

Identifikasi Potensi Akumulasi Air Menggunakan Topographic Wetness Index sebagai Informasi Pendukung Mitigasi Longsor di Desa Peron, Kendal

Fauzi Helmi Romadhon^{1*}, Fauzan Febriyanto², Deffa Maulidan³, Halfidz Defrians Krisnanda¹, Akbar Rasya Pramudian³, Abdul Jabbar¹, Trida Ridho Fariz¹

¹Ilmu Lingkungan, Universitas Negeri Semarang, Kota Semarang

² Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Semarang, Kota Semarang

³ Fisika, Universitas Negeri Semarang, Kota Semarang

Email korespondensi: fauzihelmi486@gmail.com

ABSTRAK

Keberadaan air yang terakumulasi pada lereng merupakan salah satu faktor yang dapat menurunkan kestabilan tanah dan meningkatkan potensi terjadinya longsor. Desa Peron, Kecamatan Limbangan, Kabupaten Kendal merupakan wilayah perbukitan yang memiliki riwayat kejadian longsor, namun informasi mengenai indikasi potensi akumulasi air berdasarkan karakteristik topografi di wilayah tersebut masih terbatas. Penelitian ini bertujuan menganalisis distribusi spasial indikasi potensi akumulasi air menggunakan pendekatan Topographic Wetness Index (TWI) berbasis Sistem Informasi Geografis sebagai informasi awal dalam mendukung mitigasi longsor. Data yang digunakan berupa Digital Elevation Model Nasional (DEMNAS) yang diolah menggunakan ArcGIS 10.8 melalui tahapan perhitungan kemiringan lereng, arah aliran, akumulasi aliran, dan nilai TWI. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai TWI di Desa Peron berada pada rentang -0,09975 hingga 20,7743 dengan enam kelas kelembapan topografis. Wilayah dengan nilai TWI tinggi menunjukkan indikasi kecenderungan akumulasi air yang lebih besar berdasarkan kondisi topografi, sedangkan nilai TWI rendah menunjukkan kecenderungan drainase yang lebih baik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa TWI dapat memberikan indikasi spasial mengenai kecenderungan potensi akumulasi air, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai informasi pendukung dalam mitigasi longsor. Hasil ini tidak menunjukkan kondisi akumulasi air aktual, sehingga diperlukan validasi lapangan dan integrasi dengan faktor pengontrol longsor lainnya untuk menghasilkan informasi yang lebih komprehensif.

Kata kunci: akumulasi air; mitigasi longsor; Sistem Informasi Geografis; *Topographic Wetness Index*; DEMNAS

PENDAHULUAN

Keberadaan air merupakan salah satu faktor hidrologi yang paling berpengaruh terhadap kestabilan lereng dan sering menjadi pemicu utama terjadinya longsor di kawasan perbukitan. Air yang terinfiltrasi ke dalam tanah akan bergerak mengikuti gradien topografi dan cenderung terakumulasi pada lokasi-lokasi tertentu sehingga meningkatkan kejenuhan tanah serta tekanan air pori (*pore water pressure*). Kondisi tersebut menyebabkan tegangan efektif (*effective stress*) berkurang sehingga kuat geser tanah (*soil shear strength*) menurun dan lereng menjadi semakin tidak stabil. Oleh karena itu, informasi mengenai distribusi spasial potensi akumulasi air menjadi aspek penting dalam mendukung identifikasi daerah yang rentan mengalami longsor serta penyusunan strategi mitigasi berbasis kondisi hidrologi lereng (Dani et al., 2022).

Perkembangan Sistem Informasi Geografis (SIG) dan pemanfaatan *Digital Elevation Model (DEM)* memungkinkan karakteristik hidrologi suatu wilayah dianalisis secara kuantitatif melalui pendekatan topografi. Salah satu parameter yang banyak digunakan adalah *Topographic Wetness Index (TWI)*, yaitu indeks topografi yang menggambarkan kecenderungan akumulasi air berdasarkan hubungan antara *specific catchment area* dan kemiringan lereng. Nilai *TWI* yang tinggi menunjukkan kecenderungan terjadinya konvergensi aliran dan akumulasi air yang lebih besar dibandingkan wilayah sekitarnya sehingga dapat digunakan sebagai indikator awal distribusi kelembaban tanah dan zona jenuh air (Riihimäki et al., 2021). Secara teoritis, *TWI* merepresentasikan pengaruh topografi terhadap distribusi aliran permukaan dan aliran dekat permukaan sehingga banyak dimanfaatkan dalam kajian hidrologi dan kebencanaan. Indeks ini mampu menunjukkan lokasi-lokasi yang secara geomorfologi berpotensi menjadi daerah akumulasi air akibat proses konvergensi aliran pada suatu bentang lahan (Meles et al., 2020). Selain dipengaruhi oleh bentuk topografi, representasi nilai *TWI* juga dipengaruhi oleh resolusi *DEM* dan algoritma penentuan arah aliran sehingga mampu memberikan gambaran spasial mengenai distribusi potensi kelembaban tanah pada suatu wilayah (Okwir et al., 2022).

Pemanfaatan *TWI* telah berkembang dalam berbagai penelitian geospasial, terutama untuk analisis hidrologi dan kebencanaan. *TWI* digunakan untuk mengidentifikasi potensi bahaya banjir, memetakan daerah genangan, serta mengevaluasi karakteristik bentang lahan melalui integrasi dengan parameter morfometri lainnya (Budiharso & Momongan, 2023). Selain itu, *TWI* juga diterapkan dalam pemetaan wilayah rawan banjir pada daerah aliran sungai (Laswanto et al., 2025), identifikasi potensi genangan (Ma'rufah et al., 2024), analisis hidrologi DAS (Munthe et al., 2025), serta identifikasi dolina karst melalui kombinasi *Topographic Position Index (TPI)* dan *TWI* (Damayanti et al., 2025). Pada kajian longsor, *TWI* umumnya digunakan sebagai salah satu parameter dalam pemodelan kerawanan bersama faktor-faktor fisik lainnya (Samodra & Setiawan, 2025). Meskipun demikian, pemanfaatan *TWI* sebagai pendekatan utama untuk mengidentifikasi potensi akumulasi air pada lereng sebagai informasi awal mitigasi longsor masih relatif terbatas, khususnya melalui verifikasi kondisi hidrologi lapangan berupa keberadaan mata air dan rembesan (Sari et al., 2026).

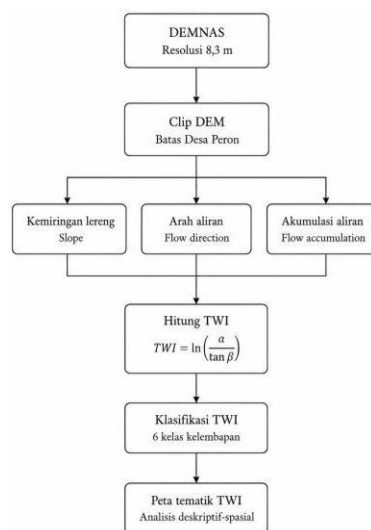
Desa Peron, Kecamatan Limbangan, Kabupaten Kendal merupakan kawasan perbukitan yang memiliki riwayat kejadian longsor serta dijumpai beberapa titik rembesan dan mata air pada lereng hasil observasi lapangan. Kondisi tersebut menunjukkan adanya indikasi akumulasi air yang dipengaruhi oleh karakteristik topografi wilayah. Namun demikian, informasi spasial mengenai persebaran potensi akumulasi air di wilayah tersebut masih belum tersedia sehingga

menyulitkan penentuan lokasi prioritas dalam perencanaan mitigasi longsor. Penyusunan informasi tersebut diperlukan sebagai dasar dalam memahami hubungan antara kondisi topografi dan distribusi akumulasi air pada lereng.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan menganalisis distribusi spasial potensi akumulasi air menggunakan pendekatan *Topographic Wetness Index (TWI)* berbasis Sistem Informasi Geografis di Desa Peron, Kecamatan Limbangan, Kabupaten Kendal. Kebaruan penelitian ini terletak pada pemanfaatan *TWI* sebagai pendekatan utama untuk mengidentifikasi potensi akumulasi air pada skala lereng (*slope scale*) yang selanjutnya diverifikasi melalui keberadaan mata air dan rembesan hasil observasi lapangan sebagai bentuk validasi hidrogeologis awal. Hasil penelitian diharapkan mampu menghasilkan informasi spasial mengenai zona potensi akumulasi air yang dapat dimanfaatkan sebagai dasar pendukung mitigasi bencana longsor serta perencanaan pengelolaan sumber daya air di wilayah penelitian.

METODE PENELITIAN

Area studi yang digunakan dalam penelitian ini adalah Desa Peron, Kecamatan Limbangan, Kabupaten Kendal, Jawa Tengah. Data yang digunakan berupa *Digital Elevation Model Nasional (DEMNAS)* sebagai data utama untuk merepresentasikan kondisi topografi wilayah penelitian dan batas administrasi Desa Peron sebagai pembatas wilayah analisis. Pengolahan data dilakukan menggunakan perangkat lunak *ArcGIS 10.8* untuk menghasilkan peta *Topographic Wetness Index (TWI)* berdasarkan karakteristik topografi wilayah penelitian. Tahapan penelitian diawali dengan melakukan pemotongan (*clip*) data DEMNAS berdasarkan batas administrasi Desa Peron. Data DEM selanjutnya diolah untuk menghasilkan parameter topografi yang diperlukan dalam analisis TWI, meliputi kemiringan lereng (*slope*), arah aliran (*flow direction*), dan akumulasi aliran (*flow accumulation*). Parameter tersebut digunakan untuk menghasilkan nilai TWI yang menggambarkan kecenderungan kelembapan topografis dan akumulasi air berdasarkan kondisi medan. Nilai TWI yang lebih tinggi menunjukkan kecenderungan suatu lokasi untuk mengalami akumulasi air dan kondisi yang lebih lembap, sedangkan nilai yang lebih rendah menunjukkan kecenderungan kondisi yang lebih kering dan drainase yang lebih baik.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

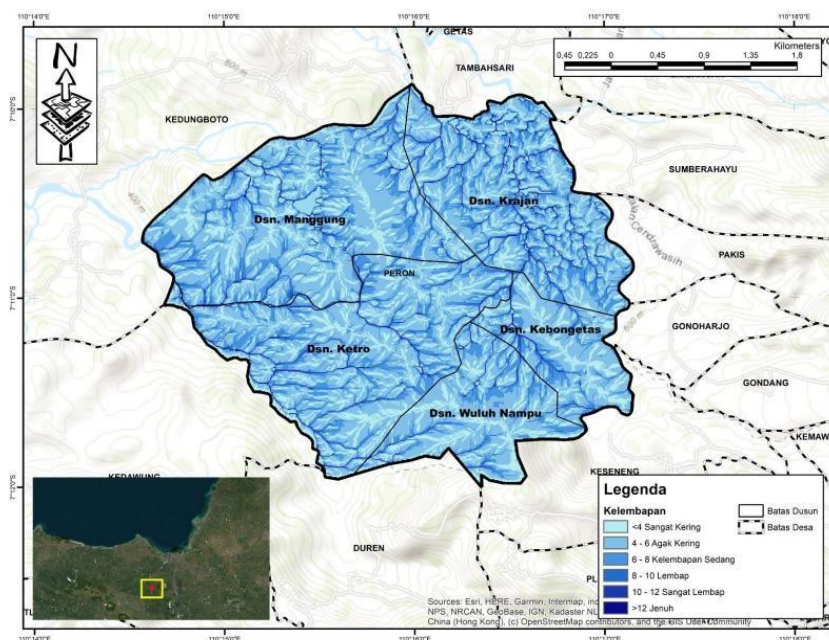
Hasil perhitungan *TWI* kemudian diklasifikasikan berdasarkan rentang nilai untuk mengidentifikasi tingkat kelembapan topografis dan indikasi potensi akumulasi air. Klasifikasi nilai *TWI* yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1. Selanjutnya, analisis dilakukan secara deskriptif-spasial dengan menginterpretasikan pola distribusi setiap kelas *TWI* pada wilayah Desa Peron. Hasil klasifikasi disajikan dalam bentuk peta tematik untuk mengidentifikasi wilayah yang memiliki perbedaan tingkat kelembapan topografis dan indikasi potensi akumulasi air berdasarkan kondisi topografi.

Tabel 1. Klasifikasi Nilai *Topographic Wetness Index (TWI)*

Nilai <i>TWI</i>	Interpretasi
< 4	Sangat kering
4–6	Agak kering
6–8	Kelembapan sedang
8–10	Lembap
10–12	Sangat lembap
> 12	Zona akumulasi air / potensi tanah jenuh tinggi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis *Topographic Wetness Index (TWI)* di Desa Peron, Kecamatan Limbangan, Kabupaten Kendal, menunjukkan adanya variasi nilai indeks yang menggambarkan perbedaan kecenderungan kelembapan topografis dan akumulasi air berdasarkan kondisi medan. Nilai *TWI* yang diperoleh berada pada rentang -0,09975 hingga 20,7743. Rentang tersebut menunjukkan adanya variasi kondisi topografi yang cukup beragam di wilayah penelitian, mulai dari lokasi dengan kecenderungan akumulasi air yang rendah hingga lokasi yang secara topografis memiliki kecenderungan akumulasi air lebih tinggi. Distribusi nilai *TWI* pada wilayah penelitian secara umum mengikuti karakteristik relief dan pola aliran permukaan yang terbentuk dari kondisi topografi.



Gambar 2. Peta Distribusi *Topographic Wetness Index (TWI)* di Desa Peron, Kecamatan Limbangan, Kabupaten Kendal

Nilai TWI rendah menunjukkan kecenderungan akumulasi air yang relatif rendah, sedangkan nilai tinggi menunjukkan kecenderungan konsentrasi dan akumulasi aliran yang lebih besar (Riihimäki et al., 2021; Meles et al., 2020). Hasil analisis menunjukkan nilai TWI berkisar antara -0,09975 hingga 20,7743. Nilai minimum yang termasuk kelas TWI <4 tidak serta-merta menunjukkan kesalahan analisis, tetapi dapat berkaitan dengan kontribusi aliran yang rendah dan karakteristik kemiringan lereng tertentu. Sebaliknya, nilai maksimum menunjukkan lokasi dengan kecenderungan kelembapan topografis dan akumulasi aliran yang lebih tinggi akibat kontribusi aliran dari area sekitarnya. Nilai TWI kemudian diklasifikasikan menjadi enam kelas, yaitu <4 (sangat kering), 4–6 (agak kering), 6–8 (kelembapan sedang), 8–10 (lembap), 10–12 (sangat lembap), dan >12 (kecenderungan akumulasi air tinggi atau potensi kejenuhan tanah lebih besar). Klasifikasi ini menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai TWI, semakin besar kecenderungan konsentrasi aliran dan akumulasi air berdasarkan karakteristik topografi (Okwir et al., 2022).

Berdasarkan peta distribusi *TWI*, variasi nilai indeks terlihat mengikuti pola topografi wilayah Desa Peron. Area dengan nilai *TWI* rendah cenderung menunjukkan lokasi yang memiliki kecenderungan drainase lebih baik dan akumulasi air yang relatif rendah. Sebaliknya, area dengan nilai *TWI* tinggi menunjukkan lokasi yang secara topografis memiliki kecenderungan lebih besar untuk menerima dan mengonsentrasikan aliran dari wilayah di sekitarnya. Pola tersebut memperlihatkan bahwa kondisi relief dan konfigurasi medan memiliki peran dalam menentukan distribusi spasial kelembapan topografis di Desa Peron (Meles et al., 2020; Okwir et al., 2022). Dengan demikian, hasil pemetaan *TWI* dapat memberikan gambaran mengenai pola spasial wilayah yang memiliki kecenderungan akumulasi air lebih rendah hingga lebih tinggi berdasarkan kondisi topografi (Budiharso & Momongan, 2023).

Hasil analisis ini menunjukkan bahwa *TWI* dapat digunakan sebagai pendekatan spasial untuk mengidentifikasi indikasi potensi akumulasi air di Desa Peron. Wilayah dengan nilai *TWI* tinggi dapat menjadi indikasi awal lokasi yang secara topografis lebih berpotensi mengalami konsentrasi aliran dan akumulasi air, sedangkan wilayah dengan nilai *TWI* rendah cenderung memiliki potensi akumulasi air yang lebih rendah (Laswanto et al., 2025). Meskipun demikian, interpretasi tersebut terbatas pada kondisi topografi yang direpresentasikan oleh DEMNAS. Khususnya di wilayah Jawa Tengah, DEMNAS tidak secara spesifik berbentuk DSM (Digital Surface Model) maupun DTM (Digital Terrain Model), meskipun karakteristiknya cenderung menyerupai DSM (Widhaningtyas et al., 2020). Nilai *TWI* tidak secara langsung menunjukkan kondisi air aktual, kejenuhan tanah, maupun keberadaan air di lapangan karena kondisi tersebut juga dipengaruhi oleh faktor lain seperti curah hujan, karakteristik tanah, litologi, tutupan lahan, dan kondisi drainase (Riihimäki et al., 2021). Oleh karena itu, hasil *TWI* dalam penelitian ini lebih tepat dipahami sebagai indikasi spasial potensi akumulasi air berbasis karakteristik topografi, yang dapat menjadi informasi awal dalam memahami pola distribusi kelembapan dan konsentrasi aliran di Desa Peron.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa *Topographic Wetness Index* (*TWI*) dapat digunakan untuk memetakan indikasi potensi akumulasi air berdasarkan karakteristik topografi di Desa Peron, Kecamatan Limbangan, Kabupaten Kendal. Nilai *TWI* yang lebih tinggi menunjukkan kecenderungan konsentrasi aliran dan kelembapan topografis yang lebih besar dibandingkan wilayah dengan nilai *TWI* rendah. Namun, hasil *TWI* dalam penelitian ini tidak menunjukkan kondisi akumulasi air aktual dan tidak dapat secara langsung digunakan untuk menentukan tingkat kerawanan longsor, melainkan hanya sebagai informasi atau indikasi awal yang dapat mendukung mitigasi. Oleh karena itu, pemanfaatan hasil *TWI* untuk penentuan wilayah prioritas mitigasi perlu dikombinasikan dengan faktor pengontrol longsor lainnya serta, jika

memungkinkan, validasi lapangan untuk memperoleh hasil yang lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiharso, A. S., & Momongan, A. J. (2023). Kajian *Topographic Wetness Index (TWI)* untuk Mengetahui Potensi Bahaya Banjir di Kota Manado. In *Journal Geological Processes, Risks, and Integrated Spatial Modeling* (Vol. 01, Number 01).
- Damayanti, A., Hidayat, M. F. A., Syamsuddin, R. P., & Adhanto, D. H. (2025). Use of the TPI and TWI Methods for Identifying Karst Dolines in Purwosari District, Gunungkidul Regency, Indonesia. *Forum Geografi*, 39(1), 89–101.
- Dani, I., Putri Iwasaki, K., Erfani, S., & Catur Wibowo, R. (2022). Pemetaan Dan Analisis Tingkat Kerawanan Longsor Di Kabupaten Temanggung Menggunakan Sistem Informasi Geospasial. *Jurnal Teknologi Dan Inovasi Industri*, 03(02), 8–012.
- Laswanto, Sunarti, & Zuhdi, M. (2025). Pemetaan Wilayah Rawan Banjir di DAS Kenali Besar Kota Jambi dengan Metode Topographic Wetness Index. *Jurnal Pembangunan Berkelanjutan*, 8(2), 13–22.
- Ma'rufah, W., Ridwan, R., & Amin, M. (2024). Deteksi Kerawanan Banjir Genangan Menggunakan Topographic Wetness Index (TWI) di Sub Das Way Katibung. *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering*, 3(2), 238.
- Meles, M. B., Younger, S. E., Jackson, C. R., Du, E., & Drover, D. (2020). Wetness index based on landscape position and topography (WILT): Modifying TWI to reflect landscape position. *Journal of Environmental Management*, 255.
- Munthe, M., Arif, N., & Respati Suryo Sumunar, D. (2025). Pemetaan Potensi Genangan Banjir Berdasarkan Topographic Wetness Index (TWI) di DAS Barumun Bilah. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, 183.
- Okwir, G., Komakech, H. C., Kumar, S. P., Gao, H., & Njau, K. N. (2022). Mapping groundwater in ungauged lake basin in Tanzania: A comparison between two topography based methods. *Groundwater for Sustainable Development*, 16.
- Riihimäki, H., Kemppinen, J., Kopecký, M., & Luoto, M. (2021). Topographic Wetness Index as a Proxy for Soil Moisture: The Importance of Flow-Routing Algorithm and Grid Resolution. *Water Resources Research*, 57(10).
- Samodra, G., & Anggri Setiawan, M. (2025). Pemodelan Spasial Kerawanan Longsor Menggunakan Metode AHP di Pulau Jawa. *Juli*, 10(3), 1–12.
- Sari, D. N., Samodra, G., & Hadmoko, D. S. (2026). Pemodelan Spasial Kerawanan Longsor di Kabupaten Temanggung Menggunakan Regresi Logistik dengan Seleksi Variabel Stepwise AIC. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Geografi*, 11(1), 32–43.
- Widhaningtyas, T. U., Putra, A. C. P., & Fariz, T. R. (2020). Perbandingan Metode Koreksi Topografi Pada Citra Satelit Landsat 8 Di Wilayah Gunung Telomoyo, Jawa Tengah. *Jurnal Geografi: Media Informasi Pengembangan Dan Profesi Kegeografian*, 17(2), 32-38.