

PEMANFAATAN PENGINDERAAN JAUH DALAM MITIGASI BENCANA LONGSOR DAERAH KABUPATEN SUKABUMI JAWA BARAT INDONESIA

Alfian¹, Haidir Jibrani², Irmawati^{3*}, Muhammad Fawzy Ismullah Massinai⁴, Hasanuddin⁵

^{1,2,3,4,5}Departemen Geofisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin
Makassar, irmaasis@gmail.com

ABSTRAK

Sukabumi merupakan salah satu kabupaten yang banyak terjadi fenomena tanah longsor setidaknya dua kali selama 2022 ini. Tanah longsor merupakan fenomena alam yang sangat merugikan banyak elemen, diantaranya manusia, hewan dan tumbuhan. Penginderaan jauh dapat memberikan informasi awal mitigasi bencana longsor dalam hal monitoring pemetaan longsor. Penelitian ini memetakan area rawan longsor di Kabupaten Sukabumi. Data yang digunakan berupa data DEMNAS, data citra landsat 8 serta data geologi regional. Metode yang digunakan adalah metode transformasi *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) dan *Normalized Difference Water Index* (NDWI) yang diakhiri oleh *reclassify* dan *overlay* pada perangkat lunak sistem informasi geografis. Hasil dari penelitian berupa peta analisis rawan longsor yang menunjukkan area utara, timur laut dan barat laut memiliki potensi tinggi yang berhubungan dengan lokasi Gunung Pangrango dan area tengah Kabupaten Sukabumi. Hasil penelitian ini dapat digunakan oleh para pemangku kebijakan untuk meminimalkan kerugian dari peristiwa bencana longsor ini.

Kata kunci : litologi, kebasahan tanah, kemiringan lereng, *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), *Normalized Difference Water Index* (NDWI)

@2021 Penerbit : Fakultas Teknik Universitas Pasifik Morotai

1 PENDAHULUAN

Pulau Jawa merupakan pulau terpadat di Indonesia. Pulau Jawa memiliki banyak daerah salah satunya Sukabumi yang berada pada bagian selatan tengah Jawa Barat. Kabupaten Sukabumi terletak di kaki Gunung Pangrango dengan luas wilayah 4.128 km². Kabupaten Sukabumi sering mengalami bencana tanah longsor. Setidaknya pada tahun 2022 terjadi 2 kali yakni pada Rabu 20 Juli 2022 di Desa Giri Jaya, Kecamatan Cidahu [1] dan pada Senin 24 Oktober 2022 di di Kampung Ciletik, Desa Pasirdatar Indah, Kecamatan Caringin [2]. Tanah longsor adalah salah satu kejadian alam yang faktornya yaitu curah hujan yang tinggi sehingga menyebabkan gerakan massa batuan atau tanah di permukaan sehingga mengakibatkan pergeseran lereng.

Menurut Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) nomor 4 tahun 2008 dinyatakan bahwa masyarakat sebagai pelaku awal penanggulangan bencana sekaligus korban bencana harus mampu dalam batasan tertentu menangani bencana, sehingga diharapkan bencana tidak berkembang ke skala yang lebih besar. Masyarakat perlu pemahaman tentang upaya menghadapi risiko bencana longsor yang dapat mengancam

keselamatan. Meningkatnya potensi bencana tanah longsor karena peningkatan jumlah penduduk dan aktivitas dari masyarakat dalam mengelola lingkungan. Hal ini berarti kesadaran masyarakat terhadap upaya pengurangan resiko bencana tanah longsor sangat penting[3].

Menurut Undang-Undang Nomor 24 tahun 2007 bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/ atau faktor non-alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta bendawan dampak psikologis. Selanjutnya dalam Peraturan Pemerintah (PP) No. 21 tahun 2008, pengurangan resiko bencana adalah serangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana[3].

Penelitian mengenai potensi rawan longsor sebagai Langkah mitigasi berdasarkan metode penginderaan jauh telah dilakukan sebelumnya. Fiorucci *et al*, 2019 menggunakan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) untuk memetakan curah hujan yang memungkinkan terjadinya longsor[4]. Sajadi *et al*, 2021 juga menggunakan NDVI untuk memetakan potensi longsor di Qinghai-Tibetan Plateau[5]. Ada pun metode lainnya yakni *Normalized Difference Water Index* (NDWI) untuk pemetaan potensi longsor digunakan oleh Yaa'cob *et al*, 2020 di Ulu Kelang, Malaysia[6], dan oleh Ullah *et al*, 2012 di area Pegunungan Himalaya[7]. Kedua metode tersebut pada umumnya menggunakan transformasi indeks yang merupakan suatu algoritma yang diterapkan terhadap citra satelit, untuk menonjolkan aspek kerapatan ataupun aspek lain yang berkaitan dengan kerapatan[8] yang dapat diterapkan untuk pemetaan potensi longsor.

Tujuan penelitian ini adalah untuk memetakan lokasi yang rawan kejadian tanah longsor di Kabupaten Sukabumi. Pemetaan tersebut merupakan langkah awal dalam mitigasi bencana longsor sehingga diharapkan hasil penelitian ini dapat meminimalisir korban jiwa dan kerugian bangunan akibat bencana tanah longsor di Kabupaten Sukabumi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini juga dapat direduklifikasi maupun dimodifikasi untuk daerah lainnya yang disinyalir akan atau sering mengalami bencana tanah longsor.

2 TINJAUAN PUSTAKA

Dasar Teori

Definisi tanah longsor telah mengalami perkembangan dari tahun ke tahun. Tanah longsor atau gerakan tanah (*slope movement/ mass movement/ landslide*) didefinisikan sebagai gerakan menuruni lereng oleh massa tanah dan atau batuan penyusun lereng akibat terganggunya kestabilan tanah atau batuan penyusun lereng tersebut. Material penyusun lereng tersebut bergerak ke arah bawah atau keluar lereng di bawah pengaruh gravitasi bumi. Longsor terjadi sebagai akibat meluncurnya suatu volume di atas suatu lapisan agak kedap air yang jenuh air (bidang luncur). Dalam hal ini lapisan terdiri dari tanah liat atau mengandung kadar tanah liat tinggi dan juga dapat berupa lapisan batuan seperti napal liat (*clay shale*) setelah jenuh air akan bertindak sebagai suatu bidang gelincir (bidang luncur) yang jelas. Proses terjadinya tanah longsor yaitu dimulai dengan peresapan air ke dalam

tanah yang mengakibatkan penambahan bobot tanah. Jika air yang meresap ke dalam tanah tersebut sampai ke tanah yang kedap air (bidang gelincir), maka akan menjadikan kondisi tanah menjadi licin. Oleh karena itu, tanah pelapukan yang ada di atasnya akan menjadi rentan terjadi longsor[9].

Pada umumnya, tanah longsor disebabkan oleh tiga hal. Diantaranya yaitu faktor internal, kondisi luar dari suatu medan dan faktor pemicu lainnya[10]. Adapun struktur geologi, permeabilitas tanah dan kedalaman pelapukan batuan termasuk dalam faktor internal. Sementara itu, kemiringan, penggunaan lahan dan banyaknya dinding terjal ini masuk dalam kategori penyebab tanah longsor yang dari kondisi luar suatu medan[11]. Faktor pemicu lainnya yaitu adanya curah hujan tinggi dan terjadinya gempa bumi. Berdasarkan hal-hal tersebut, pada dasarnya tanah longsor itu disebabkan oleh dua faktor utama yaitu faktor alam dan manusia[12].

3 METODOLOGI

Metode Anbalagan, 1992[13] merupakan metode yang sering digunakan untuk pemetaan kerawanan longsor lahan seperti di Northwestern Ethiopia[14] dan di Qilian Mountains of the Qinghai-Tibet Plateau[15]. Metode ini berdasarkan klasifikasi dari 5 faktor longsoran. Kelima faktor longsoran tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 – 5 berikut ini.

Tabel 1. Klasifikasi litologi (Anbalagan, 1992)

Faktor	Deskripsi	
	Kategori	Nilai
Litologi	Kuarsit dan batugamping	1
	Granit dan Gabro	1
	Gneiss	1
	Batuan sedimen dominan batupasir tersemen dengan baik	2
	Batuan sedimen dominan batupasir tidak tersemen dengan baik	3
	Sabak dan filit	3
	Sekis	3
	Serpit berselingan dengan batulampung	4
	Serpit, filit dan sekis yang sudah lapuk	5

Tabel 2. Klasifikasi kemiringan lereng (Anbalagan, 1992)

Faktor	Deskripsi	
	Kategori	Nilai
Kemiringan	< 15°	1
Lereng	16° - 25°	2
	26° - 35°	3
	35° - 45°	4
	> 45°	5

Tabel 3. Klasifikasi kebasahan tanah (Anbalagan, 1992)

Faktor	Deskripsi	
	Kategori	Nilai
Kebasahan Tanah	Kering (< 0,1)	1
	Lembab (0,1 – 0,27)	2

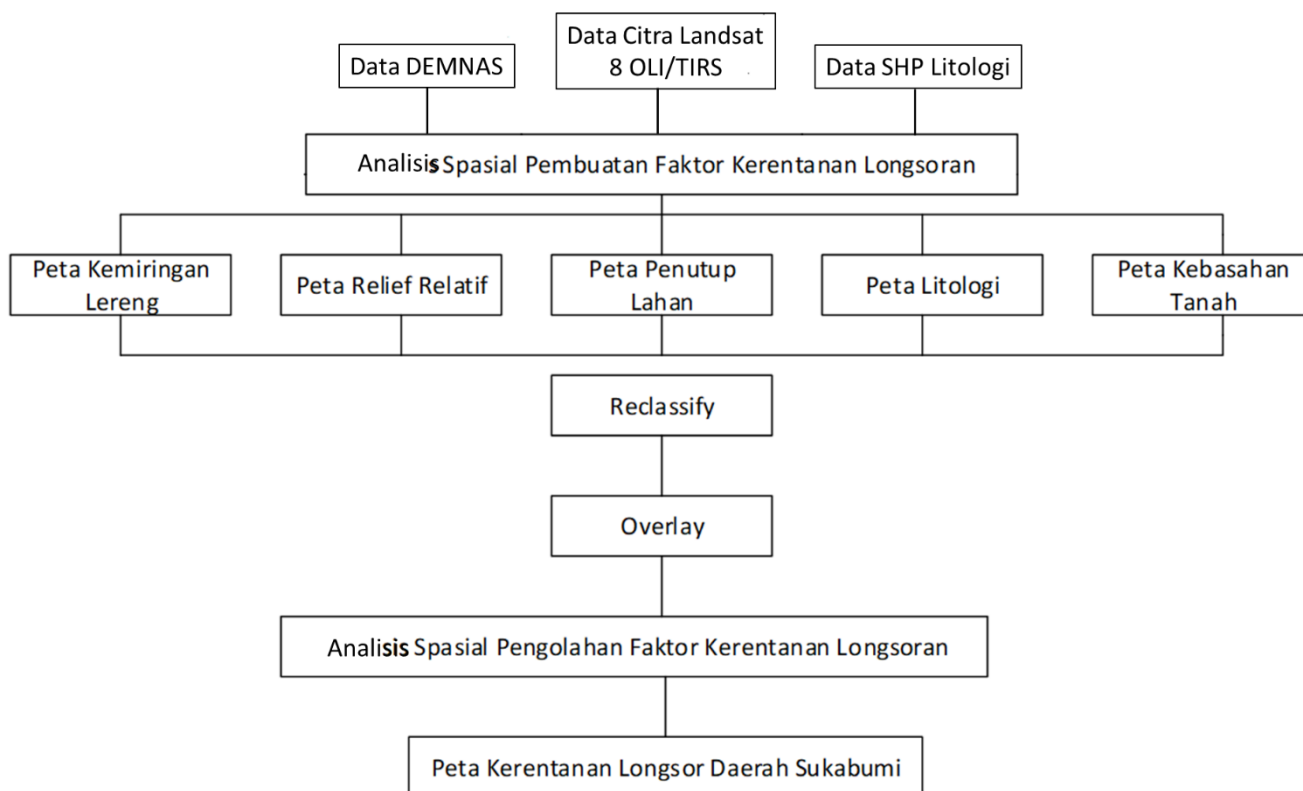
Basah (0,27 – 0,37)	3
Merembes (0,37 – 0,47)	4
Mengalir (> 0,47)	5

Tabel 4. Klasifikasi tutupan lahan (Anbalagan, 1992)

Faktor	Deskripsi	
	Kategori	Nilai
Tutupan Lahan	Vegetasi lebat (> 0,67)	1
	Vegetasi agak lebat (0,53 – 0,67)	2
	Vegetasi sedang (0,38 – 0,53)	3
	Vegetasi rendah (0,1 – 0,38)	4
	Tidak ada vegetasi (< 0,1)	5

Tabel 5. Klasifikasi relief relatif (Anbalagan, 1992)

Faktor	Deskripsi	
	Kategori	Nilai
Relief	0 – 100 m	1
Relatif	101 – 300 m	3
	> 300 m	5



Gambar 1. Diagram alir penelitian.

Secara umum terdapat 2 tahap penelitian yaitu tahap persiapan data dan tahap pengolahan data yang dapat dilihat pada Gambar 1.

Tahap persiapan meliputi persiapan alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah perangkat lunak sistem informasi geografis. Sedangkan bahan yang digunakan dalam

penelitian yaitu data *shapefile* (SHP) peta geologi Indonesia, data SHP Kabupaten Sukabumi, data DEMNAS, dan data citra landsat 8.

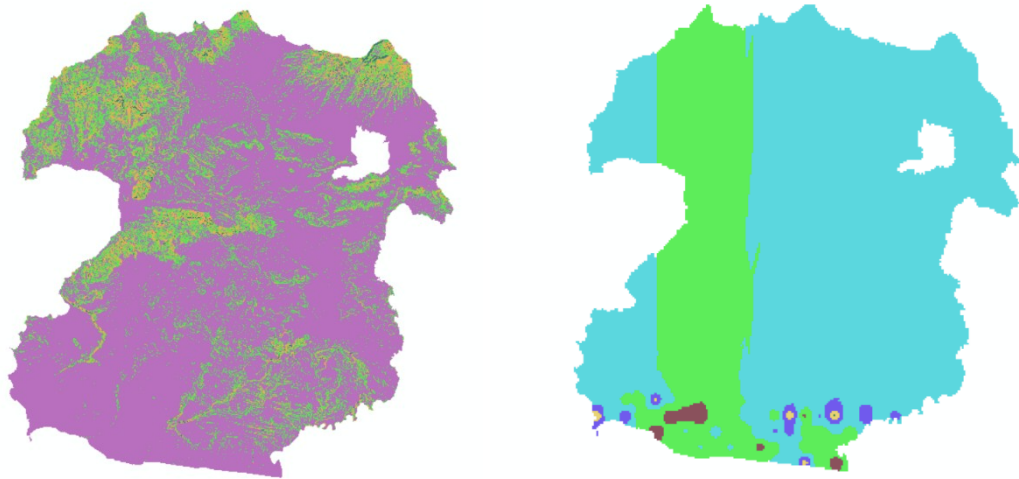
Tahap pengolahan data meliputi ekstraksi data yang dimasukkan menjadi parameter longsor yaitu kemiringan lereng, relief relatif, kebasahan tanah, tutupan lahan, dan litologi yang diambil dari klasifikasi metode Anbalagan, 1992. Untuk data kemiringan lereng, relief relatif, tutupan lahan, dan kebasahan tanah diolah menggunakan analisis penginderaan jauh yakni metode transformasi *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) dan *Normalized Difference Water Index* (NDWI) dengan memanfaatkan data DEMNAS dan data citra landsat 8 sedangkan litologi diolah menggunakan data sekunder. Kelima parameter longsor tersebut masuk pada tahap akhir yaitu *reclassify* dan *overlay* pada perangkat lunak sistem informasi geografis. *Reclassify* adalah proses mengklasifikasi kembali berdasarkan parameter yang paling memungkinkan terjadinya longsor. Sedangkan *overlay* yang juga disebut tumpang tindih yakni proses integrasi antara beberapa data spasial untuk menghasilkan data spasial baru yakni peta analisis rawan longsor di Kabupaten Sukabumi.

NDVI merupakan perhitungan citra yang digunakan untuk mengetahui tingkat kehijauan vegetasi. Citra yang digunakan berasal dari *near infrared* atau pancaran gelombang infra merah dekat dan gelombang merah. Rentang indeks yang diberikan berada pada rentang -1 hingga 1. Semakin mendekati 1 menunjukkan area tersebut memiliki vegetasi yang rapat atau lebat. Sebaliknya semakin mendekati -1 menunjukkan tingginya konsentrasi air/ kurangnya vegetasi atau area tertutup awan[4][5][8]. NDWI digunakan untuk tingkat kebasahan suatu area yang dipantau oleh citra satelit. Metode ini menggunakan citra near infrared dan shortwave infrared[8][7][6]. Potensi kemunculan awal sangat memungkinkan sebab secara lokasi, wilayah Indonesia berada pada equatorial yang mendapatkan penyinaran matahari sehingga menciptakan kondisi uap air sebagai bibit awan yang banyak[16].

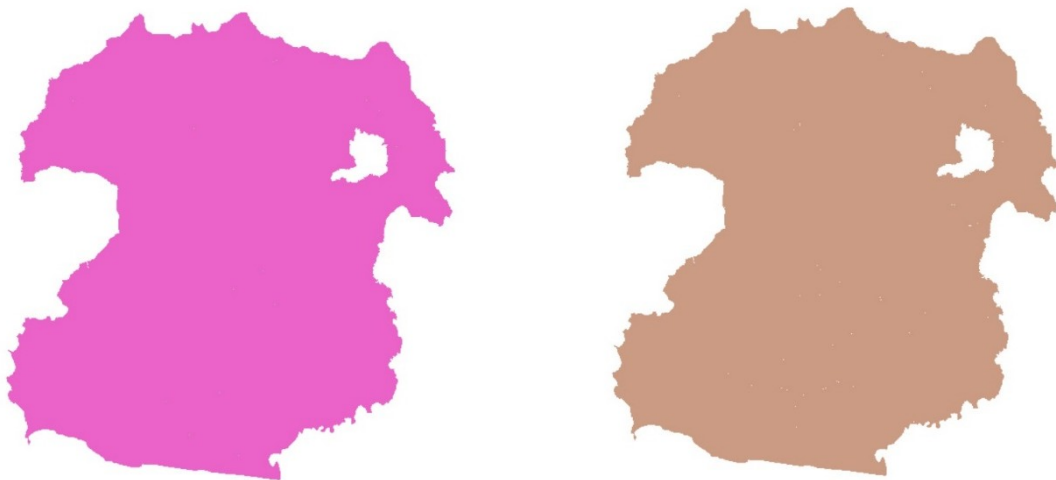
4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Kemiringan lereng di Kabupaten Sukabumi (Gambar 2) didominasi kemiringan di bawah 25° yang tersebar di bagian tengah dan selatan Kabupaten Sukabumi yang ditandai warna ungu. Sedangkan lereng terjal didominasi pada daerah Gunung Pangrango yang berada di area utara Kabupaten Sukabumi. Relief relatif (Gambar 2) dihasilkan dari data kemiringan permukaan dan ketinggian permukaan sehingga didapatkan beda tinggi dengan 5 kelas dimulai dengan 0 hingga 500 meter dengan interval kelas 100 meter. Kabupaten Sukabumi didominasi oleh relief relatif 200 – 300 meter.

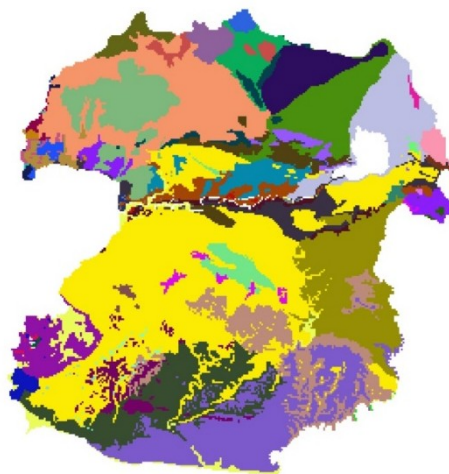
Tutupan lahan (Gambar 3) dihasilkan dengan cara memanfaatkan data citra landsat 8 yang kemudian digunakan metode transformasi NDVI karena klasifikasi penutupan lahan dengan metode ini mampu membedakan tingkat kerapatan vegetasi. Penutupan lahan yang mendominasi Kabupaten Sukabumi adalah vegetasi lebat. Kebasahan tanah (Gambar 3) dihasilkan dengan cara memanfaatkan data landsat 8 yang kemudian digunakan metode transformasi NDWI. Terlihat kebasahan tanah yang tinggi berkorelasi dengan vegetasi lebat.



Gambar 2. Peta kemiringan lereng (kiri) dan peta relief relatif (kanan).



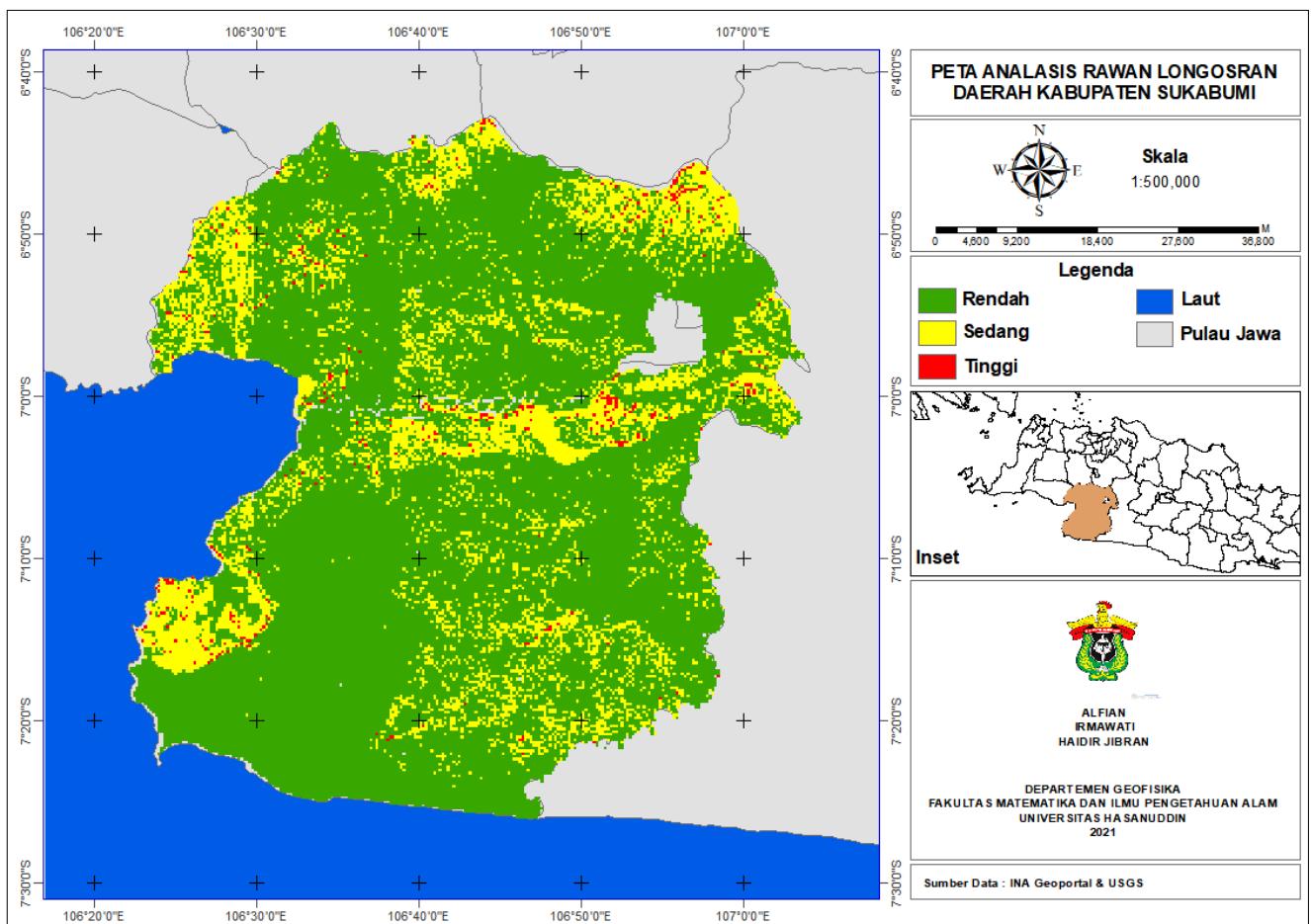
Gambar 3. Peta tutupan lahan (kiri) dan peta kebasahan tanah (kanan).



Gambar 4. Peta litologi.

Litologi dihasilkan dengan cara memanfaatkan data sekunder dari peta geologi Indonesia. Kabupaten Sukabumi di dominasi oleh litologi *alluvial* dan *coastal deposit* yang merupakan produk dari aktivitas laut di pesisir/pantai. Peta litologi dapat dilihat pada Gambar 4.

Parameter yang telah didapatkan kemudian dilakukan *overlay* untuk mendapatkan peta tingkat kerawanan longsor seperti pada Gambar 5. Kabupaten Sukabumi memiliki 3 klasifikasi kerawanan longsor yaitu tingkat kerawanan rendah, sedang, dan tinggi. Hasil klasifikasi kerawanan longsor Kabupaten Sukabumi didominasi oleh kerawanan tinggi di bagian utara, timur laut dan barat yang merupakan daerah Gunung Pangrango. Selain itu terdapat area dengan kerawanan tinggi di bagian tengah. Hal ini menjadi keunikan sendiri karena dari faktor kemiringan lereng tidak menunjukkan hal tersebut. Hal ini dimungkinkan sebab lain dari faktor litologi yakni *alluvial* dan *coastal deposit*. Walaupun area lain diberikan tanda rendah (warna hijau) dan kuning (sedang), mitigasi bencana longsor tetap perlu dilakukan. Secara umum, wilayah dengan potensi longsor yang rendah mendominasi Kabupaten Sukabumi.



Gambar 5. Peta analisis rawan longsor.

5 PENUTUP

Kabupaten Sukabumi memiliki 3 klasifikasi kerawanan longsor yaitu tingkat kerawanan rendah, sedang, dan tinggi. Area dengan tingkat kerawanan rendah mendominasi keseluruhan area Kabupaten Sukabumi namun terdapat konsentrasi tingkat kerawanan sedang maupun tinggi di utara, timur laut, barat laut yang berhubungan

dengan Gunung Pangrango. Adapun potensi sedang maupun tinggi di bagian tengah lebih ditenggarai oleh faktor litologi penyusunnya yaitu alluvial dan coastal deposit. Hasil penelitian ini dapat menjadi tambahan referensi dalam penyusunan mitigasi bencana longsor di Kabupaten Sukabumi.

6 UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih untuk seluruh pihak yang membantu dalam proses penelitian terutama pada pihak Departemen Gofisika Universitas Hasanuddin dan Badan Informasi Geospasial. Juga kepada editor dan reviewer Jurnal Teknik SILITEK Fakultas Teknik Universitas Pasifik Morotai.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] BNPB. (2022a). *Tanah Longsor di Sukabumi “Telan” Dua Pekerja Bangunan*. Website. <https://bnpb.go.id/berita/tanah-longsor-di-sukabumi-telan-dua-pekerja-bangunan>
- [2] BNPB. (2022b). *Tanah Longsor Telan Tiga Korban di Sukabumi*. Website. <https://www.bnpb.go.id/berita/tanah-longsor-telan-tiga-korban-di-sukabumi>
- [3] BNPB. (2008). *Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) nomor 4 tahun 2008*.
- [4] Fiorucci, F., Ardizzone, F., Mondini, A. C., Viero, A., & Guzzetti, F. (2019). Visual Interpretation of Stereoscopic NDVI Satellite Images to Map Rainfall-Induced Landslides. *Landslides*, *16*, 165–174. <https://doi.org/10.1007/s10346-018-1069-y>
- [5] Sajadi, P., Sang, Y.-F., Gholamnia, M., Bonafoni, S., Brocca, L., Pradhan, B., & Singh, A. (2021). Performance Evaluation of Long NDVI Timeseries from AVHRR, MODIS and Landsat Sensors over Landslide-Prone Locations in Qinghai-Tibetan Plateau. *Remote Sensing*, *13*(16), 3172. <https://doi.org/10.3390/rs13163172>
- [6] Yaa'cob, N., Rashid, Z. N. A. A., Tajudin, N., & Kassim, M. (2020). Landslide Possibilities using Remote Sensing and Geographical Information System (GIS). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *540*(012084), 1–9. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/540/1/012084>
- [7] Ullah, I., Aslam, B., Shah, S. H. I. A., Tariq, A., Qin, S., Majeed, M., & Havenith, H.-B. (2022). An Integrated Approach of Machine Learning, Remote Sensing, and GIS Data for the Landslide Susceptibility Mapping. *Land*, *11*(1265), 1–20. <https://doi.org/10.3390/land11081265>
- [8] Simarmata, N., Wikantika, K., Tarigan, T. A., Aldyansyah, M., Tohir, R. K., Fauziah, A., & Purnama, Y. (2021). Analisis Transformasi Indeks NDVI, NDWI dan SAVI untuk Identifikasi Kerapatan Vegetasi Mangrove Menggunakan Citra Sentinel di Pesisir Timur Provinsi Lampung. *JURNAL GEOGRAFI Geografi Dan Pengajarannya*, *19*(2), 69–79. <https://doi.org/10.26740/jggp.v19n2.p69-79>
- [9] Sutarno. (2012). Studi Kerentanan Gerakan Massa Batuan dan Daerah Rawan Longsor Lahan di Kabupaten Purworejo. *SAINS TANAH - Journal of Soil Science and Agroclimatology*, *9*(2), 131–137. <https://jurnal.fp.uns.ac.id/index.php/tanah/article/view/243/234>
- [10] Arsyad, U., Barkey, R. A., Wahyuni, W., & Matandung, K. K. (2018). Karakteristik Tanah Longsor di Daerah Aliran Sungai Tangka. *Jurnal Hutan Dan Masyarakat*, *10*(1), 203–214. <https://doi.org/10.24259/jhm.v0i0.3978>
- [11] Susanti, P. D., Miardini, A., & Harjadi, B. (2017). Vulnerability Analysis as a Basis for Landslide Mitigation in Banjarnegara Regency. *Journal of Watershed Management Research*, *1*(1), 49–59. <https://doi.org/10.20886/jppdas.v1i1.2502.g2073>
- [12] Naryanto, H. S., Soewandita, H., Ganesha, D., Prawiradisatra, F., & Kristijono, A. (2019). 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. <https://doi.org/10.14710/jil.17.2.272-282>
- [13] Anbalagan, R. (1992). Landslide Hazard Evaluation and Zonation Mapping in Mountainous Terrain. *Engineering Geology*, *32*(4), 269–277. [https://doi.org/10.1016/0013-7952\(92\)90053-2](https://doi.org/10.1016/0013-7952(92)90053-2)
- [14] Wubalem, A., Getahun, B., Hailemariam, Y., Mesele, A., Tesfaw, G., Dawit, Z., & Goshe, E. (2022). Landslide Susceptibility Modeling Using the Index of Entropy and Frequency Ratio Method from Nefas-Mewcha to Weldiya Road Corridor, Northwestern Ethiopia. *Geotechnical and Geological Engineering*, *40*, 5249–5278. <https://doi.org/10.1007/s10706-022-02214-6>

- [15] Chen, J., Zhang, J., Wu, T., Hao, J., Wu, X., Ma, X., Zhu, X., Lou, P., & Zhang, L. (2022). Activity and Kinematics of Two Adjacent Freeze–Thaw-Related Landslides Revealed by Multisource Remote Sensing of Qilian Mountain. *Remote Sensing*, *14*(19), 5059. <https://doi.org/10.3390/rs14195059>
- [16] Dzakiyyurayhan, A., & Mulya, A. (2022). Pemanfaatan Metode RGB (Red Green Blue) pada Citra Satelit Himawari-8 dalam Klasifikasi Awan pada Kejadian Hujan Lebat Daerah Sidoarjo 3 Februari 2021. *Jurnal Teknik SILITEK*, *1*(2), 73–79. <https://doi.org/10.51135/jts.v1i02.14>