



Kajian dan Evaluasi Bencana Tanah Longsor di Kecamatan Tanjungsari terhadap RTRW Kabupaten Bogor

Study and Evaluation of Landslide Disaster in Tanjungsari District in Relation to Spatial Plan of Bogor Regency

Sri Fauza Pratiwi¹

Universitas Indonesia, Depok, Indonesia

Masita Dwi Mandini Manessa

Universitas Indonesia, Depok, Indonesia

S. Supriatna

Universitas Indonesia, Depok, Indonesia

Artikel Masuk : 19 September 2021

Artikel Diterima : 26 April 2022

Tersedia Online : 30 April 2022

Abstrak: Bencana tanah longsor merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi di Indonesia sebagai negara yang memiliki beragam kondisi geografis dan topografi wilayah yang berbeda-beda. Namun, kajian mendalam terhadap pemanfaatan ruang yang memuat uji kesesuaian antara dokumen Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) dengan potensi daerah dan faktor lain seperti bencana masih jarang dilakukan. Kecamatan Tanjungsari, Kabupaten Bogor merupakan daerah yang pernah mengalami longsor pada Januari 2020. Tujuan penelitian ini untuk mengevaluasi RTRW Kabupaten Bogor terhadap bencana tanah longsor di Kecamatan Tanjungsari. Adapun kerawanan suatu wilayah terhadap tanah longsor disebabkan oleh beberapa faktor yang dijadikan sebagai parameter pada kajian ini. Parameter tersebut berupa penggunaan lahan, curah hujan, kelerengan, geologi, dan jenis tanah. Tiap parameter yang digunakan diberi skor dan bobot kemudian dilakukan *overlay* dari tiap pembobotan parameter untuk memperoleh peta kerawanan tanah longsor. Selanjutnya, dilakukan analisis spasial deskriptif mengenai kerawanan tanah longsor tersebut terhadap RTRW Kabupaten Bogor. Hasilnya jika dibandingkan dengan kondisi *existing*, penggunaan lahan perkebunan dan kawasan hutan bertampalan dengan wilayah rawan bencana longsor. Dengan demikian, perlu adanya peninjauan kembali terhadap peta RTRW yang sudah ada untuk mengurangi dampak akibat tanah longsor.

Kata Kunci: kerawanan; *overlay*; RTRW; tanah longsor

Abstract: *Landslide is one of the natural disasters that often occurs in Indonesia, which has various geographical conditions and different topography of different areas. Landslide is one*

¹ Korespondensi Penulis: Universitas Indonesia, Depok, Indonesia
Email: sfauza25@gmail.com

of the natural disasters that often occurs in Indonesia as a country that has various geographical conditions and different topography of different areas. However, an exhaustive study of spatial use which includes suitability assessment between the Regional Spatial Plan (Rencana Tata Ruang Wilayah/RTRW) documents and regional potential and other factors such as disasters is still rarely carried out. Tanjungsari District, Bogor Regency is an area that has experienced landslides in January 2020. The purpose of this study was to evaluate the RTRW of Bogor Regency against landslides in Tanjungsari District. The vulnerability of a site to landslides is caused by several factors which are used as parameters in this study. The parameters are land use, rainfall, slope, geology, and soil type. Each parameter used is given a score and weight then an overlay of each parameter weighting is carried out to obtain a landslide susceptibility map. Furthermore, a descriptive spatial analysis of the landslide hazard was carried out on the spatial plan of the Bogor Regency. The results when compared with the existing conditions, the use of plantation land and forest areas overlap with areas prone to landslides. Thus, it is necessary to review the existing RTRW maps to reduce the impact of landslides.

Keywords: *landslide; overlay; spatial plan; vulnerability*

Pendahuluan

Menurut Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG), Kabupaten Bogor merupakan salah satu dari 21 kabupaten di Provinsi Jawa Barat yang sering terjadi bencana longsor. Menurut Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Bogor, terdapat 16 dari 40 kecamatan yang pernah mengalami longsor, salah satunya Kecamatan Tanjungsari. Bencana tanah longsor tidak hanya akibat perubahan iklim namun juga akibat faktor alih fungsi lahan, khususnya lahan hutan menjadi lahan non hutan seperti pertanian, perkebunan, dan permukiman (Permadi et al., 2018).

Dikutip dari laman news.detik.com yang menyebutkan bahwa longsor terjadi di kawasan timur Bogor di antaranya Tanjungsari dan Cariu yang menutup akses jalan sehingga akses Bogor-Cianjur tidak bisa dilalui (Solihin, 2021). Adapun gejala-gejala yang timbul sebelum terjadinya longsor yang dapat diamati secara visual menurut Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (2015) menyampaikan bahwa setelah hujan, longsor biasanya terjadi yang dicirikan dengan adanya retakan pada tanah yang sejajar dengan kontur, retak atau miringnya elemen struktural pada rumah, menggebu atau bergesernya jalan, adanya penonjolan pada dinding penahan atau dasar lereng, miringnya pohon atau tiang listrik, adanya genangan air tanah jenuh atau mata air muncul di dekat dasar lereng, dan peningkatan atau penurunan cepat pada air di anak sungai.

Menurut van Westen et al., (2008) longsor merupakan suatu proses yang kompleks yang dipengaruhi oleh berbagai faktor. Berdasarkan tinjauan pustaka, faktor yang paling sering berulang meliputi sifat morfometri seperti sudut kemiringan atau elevasi, faktor hidrografi seperti kerapatan jaringan sungai atau jarak dari sungai, geologi/litologi, tanah, penggunaan lahan/tutupan lahan, jarak dari patahan dan sejenisnya (van Westen et al., 2008). Informasi spasial kerawanan bencana tanah longsor diperlukan dalam mengatur perencanaan tata ruang suatu wilayah yang berorientasi pada lingkungan. Dengan demikian, dikeluarkan sebuah Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 22/PRT/M/2007 tentang Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Bencana Longsor yang mengatur alokasi penggunaan lahan pada daerah rawan longsor.

Uji kesesuaian antara dokumen Rencana Tata Ruang dan Wilayah (RTRW) dengan potensi daerah dan faktor lain seperti bencana belum pernah dilakukan kajian mendalam terhadap pemanfaatannya (Suryanta & Nahib, 2016). RTRW biasanya disusun sesuai dengan struktur ruang serta kawasan strategis suatu provinsi dengan arahan berdasarkan pengendalian dari peraturan perundang-undangan terkait (Sinaga, 2020). Oleh karena itu,

pemetaan dan analisis rinci kawasan yang rawan longsor menjadi sangat penting, terutama untuk keperluan penanggulangan bencana, tata ruang, dan proses pengambilan keputusan terkait.

Analisis mengenai kerawanan tanah longsor telah banyak dilakukan oleh penelitian-penelitian sebelumnya seperti penelitian dari Gan et al. (2019) yang membahas mengenai analisis spasial-temporal evolusi tanah longsor di waduk dengan menggunakan pengaturan litologi, sejarah perubahan ketinggian air, dan beberapa faktor lain. Sementara itu, penelitian lainnya yang dilakukan oleh Vojteková & Vojtek (2020) menganalisis penilaian kerentanan tanah longsor pada skala spasial lokal menggunakan analisis multikriteria dan GIS dengan teknik AHP. Selain itu, analisis dan kajian bencana tanah longsor di Kabupaten Bogor sudah banyak dilakukan seperti pada penelitian Rahayu et al. (2019) yang mengkaji wilayah kerawanan tanah longsor di Kecamatan Pamijahan, Kabupaten Bogor. Metode yang digunakan dalam penelitiannya menggunakan teknik *scoring* dari parameter-parameter kerawanan tanah longsor seperti curah hujan, kemiringan lereng, ketinggian, jenis tanah, dan penggunaan lahan. Hasil penelitian Rahayu et al. (2019) menunjukkan bahwa terdapat 17 titik rawan longsor dari tahun 2011 hingga 2015 yang sebagian besar merupakan wilayah tebing tanpa adanya penahan longsor.

Namun, kajian mengenai evaluasi kerawanan tanah longsor terhadap RTRW suatu wilayah masih jarang dilakukan khususnya di Kecamatan Tanjungsari, Kabupaten Bogor. Oleh karena itu, penelitian ini berorientasi pada pemetaan kerawanan tanah longsor yang bertujuan untuk mengevaluasi RTRW berdasarkan potensi kebencanaan, sehingga dapat menjadi masukan bagi instansi terkait dalam merumuskan perencanaan pola tata ruang wilayahnya serta sebagai bahan mitigasi terhadap bahaya tanah longsor di Kabupaten Bogor, khususnya Kecamatan Tanjungsari.

Metode Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di Kecamatan Tanjungsari, Kabupaten Bogor, Jawa Barat (Gambar 1). Kecamatan Tanjungsari terdiri dari sepuluh kelurahan yang masing-masing memiliki kondisi topografi berbeda-beda. Penelitian ini menggunakan data sekunder dengan variabel berupa penggunaan lahan, curah hujan, kelerengan, geologi, dan jenis tanah yang dapat dilihat pada Tabel 1.

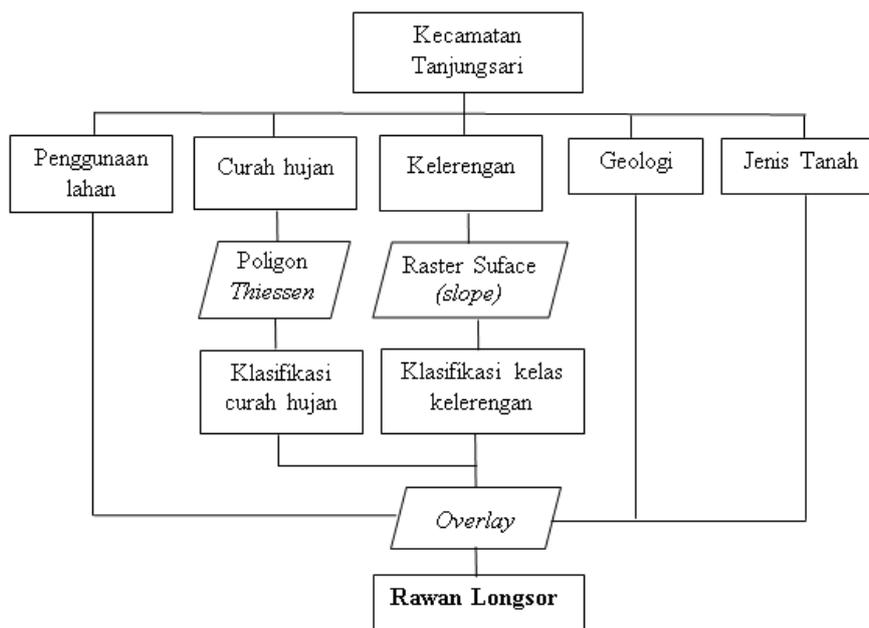


Gambar 1. Wilayah Penelitian

Tabel 1. Data yang Digunakan

Data	Sumber
Batas Wilayah Administrasi	Geoportal Kab. Bogor
Penggunaan Lahan tahun 2017	Geoportal Kab. Bogor
Data Curah Hujan	BMKG
Kelerengan	Indonesia geospasial
Geologi	Indonesia geospasial
Jenis Tanah	Indonesia geospasial

Penelitian ini dimulai dengan melakukan pengumpulan data-data sekunder dari berbagai instansi terkait, lalu dilakukan pengolahan data. Data curah hujan diolah dengan menggunakan metode thiessen/interpolasi stasiun curah hujan sehingga didapat curah hujan rata-rata. Metode ini dipilih karena perhitungannya yang lebih sederhana dibandingkan dengan metode lainnya meskipun nilainya dalam hal ini dibatasi oleh sifat restriktif dari asumsi model dan pola yang mereka hasilkan (Boots, 1980). Selanjutnya, pengolahan data kelerengan yang diperoleh dari Indonesia geospasial dengan menggunakan *tools raster surface (slope)*, lalu dibuat klasifikasi kelas kelerengan. Tahapan akhir, masing-masing parameter diberikan skor dan bobot berdasarkan tingkat kerawanan lalu dilakukan *overlay* pada seluruh parameter sehingga diperoleh wilayah rawan longsor. Berikut alurnya dapat dilihat pada Gambar 2.

**Gambar 2. Alur Pikir Kerawanan Longsor**

Berdasarkan studi serupa (Nicu, 2018; Skilodimou et al., 2019; Vojteková & Vojtek, 2020) dan relevansinya dengan kerentanan longsor, dipilih 5 faktor penyebab tanah longsor yang mewakili kondisi medan lokal utama. Menurut Vojteková & Vojtek (2020), geologi merupakan faktor pengkondisi tanah longsor yang penting terutama karena permeabilitas batuan yang berbeda untuk jenis batuan yang berbeda. Selain itu, faktor

elevasi mempengaruhi kerentanan longsor seperti pada elevasi yang lebih tinggi pada umumnya lebih rentan terhadap longsor (Vojteková & Vojtek, 2020).

Tabel 2. Scoring Parameter

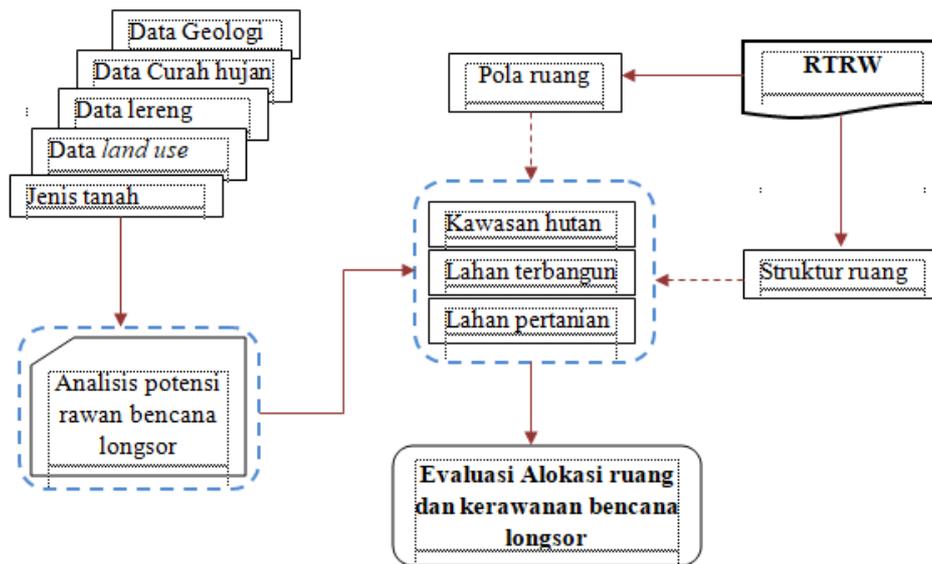
Parameter	Klasifikasi	Skor
Penggunaan Lahan	Sungai	1
	Belukar/Semak, Hutan Lebat, Hutan Jarang	2
	Kebun Campura dan Perkebunan	3
	Tegalan	4
	Permukiman pedesaan, sawah tadah hujan, sawah irigasi, industri	5
Jenis Tanah	Typic Endoaquepts	1
	Typic Eutrudepts	2
	Typic Dystrudepts dan Typic Dystrudepts	3
	Typic Eutrudepts, Andic Dystrudepts, Typic Dystrudepts,	4
	Typic Hapludands	5
	Typic Hapludalfs	5
Curah Hujan	Andic Dystrudepts dan Typic Udorthents	6
	0-1000 mm/tahun	1
	1000-1500 mm/tahun	2
	1500-2000 mm/tahun	3
	2000-2500 mm/tahun	4
Geologi	>2500 mm/tahun	5
	Aluvial	1
	Andesite, Basalt, Andesit horeblend, Aluvium Tua	2
	Anggota napal dan batupasir kuarsa, Anggota Breksi, Anggota	3
	Batulempung, Batupasir Tufaan	4
Kelerengan	Anggota Breksi dan Formasi Jatiluhur	4
	0-8%	1
	8-15%	2
	15-25%	3
	25-45%	4
	>45%	5

Selanjutnya, kajian spasial ini menggunakan data geologi, data curah hujan, data kelerengan, data penggunaan lahan, dan jenis tanah digunakan untuk menganalisis kerawanan bencana tanah longsor (lihat Gambar 3). Lalu dengan berpedoman pada RTRW Kabupaten Bogor dilihat dari segi pola ruang dan struktur ruangnya untuk mengkaji kawasan hutan, lahan terbangun, dan lahan pertanian berdasarkan kerawanan bencana longsor tadi. Dengan demikian, jika dilakukan tumpang tindih antara peta kerawanan tanah longsor dan RTRW Kabupaten Bogor, maka akan terlihat alokasi pola ruang Kabupaten Bogor terhadap kerawanan bencana tanah longsor. Dengan mempertimbangkan hal-hal tersebut, maka penataan ruang kawasan rawan bencana longsor lebih dititikberatkan kepada upaya memelihara dan meningkatkan kualitas ruang melalui upaya peningkatan kelestarian dan keseimbangan lingkungan dengan lebih memperhatikan azas pembangunan berkelanjutan.

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini memiliki kemiripan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Rahayu et al. (2019) dari segi metode dan variabel yang digunakan meskipun lokasi penelitian berbeda. Penelitian ini menganalisis wilayah kerawanan longsor untuk dievaluasi

dengan peta RTRW Kabupaten Bogor sebagai kebaruannya. Untuk menganalisis wilayah rawan longsor dilakukan teknik *scoring* dan pembobotan pada tiap parameter yang digunakan. Nilai bobot pada setiap parameter berdasarkan Peraturan Kepala BNPB Nomor 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana. Metode pembobotan ini dinilai cukup efektif dan sederhana serta juga sudah banyak dilakukan oleh penelitian-penelitian sebelumnya pada topik/kajian kebencanaan tanah longsor ini. Adapun skor yang diberikan berdasarkan tingkat kerawanan longsornya yaitu skor paling rendah berarti paling tidak rawan dan skor paling tinggi berarti paling rawan. Skor yang diberikan pada tiap parameter kemudian dikalikan dengan bobot untuk tiap parameternya dengan masing-masing nilai bobotnya 20%. Setelah itu dilakukan analisis *overlay (intersect)* untuk menghasilkan wilayah rawan longsor. Peta-peta parameter kerawanan tanah longsor dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Kajian Spasial Implementasi Pelaksanaan RTRWK Terhadap Potensi Rawan Bencana Longsor

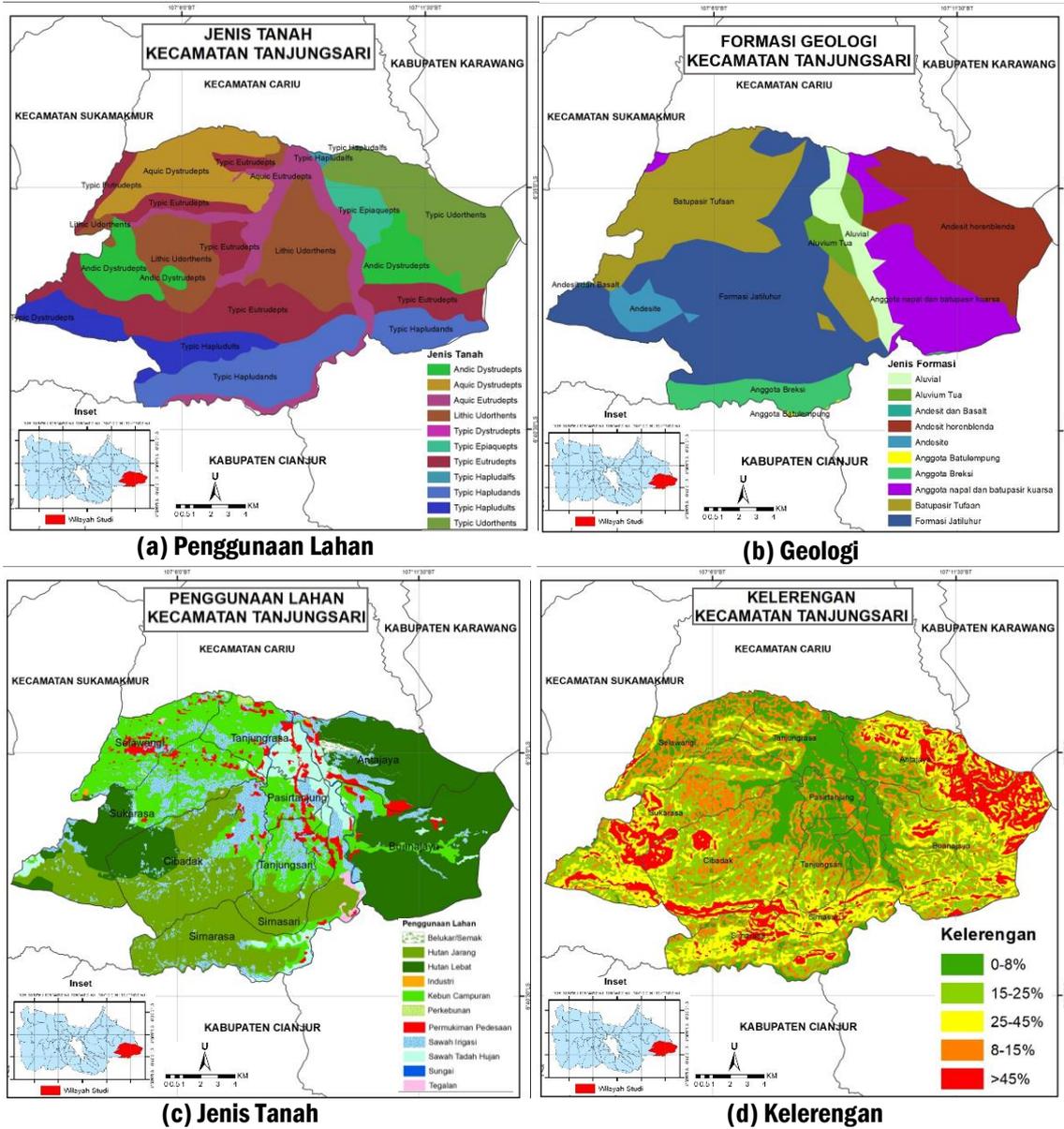
Analisis Rawan Bencana Tanah Longsor

Berdasarkan analisis *overlay* antara parameter yang digunakan, maka diperoleh peta kerawanan tanah longsor (Gambar 5). Secara umum, Kecamatan Tanjungsari merupakan wilayah rawan longsor. Berdasarkan peta kerawanan tanah longsor, dapat dilihat tingkat kerawanan terdiri dari empat kelas, yaitu tidak rawan, cukup rawan, rawan, dan sangat rawan. Apabila dilihat dari kondisi *existing* dari penggunaan lahan, maka wilayah dengan tingkat kerawanan longsor “sangat tinggi” merupakan wilayah perkebunan dan hutan yang mendominasi. Luasan wilayah berdasarkan tingkat kerawanannya yang dapat dilihat pada Tabel 3.

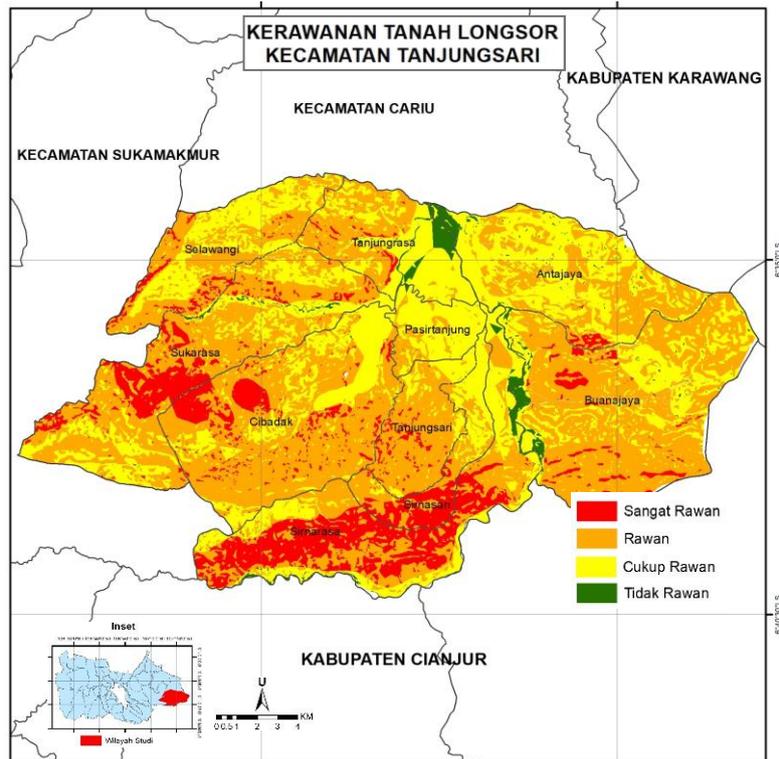
Tabel 3. Scoring Parameter

Tingkat Kerawanan	Luasan (km ²)
Tidak Rawan	2,88
Cukup Rawan	53,18
Rawan	86,15
Sangat Rawan	18,92

Berdasarkan Tabel 3 maka wilayah yang paling luas merupakan wilayah yang memiliki tingkat kerawanan “rawan” yaitu sebesar 86,15 km². Namun juga terdapat daerah yang memiliki tingkat kerawanan “sangat rawan” yaitu wilayah yang berada di bagian selatan Kecamatan Tanjungsari yaitu Desa Simarasa yang merupakan kawasan hutan jarang berdasarkan peta penggunaan lahannya.



Gambar 4. Peta Parameter Kerawanan Tanah Longsor

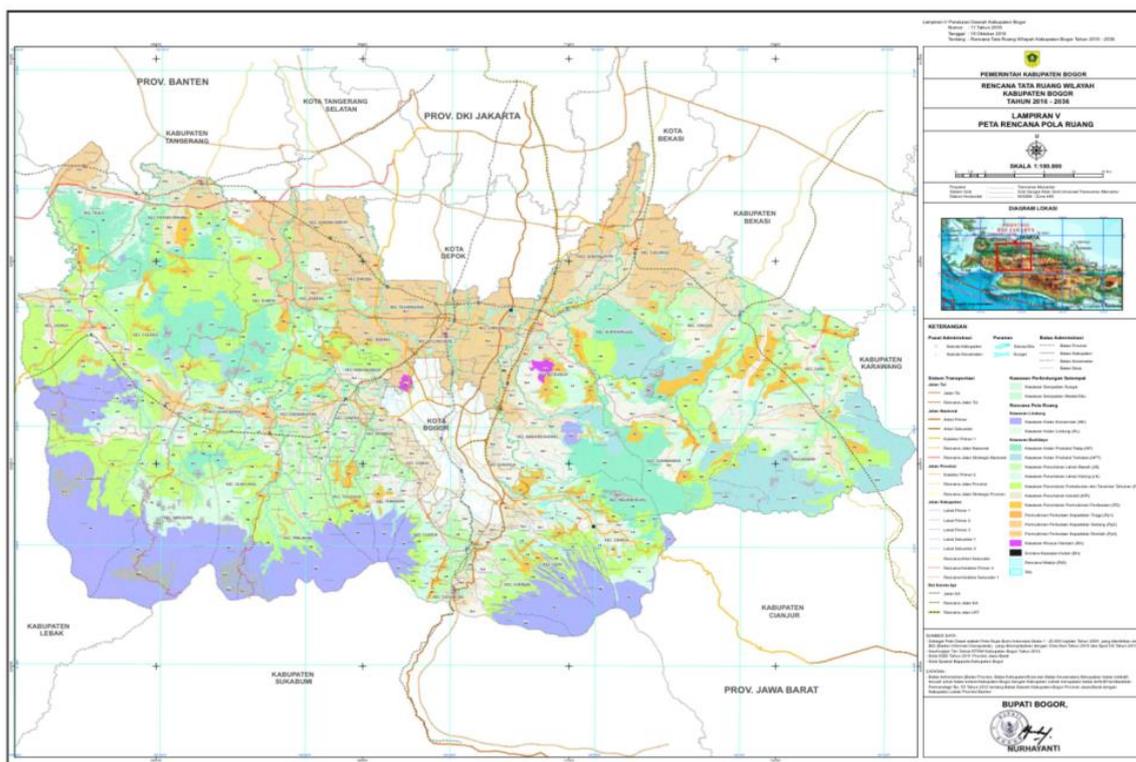


Gambar 5. Peta Kerawanan Tanah Longsor Kecamatan Tanjungsari

Arahan Alokasi Ruang Terhadap Wilayah Rawan Longsor

Salah satu penelitian dari Rahayu et al. (2019) yang mengkaji wilayah kerawanan tanah longsor di Kecamatan Pamijahan, Kabupaten Bogor hanya menganalisis sebaran titik-titik lokasi kejadian tanah longsor dari tahun 2011 hingga 2015 serta tingkat kerawanan tanah longsornya sehingga perlu adanya integrasi data spasial terhadap RTRW Kabupaten Bogor tersebut. Integrasi data spasial merupakan hal terpenting dalam melakukan analisis pemanfaatan ruang yang tepat dan perlu adanya opsi yang dapat diintegrasikan sebagai pilihan dalam pengambilan keputusan dalam hal ini wilayah rawan bencana. Ruang terbuka publik dapat menjadi lokasi evakuasi apabila terjadi bencana longsor seperti lapangan, taman, tanah kosong, maupun kebun yang dapat diakses secara bebas (Sagala & Saraswati, 2013).

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 22 Tahun 2007 tentang Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Bencana Longsor (Tabel 2), pada zona tipe A, B, dan C difungsikan sebagai kawasan lindung karena memiliki tingkat kerawanan tinggi sehingga tidak layak untuk dibangun. Sementara itu, pada tingkat kerawanan sedang untuk zona yang sama (A, B, dan C) dapat difungsikan sebagai kawasan budidaya terbatas ataupun kawasan budidaya yang dikendalikan dengan persyaratan-persyaratan tertentu. Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan tersebut maka penataan ruang pada kawasan rawan bencana longsor diprioritaskan pada upaya upaya memelihara dan meningkatkan kualitas ruang melalui peningkatan kelestarian dan keseimbangan lingkungan dengan lebih memperhatikan asas pembangunan berkelanjutan. Berikut ditampilkan peta pola ruang Kabupaten Bogor (Gambar 6).



Sumber: Pemerintah Kabupaten Bogor, 2016

Gambar 6. Pola Ruang Kabupaten Bogor

Berdasarkan peta pola ruang Kabupaten Bogor dapat dilihat bahwa Kecamatan Tanjungsari sebagian besar wilayah terdapat pada zona kawasan hutan produksi terbatas. Menurut Peraturan Daerah Kabupaten Bogor Nomor 11 Tahun 2016 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Bogor Tahun 2016-2036, yang dimaksud dengan “kawasan hutan produksi terbatas” adalah kawasan hutan dengan faktor-faktor kelas lereng, jenis tanah, dan intensitas hujan setelah masing-masing dikalikan dengan angka penimbang mempunyai jumlah nilai antara 125-174, di luar kawasan hutan lindung, hutan suaka alam, hutan pelestarian alam, dan taman buru.

Berdasarkan peta kerawanan longsor, Kecamatan Tanjungsari termasuk pada tingkat kerawanan “rawan” karena sebagian besar wilayahnya berada pada tingkatan tersebut. Jika mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 22 Tahun 2007, baik pada zona kerawanan rendah, sedang, maupun tinggi wilayah tersebut tidak layak dijadikan sebagai kegiatan-kegiatan hutan produksi karena dapat dipastikan akan mempunyai dampak tinggi dan signifikan pada fungsi lindungnya. Dengan demikian, peruntukan ruang zona berpotensi longsor seharusnya diutamakan sebagai kawasan lindung (tidak layak untuk pembangunan fisik). Adanya perbedaan skala dari tingkat kedetailan risiko bencana dengan tingkat kedetailan rencana tata ruang merupakan hal yang sangat penting untuk diperhatikan karena hal tersebut sangat signifikan dalam penentuan kedetailan untuk rekomendasi pengurangan risiko melalui penyelenggaraan tata ruang yang baku.

Kesimpulan

Wilayah rawan longsor di Kecamatan Tanjungsari berada pada tingkat kerawanan “tidak rawan” hingga “sangat rawan”. Wilayah dengan tingkat kerawanan “rawan” merupakan wilayah yang paling luas yaitu sebesar 86,15 km². Namun juga terdapat daerah yang memiliki tingkat kerawanan “sangat rawan” yaitu wilayah yang berada di bagian selatan Kecamatan Tanjungsari yaitu Desa Sirnarasa. Apabila dibandingkan dengan kondisi *existing*, penggunaan lahan perkebunan dan kawasan hutan bertampalan dengan wilayah rawan bencana longsor. Oleh karena itu, perlu adanya peninjauan kembali terhadap peta RTRW yang sudah ada untuk mengurangi dampak akibat tanah longsor. Hasil integrasi tersebut dapat digunakan sebagai bahan masukan untuk merumuskan/mengoreksi usulan perencanaan, baik dari segi struktur ruang, pola ruang, maupun penentuan kawasan strategis. Pada akhirnya, informasi spasial analisis perencanaan tata ruang yang berorientasi pada kerentanan bencana dapat diketahui oleh masyarakat, investor pelaku usaha dan juga pemerintah sebagai peringatan dini.

Daftar Pustaka

- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2012). *Peraturan Kepala BNPB Nomor 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Resiko Bencana*.
- Boots, B. N. (1980). Weighting Thiessen Polygons. *Economic Geography*, 56(3), 248–259. doi:10.2307/142716.
- Gan, B.-R., Yang, X. G., & Zhou, J.-W. (2019). GIS-based remote sensing analysis of the spatial-temporal evolution of landslides in a hydropower reservoir in southwest China. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 10(1), 2291–2312. doi:10.1080/19475705.2019.1685599.
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2007). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 22 Tahun 2007 tentang Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Bencana Longsor*.
- Nicu, I. C. (2018). Application of analytic hierarchy process, frequency ratio, and statistical index to landslide susceptibility: an approach to endangered cultural heritage. *Environmental Earth Sciences*, 77(3), 1–16. doi:10.1007/s12665-018-7261-5.
- Pemerintah Kabupaten Bogor. (2016). *Peraturan Daerah Kabupaten Bogor Nomor 11 Tahun 2016 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Bogor Tahun 2016-2036*.
- Permadi, M. G., Tjahjono, B., & Baskoro, D. P. T. (2018). Identifikasi daerah risiko bencana longsor di Kota Bogor. *Jurnal Tanah dan Lingkungan*, 20(2), 86–94. doi:10.29244/jitl.20.2.86-94.
- Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. (2015). *Gerakan Tanah*. Jakarta.
- Rahayu, A. M. U., Ardiansyah, A. N., & Nuraeni, N. S. (2019). Wilayah kerawanan longsor di Kecamatan Pamijahan Kabupaten Bogor. *Jurnal Geografi Gea*, 19(1), 1–8. doi:10.17509/gea.v19i1.13862.
- Sagala, S., & Saraswati, S. (2013). Analisis spasial ketersediaan ruang terbuka publik pada permukiman padat untuk evakuasi pada gempa susulan (studi kasus: Kelurahan Sukahaji, Bandung). *Forum Geografi*, 27(2), 123–134.
- Sinaga, E. J. (2020). Penataan ruang dan peran masyarakat dalam pembangunan wilayah. *Pandecta Research Law Journal*, 15(2), 242–260. doi:10.15294/pandecta.v15i2.23717.
- Skilodimou, H. D., Bathrellos, G. D., Chousianitis, K., Youssef, A. M., & Pradhan, B. (2019). Multi-hazard assessment modeling via multi-criteria analysis and GIS: a case study. *Environmental Earth Sciences*, 78(2).
- Solihin, M. (2021). *Banjir dan longsor terjang 16 Kecamatan di Kabupaten Bogor*. Retrieved from <https://news.detik.com/berita-jawa-barat/d-5366098/banjir-dan-longsor-terjang-16-kecamatan-di-kabupaten-bogor>.
- Suryanta, J., & Nahib, I. (2016). Kajian spasial evaluasi rencana tata ruang berbasis kebencanaan di Kabupaten Kudus Provinsi Jawa Tengah. *Majalah Ilmiah Globe*, 18(1), 33–42.
- van Westen, C. J., Castellanos, E., & Kuriakose, S. L. (2008). Spatial data for landslide susceptibility, hazard, and

vulnerability assessment: An overview. *Engineering Geology*, 102(3), 112–131. doi:10.1016/j.enggeo.2008.03.010.

Vojteková, J., & Vojtek, M. (2020). Assessment of landslide susceptibility at a local spatial scale applying the multi-criteria analysis and GIS: a case study from Slovakia. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 11(1), 131–148. doi:10.1080/19475705.2020.1713233.