

Analisis Geomorfologi Daerah Tulakan Dan Sekitarnya Kabupaten Pacitan

Fadil Fathur Rahman¹, Harnani¹

¹Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Indonesia
*Email Koresponden: harnani@ft.unsri.ac.id

Diterima: 26-05-2026

Disetujui: 30-06-2026

Publish: 30-06-2026

Abstrak Wilayah Tulakan, Kabupaten Pacitan, memiliki bentang alam yang kompleks akibat interaksi proses endogen berupa aktivitas tektonik dan intrusi magma andesit dengan proses eksogen seperti pelapukan, erosi, sedimentasi, dan karstifikasi. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi satuan geomorfologi, menganalisis morfologi, morfometri, dan morfogenesis, serta mengevaluasi pengaruh litologi dan struktur geologi terhadap pembentukan bentang alam. Metode penelitian mengintegrasikan interpretasi Digital Elevation Model (DEM), analisis morfometri dan pola aliran sungai, pemetaan geomorfologi, analisis litologi dan struktur geologi, serta verifikasi lapangan. Hasil penelitian mengidentifikasi lima satuan geomorfologi utama, yaitu Punggungan Blok Sesar ($\pm 30\%$), Perbukitan Denudasional Tererosi Sedang, Bukit Intrusi ($\pm 5\%$), Perbukitan Karst, serta bentuk lahan fluvial berupa channel meandering, point bar, dan dataran banjir ($\pm 10-12\%$). Analisis menunjukkan bahwa litologi mengontrol perkembangan bentang alam karst dan fluvial, sedangkan struktur geologi mengendalikan orientasi dan persebaran Punggungan Blok Sesar serta Bukit Intrusi. Temuan ini menunjukkan bahwa evolusi bentang alam Tulakan dikendalikan oleh interaksi proses tektonik dan geomorfik, sehingga memberikan dasar ilmiah bagi mitigasi bahaya geologi, pengelolaan lingkungan, dan perencanaan wilayah berkelanjutan.

Kata kunci: Geomorfologi; Litologi; Struktur Geologi; Morfometri; Satuan Geomorfologi

Abstract The Tulakan area, Pacitan Regency, exhibits a complex landscape formed by the interaction of endogenous processes, including tectonic activity and andesitic magma intrusion, with exogenous processes such as weathering, erosion, sedimentation, and karstification. This study aims to identify geomorphological units, analyze their morphology, morphometry, and morphogenesis, and evaluate the influence of lithology and geological structures on landscape development. The study employed an integrated approach combining Digital Elevation Model (DEM) interpretation, morphometric and drainage pattern analyses, geomorphological mapping, lithological and structural geological analyses, and field verification. The results identified five major geomorphological units: Fault Block Ridges (approximately 30%), Moderately Eroded Denudational Hills, Intrusive Hills (approximately 5%), Karst Hills, and fluvial landforms represented by meandering channels, point bars, and floodplains (approximately 10–12%). Lithology primarily controls the development of karst and fluvial landforms, whereas geological structures govern the orientation and distribution of Fault Block Ridges and Intrusive Hills. These findings indicate that the geomorphological evolution of the Tulakan landscape is controlled by the interaction between tectonic and geomorphic processes, providing a scientific basis for geological hazard mitigation, environmental management, and sustainable regional planning.

Keywords: Geomorphology; Lithology; Geological Structures; Morphometry; Geomorphological Units

1. PENDAHULUAN

Geomorfologi merupakan cabang ilmu kebumihan yang mengkaji bentuk permukaan bumi, proses pembentukannya, serta dinamika perubahan bentang alam akibat interaksi proses endogen dan eksogen. Kajian geomorfologi tidak hanya berperan dalam memahami evolusi bentang alam, tetapi juga menjadi dasar dalam mitigasi bahaya geologi, pengelolaan sumber daya alam, dan perencanaan pembangunan berkelanjutan. Perkembangan teknologi geospasial, khususnya Digital Elevation Model (DEM), penginderaan jauh, dan Sistem Informasi Geografis (SIG), telah meningkatkan kemampuan analisis geomorfologi melalui identifikasi karakter morfologi, morfometri, dan proses geomorfik secara lebih akurat dan objektif (Clubb et al., 2017; Quesada-Román & Peralta-Reyes, 2023).

Wilayah Tulakan, Kabupaten Pacitan, merupakan bagian dari Pegunungan Selatan Jawa yang berkembang pada lingkungan geologi kompleks dengan pengaruh aktivitas tektonik, intrusi magma, pelapukan, erosi, sedimentasi, dan karstifikasi. Interaksi proses-proses tersebut menghasilkan keragaman bentang alam yang dikendalikan oleh variasi litologi dan struktur geologi, sehingga kawasan ini menjadi

salah satu wilayah yang representatif untuk mengkaji hubungan antara kondisi geologi dan perkembangan geomorfologi. Keberadaan Sesar Grindulu sebagai struktur geologi regional juga memberikan pengaruh terhadap pembentukan morfologi dan sistem drainase di kawasan Tulakan (Cholifah et al., 2020; Rahman, 2025). Kondisi tersebut menjadikan kajian geomorfologi memiliki peran penting dalam mendukung mitigasi bahaya geologi, terutama longsor, serta pengelolaan lingkungan dan pemanfaatan ruang yang berkelanjutan (Bachri et al., 2021; Mulabbi et al., 2025).

Berbagai penelitian sebelumnya telah menerapkan analisis geomorfologi untuk mengidentifikasi bentuk lahan berdasarkan karakter morfologi, morfometri, maupun morfogenesis (Komisi Geomorfologi et al., 2008; Widyatmanti et al., 2016). Kajian lain juga memanfaatkan integrasi DEM dan observasi lapangan dalam interpretasi satuan geomorfologi serta analisis potensi bencana geologi (Apriliana & Rochmana, 2024; Ramadan & Rochmana, 2025). Meskipun demikian, sebagian besar penelitian masih berfokus pada identifikasi satuan geomorfologi secara deskriptif atau pada pemetaan kerawanan bencana secara terpisah. Integrasi antara analisis morfologi, morfometri, pola aliran sungai, litologi, dan struktur geologi untuk menjelaskan mekanisme pembentukan bentang alam pada skala lokal masih relatif terbatas. Selain itu, interpretasi terhadap perkembangan satuan geomorfologi spesifik, seperti Punggungan Blok Sesar, Bukit Intrusi, Perbukitan Karst, dan bentuk lahan fluvial berupa channel meandering dan point bar, masih memerlukan kajian yang lebih komprehensif (Lahai et al., 2021; Okto et al., 2023).

Penelitian ini mengintegrasikan interpretasi DEM, analisis morfometri, pola aliran sungai, data litologi, struktur geologi, dan verifikasi lapangan untuk mengidentifikasi karakteristik geomorfologi serta menganalisis pengaruh faktor geologi terhadap pembentukan bentang alam di wilayah Tulakan. Pendekatan ini diharapkan mampu memberikan pemahaman yang lebih menyeluruh mengenai keterkaitan antara litologi, struktur geologi, dan proses geomorfik dalam membentuk bentang alam, sekaligus menyediakan informasi ilmiah yang mendukung mitigasi bahaya geologi, pengelolaan lingkungan, dan perencanaan pembangunan berkelanjutan di Kabupaten Pacitan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan terpadu yang menggabungkan analisis geomorfologi secara kualitatif dan kuantitatif melalui interpretasi data geospasial, observasi lapangan, serta analisis geologi. Pendekatan tersebut digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik morfologi, morfometri, dan morfogenesis, serta menganalisis pengaruh litologi dan struktur geologi terhadap pembentukan bentang alam di wilayah Tulakan. Seluruh tahapan penelitian meliputi penentuan lokasi penelitian, pengumpulan data primer dan sekunder, analisis geomorfologi, serta integrasi hasil interpretasi menjadi peta geomorfologi.

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini difokuskan pada wilayah Kecamatan Tulakan dan sekitarnya yang berada di Kabupaten Pacitan, Provinsi Jawa Timur. Secara administratif, wilayah penelitian termasuk dalam bagian timur Kabupaten Pacitan dan pada daerah Kecamatan Tulakan, Kecamatan Tegalombo dan Kecamatan Arjosari dengan luas wilayah sekitar 81 km².



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Daerah penelitian merupakan salah satu wilayah yang memiliki kondisi geomorfologi dan geologi yang cukup kompleks, sehingga menarik untuk dikaji lebih lanjut, khususnya dalam aspek geomorfologi, stratigrafi, maupun struktur geologi. Wilayah ini juga berada pada zona Pegunungan Selatan Jawa Timur yang dikenal memiliki perkembangan bentang alam karst, perbukitan denudasional, serta pengaruh aktivitas tektonik yang cukup intensif.

2.2. Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi lapangan yang meliputi identifikasi bentuk lahan, kemiringan lereng, pola aliran sungai, tingkat pelapukan, proses erosi, serta kenampakan geomorfik lainnya. Observasi geologi dilakukan pada singkapan batuan untuk memperoleh informasi mengenai litologi, struktur geologi, dan orientasi lapisan batuan (strike dan dip) menggunakan kompas geologi. Seluruh titik pengamatan direkam menggunakan Global Positioning System (GPS) serta didokumentasikan dalam bentuk foto, sketsa lapangan, dan catatan deskriptif. Data sekunder meliputi Digital Elevation Model Nasional (DEMNAS) resolusi spasial 8 m, peta topografi, peta administrasi, serta peta geologi wilayah penelitian. Data tersebut digunakan sebagai dasar dalam analisis morfologi, morfometri, pola drainase, relief relatif, serta penyusunan peta geomorfologi.

2.3. Teknik Analisis Data

2.3.1 Analisis Morfologi

Analisis morfologi mencakup identifikasi bentuk lahan, bentuk lembah, dan pola aliran sungai. Pola aliran ditentukan melalui interpretasi peta topografi dan citra digital, dengan pengamatan terhadap sungai utama dan anak sungai yang terdapat di wilayah penelitian. Selanjutnya, pola aliran tersebut dibandingkan dengan pola aliran sungai (Clubb et al., 2017) untuk memahami kontrol struktural dan litologis pada sistem drainase. Hasil analisis ini digunakan untuk menyusun peta morfografi yang menunjukkan distribusi elevasi dan variasi bentuk lahan di wilayah penelitian.

Tabel 1. Kelas Morfologi

| Kelas | Keterangan | Ketinggian (M) |
|-------|-------------------|----------------|
| 1 | Dataran Rendah | 0 - 50 |
| 2 | Perbukitan Rendah | 50 – 200 |
| 3 | Perbukitan | 200 – 500 |
| 4 | Perbukitan Tinggi | 500 – 1000 |
| 5 | Pegunungan | >1000 |

Sumber: (Widyatmanti et al., 2016)

2.3.2 Analisis Morfometri

Aspek morfometri meliputi perhitungan kemiringan lereng, ketinggian relatif, dan karakteristik spasial lahan. Data kemiringan lereng diperoleh dari *Digital Elevation Model* (DEM) dengan perhitungan perbedaan elevasi dibagi jarak horizontal (*slope calculation*). Hasil perhitungan kemudian diklasifikasikan berdasarkan rentang persentase dan sudut kemiringan untuk menghasilkan peta morfometri yang menggambarkan distribusi kemiringan lereng di wilayah penelitian.

Tabel 2. Kelas Kemiringan Lereng

| Kelas | Keterangan | Kemiringan (%) |
|-------|---------------|----------------|
| 1 | Sangat Datar | 0 - 2 |
| 2 | Datar | 2 – 7 |
| 3 | Sangat Landai | 7 - 13 |
| 4 | Landai | 13 – 20 |
| 5 | Agak Curam | 20 - 55 |
| 6 | Curam | 56- 140 |
| 7 | Sangat Curam | >140 |

Sumber: (Widyatmanti et al., 2016)

2.3.3 Analisis Morfogenesis

Analisis morfogenesis di Kecamatan Tulakan bertujuan untuk memahami proses pembentukan bentang alam serta faktor penyebabnya, dengan fokus pada hubungan antara litologi, struktur geologi, dan distribusi bentuk lahan. Metode ini dilakukan melalui beberapa tahapan. Pertama, pemetaan geomorfologi dijelaskan secara rinci dengan klasifikasi satuan geomorfologi yang mengacu pada sistem morfologi, morfometri, dan morfogenesis; batas satuan ditentukan berdasarkan variasi elevasi, kemiringan lereng, pola kontur, serta observasi lapangan, sehingga setiap satuan dapat diidentifikasi secara objektif. Kedua, data geologi lapangan dikumpulkan meliputi litologi, struktur geologi, dan orientasi lapisan batuan (strike-dip), beserta jumlah titik pengamatan dan distribusinya untuk memastikan representasi yang memadai dari seluruh wilayah penelitian. Data litologi mencakup deskripsi jenis batuan, warna, tekstur, ukuran butir, komposisi mineral, dan tingkat pelapukan, sedangkan struktur geologi diidentifikasi melalui pengamatan sesar, rekahan, dan lipatan. Ketiga, analisis morfogenesis dilakukan dengan mengorelasikan pola aliran sungai, satuan geomorfologi, dan data geologi lapangan, sehingga setiap satuan geomorfik dapat dijelaskan proses pembentukannya, seperti denudasi, erosi fluvial, intrusi vulkanik, dan karstifikasi. Metode ini memungkinkan interpretasi proses geomorfik utama yang membentuk lanskap, sekaligus menjelaskan kontrol litologi dan struktur terhadap orientasi, distribusi, dan karakteristik tiap satuan geomorfik. Dengan pendekatan ini, analisis tidak hanya menggambarkan bentuk lahan secara deskriptif tetapi juga memberikan pemahaman mekanistik yang dapat direplikasi oleh peneliti lain untuk studi komparatif di kawasan Pegunungan Selatan Jawa (Mulabbi et al., 2025)

2.4. Integrasi Data

Tahap akhir penelitian dilakukan melalui integrasi seluruh hasil analisis geomorfologi dengan data geologi lapangan untuk menghasilkan interpretasi geomorfologi yang komprehensif. Data litologi, struktur geologi, dan hasil observasi lapangan dikorelasikan dengan parameter morfologi, morfometri, relief relatif, pola aliran sungai, serta tingkat channel sinuosity yang diperoleh dari analisis DEMNAS. Integrasi tersebut digunakan untuk mengidentifikasi hubungan antara litologi, struktur geologi, dan perkembangan bentang alam, sekaligus menyusun peta geomorfologi sebagai hasil akhir penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Morfologi Wilayah

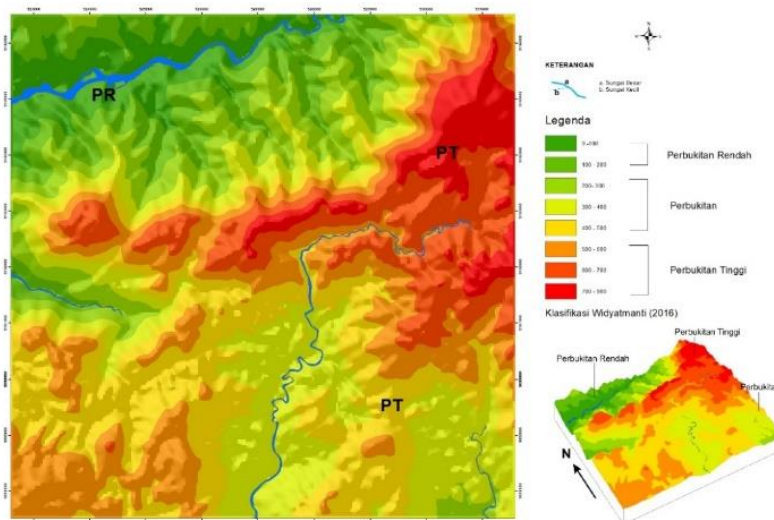
Analisis morfologi dilakukan menggunakan Digital Elevation Model (DEM) untuk mengidentifikasi variasi elevasi dan relief yang mencerminkan karakter bentang alam di wilayah Tulakan. Berdasarkan interpretasi DEM (Gambar 2), elevasi wilayah penelitian berkisar antara kurang dari 50 m hingga lebih dari 900 m di atas permukaan laut. Variasi elevasi tersebut membentuk lima kelas morfologi, yaitu dataran rendah, perbukitan rendah, perbukitan, perbukitan tinggi, dan pegunungan yang mengindikasikan tingkat perkembangan relief yang beragam sesuai klasifikasi Widyatmanti et al. (2016).

Sebaran morfologi menunjukkan bahwa dataran rendah berkembang terutama di sepanjang lembah sungai utama, sedangkan perbukitan rendah hingga perbukitan mendominasi bagian tengah wilayah penelitian. Zona dengan elevasi tinggi terkonsentrasi pada bagian utara dan timur yang dicirikan oleh lereng curam serta kontur yang rapat. Pola peningkatan elevasi tersebut memperlihatkan bahwa morfologi kawasan tidak berkembang secara acak, melainkan mengikuti konfigurasi struktur geologi regional yang mengontrol perkembangan relief.

Keberadaan relief yang kontras menunjukkan bahwa wilayah Tulakan telah mengalami evolusi geomorfik yang dipengaruhi oleh aktivitas tektonik dan proses denudasi yang berlangsung secara berkelanjutan. Pengangkatan tektonik menghasilkan perbedaan elevasi yang signifikan, sedangkan proses pelapukan dan erosi secara bertahap memodifikasi bentuk permukaan menjadi sistem perbukitan yang berkembang saat ini. Karakteristik tersebut sejalan dengan hasil penelitian di Pegunungan Selatan Jawa yang menunjukkan bahwa perkembangan morfologi merupakan hasil interaksi antara deformasi tektonik dan proses eksogen yang berlangsung dalam jangka waktu panjang (Komisi Geomorfologi et al., 2008; Quesada-Román & Peralta-Reyes, 2023).

Analisis morfologi tersebut menunjukkan bahwa variasi elevasi di wilayah Tulakan tidak hanya menggambarkan perbedaan bentuk lahan, tetapi juga merefleksikan pengaruh aktivitas geologi terhadap

perkembangan bentang alam. Informasi ini menjadi dasar dalam analisis morfometri dan interpretasi proses geomorfik pada tahapan berikutnya.



Gambar 2. Peta Morfologi Daerah Penelitian

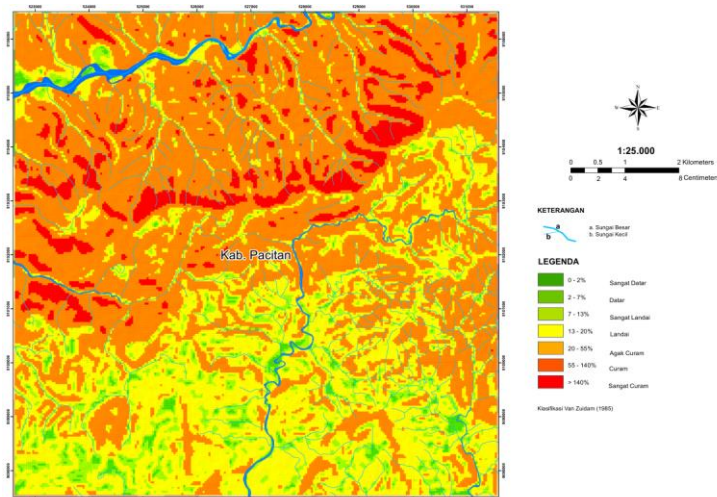
3.2 Karakteristik Morfometri

Analisis morfometri dilakukan untuk mengevaluasi karakter topografi melalui parameter kemiringan lereng dan relative relief. Berdasarkan hasil pengolahan DEM (Gambar 3), wilayah penelitian didominasi oleh lereng datar hingga landai pada bagian lembah sungai, sedangkan lereng agak curam hingga sangat curam berkembang pada zona perbukitan di bagian utara dan barat. Distribusi kemiringan lereng memperlihatkan hubungan yang erat dengan pola morfologi, di mana peningkatan elevasi diikuti oleh peningkatan gradien lereng.

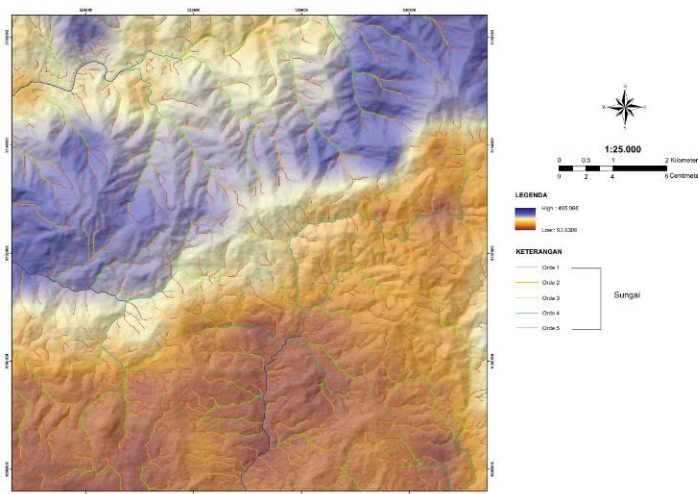
Nilai relative relief (Gambar 4) menunjukkan adanya variasi energi relief yang cukup besar di seluruh wilayah penelitian. Bagian utara dan barat laut memiliki nilai relative relief tertinggi yang dicirikan oleh lembah sempit, lereng terjal, dan kerapatan aliran sungai yang tinggi. Sebaliknya, bagian tengah hingga selatan memiliki relative relief lebih rendah sehingga berkembang sebagai zona perbukitan denudasional dan dataran bergelombang dengan proses sedimentasi yang lebih dominan.

Perbedaan karakter morfometri tersebut menunjukkan bahwa perkembangan bentang alam di Tulakan dipengaruhi oleh kombinasi aktivitas tektonik dan proses denudasi. Zona dengan lereng curam mengalami erosi yang lebih intensif sehingga menghasilkan relief yang kasar dan berpotensi tinggi terhadap longsor. Sebaliknya, daerah dengan lereng landai cenderung menjadi lokasi akumulasi sedimen dan perkembangan bentuk lahan fluvial. Hubungan tersebut sejalan dengan penelitian Bachri et al. (2021) yang menunjukkan bahwa parameter morfometri merupakan indikator penting dalam menjelaskan dinamika geomorfologi dan kerentanan lereng terhadap proses longsor.

Selain menggambarkan karakter topografi, analisis morfometri juga memperlihatkan bahwa variasi kemiringan lereng berperan dalam mengontrol perkembangan jaringan drainase, distribusi proses geomorfik, dan pembentukan satuan geomorfologi yang selanjutnya dianalisis melalui pendekatan morfogenesis.



Gambar 3. Peta Morfometri Daerah Penelitian



Gambar 4. Peta Relatif Relief Daerah Penelitian

3.3 Karakteristik Drainase dan Evolusi Fluvial

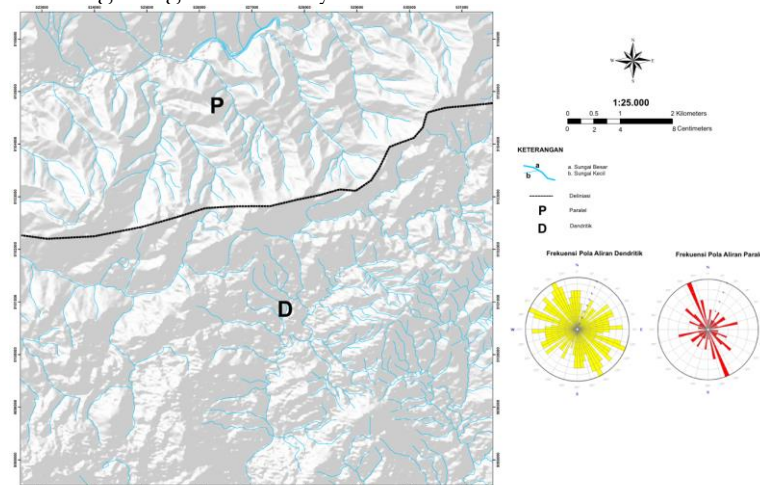
Aktivitas geomorfik di wilayah Tulakan masih berlangsung hingga saat ini dan tercermin dari proses erosi, pergerakan massa, serta perkembangan sistem fluvial yang membentuk bentang alam. Interaksi antara kondisi topografi, litologi, dan struktur geologi menghasilkan dinamika geomorfik yang berbeda pada setiap satuan bentuk lahan. Salah satu indikasinya adalah keberadaan longsor pada beberapa bagian lereng yang menunjukkan bahwa proses degradasi lereng masih berlangsung secara aktif.

Survei lapangan mengidentifikasi tiga lokasi longsor yang terdiri atas tipe debris rotational landslide dan debris translational landslide (Gambar 5). Longsor berkembang pada lereng dengan kemiringan tinggi yang tersusun oleh batuan yang telah mengalami pelapukan dan dipengaruhi oleh keberadaan rekahan maupun bidang sesar. Lereng yang curam meningkatkan gaya gravitasi, sedangkan rekahan batuan mempercepat infiltrasi air sehingga menurunkan kestabilan lereng. Kombinasi kondisi tersebut menyebabkan lereng lebih rentan mengalami kegagalan, terutama pada musim hujan ketika tekanan air pori meningkat. Karakteristik ini menunjukkan bahwa proses geomorfik di wilayah penelitian tidak hanya dipengaruhi oleh morfometri, tetapi juga oleh kondisi litologi dan struktur geologi yang berkembang. Temuan ini sejalan dengan Bachri et al. (2021) dan Ramadan dan Rochmana (2025) yang menjelaskan bahwa kemiringan lereng, sifat batuan, dan kontrol struktur merupakan faktor utama yang memengaruhi kejadian longsor pada wilayah pegunungan tropis).



Gambar 5. Kenampakan Longsor Bagian dari Proses Geomorfik

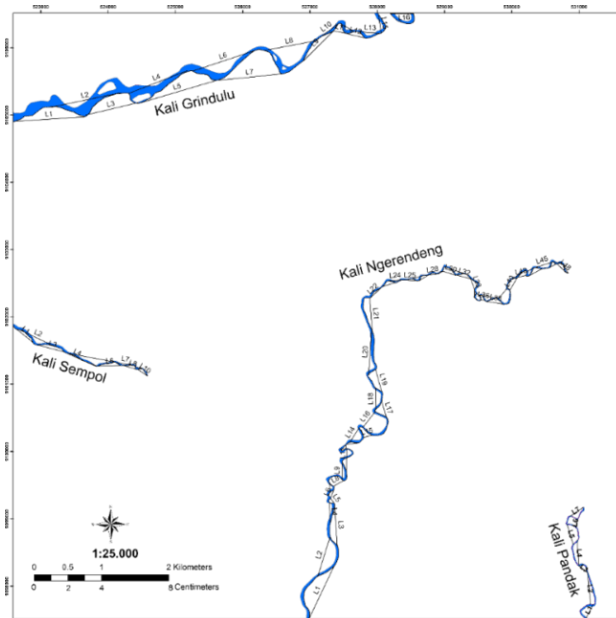
Perkembangan bentang alam juga tercermin dari pola jaringan sungai yang terbentuk di wilayah penelitian. Interpretasi pola drainase menunjukkan bahwa kawasan Tulakan didominasi oleh pola aliran dendritik sekitar 65%, sedangkan sisanya merupakan pola aliran paralel sekitar 35% (Gambar 6). Pola dendritik berkembang pada daerah dengan litologi yang relatif homogen sehingga percabangan sungai mengikuti kemiringan topografi secara alami. Sebaliknya, pola paralel banyak berkembang pada lereng yang lebih curam dengan arah kemiringan yang seragam sehingga aliran sungai cenderung mengikuti arah lereng. Perbedaan kedua pola tersebut memperlihatkan bahwa konfigurasi sistem drainase dipengaruhi oleh kombinasi relief, kemiringan lereng, dan kontrol struktur geologi. Kondisi ini sesuai dengan pendapat Clubb et al. (2017) yang menyatakan bahwa pola drainase berkembang sebagai respons terhadap evolusi topografi dan karakter geologi suatu wilayah.



Gambar 6. Pola Aliran Pada Daerah Penelitian

Untuk memahami tingkat perkembangan sistem fluvial, dilakukan analisis sinusitas pada empat sungai utama di wilayah penelitian. Hasil analisis menunjukkan bahwa Sungai Grindulu, Sungai Pandak, dan Sungai Ngerendeng memiliki nilai sinusitas antara 1,555–1,623 sehingga termasuk kategori meander, sedangkan Sungai Sempol memiliki nilai sinusitas 1,131 dan tergolong sinuous (Tabel 3). Nilai tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar sungai telah berkembang menuju stadium geomorfik yang lebih matang dengan dominasi proses erosi lateral dibandingkan erosi vertikal.

Pada sungai yang telah berkembang menjadi meander, aliran sungai membentuk kelokan yang semakin jelas sehingga menghasilkan proses pengikisan pada sisi luar tikungan dan pengendapan sedimen pada sisi dalam tikungan. Proses tersebut membentuk berbagai bentang alam fluvial seperti point bar, channel bar, dan dataran banjir yang berkembang terutama pada bagian hilir sungai. Sebaliknya, Sungai Sempol masih memperlihatkan perkembangan kelokan yang relatif terbatas sehingga proses pengendapan lateral belum berlangsung secara optimal. Variasi tingkat sinusitas ini menunjukkan bahwa perkembangan morfologi sungai di wilayah Tulakan dipengaruhi oleh gradien lereng, suplai sedimen, dan kondisi batuan penyusun daerah aliran sungai.



Gambar 7. Bentuk Segmen Sungai Daerah Penelitian

Tabel 3. Kelas Evolusi Meander

| Nama Sungai | <i>Sinouity Ratio (SR)</i> | Ketinggian (M) |
|-----------------|----------------------------|----------------|
| Kali Ngerendeng | 1,596 | <i>Meander</i> |
| Kali Sempol | 1,131 | <i>Sinous</i> |
| Kali Grindulu | 1,555 | <i>Meander</i> |
| Kali Pandak | 1,623 | <i>Meander</i> |

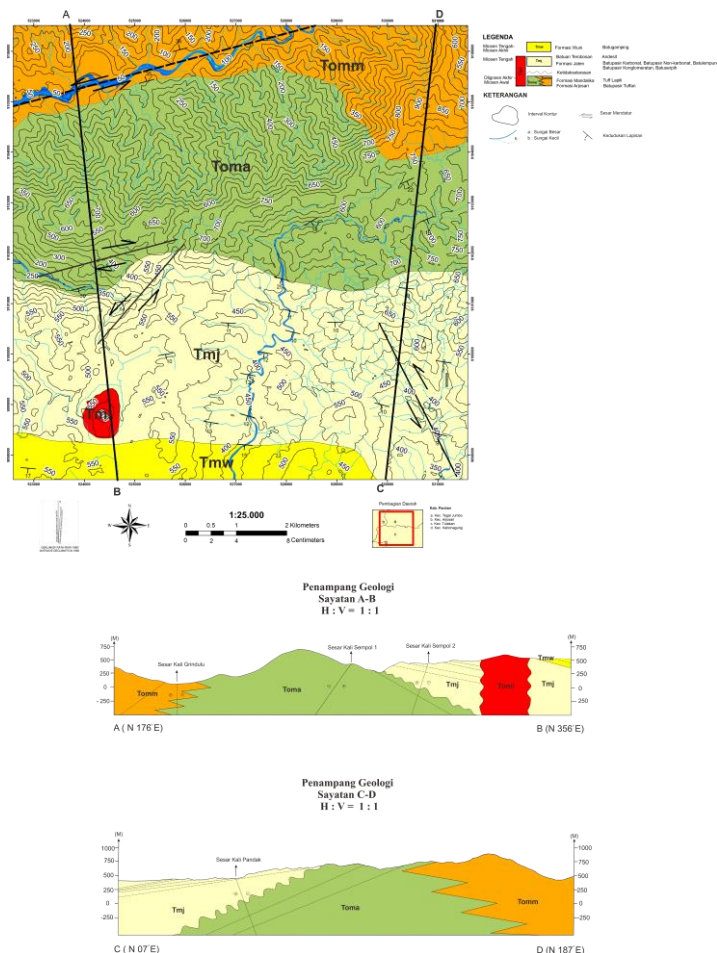
Sumber: Charlton ,(2007)

Keberadaan longsor, pola drainase, dan perkembangan meander menunjukkan bahwa proses geomorfik di Tulakan masih berlangsung secara aktif. Material hasil pelapukan dan longsor menjadi sumber sedimen yang kemudian diangkut oleh sistem sungai menuju bagian hilir. Di sisi lain, perbedaan kemiringan lereng mengendalikan energi aliran sungai sehingga menentukan lokasi terjadinya erosi maupun pengendapan sedimen. Hubungan tersebut memperlihatkan bahwa evolusi bentang alam di wilayah penelitian merupakan hasil interaksi yang berkelanjutan antara proses lereng dan proses fluvial, yang selanjutnya membentuk karakter geomorfologi kawasan Tulakan.

3.4 Hubungan Litologi dan Struktur Geologi terhadap Pembentukan Satuan Geomorfologi

Analisis morfogenesis menunjukkan bahwa perkembangan bentang alam di wilayah Tulakan tidak dapat dipisahkan dari kondisi litologi dan struktur geologi yang berkembang di kawasan Pegunungan Selatan Jawa. Variasi jenis batuan, tingkat ketahanan terhadap pelapukan, serta keberadaan sesar dan rekahan menghasilkan karakter geomorfologi yang berbeda pada setiap bagian wilayah penelitian. Integrasi data morfologi, morfometri, pola drainase, dan hasil observasi lapangan memperlihatkan bahwa setiap satuan geomorfologi memiliki hubungan yang erat dengan kondisi geologi penyusunnya.

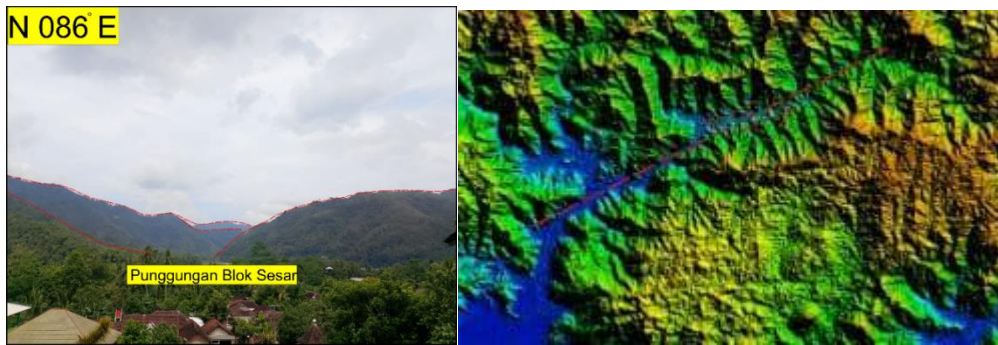
Peta geologi daerah penelitian memperlihatkan penyebaran beberapa satuan batuan utama yang terdiri atas Formasi Wuni berupa batugamping, Formasi Jaten yang didominasi batupasir, batuserpih, dan batulempung, Formasi Mandalika yang tersusun oleh batuan tuf, Formasi Arjosari berupa batupasir tufan, serta tubuh intrusi andesit yang tersebar pada beberapa bagian wilayah (Gambar 8). Selain variasi litologi, kawasan penelitian juga dipengaruhi oleh keberadaan struktur geologi berupa sesar dan rekahan yang mengontrol orientasi bentang alam maupun perkembangan sistem drainase.



Gambar 8. Peta Geologi Daerah Penelitian (Rahman, F.F,2025)

Integrasi antara kondisi geologi dan parameter geomorfologi menghasilkan lima satuan geomorfologi utama, yaitu Punggungan Blok Sesar (PBS), Perbukitan Denudasional Tererosi Sedang (PDTS), Bukit Intrusi (BI), Perbukitan Karst (PK), dan bentuk lahan fluvial berupa Point Bar (PB). Perbedaan karakter masing-masing satuan tidak hanya dipengaruhi oleh proses geomorfik, tetapi juga oleh sifat litologi dan intensitas deformasi tektonik yang bekerja selama evolusi kawasan.

Punggungan Blok Sesar merupakan satuan geomorfologi yang paling luas dengan sebaran sekitar 30% wilayah penelitian. Bentuk lahan ini berkembang sebagai respons terhadap aktivitas sesar yang menyebabkan terangkatnya blok batuan sehingga membentuk relief memanjang dengan lereng curam hingga sangat curam (Gambar 9). Nilai relative relief yang tinggi serta pola kelurusan morfologi yang berarah barat daya–timur laut memperlihatkan adanya kontrol struktur yang kuat terhadap perkembangan bentang alam. Arah kelurusan tersebut berasosiasi dengan jejak Sesar Grindulu yang sebelumnya telah diidentifikasi sebagai salah satu struktur geologi utama di Kabupaten Pacitan (Cholifah et al., 2020).



Gambar 9. Kenampakan Punggungan Blok Sesar Pada Daerah Penelitian dan Penarikan *lineament* Struktur Regionalnya

Interpretasi citra DEM dan hasil observasi lapangan memperlihatkan adanya lembah lurus (*linear valley*), pergeseran alur sungai, serta kelurusan punggungan yang berkembang sejajar dengan jalur sesar. Kenampakan tersebut merupakan indikator geomorfologi yang umum dijumpai pada zona sesar geser aktif. Aktivitas deformasi yang berlangsung berulang menghasilkan zona hancuran (*damage zone*) yang ditandai oleh perkembangan rekahan dan kekar pada batuan tuf (Gambar 10). Rekahan tersebut mempercepat proses pelapukan, meningkatkan infiltrasi air, dan memperlemah kekuatan batuan sehingga berperan dalam pembentukan relief yang lebih terjal.



Gambar 10. Produk dari zona hancuran berupa kekar pada Tuff

Selain bentang alam struktural, wilayah penelitian juga memperlihatkan perkembangan Perbukitan Denudasional Tererosi Sedang yang terbentuk akibat dominasi proses pelapukan dan erosi dalam waktu yang panjang. Bentuk lahan ini berkembang pada daerah dengan lereng bergelombang hingga agak curam yang tersusun oleh batuan dengan tingkat ketahanan sedang terhadap pelapukan (Gambar 11). Relief yang lebih landai dibandingkan Punggungan Blok Sesar menunjukkan bahwa proses degradasi permukaan telah berlangsung lebih intensif sehingga menghasilkan puncak-puncak bukit yang membulat serta lembah yang semakin berkembang. Kondisi tersebut menggambarkan tahapan evolusi geomorfik yang dikendalikan oleh keseimbangan antara proses denudasi dan pengangkatan tektonik, sebagaimana dijelaskan oleh Bachri et al. (2021).



Gambar 11. Perbukitan Denudasi Tererosi Sedang

Bukit Intrusi merupakan satuan geomorfologi yang berkembang pada tubuh intrusi andesit dengan luas sekitar 5% wilayah penelitian (Gambar 12). Andesit memiliki ketahanan yang lebih tinggi terhadap pelapukan dibandingkan batuan sedimen di sekitarnya sehingga proses erosi berlangsung lebih lambat dan menghasilkan relief yang menonjol. Orientasi bukit yang mengikuti arah rekahan menunjukkan bahwa emplacement magma dipengaruhi oleh sistem struktur geologi yang telah terbentuk sebelumnya. Hubungan tersebut memperlihatkan bahwa perkembangan Bukit Intrusi merupakan hasil interaksi antara aktivitas magmatik, deformasi tektonik, dan proses eksogen yang berlangsung setelah intrusi terbentuk. Pola serupa juga dijumpai pada kawasan intrusi vulkanik di berbagai daerah tektonik aktif (Lahai et al., 2021).



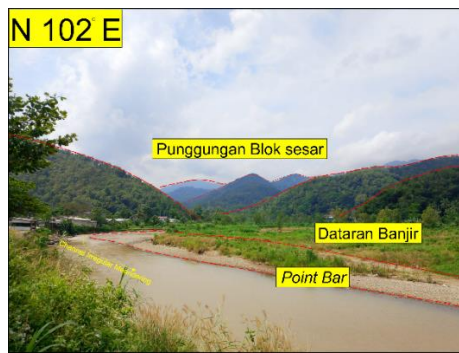
Gambar 12. Bentuk lahan Bukit Intrusi di daerah penelitian

Perbukitan Karst berkembang pada batugamping Formasi Wuni yang mengalami pelarutan secara intensif akibat sirkulasi air meteorik yang mengandung karbon dioksida (Gambar 13). Proses karstifikasi menghasilkan berbagai kenampakan khas berupa gua, stalaktit, rekahan yang melebar, serta sistem drainase bawah permukaan. Persebaran bentang alam karst menunjukkan hubungan yang sangat erat dengan distribusi batuan karbonat sehingga litologi menjadi faktor pengendali utama perkembangan satuan geomorfologi ini. Keberadaan rekahan yang terbentuk akibat aktivitas tektonik turut mempercepat proses pelarutan karena meningkatkan jalur infiltrasi air ke dalam batuan. Karakteristik tersebut sesuai dengan hasil penelitian Okto et al. (2023) yang menyatakan bahwa evolusi bentang alam karst dikendalikan oleh kombinasi litologi karbonat, struktur geologi, dan kondisi hidrologi.



Gambar 13. Kenampakan Stalaktit Sebagai Indikasi Perkembangan Sistem Karst Pada Batugamping Formasi Wuni

Bentuk lahan fluvial berkembang terutama pada lembah sungai utama berupa channel irregular meandering, point bar, dan dataran banjir (Gambar 14). Pembentukan satuan ini dipengaruhi oleh gradien lereng yang relatif rendah serta tersedianya suplai sedimen dari daerah hulu. Material hasil pelapukan dan longsoran diangkut oleh aliran sungai kemudian diendapkan pada sisi dalam kelokan maupun dataran banjir sehingga membentuk morfologi fluvial yang khas. Distribusi bentuk lahan fluvial memperlihatkan keterkaitan yang erat dengan karakter litologi yang lebih mudah tererosi dibandingkan satuan batuan intrusi maupun batugamping. Hubungan antara litologi, kemiringan lereng, dan dinamika aliran sungai menjadikan sistem fluvial sebagai komponen penting dalam evolusi bentang alam Tulakan (Apriliana & Rochmana, 2024).



Gambar 14. Bentuk Lahan Fluvial Berupa Channel Meandering, Point Bar, dan Dataran Banjir Yang Berkembang Akibat Proses Erosi, Transportasi, dan Sedimentasi

Pembentukan satuan geomorfologi di Tulakan memperlihatkan bahwa litologi dan struktur geologi bekerja secara bersamaan dalam mengendalikan evolusi bentang alam. Struktur geologi menentukan orientasi relief, pola kelurusan, dan perkembangan punggungan struktural, sedangkan litologi mengontrol tingkat ketahanan batuan terhadap pelapukan dan erosi sehingga menghasilkan variasi bentuk lahan yang berkembang saat ini. Hubungan tersebut memperlihatkan bahwa geomorfologi kawasan Tulakan merupakan hasil interaksi yang berkelanjutan antara proses tektonik dan proses eksogen yang masih berlangsung hingga sekarang.

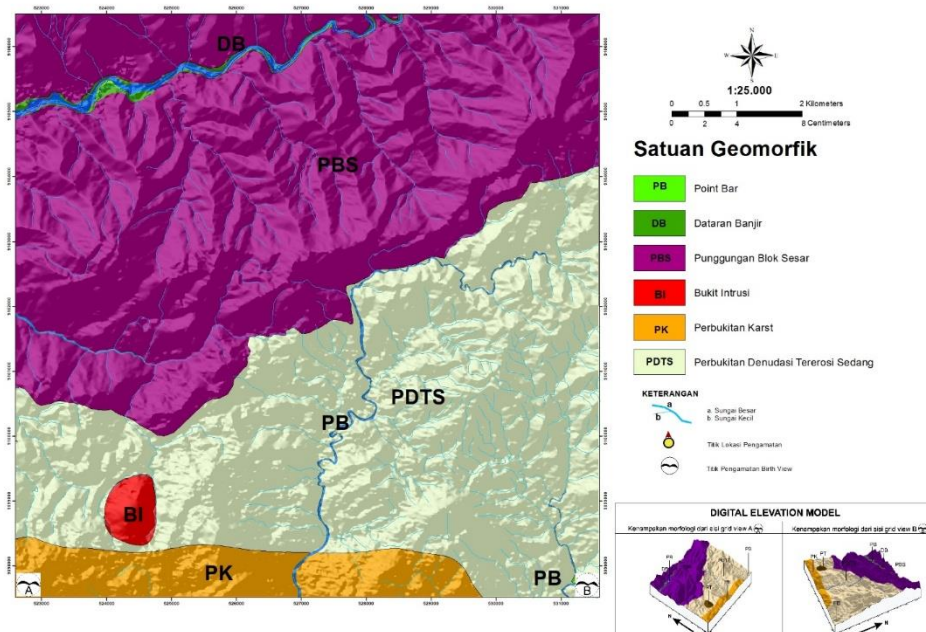
3.5 Sintesis Geomorfologi dan Implikasi

Integrasi hasil analisis morfologi, morfometri, morfogenesis, litologi, dan struktur geologi menunjukkan bahwa bentang alam Tulakan berkembang melalui interaksi proses endogen dan eksogen yang berlangsung secara berkelanjutan. Aktivitas tektonik berperan dalam membentuk relief awal melalui pengangkatan blok batuan, pembentukan sesar, dan perkembangan sistem rekahan. Relief yang terbentuk kemudian mengalami modifikasi oleh proses pelapukan, erosi, transportasi, sedimentasi, serta karstifikasi sehingga menghasilkan variasi bentuk lahan yang dijumpai saat ini.

Hubungan antara litologi dan struktur geologi tampak jelas pada persebaran satuan geomorfologi. Punggungan Blok Sesar berkembang mengikuti arah sesar regional yang mengontrol orientasi relief dan pola kelurusan bentang alam. Bukit Intrusi muncul pada tubuh andesit yang memiliki ketahanan tinggi terhadap pelapukan sehingga tetap menonjol dibandingkan batuan di sekitarnya. Perbukitan Karst berkembang pada batugamping Formasi Wuni akibat proses pelarutan yang berlangsung dalam waktu lama, sedangkan Perbukitan Denudasional Tererosi Sedang mencerminkan dominasi proses pelapukan dan erosi pada batuan yang memiliki ketahanan lebih rendah. Pada bagian lembah, aktivitas fluvial membentuk channel meandering, point bar, dan dataran banjir sebagai hasil interaksi antara suplai sedimen, kemiringan lereng, dan dinamika aliran sungai.

Keterkaitan antarparameter tersebut menunjukkan bahwa perkembangan geomorfologi Tulakan tidak dikendalikan oleh satu faktor tunggal. Struktur geologi menentukan arah perkembangan relief dan sistem drainase, sedangkan litologi memengaruhi ketahanan batuan terhadap pelapukan dan erosi. Variasi kemiringan lereng kemudian mengontrol intensitas proses geomorfik, mulai dari pergerakan massa pada daerah berlereng curam hingga sedimentasi pada dataran yang lebih landai. Kombinasi faktor-faktor tersebut menghasilkan pola geomorfologi yang khas dan mencerminkan tahapan evolusi bentang alam di kawasan Pegunungan Selatan Jawa.

Perbandingan dengan penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa karakter geomorfologi Tulakan memiliki pola yang serupa dengan beberapa wilayah lain di Pegunungan Selatan Jawa, terutama dalam kaitannya dengan pengaruh struktur tektonik terhadap perkembangan relief dan kontrol litologi terhadap pembentukan bentang alam karst maupun fluvial (Komisi Geomorfologi et al., 2008; Nurwihastuti, 2013). Namun, penelitian ini memberikan interpretasi yang lebih terpadu melalui penggabungan analisis morfologi, morfometri, pola drainase, litologi, struktur geologi, dan verifikasi lapangan dalam satu kerangka analisis. Pendekatan tersebut memungkinkan hubungan antara kondisi geologi dan perkembangan geomorfologi dijelaskan secara lebih menyeluruh dibandingkan analisis yang hanya berfokus pada satu parameter.



Gambar 15. Peta Geomorfologi Daerah Penelitian

Hasil penelitian ini memiliki implikasi praktis bagi pengelolaan wilayah. Daerah yang dikontrol oleh lereng curam dan struktur sesar memerlukan perhatian lebih dalam perencanaan infrastruktur karena memiliki kerentanan yang lebih tinggi terhadap longsor. Kawasan karst memerlukan pengelolaan yang mempertimbangkan karakter hidrologi bawah permukaan, sedangkan dataran fluvial perlu diarahkan sebagai kawasan yang adaptif terhadap dinamika banjir dan sedimentasi. Informasi geomorfologi yang dihasilkan juga dapat dimanfaatkan sebagai dasar penyusunan zonasi kebencanaan, evaluasi kesesuaian lahan, dan perencanaan pembangunan yang mempertimbangkan kondisi geologi setempat.

4. KESIMPULAN

Analisis geomorfologi di wilayah Tulakan, Kabupaten Pacitan, menunjukkan bahwa perkembangan bentang alam dikendalikan oleh interaksi antara proses endogen berupa aktivitas tektonik dan intrusi andesit dengan proses eksogen yang meliputi pelapukan, erosi, sedimentasi, dan karstifikasi. Integrasi analisis morfologi, morfometri, morfogenesis, litologi, dan struktur geologi berhasil mengidentifikasi satuan geomorfologi utama yang mencerminkan karakter geomorfik kawasan Pegunungan Selatan Jawa. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa litologi berperan dalam mengontrol karakteristik dan perkembangan bentuk lahan, sedangkan struktur geologi mengendalikan orientasi, distribusi, dan evolusi satuan geomorfologi, khususnya Punggungan Blok Sesar dan Bukit Intrusi. Temuan ini menegaskan bahwa hubungan antara faktor geologi dan proses geomorfik merupakan pengendali utama pembentukan bentang alam di wilayah penelitian. Selain memberikan pemahaman mengenai dinamika geomorfologi regional, hasil penelitian ini juga menyediakan informasi dasar yang bermanfaat bagi mitigasi bahaya geologi, pengelolaan lingkungan, dan perencanaan pembangunan yang berkelanjutan.

5. REFERENSI

- Apriliana, V., & Rochmana, Y. Z. (2024). Kajian Geomorfologi Daerah Batang Manyuruk dan Sekitarnya, Kabupaten Sawahlunto, Sumatera Barat. *Jurnal Penelitian Inovatif*, 4(3), 1591–1602. <https://doi.org/10.54082/jupin.624>
- Bachri, S., Shrestha, R. P., Yulianto, F., Sumarmi, S., Utomo, K. S. B., & Aldianto, Y. E. (2021). Mapping landform and landslide susceptibility using remote sensing, gis and field observation in the southern cross road, Malang regency, East Java, Indonesia. *Geosciences (Switzerland)*, 11(1), 1–15. <https://doi.org/10.3390/geosciences11010004>

- Cholifah, L., Mufidah, N., Lazuardi, E., Santosa, B. J., Sungkono, S., & Haryono, A. (2020). Identification of the Grindulu Fault in Pacitan, East Java using Magnetic Method. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya (JPFA)*, 10(1), 22. <https://doi.org/10.26740/jpfa.v10n1.p22-33>
- Clubb, F. J., Mudd, S. M., Milodowski, D. T., Valters, D. A., Slater, L. J., Hurst, M. D., & Limaye, A. B. (2017). Geomorphometric delineation of floodplains and terraces from objectively defined topographic thresholds. *Earth Surface Dynamics*, 5(3), 369–385. <https://doi.org/10.5194/esurf-5-369-2017>
- Cruden, D. M., & Varnes, D. J. (1996). Landslide types and processes. In A. K. Turner & R. L. Schuster (Eds.), *Landslides: Investigation and Mitigation*. Transportation Research Board Special Report 247. National Academy Press.
- Komisi Geomorfologi, T., Pegunungan Selatan, G., Tim, A., Husein, S., Haryono, E., Yuwono, S. E., Samodra, H., Rachwibowo, P., Ev Budiadi, dan, Teknik Geologi UGM, J. F., Geografi UGM, F., Ilmu Budaya UGM, F., Survei Geologi, P., Teknik Geologi, J., Diponegoro, U., & Teknik Geologi STTNas, J. (2008). *Penerapan Pemetaan Geomorfologi Metode ITC dalam Menganalisis Geomorfologi Pegunungan Selatan Jawa Timur*.
- Lahai, Y. A., Anderson, K. F. E., Jalloh, Y., Rogers, I., & Kamara, M. (2021). A comparative geological, tectonic and geomorphological assessment of the Charlotte, Regent and Madina landslides, Western area, Sierra Leone. *Geoenvironmental Disasters*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s40677-021-00187-x>
- Latif, M. A., Zulkurnia Rochmana, Y., Wiwik, E., & Hastuti, D. (2023). Analisis Geomorfologi Daerah Bungin Campang Dan Sekitarnya, Kabupaten Oku Selatan, Sumatera Selatan. In *Seminar Nasional AVoER 15 Palembang*.
- Mulabbi, A., Danoedoro, P., & Samodra, G. (2025). Integrating interpretable artificial neural networks, geomorphic plausibility and transfer learning for landslide susceptibility mapping: a case study of Pacitan, East Java. *Discover Sustainability*, 6(1). <https://doi.org/10.1007/s43621-025-01959-3>
- Nurwihastuti, D. W. S. J. M. D. N. U. (2013). putri2014,+3.+hal+17-27. *Jurnal Sainatika*, 13(1), 17–27.
- Okto, A., Meliawati, Hasria, Muliddin, Arisona, Suryawan, & Sawaluddin. (2023). Geomorfologi Karst Studi Geomorfologi Karst Pulau Muna, Provinsi Sulawesi Tenggara dan Potensinya Sebagai Geowisata. *Jurnal Geosains Dan Remote Sensing*, 4(1), 27–36. <https://doi.org/10.23960/jgrs.2023.v4i1.105>
- Quesada-Román, A., & Peralta-Reyes, M. (2023). Geomorphological Mapping Global Trends and Applications. In *Geographies* (Vol. 3, Number 3). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/geographies3030032>
- Rahman F.F. (2025). Geologi Daerah Kecamatan Tulakan Dan Sekitarnya. *Fakultas Teknik, Universitas Negeri Srimijaya*.
- Ramadan, I. R. M., & Rochmana, Y. Z. (2025). Integrated DEMNas and Morphogenetic Analysis of Geomorphological Diversity in Salopa, Tasikmalaya, West Java. *Jambura Geoscience Review*, 7(2), 118–126. <https://doi.org/10.37905/jgeosrev.v7i2.31022>
- Widyatmanti, W., Wicaksono, I., & Syam, P. D. R. (2016). Identification of topographic elements composition based on landform boundaries from radar interferometry segmentation (preliminary study on digital landform mapping). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 37(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/37/1/012008>