tingkat kerawanan aman dan 1 km² termasuk kedalam daerah sangat aman. Metode untuk memvalidasi pada penelitian ini yaitu dengan membandingkan hasil peta area rawan longsor dengan peta yang telah dibuat oleh BPBD Kabupaten Bandung Barat.

Kata kunci: GIS, Penginderaan Jauh, Tanah Longsor, Analytic Hierarchy Process.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang di kelilingi oleh tiga lempeng dunia yaitu lempeng Pasifik, lempeng Eurasia, dan lempeng Australia. Proses tektonik antar ketiga lempeng tersebut menyebabkan terbentuknya struktur geologi seperti patahan, lipatan, punggungan, dan menyebabkan terjadinya bencana alam salah satunya yaitu tanah longsor. Tanah longsor merupakan suatu fenomena pergerakan tanah dengan jumlah volume yang besar diatas lapisan batuan atau tanah agak kedap air seperti tanah liat. (Sitana, 1989) Kawasan Provinsi Jawa Barat tepatnya Kabupaten Bandung Barat (KBB) merupakan salah satu wilayah yang sering terjadi bencana tanah longsor. Sebagian dari Kawasan Kabupaten Bandung Barat merupakan kawasan dengan ketinggian elevasi sebesar 500 sampai dengan 1000

MDPL (Meter Diatas Permukaan Air Laut) dengan bentang alam yang tersingkap yaitu lembah dan perbukitan (RPJMD KBB, 2018). Kondisi tanah di KBB sangat kompleks dengan jenis luasan terbesar yaitu Kompleks Podsolik Merah Kekuningan, Podsolik Kuning dan Regosol seluas 37,202 Ha dengan terbagi menjadi beberapa wilayah seperti *Littoral*, *Littoral Reef*, *Neritic*, *Plutonism Sub-Volcanic*, *Terrestrial Alluvium*, *Terrestrial Fluvial*, *Terrestrial Lacustrine*, *Transition*, dan *Volcanism Subaerial* (RPJMD KBB, 2018). Terdapat 11 kecamatan yang memiliki potensi bencana tanah longsor seperti Kecamatan Gununghalu, Kecamatan Rongga, Kecamatan Sindangkerta, Kecamatan Cililin, Kecamatan Cipatat, Kecamatan Cikalongwetan, Kecamatan Cisarua, Kecamatan Parompong, Kecamatan Lembang, dan Kecamatan Ngamprah. (RPJMD KBB, 2018) Menurut BPBD tahun 2019, sedikitnya terdapat 14 kasus longsor yang terjadi di kawasan KBB termasuk Kecamatan Gununghalu.

Kecamatan Gununghalu berada pada

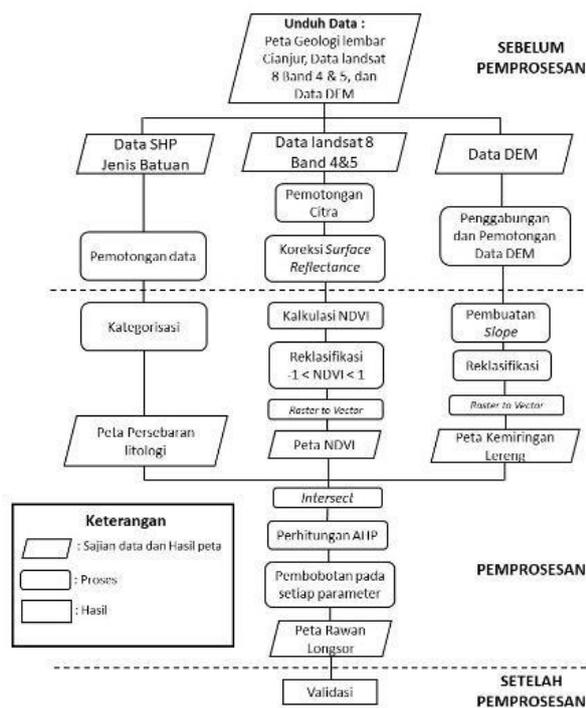
koordinat 7°2'42"S 107°16'41"E yang merupakan salah satu bagian dari Kabupaten Bandung yang tepatnya berada pada bagian selatan atau perbatasan dengan Kabupaten Cianjur. Luas area Kecamatan Gununghalu secara keseluruhan adalah 160.64 km², dengan terbagi menjadi 9 Desa yaitu Desa Cilangari, Desa Sindangjaya, Desa Bunijaya, Desa Sirnajaya, Desa Gununghalu, Desa Celak, Desa Wargaaluyu, Desa Sukasari, dan Desa Tamanjaya (Tavipian, 2018). Menurut Vernes (1978, dalam M.J. Hansen, 1984 dalam Sudarsono & Pangalar, 1986) menyebutkan bahwa pergerakan tanah yang berkembang di Kecamatan Gununghalu yaitu *debris slide* dan *slump*. Menurut data yang ada, daerah penelitian (Desa Gununghalu dan Sinarjaya) merupakan salah satu desa dengan tingkat kepadatan penduduk yang padat sehingga ketika terjadi bencana tanah longsor akan sangat berdampak besar pada masyarakat. (Tavipian, 2018) Selain itu, berdasarkan aspek demografis, pertumbuhan jumlah penduduk di kawasan KBB cenderung berkelompok dan fluktuatif yang mengartikan persebaran kegiatan aktivitas penduduk akan cenderung dalam satu wilayah (RPJMD KBB, 2018). Mengingat aspek demografis, perlu adanya perhatian lebih dari pemerintah setempat untuk merencanakan tata lahan dengan memperhatikan tingkat kerawanan bencana tanah longsor di wilayah penelitian dari pemetaan yang dilakukan.

Pemetaan daerah rawan longsor dapat dilakukan dengan cara menganalisis parameter yang memicu terjadinya tanah longsor dengan mengaplikasikan GIS dan penginderaan jauh. Dalam penelitian ini, beberapa parameter yang dianalisis untuk memetakan daerah rawan longsor yaitu parameter jenis batuan, parameter kemiringan lereng yang dihasilkan dari data DEM (*Digital Elevation Model*) melalui pengaplikasian GIS dan penginderaan jauh pada perangkat lunak ArcGIS dan parameter

kerapatan vegetasi yang didapat dari data citra Landsat 8 *band* 4 dan *band* 5. Dari ketiga parameter tersebut, kemudian di lakukan tumpang tindih dan pembobotan yang didapatkan menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) untuk mendapatkan sajian berupa peta tingkat kerawanan bencana tanah longsor, sehingga dapat digunakan untuk mengetahui lokasi yang aman dalam pengelolaan tata guna lahan pada daerah penelitian.

METODELOGI PENELITIAN

Alur metode pada penelitian ini dapat terlihat pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Data SHP yang diunduh dari situs geoportall digunakan untuk menampilkan data persebaran jenis batuan yang berperan sebagai salah satu parameter untuk menganalisis bencana tanah longsor. Citra Landsat 8 yang digunakan yaitu band 4 dan 5 guna menganalisis kerapatan

vegetasi pada daerah penelitian. Citra yang digunakan diakses pada laman USGS. Data DEM diakses dari laman Badan Informasi Geospasial. Data DEM digunakan untuk mendapatkan informasi kemiringan lereng pada daerah penelitian.

Data SHP jenis batuan yang telah diunduh dipotong menggunakan poligon daerah penelitian untuk menampilkan informasi yang dikhususkan pada daerah penelitian. Tahap sebelum pemrosesan yang dilakukan pada data citra Landsat band 4 dan 5 yaitu pemotongan citra guna menampilkan data sesuai dengan daerah penelitian. Setelah itu, citra dikoreksi *surfacer reflectance* yang berfungsi untuk menghilangkan efek atmosferik. Sedangkan tahap sebelum pemrosesan pada data DEM dilakukan dengan menggabungkan dan memotong data DEM sesuai dengan daerah penelitian.

Data SHP yang telah terpotong kemudian dilakukan kategori untuk mendapatkan jenis batuan di daerah penelitian. Nilai NDVI didapat dari kalkulasi raster data Landsat 8 band 4 dan band 5 yang telah terpotong dan terkoreksi. diklasifikasikan kedalam 5 kelas dan diubah menjadi data vektor. Kalkulasi raster yang dilakukan mengikuti persamaan dibawah ini.

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{red}}{\rho_{NIR} + \rho_{red}}$$

ρ_{NIR} = Nilai reflektansi kanal infrared dekat

ρ_{red} = Nilai reflektansi kanal merah

Data dem yang telah terpotong diproses melalui tahapan pengolahan data raster untuk memperlihatkan nilai kemiringan lereng. Setelah itu, dilakukan pengklasifikasian menurut Undang- Undang Nomor 26 tahun 2007 yang membagi

klasifikasi menjadi 5 kelas kemiringan lereng. Kemudian data raster diubah menjadi data vector agar bisa dilakukan tumpang tindih antara data yang lainnya.

Analytic Hierarchy Process (AHP) merupakan suatu metode pengambilan keputusan yang dilakukan berdasarkan konsep berpikir sederhana yang mengelaskan sesuatu berdasarkan prioritasnya. (Saaty, 1991) Dalam pemetaan daerah tanah longsor, metode ini sering digunakan dalam beberapa penelitian salah satunya yaitu dalam penelitian yang dilakukan oleh Prasetyo, nd. Dalam praktiknya, metode ini mengkategorikan parameter penyebab bencana tanah longsor dilihat dari parameter mana yang lebih berpengaruh terhadap terjadinya bencana tanah longsor di desa Gununghalu dan Sinarjaya. Setelah itu, perlu dilakukan perbandingan berpasangan dari tiap parameter. Dalam perbandingan tersebut dilakukan logika berfikir untuk menentukan skala prioritas antar parameter. Saaty, 1991 membagi skala prioritas seperti yang dapat terlihat pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Skala Perbandingan AHP

Intensity of Importance	Definition
1	Equal Importance
2	Weak
3	Moderate importance
4	Moderate plus
5	Strong importance
6	Strong plus
7	Very strong or demonstrated importance
8	Very, very strong
9	Extreme importance

(Saaty, 1991)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data SHP jenis batuan yang telah dilakukan kategori, didapatkan peta persebaran batuan yang terlihat pada Gambar 2. Berdasarkan peta persebaran litologi yang ditunjukkan Gambar 2 memperlihatkan bahwa terdapat 5 litologi yang menyusun daerah penelitian. Persebaran litologi pada daerah penelitian didominasi oleh batu gamping yang mencakup sekitar 55% daerah penelitian. Batuan konglomerat *polymict* menyusun sekitar 30% area penelitian. Litologi lain yang menyusun daerah penelitian antara lain batuan beku *intrusive* yang mencakup 6% area penelitian, batuan piroklastik yang menyusun 8% area penelitian dan batuan sedimen klastik tipe endapan *flysch* yang mencakup sekitar 1 persen area penelitian.

Berdasarkan hasil kalkulasi raster yang mendapatkan nilai NDVI pada daerah penelitian dilakukan klasifikasi yang mengacu pada Wahyunto dkk, 2003 seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Klasifikasi Nilai NDVI

Nilai NDVI	Kategori
$-1 < NDVI < -0.03$	Lahan tidak bervegetasi
$-0.03 < NDVI < 0.15$	Kehijauan sangat rendah
$0.15 < NDVI < 0.25$	Kehijauan rendah
$0.25 < NDVI < 0.35$	Kehijauan sedang
$0.35 < NDVI < 1$	Kehijauan tinggi

Wahyunto dkk, 2003

Berdasarkan pengkelasan nilai NDVI diatas, didapat peta NDVI seperti yang terlihat pada Gambar 3. Peta NDVI tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar daerah penelitian dikategorikan kedalam tingkat kehijauan tinggi (sekitar 35% area penelitian) sampai tingkat

kehijauan sangat tinggi (40% area penelitian). Sedangkan pada beberapa tempat dikategorikan kedalam tingkat kehijauan sedang (5% area penelitian), kehijauan rendah (mencakup 8% area penelitian) dan lahan tidak bervegetasi (12% area penelitian).

Nilai kemiringan yang telah didapat dari tahap pemrosesan data diklasifikasikan menurut Undang- Undang Nomor 26 tahun 2007 yang terlihat pada Tabel 3. Berdasarkan klasifikasi tersebut didapatkan peta kemiringan lereng yang terlihat pada Gambar 4. Berdasarkan hasil peta kemiringan lereng yang ditunjukkan Gambar 4 menunjukkan bahwa daerah penelitian sangat didominasi oleh tingkat kemiringan curam yang mencakup 43% daerah penelitian dan tingkat kemiringan sangat curam yang meliputi 47% area penelitian. Sedangkan pada beberapa tempat dikategorikan kedalam tingkat kemiringan agak curam (8% area penelitian), landai (1% area penelitian) dan datar (1% area penelitian).

Ketiga peta yang telah dihasilkan dilakukan tumpang tindih dan dikelaskan berdasarkan bobot AHP yang telah dilakukan. Perhitungan AHP yang dilakukan didasarkan pada pengambilan keputusan parameter yang lebih berpengaruh dan tidak berpengaruh dalam terjadinya bencana tanah longsor. Pada daerah penelitian, parameter yang paling berpengaruh sebagai penyebab terjadinya bencana tanah longsor yaitu kemiringan lereng, selanjutnya yaitu parameter jenis batuan dan parameter yang dianggap paling tidak berpengaruh yaitu parameter NDVI. Berdasarkan pengambilan keputusan tersebut didapat bobot AHP tiap

parameter dan nilai CR seperti yang tertera pada Tabel 4.

Tabel 3. Klasifikasi Kemiringan Lereng

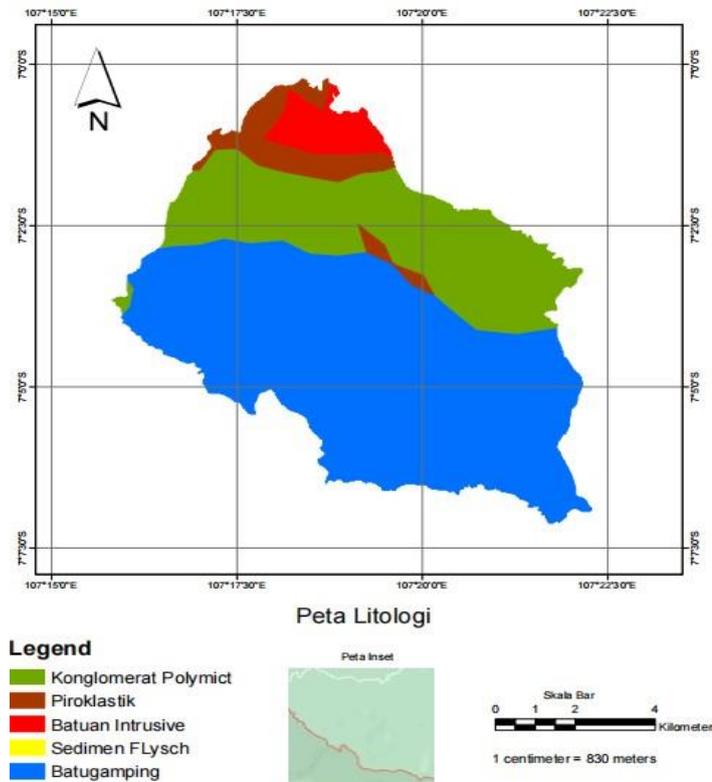
Nilai Kemiringan Lereng	Kategori
0-8%	Datar
8-15%	Landai
15-25%	Agak curam
25-45%	Curam
>45%	Sangat curam

Syafri, 2015

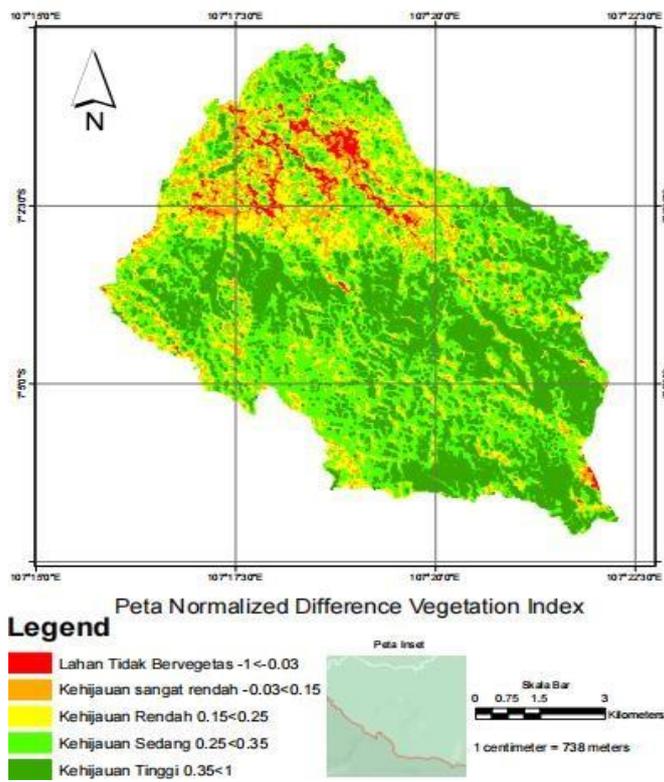
Tabel 4. Hasil pembobotan *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

Parameter	Kategori	Bobot Kelas	Bobot AHP	CR
Litologi	Batuan beku <i>Intrusive intermediate</i>	1	22,2%	0%
	Batugampin	2		
	Batuan Konglomerat <i>polymict</i>	3		
	Sediment <i>Flysch</i>	4		
	Batuan <i>pyroclastic</i>	5		
Kemiringan lereng	Datar	1	66,7%	
	Landai	2		
	Sedang	3		
	Curam	4		
	Sangat curam	5		
NDVI	Tidak ada vegetasi	1	11,1%	
	Vegetasi rendah	2		
	kerapatan vegetasi sedang	3		
	kerapatan vegetasi tinggi	4		
	kerapatan vegetasi sangat tinggi	5		

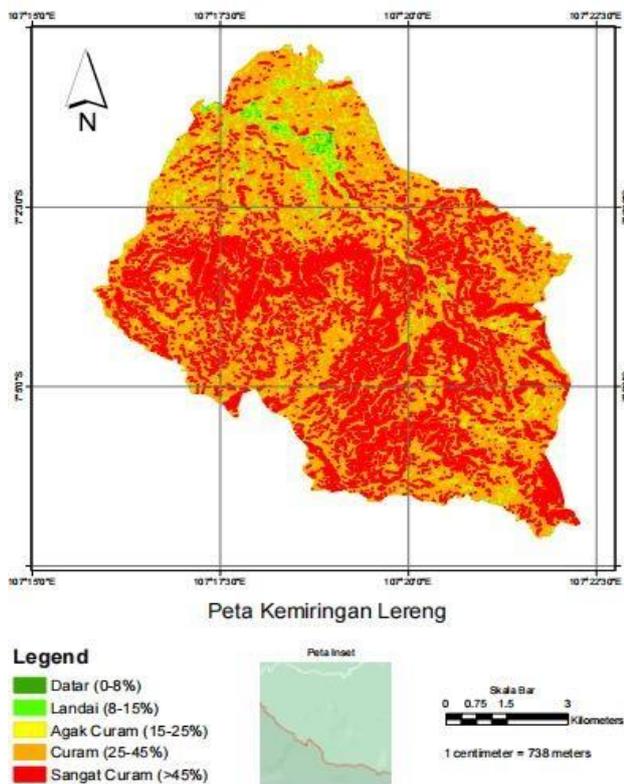
Berdasarkan Tabel 4 tersebut



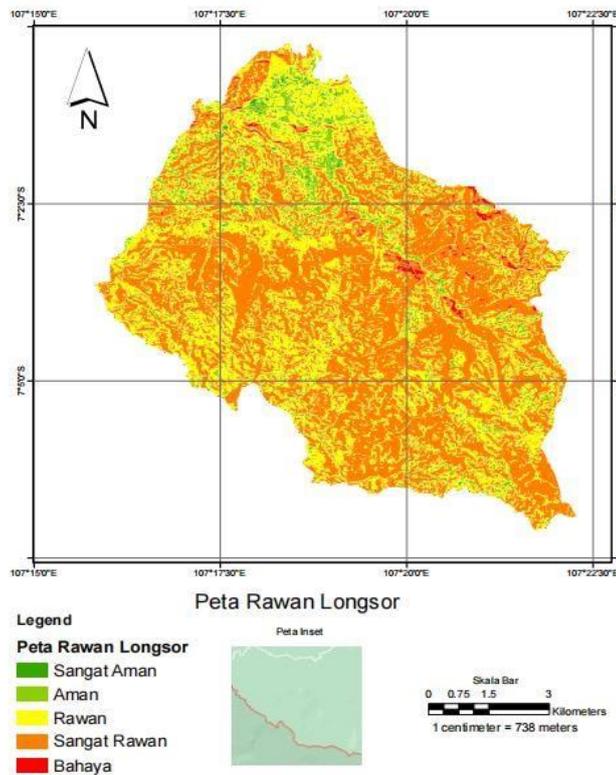
Gambar 2 Peta Persebaran Litologi pada Daerah Penelitian



Gambar 3 Peta NDVI pada Daerah Penelitian



Gambar 4 Peta Kemiringan Lereng pada Daerah Penelitian



Gambar 5 Peta Rawan Longsor Desa pada Daerah Penelitian

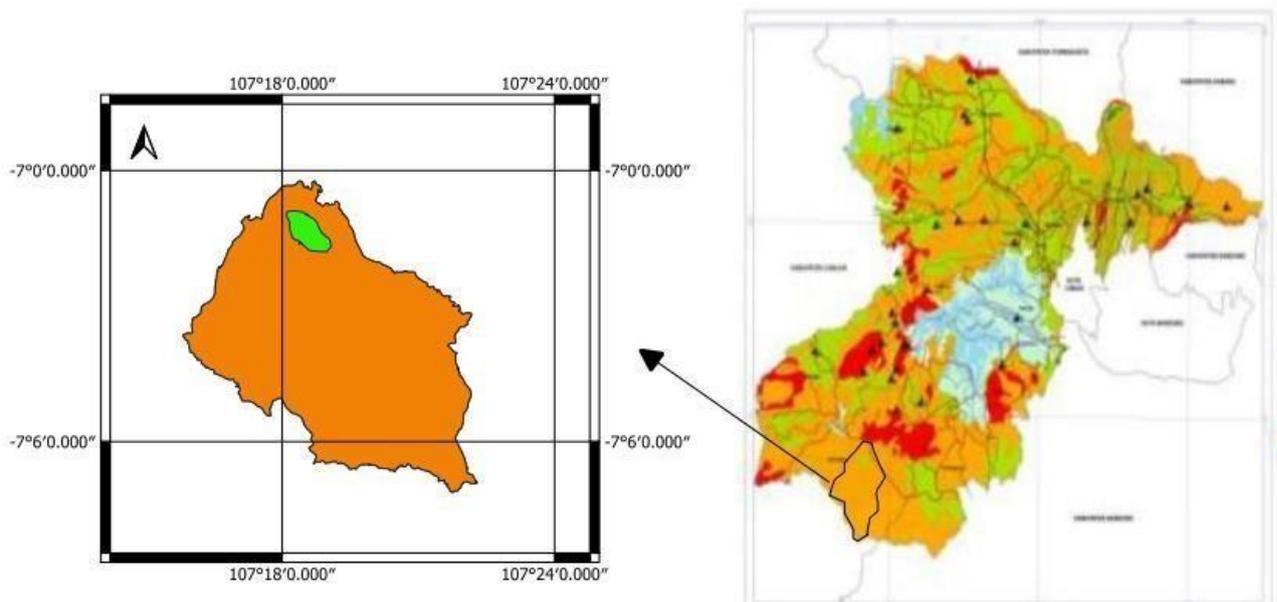
menunjukkan tiap parameter dilakukan pembobotan perkelas. Bobot kelas 1 menandakan bahwa kategori parameter pada kelas tersebut kurang berpengaruh terhadap terjadinya bencana tanah longsor. Sedangkan semakin tinggi bobot kelasnya yaitu kelas 5, maka kategori parameter pada kelas tersebut sangat berpengaruh terhadap terjadinya bencana tanah longsor.

Kalkulasi AHP yang telah dilakukan mendapatkan hasil bobot tiap parameter yaitu sebesar 22,2% untuk parameter jenis batuan, parameter kemiringan lereng sebesar 66,7% dan bobot AHP parameter NDVI sebesar 11,1%. Bobot tersebut dapat terbilang bagus dan dapat digunakan dikarenakan nilai Consistency Ratio (CR) sebesar 0%.

Berdasarkan pembobotan AHP diperoleh peta rawan longsor desa Gununghalu dan Sinarjaya seperti pada Gambar 5. Peta rawan longsor tersebut menunjukkan sekitar 1 km² dari area penelitian dikategorikan sebagai daerah dengan tingkat kerawanan longsor sangat bahaya, 45 km² termasuk kedalam tingkat bahaya 29 km² dikategorikan sebagai tingkat kerawanan sedang, 10 km² merupakan tingkat kerawanan aman dan 1 km termasuk kedalam daerah sangat aman. Hasil menunjukkan bahwa pada daerah penelitian sebagian besar dikategorikan sebagai daerah yang termasuk kedalam kategori bahaya yang didapatkan dari analisis tiap parameter penyebab tanah longsor.

Berdasarkan hasil yang ada menunjukkan bahwa daerah penelitian didominasi oleh tingkat kemiringan lereng sangat terjal, tersusun atas batuan gamping dan batuan konglomerat *polymict* serta tingkat

kerapatan vegetasi yang sangat tinggi di lokasi yang sama. Pada parameter kemiringan lereng, semakin terjal kemiringan lereng suatu wilayah maka kemungkinan terjadinya tanah longsor akan semakin tinggi. Hal tersebut dikarenakan semakin terjal kemiringan lerengnya maka mempermudah masa tanah untuk berpindah karena adanya faktor grafitasi. Sedangkan untuk parameter jenis batuan hal yang mempengaruhi terjadinya tanah longsor yaitu kekompakan dari material jenis batuan tersebut. semakin lepas/tidak kompak material jenis batuanya maka hal tersebut akan menyebabkan probabilitas terjadinya tanah longsor semakin tinggi. Pada daerah penelitian, batuan beku *intrusive* dan batu gamping memiliki bobot rendah karena batuan ini cenderung memiliki material yang kompak dan tidak mudah lepas. Sedangkan batuan konglomerat *polymict*, batuan sedimen klastik dan piroklastik memiliki bobot sedang-tinggi dikarenakan ketiga jenis batuan tersebut cenderung tersusun atas material lepas sehingga dapat menjadi pemicu terjadinya tanah longsor. Sedangkan pada parameter NDVI, semakin tinggi nilai NDVI maka kerapatan vegetasi area tersebut semakin rapat dan hal tersebut akan menjadi beban diatas material penyusun jenis batuan sehingga ketika material batuan tersebut tidak dapat menahan beban yang ada maka akan terjadi tanah longsor. Pada umumnya, dalam memetakan daerah rawan tanah longsor, bobot tertinggi dari parameter yang telah ditumpang tindih akan menjadi wilayah yang dikategorikan sebagai kerawanan yang bahaya. Sebaliknya, nilai tumpang tindih antara parameter dengan bobot rendah akan dikategorikan sebagai



Gambar 6. Peta Validasi

lokasi dengan tingkat kerawanan rendah. Akan tetapi perlu dipertimbangkan tingkat prioritas dari masing-masing parameter dikarenakan hal tersebut akan mempengaruhi hasil pemetaan daerah rawan longsor. Pada daerah penelitian, parameter kemiringan lereng dan NDVI didominasi oleh bobot yang tinggi sedangkan parameter jenis batuan didominasi oleh bobot yang rendah-sedang. Dengan kondisi tersebut, pemetaan daerah rawan longsor memperhatikan tingkat prioritas tiap parameter yaitu parameter kemiringan lereng merupakan prioritas pertama, kemudian parameter jenis batuan dan yang terakhir parameter NDVI. Berdasarkan tingkat prioritas dan dominansi dari tiap parameter dapat disimpulkan bahwa desa Gununghalu dan Sinarjaya didominasi oleh tingkat kerawanan tinggi. Hal tersebut disimpulkan berdasarkan parameter prioritas pertama (kemiringan lereng) dan parameter prioritas terakhir (NDVI) didominasi bobot tinggi serta parameter prioritas kedua (jenis

batuan) didominasi bobot rendah-sedang.

Validasi dilakukan dengan cara membandingkan peta hasil penelitian dengan peta yang dibuat oleh BPBD Kabupaten Bandung Barat. Berdasarkan peta validasi yang dapat dilihat pada Gambar 6 terlihat bahwa sebagian besar daerah penelitian dikategorikan sebagai merupakan daerah rawan bencana tanah longsor yang ditunjukkan dengan warna jingga dan di beberapa tempat merupakan daerah yang aman dari bencana tanah longsor (warna hijau).

KESIMPULAN

1. Penyusun litologi pada daerah penelitian didominasi oleh batuan gamping dan batuan konglomerat polymict.
2. Daerah penelitian didominasi oleh area yang dikategorikan kedalam kemiringan lereng sangat tinggi dan tingkat kerapatan vegetasi sangat tinggi.
3. Hasil kalkulasi AHP memperoleh bobot parameter kemiringan lereng sebesar 66,7%, parameter jenis batuan sebesar 22,2%, parameter NDVI sebesar 11,1% dan nilai Consistency Ratio (CR) sebesar

0%.

4. Berdasarkan peta rawan longsor yang didapat, 1 km² dari area penelitian dikategorikan sebagai daerah dengan tingkat kerawanan longsor sangat bahaya, 45 km² termasuk kedalam tingkat bahaya, 29 km² dikategorikan sebagai tingkat kerawanan sedang, 10 km² merupakan tingkat kerawanan aman dan 1 km² termasuk kedalam daerah sangat aman.

SARAN

Untuk penelitian selanjutnya dengan metode yang sama disarankan menambahkan data parameter penyebab bencana tanah longsor seperti curah hujan dan divalidasi dengan penelitian lapangan guna menghasilkan analisis yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Andini, S. W., Prasetyo, Y., dan Sukmono A. 2018. Analisis Sebaran Vegetasi Dengan Citra Satelit Sentinel Menggunakan Metode NDVI dan Segmentasi (Studi Kasus: Kabupaten Demak). Semarang: Jurnal Geodesi Undip.
- Bapelitbangda. 2018. Rancangan Awal RPJMD Kabupaten Bandung Barat 2018-2023 1.
- Tavipian, Y. E. 2018. Kecamatan Gunung Halu Dalam Angka. Kabupaten Bandung Barat: Badan Pusat Statistik Kabupaten Bandung Barat/Statistic of Bandung Barat Regency.
- Jars. 1993. Japan Association on Remote Sensing. available at http://www.jars1974.net/pdf/rsnote_e.html.
- Nasir, H. 2021. 11 Kecamatan di Bandung Barat Rawan Longsor. Kabupaten Bandung: Bandung Barat Pos.
- Nursidik, E. R., Sunarwan, B., dan Solihin. 2018. Geologi Dan Pemetaan Kerentanan Gerakan Tanah Daerah Cikadu Dan Sekitarnya, Kecamatan Gunung Halu, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat. Bogor: Jurnal Online Mahasiswa Universitas Pakuan.
- Pradana, W. 2021. BPBD: Bandung Barat Berstatus Siaga Darurat Bencana. Kabupaten Bandung: detiknews.
- Prasetyo, D. J., dan Dibiyosaputro, S. n.d. kajian Kerawanan longsor lahan menggunakan metode analytical.
- Saaty, T. L., dan Vargas, L. G. 2000. Models, Methods, Concepts and Applications of The Analytic Hierarchy Process .International Series In Operations Research & Management Science.
- Sitanala. 1989. Konservasi Tanah dan Air. IPB Press. Bogor.
- Syafri SH. 2015. Identifikasi Kemiringan Lereng Di Kawasan Permukiman Kota Manado Berbasis SIG. Spasial. 1(1).
- Wahyunto, S. Ritung, dan Widagdo. 2003. Laporan Akhir Teknologi Penginderaan Jauh untuk Efisiensi Inventarisasi dan Monitoring Sumberdaya Lahan. Balai Penelitian Tanah. Puslitbang Tanah dan Agroklimat. Badan Litbang Pertanian.