



## PENDUGAAN DAERAH RAWAN BENCANA TANAH LONGSOR BERBANTUAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DI KECAMATAN PUJON KABUPATEN MALANG

Akemat Rio Setiawan<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Departemen Geografi, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Malang, Malang, Indonesia

\*Email Koresponden: akemat.rio.2107226@students.um.ac.id

Diterima: 31-05-2023, Revisi: 25-12-2023, Disetujui: 18-01-2024

©2024 Universitas Hamzanwadi

**Abstrak** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kerawanan bencana tanah longsor dan upaya mitigasi bencana berbasis masyarakat Kecamatan Pujon Kabupaten Malang. Metode penelitian ini dilakukan dengan survei pada lokasi terpilih yaitu Kecamatan Pujon. Survei dilakukan dengan mengidentifikasi berbagai kondisi wilayah sesuai dengan parameter faktor pengaruh terjadinya bencana tanah longsor. Dalam melakukan analisis dibutuhkan data seperti jenis tanah, kemiringan lereng, tutupan lahan, dan curah hujan yang selanjutnya di skoring sesuai dengan klasifikasi, kemudian dioverlay atau penggabungan yang diolah dengan menggunakan software QGIS menjadi peta kerawanan bencana tanah longsor Kecamatan Pujon. Akumulasi dari pengolahan data tersebut menghasilkan klasifikasi tingkat kerawanan bencana tanah longsor yang terbagi dalam berbagai kelas yaitu Kelas 1 dengan kriteria tingkat rawan paling tinggi sampai dengan Kelas 5 dengan kriteria kriteria tingkat rawan paling rendah. Hasil dari klasifikasi berbasis Sistem Informasi Geografis kemudian dilakukan validasi lapangan sesuai dengan titik koordinat yang ada di QGIS. Peta kerawanan tanah longsor yang telah diperoleh tersebut dapat digunakan dalam upaya mitigasi bencana masyarakat Kecamatan Pujon dengan melihat data tingkat kerawan tanah longsor dengan kelas yang sangat rawan, masyarakat bisa mengantisipasi ketika daerah tersebut mengalami hujan dengan intensitas tinggi yang memungkinkan terjadinya tanah longsor.

**Kata kunci:** Rawan Bencana, Tanah Longsor, Sistem Informasi Geografis

**Abstract** This research aims to determine the level of vulnerability to landslides and community-based disaster mitigation efforts in Pujon District, Malang Regency. This research method was carried out by surveying selected locations, namely Pujon District. The survey was carried out by identifying various regional conditions according to the parameters of factors influencing the occurrence of landslides. In carrying out the analysis, data such as soil type, slope, land cover and rainfall are needed which are then scored according to classification, then overlaid or combined which are processed using QGIS software into a landslide disaster vulnerability map for Pujon District. The accumulation of data processing results in a classification of the level of vulnerability to landslides which is divided into various classes, namely Class 1 with the highest level of vulnerability criteria up to Class 5 with the criteria for the lowest level of vulnerability. The results of the Geographic Information System-based classification are then carried out in the field according to the coordinates in QGIS. The landslide susceptibility map that has been obtained can be used in disaster mitigation efforts for the community in Pujon District. By looking at the data on the level of landslide susceptibility in the very vulnerable class, the community can anticipate when the area experiences high intensity rain which allows landslides to occur.

**Keywords:** Disaster Prone, Landslides, Geographic Information Systems

### PENDAHULUAN

Tanah longsor merupakan gerakan tanah yang berhubungan dengan beberapa sifat fisik alami seperti bahan induk, struktur geologi, tanah, pola drainase, lereng/bentuk lahan, dan hujan. Bukan hanya itu, gerakan tanah tersebut juga berhubungan dengan sifat-sifat non-alami berupa penggunaan lahan dan infrastruktur (Barus, 1999). Tanah longsor sendiri merupakan bentuk erosi tanah yang terjadi dalam skala besar. Gerakan massa tanah tersebut terjadi dalam waktu yang singkat (Suripin, 2002).

Tanah longsor merupakan fenomena alam yang sering terjadi, namun apabila terjadinya tanah longsor dapat merugikan masyarakat yang terdampak, maka fenomena tersebut akan menjadi sebuah bencana.

Bencana tanah longsor merupakan salah satu bencana yang sering terjadi di Indonesia. Fenomena ini sering terjadi di wilayah pegunungan serta pada saat musim hujan. Hal tersebut dibuktikan dengan kejadian bencana tanah longsor terbanyak terjadi di wilayah yang curam dengan curah hujan 2000 mm/tahun. Bencana ini dapat terjadi karena pengaruh kuat dari kondisi alam itu sendiri seperti jenis batuan, curah hujan, kemiringan lahan, dan penutup lahan, selain faktor alam itu sendiri, faktor manusia juga dapat mempengaruhi terjadinya bencana tanah longsor, seperti alih fungsi lahan hutan yang tidak mengikuti aturan dan semena-semena, penebangan hutan tanpa melakukan tebang pilih, perluasan pemukiman di daerah dengan topografi yang curam (Sartohadi, 2008).

Kecamatan Pujon merupakan salah satu kecamatan yang berada di Kabupaten Malang. Luas wilayah Kecamatan Pujon kurang lebih sekitar 15.270,7 ha. Keadaan reliefnya yang berbukit serta kemiringan lerengnya yang sangat curam membuat Kecamatan Pujon sering mengalami bencana tanah longsor. Menurut BPBD Kabupaten Malang pada periode Desember tahun 2015 sampai Maret tahun 2016 telah terjadi bencana tanah longsor sebanyak 4 kali di Kecamatan Pujon dan mengakibatkan 5 orang menjadi korban. Mitigasi bencana merupakan salah satu upaya yang dilakukan untuk mengurangi dampak dari bencana longsor itu sendiri. Tingginya kerugian yang dialami oleh masyarakat yang terdampak bencana tanah longsor disebabkan karena kurangnya informasi terhadap bencana tanah longsor yang akan terjadi disekitarnya, sehingga kesadaran masyarakat terhadap aksi tanggap bencana tanah longsor sangat minim. Oleh karena itu, sangat diperlukan informasi awal mengenai potensi terjadi bencana tanah longsor guna meningkatkan pendidikan mengenai mitigasi bencana tanah longsor bagi masyarakat (Damanik & Restu, 2012).

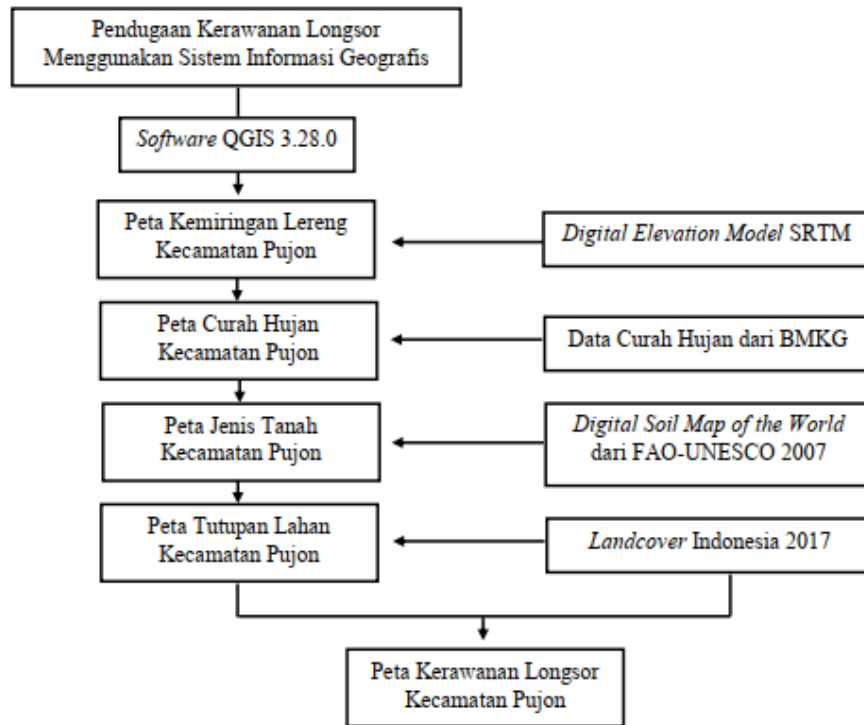
Salah satu bentuk dari upaya penentuan kawasan rawan bencana dapat dilakukan dengan memanfaatkan Sistem Informasi Geografi (SIG). Dengan menggunakan SIG dapat dimuat beberapa informasi mengenai geospasial yang berkaitan dengan faktor penyebab dari tanah longsor. Dalam kasus ini, mitigasi yang dilakukan yaitu melakukan pemetaan kawasan rawan bencana tanah longsor di Kecamatan Pujon menggunakan aplikasi QGIS. Dalam pembuatan peta kerawanan bencana tanah longsor sendiri dibutuhkan beberapa data parameter, seperti intensitas curah hujan, kemiringan lereng, geologi, penggunaan lahan, permeabilitas tanah, tekstur tanah, serta kedalaman tanah dalam menentukan kerawanan longsor (Rahman, 2010). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi daerah-daerah di Kecamatan Pujon yang memiliki potensi rawan longsor. Dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG), penelitian ini dapat membantu dalam menentukan lokasi-lokasi yang lebih cenderung mengalami longsor berdasarkan data spasial dan parameter yang relevan.

## **METODE PENELITIAN**

Lokasi penelitian pemetaan daerah rawan bencana longsor ini dilakukan di Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Alat dan bahan dalam penelitian pemetaan kerawanan longsor berbasis Sistem Informasi Geografis yaitu software QGIS. Data yang dibutuhkan pada penelitian ini antara lain peta kemiringan lereng Kecamatan Pujon, peta curah hujan Kecamatan Pujon, peta jenis tanah Kecamatan Pujon dan peta tutupan lahan Kecamatan Pujon serta data lainnya terkait dengan kemiringan lereng, curah hujan, jenis tanah, serta tutupan lahan Kecamatan Pujon. Data berupa peta kemiringan lereng, peta curah hujan, peta jenis tanah, dan peta tutupan lahan selanjutnya diinput dalam software QGIS. Proses pemasukan data dilakukan melalui seperangkat komputer dengan software QGIS 3.28.0. Data tersebut kemudian digunakan sebagai data acuan penentuan wilayah penelitian dan acuan dalam analisis pemetaan daerah rawan longsor di Kecamatan Pujon.

Identifikasi peta kerawanan tanah longsor dilakukan setelah peta parameter kemiringan lereng, curah hujan, jenis tanah, dan tutupan lahan tersebut tersedia dalam bentuk peta digital. Setiap peta parameter dilakukan klasifikasi berdasarkan skor sesuai dengan tingkat kerawanan dan dikelompokkan serta dianalisis. Pada proses pemetaan setiap parameter mempunyai klasifikasi skor yang dikalikan dengan bobot masing-masing parameter sesuai dengan model pendugaan dari Puslittanak 2004. Hasil

perkalian skor dan bobot tersebut kemudian dijumlahkan berdasarkan kesesuaian lokasi geografisnya. Adapun untuk lebih jelasnya, tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

## TEMUAN DAN PEMBAHASAN

Kecamatan Pujon merupakan salah satu kecamatan yang berada di Kabupaten Malang yang memiliki topografi wilayah yang beragam, meliputi dataran tinggi sampai pada dataran rendah. Kecamatan Pujon merupakan wilayah dengan potensial bencana tanah longsor yang tinggi dengan kelerengan 40% ditambah dengan curah hujan di atas rata-rata yang menyebabkan semakin memperbesar risiko terjadi bencana longsor. Menurut Badan Geologi, Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral mencatat bahwa Kecamatan Pujon merupakan salah satu kecamatan yang memiliki potensi gerakan tanah yang cukup tinggi.

Penelitian ini menggunakan metode skoring dan pembobotan yang mengacu pada puslittanak (Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, 2004). Dimana bencana tanah longsor memiliki beberapa faktor diantaranya faktor kemiringan lereng, faktor jenis tanah, faktor curah hujan dan faktor penutupan lahan. Faktor yang mempengaruhi bencana longsor tersebut dibuat dari software QGIS yang menghasilkan peta sesuai dengan faktor tersebut dan dioverlay (ditumpang susun) sehingga menghasilkan peta kerawanan longsor. Berikut ini merupakan hasil dari keempat faktor tersebut.

### Kemiringan Lereng

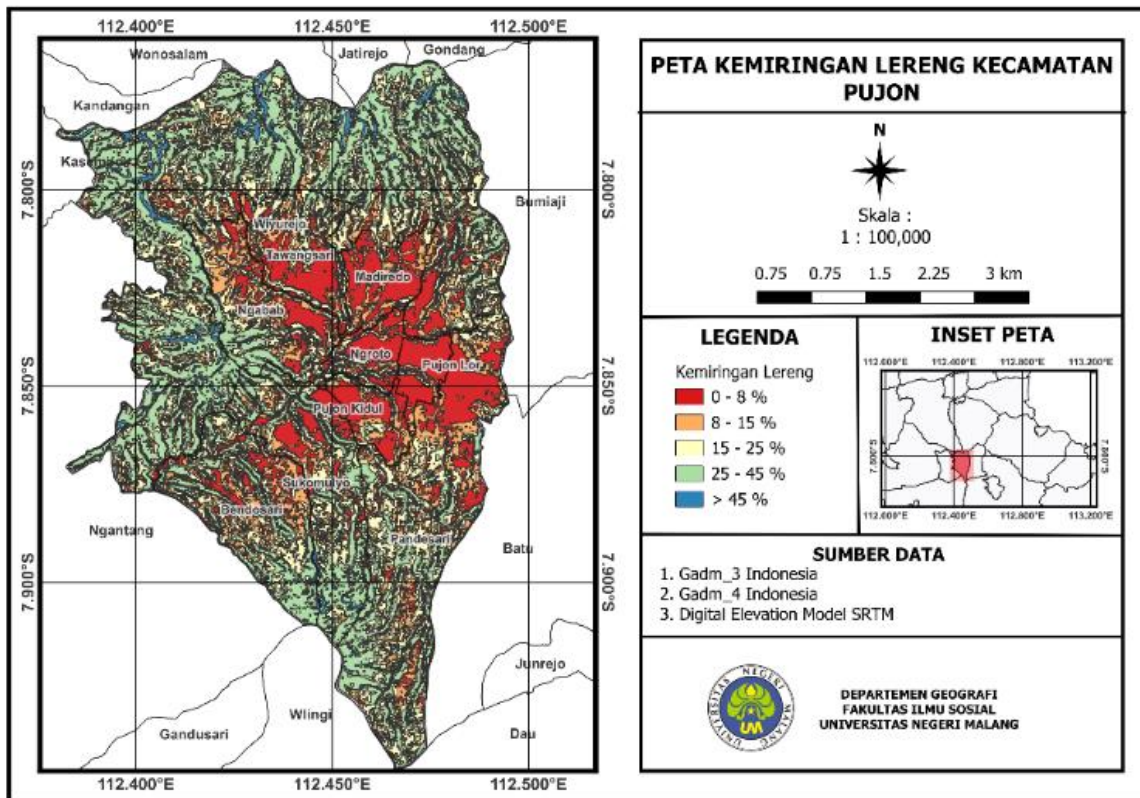
Kondisi Topografi di Kecamatan Pujon sangatlah bervariasi mulai dari topografi yang datar maupun bergelombang. Dari klasifikasi Kemiringan lereng menurut Puslittanak (Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat) di Kecamatan Pujon didapatkan hasil sebagai berikut: Kecamatan Pujon didominasi oleh Kemiringan Tinggi yang disimbolkan dengan warna hijau dan kemiringan rendah atau datar yang disimbolkan dengan warna merah. Kawasan tertinggi atau sangat curam di Kecamatan Pujon berada di Desa Bendosari dan Desa Wiyurejo. Sedangkan kawasan terendah berada di Desa Pujon Lor, Desa Pujon Kidul, Desa Ngroto dan Desa Ngadiredo. Klasifikasi dari hasil penyusunan peta kemiringan lereng (Gambar 2), yaitu warna merah dengan kemiringan lereng 0-8 % menunjukkan kelas kemiringan datar, warna orange dengan kemiringan lereng 8-15 % menunjukkan kelas kemiringan landai, warna kuning dengan kemiringan lereng 15-25 % menunjukkan kelas kemiringan agak curam, warna hijau dengan

kemiringan 25-45 % menunjukkan kelas kemiringan curam, dan warna biru dengan kemiringan lereng > 45 % menunjukkan kelas kemiringan yang sangat curam. Berikut tabel klasifikasi skor dari kemiringan lereng Kecamatan Pujon.

Table 1. Skoring Klasifikasi Kemiringan Lereng

Kemiringan Lereng	Skor
0 – 8 %	1
8 – 15 %	2
15 – 25 %	3
25 – 45 %	4
> 45 %	5

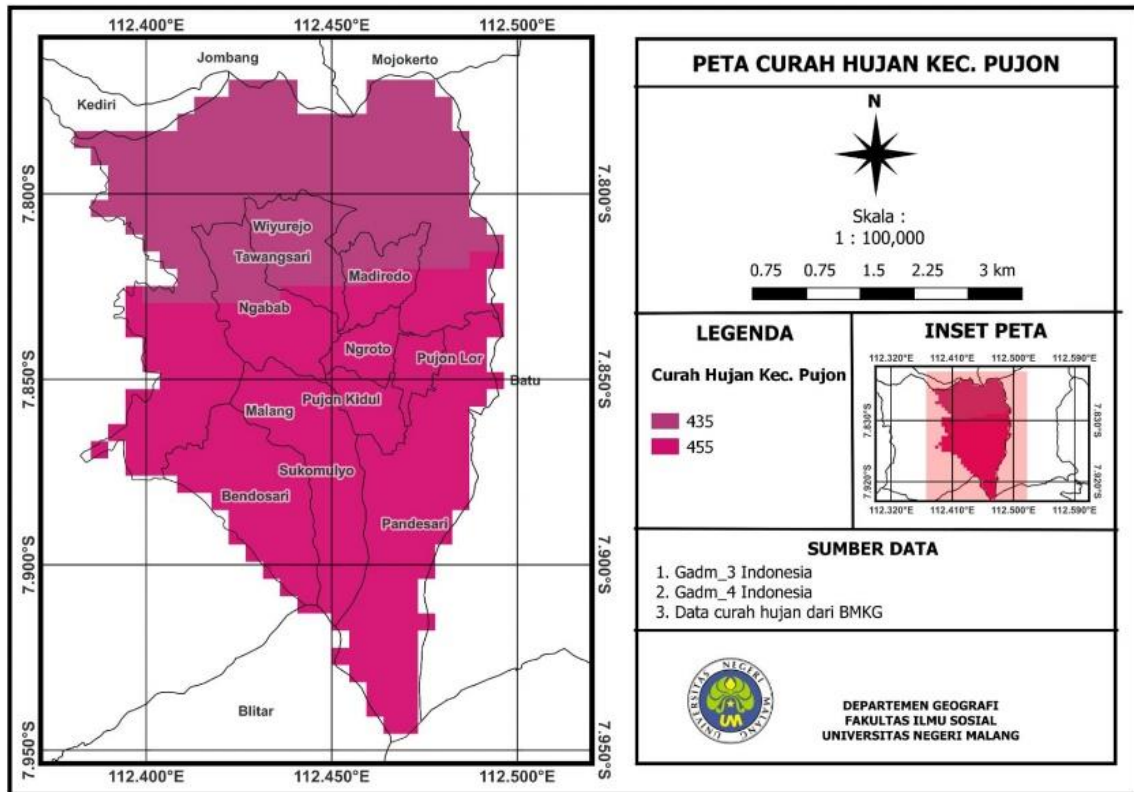
Sumber: Puslittanak., (2004)



Gambar 2. Peta Kemiringan Lereng Kecamatan Pujon

### Curah Hujan

Salah satu parameter untuk menentukan wilayah rawan longsor yaitu curah hujan, faktor-faktor curah hujan yaitu diantaranya besarnya curah hujan, intensitas hujan dan distribusi curah hujan serta intensitas curah hujan yang akan menentukan seberapa besar peluang terjadinya longsor dan di mana longsor tersebut terjadi. Pada wilayah tropis seperti Kecamatan Pujon, curah hujan menjadi faktor yang sangat berperan dalam terjadinya bencana longsor. Penentuan dan pembuatan peta curah hujan Kecamatan Pujon dilakukan dengan menggunakan data curah hujan dari BMKG. Unsur cuaca yang sangat berpengaruh pada proses terjadinya longsor adalah hujan. Hujan memainkan peran penting dalam erosi tanah dan batuan melalui pelepasan dari rintikan butir-butir hujan pada permukaan tanah dan sebagian melalui kontribusinya terhadap aliran. Curah hujan di Wilayah Kecamatan Pujon dipengaruhi oleh keadaan iklim, keadaan geografi dan perputaran/pertemuan arus udara. Oleh karena itu jumlah curah hujan dan hari hujan beragam menurut bulan dan letak stasiun pengamatan.



Gambar 3. Peta Curah Hujan Kecamatan Pujon

### Jenis Tanah

Berdasarkan hasil penyusunan peta jenis tanah (Gambar 4), Kecamatan Pujon memiliki beberapa jenis tanah diantaranya sebagai berikut: 1) Tanah Asosiasi Andosol Kelabu dan Regosol Kelabu; 2) Tanah Asosiasi Andosol Coklat dan Glei Humus; 3) Tanah Latosol Coklat dan Regosol Kelabu; 4) Tanah Latosol Coklat Kemerahan; dan 5) Tanah Regosol Coklat. Kecamatan Pujon didominasi oleh jenis tanah Asosiasi Andosol Kelabu dan Regosol Kelabu. Tanah Andosol merupakan jenis tanah yang berasal dari material erupsi gunung berapi, sehingga tidak heran jika penyebarannya terkonsentrasi di daerah dataran tinggi dan tanah yang subur.

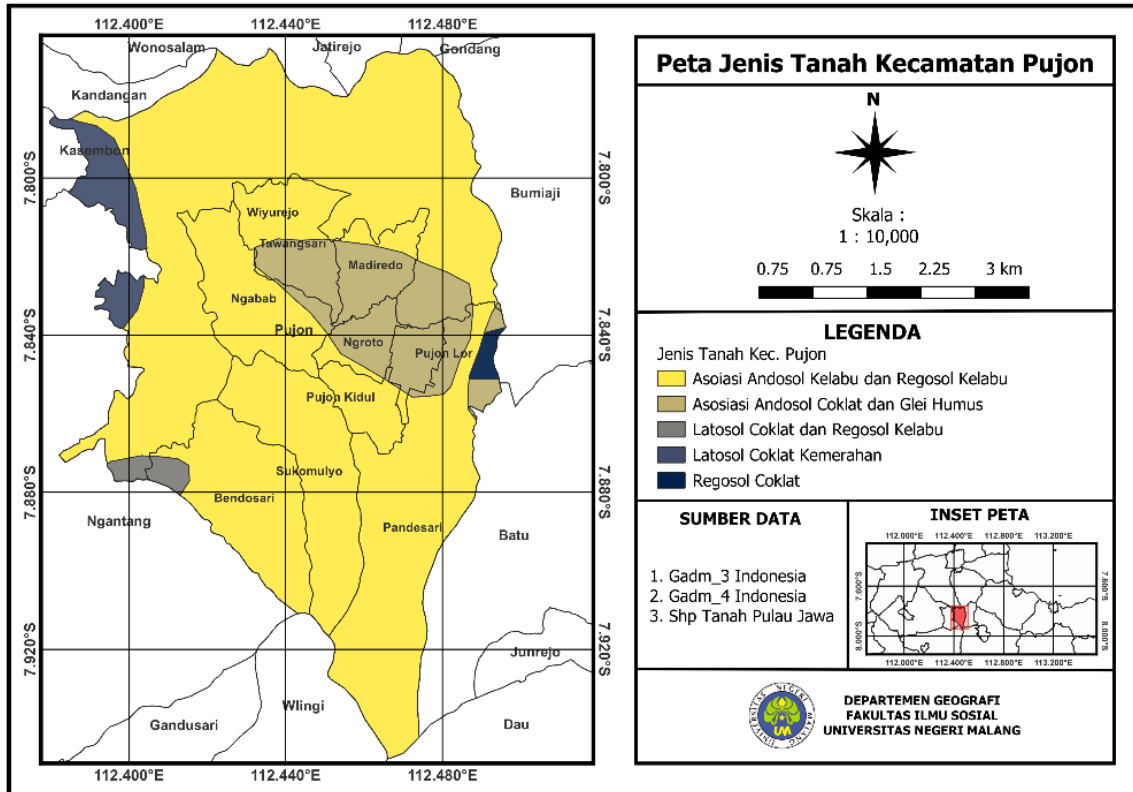
Table 2. Klasifikasi Jenis Tanah Kecamatan Pujon

Jenis Tanah	Skor
Asosiasi Andosol Kelabu dan Regosol Kelabu	4
Asosiasi Andosol Coklat dan Glei Humus	4
Latosol Coklat dan Regosol Kelabu	3
Latosol Coklat dan Regosol Kelabu	2
Regosol Coklat	5

Sumber: Puslittanak (2004)

Jenis Tanah Andosol tersusun dari debu dan lempung yang memiliki tekstur agak kasar. Tanah Andosol hampir seluruh wilayah Kecamatan Pujon dapat ditemukan. Tanah Andosol telah mengalami perkembangan profil, warna agak coklat keabuan hingga hitam, struktur remah, konsistensi gembur dan bersifat licin berminyak, kejenuhan basa tinggi dan daya absorpsi sedang, permeabilitas sedang serta peka terhadap erosi. Tanah Andosol berasal dari batuan induk abu atau tuf vulkanik (Okta, 1982 dalam Putra & Wardika, 2021). Jenis Tanah Latosol ditemukan di sebagian wilayah Desa Pandesari dan Desa Bendosari. Jenis Tanah Latosol memiliki sifat yang peka terhadap air sehingga ketika terjadi hujan, tanah latosol ini mengalami pengangkutan tanah dengan jumlah kecil dan besar. Tanah ini mempunyai solum yang dalam, tekstur tanahnya lempung berdebu dan mudah sekali meresapkan air, sehingga potensi rawan bencana longsor juga cukup tinggi.

Jenis Tanah Regosol ditemukan di sebagian wilayah Desa Pandesari. Jenis Tanah Regosol ini memiliki warna kelabu hingga kuning dengan batas horizon yang terselubung, bertekstur pasir dengan batas horizon yang terselubung, dan memiliki permeabilitas tanah yang tinggi (Nampa, 2011). Tanah Regosol memiliki kesuburan sedang yang berasal dari bahan induk material vulkanik muda dan menyebar didaerah lereng vulkanik muda.



Gambar 4. Peta Jenis Tanah Kecamatan Pujon

### Tutupan Lahan

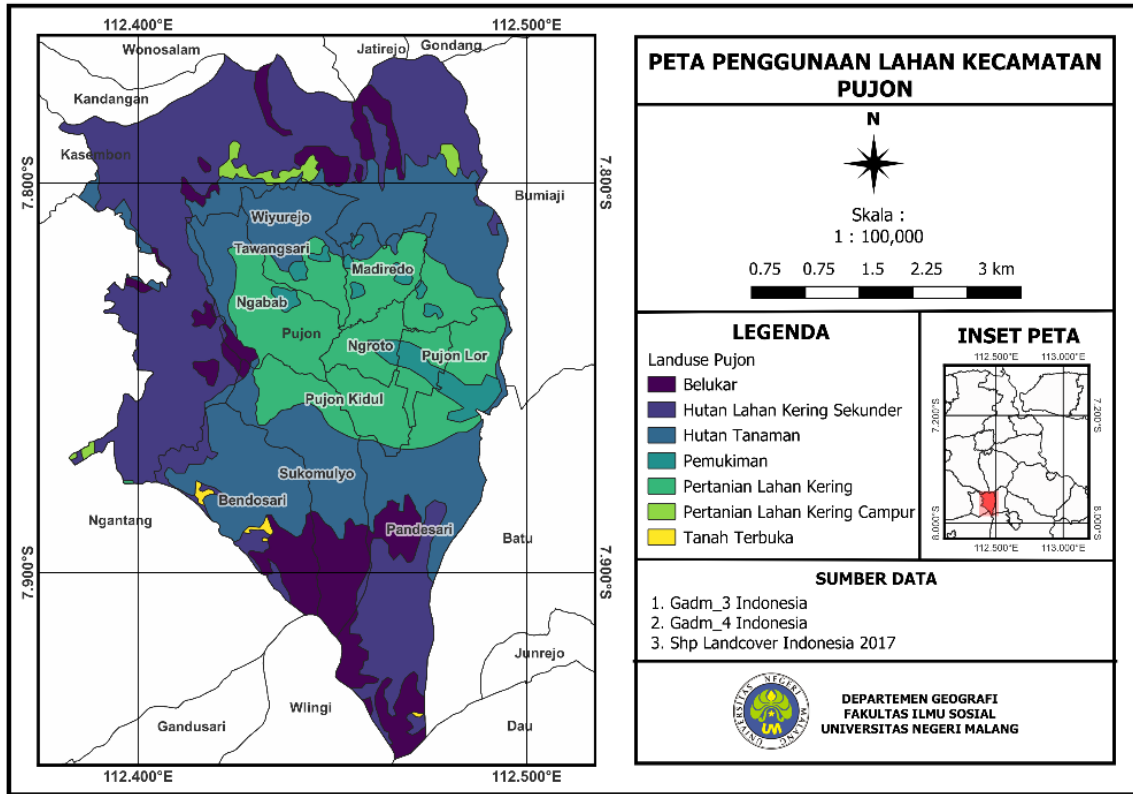
Pemetaan penggunaan lahan dan tutupan lahan sangat berhubungan dengan studi vegetasi, tanaman pertanian, dan jenis tanah dari biosfer. Karena data penggunaan lahan dan tutupan lahan paling berpengaruh untuk perencanaan yang harus membuat keputusan berhubungan dengan pengelolaan sumber daya lahan. Oleh karena itu data ini bersifat ekonomi (Lestari & Arsyad, 2018). Tutupan lahan di suatu wilayah berkaitan erat dengan kondisi alam, ekonomi, dan kondisi masyarakat yang tinggal di wilayah tersebut. Hasil peta jenis tanah Kecamatan Pujon yang telah dibuat di atas memiliki 7 tutupan lahan diantaranya yaitu belukar, hutan lahan kering sekunder, hutan tanaman, pemukiman, pertanian lahan kering, pertanian lahan kering campur dan tanah terbuka. Wilayah Kecamatan Pujon didominasi oleh tutupan lahan hutan tanaman yang berada di Desa Tawang Sari, Desa Bendosari, Desa Sukomulyo, dan Desa Pandesari. Berdasarkan pengolahan data landcover Indonesia 2017 yang diproses dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) didapatkan hasil bahwa wilayah Kecamatan Pujon sebagian besar masih kawasan hutan dan pertanian lahan kering.

Table 3. Klasifikasi Tutupan Lahan Kecamatan Pujon

Tutupan Lahan	Skor
Belukar	4
Hutan Lahan Kering Sekunder	3
Hutan Tanaman	3
Pemukiman	2
Pertanian Lahan Kering	5
Pertanian Lahan Kering Campur	5
Tanah Terbuka	1

Sumber: Puslittanak., (2004)

Alih fungsi lahan di Kecamatan Pujon juga menjadi salah satu penyebab terjadinya bencana longsor. Penggunaan lahan hutan yang dimanfaatkan untuk kepentingan pemukiman atau pertanian semakin banyak. Walaupun lahan pemukiman dan pertanian berada pada kelas kerawanan longsor lahan sedang tetapi alih fungsi lahan tersebut dapat menimbulkan penimbunan lereng semakin curam dan dapat meningkatkan kerawanan longsor pada lahan tersebut. Hilangnya vegetasi pada lereng tersebut dapat mengganggu keseimbangan tanah dan bisa mengurangi daerah resapan air sehingga tanah dan lereng lebih mudah bergerak dan terseret air saat hujan mengguyur daerah tersebut.



Gambar 5. Peta Tutupan Lahan Kecamatan Pujon

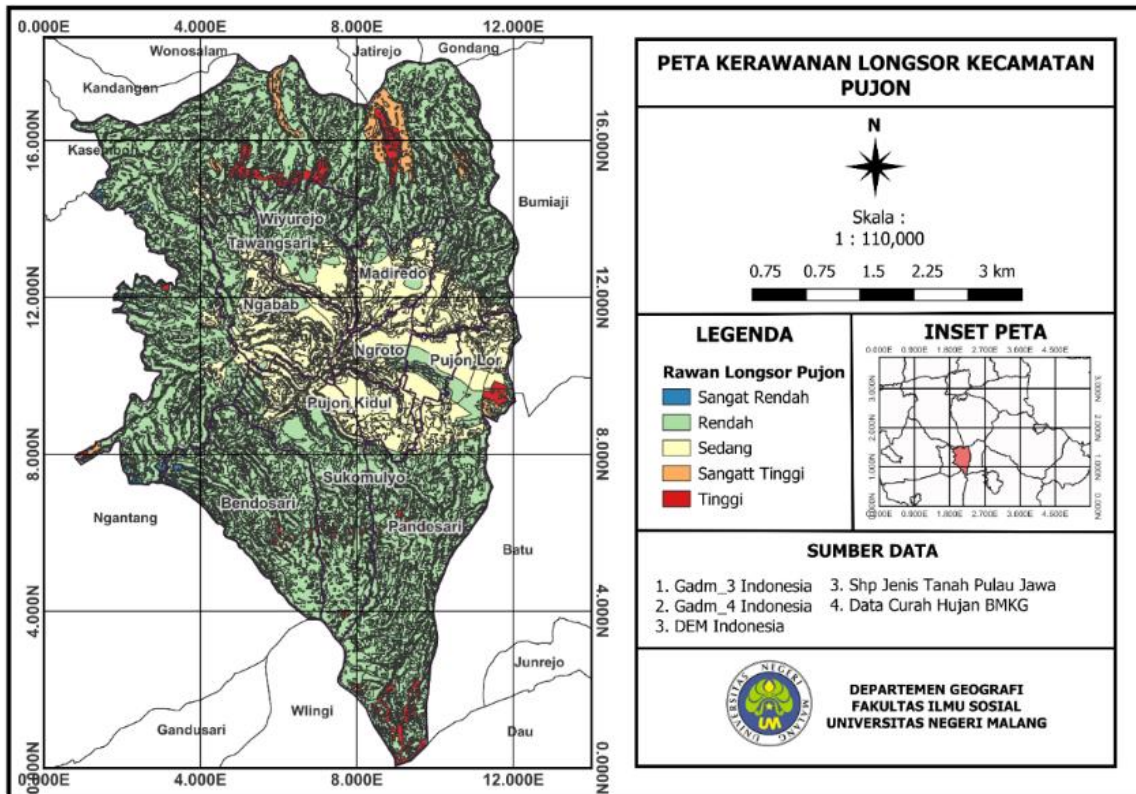
### Pendugaan Kerawanan Longsor di Kecamatan Pujon

Faktor penyebab dari bencana longsor dapat dilihat dari beberapa parameter diantaranya seperti curah hujan, kemiringan lereng, penggunaan lahan dan jenis tanah. Klasifikasi kerawanan longsor yang digunakan dalam penyusunan peta kerawanan longsor disajikan dalam tabel 4 berikut ini:

Table 4. Tingkat Klasifikasi Kerawanan Longsor Kecamatan Pujon

Tingkat Kerawanan Longsor	Klasifikasi Warna	Luasan (m <sup>2</sup> )
Sangat Rendah	Biru	985515.12
Rendah	Hijau	107855355.75
Sedang	Kuning	32988018.88
Tinggi	Merah	3726901.36
Sangat Tinggi	Sangat Tinggi	2899897.87

Sumber: Hasil olahan data penelitian, 2023.



Gambar 6. Peta Kerawanan Longsor Kecamatan Pujon

Pendugaan kawasan bencana Rawan Tanah Longsor dilakukan menggunakan klasifikasi model pendugaan oleh Puslittanak tahun 2004. Berdasarkan model tersebut parameter yang digunakan untuk pendugaan kawasan rawan longsor meliputi parameter Jenis Tanah, Tutupan lahan, jenis tanah, dan curah hujan serta kemiringan lereng kawasan Kecamatan Pujon. Semua parameter tersebut diklasifikasikan berdasarkan skor sesuai kontribusinya masing-masing dan kemudian data tersebut diolah menggunakan software QGIS. Berdasarkan hasil analisis dari parameter tersebut didapatkan hasil klasifikasi tingkat kerawanan bencana tanah longsor di Kecamatan Pujon, diantaranya kelas sangat rendah dengan klasifikasi warna biru yang berada di Desa Wiyungrejo dan Desa Bendosari, kelas rendah dengan klasifikasi warna hijau yang mendominasi wilayah Kecamatan Pujon, kelas sedang dengan klasifikasi warna kuning berada di tengah wilayah Kecamatan Pujon, sedangkan pada kelas sangat tinggi dengan klasifikasi warna oranye berada di wilayah utara Desa Wiyurejo, serta kelas tinggi dengan klasifikasi warna merah berada di Desa Wiyurejo, Desa Pujon Lor dan Desa Pandesari.



Gambar 7. Longsor di Desa Sukomulyo Kecamatan Pujon



Pendugaan kawasan rawanan bencana longsor melalui peta tersebut dapat menjadi alat yang sangat berguna dalam upaya mitigasi atau pengurangan risiko bencana longsor bagi masyarakat Kecamatan Pujon. Dengan peta tersebut, masyarakat dapat mengetahui daerah-daerah yang rentan terhadap longsor, sehingga langkah-langkah pencegahan yang efektif dapat diambil dan ditindaklanjuti. Selain itu, peta kerawanan longsor juga dapat menjadi acuan dalam merencanakan jalur evakuasi yang aman, sehingga masyarakat dapat menghindari risiko ketika terjadi ancaman bahaya longsor. Dengan pemahaman yang lebih baik tentang faktor yang menyebabkan longsor, sistem peringatan dini juga dapat dikembangkan, sehingga masyarakat dapat mengambil langkah-langkah pencegahan yang tepat waktu dan efisien.

## **SIMPULAN**

Pendugaan kerawanan tanah longsor di Kecamatan Pujon berbantuan sistem informasi geografis ini menghasilkan peta kerawanan tanah longor yang dapat digunakan oleh masyarakat untuk upaya mitigasi bencana tanah longsor. Peta kerawanan ini dapat meningkatkan kewaspadaan masyarakat dalam menanggulangi bencana tanah longsor. Berdasarkan hasil analisis data penelitian dihasilkan peta dengan klasifikasi tingkat kerawanan bencana tanah longsor di Kecamatan Pujon menjadi 5 kelas kerawanan. Kelas kerawanan sangat rendah dengan luas kerawanan 985515.12 m<sup>2</sup>, keterangan wilayah warna biru, berada di Desa Wiyungrejo dan Desa Bendosari. Kelas kerawanan rendah dengan luas kerawanan 107855355.75 m<sup>2</sup>, keterangan wilayah warna hijau, mendominasi wilayah Kecamatan Pujon. Kelas kerawanan sedang dengan luas kerawanan 32988018.88 m<sup>2</sup>, keterangan wilayah warna kuning berada di tengah wilayah Kecamatan Pujon. Kelas kerawanan tinggi dengan luas kerawanan 3726901.36 m<sup>2</sup>, keterangan wilayah warna merah berada di beberapa wilayah Desa Pujon Lor dan Desa Wiyurejo. Sedangkan kelas kerawanan sangat tinggi dengan luas kerawanan 2899897.87 m<sup>2</sup>, keterangan wilayah warna oranye berada di wilayah utara Desa Wiyurejo. Terakhir, kelas kerawanan tinggi dengan keterangan wilayah warna merah berada di Desa Wiyurejo, Desa Pujon Lor dan Desa Pandesari.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Badan Nasional Penanggulangan Bencana Kabupaten Malang. (2016). Jumlah Bencana Longsor di Kecamatan Pujon pada Tahun 2015 sampai 2016.
- Barus, B. (1999). Pemetaan Bahaya longoran berdasarkan klasifikasi statistik peubah tunggal menggunakan SIG: studi kasus daerah Ciawi-Puncak-Pacet, Jawa-Barat. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 2(1), 7-16.
- Damanik, M. R. S., & Restu, R. (2012). Pemetaan Tingkat Risiko Banjir dan Longsor Sumatera Utara Berbasis Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Geografi*, 4(1), 29-42.
- Hamida, F. N., & Widyasamratri, H. (2019). Risiko Kawasan Longsor dalam Upaya Mitigasi Bencana Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Pondasi*, 24(1), 67-89.
- Kemkes. (2016). Mitigasi Bencana Dengan Memanfaatkan SIG (System Information Geografis). Retrieved January 1, 2019, from <http://pusat.krisis.em.es.go.id/mitigasi-bencana-dengan-memanfaat-an-sig-system-information-geografis>
- Lestari, S. C., & Arsyad, M. (2018). Studi Penggunaan Lahan Berbasis Data Citra Satelit dengan Metode Sistem Informasi Geografis (SIG). *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika (JSPF)*, 14(1), 81-88.
- Nampa, I. W. (2011). Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam Penataan Kawasan Agroindustri Kopi Arabika di Kecamatan Kintamani Kabupaten Bangli.
- Prihatin, R. B. (2018). Masyarakat Sadar Bencana: Pembelajaran dari Karo, Banjarnegara, dan Jepang. *Aspirasi: Jurnal Masalah-Masalah Sosial*, 9(2), 221–239.
- Purnomo, N. H., & Hariyono, W. (2014). Pemaknaan Mitigasi Kutural dan Struktural Masyarakat Lereng Selatan Gunung Api Merapi. *Jurnal Tata Kota dan Daerah*, 6(1), 15–20.

- Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat (Puslittanak). (2004). *Laporan Akhir Pengkajian Potensi Bencana Kekeringan, Banjir dan Longsor di Kawasan Satuan Wilayah Sungai Citarum-Cilimung Jawa Barat Bagian Barat Berbasis Sistem Informasi Geografis*. Bogor: Puslittanak.
- Putra, I. K. A., & Wardika, I. G. (2021). Analisis Kerentanan Lahan Terhadap Potensi Bencana Tanah Longsor pada Wilayah Kaldera Batur Purba. *Media Komunikasi Geografi*, 22(2), 208-218.
- Rahman, A. (2010). Penggunaan Sistem Informasi Geografis untuk Pemetaan Kerawanan Longsor di Kabupaten Purworejo. *Bumi Lestari*, 10(2), 191-199.
- Sartohadi, J. (2008). The Landslide Distribution in Loano Sub-District, Purworejo District, Central Java Province, Indonesia. *Forum Geografi*, 22(2), 129-144.
- Somantri, L. (2008). Kajian Mitigasi Bencana Longsor Lahan Dengan Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh. *Seminar Ikatan Geograf Indonesia*, 1-10.
- Supriyono, S., Guntar, D., Edwar, E., Zairin, Z., & Sugandi, W. (2018). Sosialisasi Potensi Bencana dan Sistem Informasi Geografi (SIG) Kebencanaan di Kabupaten Seluma. *Bagimu Negeri: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1), 59-68.
- Suripin. (2002). *Pelestarian Sumberdaya Tanah dan Air*. Yogyakarta: Penerbit Andi.