

GEOLOGI DAN EVALUASI KESESUAIAN LAHAN DAERAH PUNDUNGSARI DAN SEKITARNYA KECAMATAN SEMIN KABUPATEN GUNUNGKIDUL PROVINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Oleh:

Nanda Cahiya Puspito¹⁾, Akhmad Syafuan²⁾, dan Denny Sukamto Kadarisman³⁾

ABSTRAK

Penelitian dan pemetaan geologi Daerah Pundungsari dan Sekitarnya, Kecamatan Semin, Kabupaten Gunungkidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta bertujuan untuk mengetahui kondisi geologi daerah penelitian yang mencakup geomorfologi, stratigrafi, struktur geologi dan perkembangan sejarah geologi serta mengetahui kesesuaian penggunaan lahan yang ada.

Secara fisiografi daerah penelitian masuk dalam Zona Pegunungan Serayu Selatan. Geomorfologi daerah penelitian secara morfogenesis dapat dibagi menjadi 3 (tiga) satuan geomorfologi, yaitu Satuan Geomorfologi Perbukitan Lipat Patahan, Satuan Geomorfologi Perbukitan Karst, dan Satuan Geomorfologi Endapan Aluvial. Pola aliran sungai yang berkembang di daerah penelitian adalah dendritik yang dikontrol oleh batuan yang homogen dan pola aliran sungai paralel yang dikontrol oleh kemiringan lereng serta batuan yang cenderung resisten. Stadia erosi sungai berada pada tahapan muda dan dewasa. Jentera geomorfik daerah penelitian termasuk kedalam jentera geomorfik muda dan dewasa.

Pada daerah penelitian, susunan satuan batuan dari tua ke muda adalah Satuan Batuan Batupasir Tufaan Selang-seling Batulempung Sisipan Breksi (Formasi Semilir) berumur Miosen Awal – Miosen Tengah pada lingkungan pengendapan laut dalam hingga laut dangkal. Secara tidak selaras di atasnya diendapkan Satuan Batuan Batugamping (Formasi Wonosari-Punung) berumur Miosen Tengah pada lingkungan pengendapan laut dangkal. Secara tidak selaras di atasnya diendapkan Satuan Endapan Aluvial berumur Plistosen pada lingkungan darat.

Adapun kekar, lipatan, dan sesar merupakan struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian. Struktur kekar berupa kekar gerus (*shear fracture*) dan kekar tarik (*tension fracture*). Struktur lipatan berupa struktur Antiklin Ngandong dan Sinklin Karang Sari yang terlipat, serta struktur sesar berjenis Sesar Mendatar Kepuh Sari, Sesar Mendatar Oyo, Sesar Mendatar Patran, dan Sesar Mendatar Ngedak. Keseluruhan struktur geologi yang ada di daerah penelitian terjadi dalam satu periode yaitu Orogenesa Kala Miosen Tengah hingga Plistosen dengan arah gaya utama N 195° E atau arah umum utara-selatan.

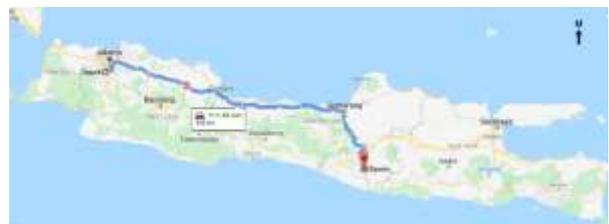
Hasil kajian evaluasi kesesuaian lahan, tutupan lahan yang ada di daerah penelitian berada di wilayah dengan kemiringan lereng yang landai hingga sangat curam, berada di wilayah yang cukup rawan bencana banjir, gerakan tanah, dan gempa bumi yang cukup tinggi, terdiri dari tanah alluvial dan tanah kambisol dimana tanah tersebut termasuk ke dalam tahapan tanah muda sehingga tanahnya cenderung tipis, kerapatan sungai yang sedang, debit berkisar antara 0,1 m³/s – 0,8 m³/s, kedalaman muka air tanah yang relatif dalam, dan dilalui oleh struktur geologi berupa sesar. Pembangunan atau penggunaan lahan di daerah penelitian perlu diperhatikan, terkait lokasi, struktur tanah dan batuanannya, serta bencana alam agar kesesuaian lahan pada daerah tersebut dapat tercapai. Secara keseluruhan daerah penelitian memiliki nilai kesesuaian lahan yang sesuai hingga cukup sesuai.

Kata kunci: Geologi, Pundungsari, Evaluasi Kesesuaian Lahan.

1. UMUM

Daerah penelitian berada ±55 km di sebelah timur Kota Yogyakarta. Secara administratif daerah penelitian termasuk ke dalam 2 (dua) Kabupaten dan 2 (dua) Provinsi. Adapun 2 (dua) Kabupaten yang masuk dalam daerah penelitian adalah Kabupaten Gunungkidul dan Kabupaten Wonogiri, serta 2 (dua) Provinsi yang masuk dalam daerah penelitian adalah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dan Provinsi Jawa Tengah. Secara geografis daerah penelitian terletak pada 110° 44' 30" LS dan 7° 52' 30" BT. Adapun luas

wilayah penelitian 7 km x 7 km atau seluas 49 Km² (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Kesampaian Daerah Penelitian

Menuju lokasi daerah penelitian dapat ditempuh dengan menggunakan bus selama sekitar 11 – 12 jam perjalanan dari Kota Depok, kemudian untuk dapat melakukan pengamatan di daerah penelitian hanya dilakukan dengan menggunakan kendaraan roda dua atau berjalan kaki yang dapat ditempuh sekitar 45 menit perjalanan dari Desa Perbutan (*Camp*).

2. KONDISI GEOLOGI

2.1. Geomorfologi

Mengacu kepada ciri-ciri dari pembagian fisiografi Jawa Tengah menurut van Bemmelen (1949), dapat ditentukan bahwa daerah penelitian termasuk ke dalam Zona Pegunungan Selatan. Secara umum morfologi daerah penelitian mempunyai bentuk morfologi perbukitan, memanjang dari arah relatif barat-timur, yang tersusun oleh batuan sedimen yang terlipat dan terpatahkan.

Berdasarkan kenampakan bentuk-bentuk bentangalam dan hasil analisis peta topografi skala 1:25.000, serta hasil pengamatan lapangan yang didasarkan pada konsep Davis (1954) dalam Thornburry (1967) meliputi aspek struktur, proses dan tahapan, maka geomorfologi daerah penelitian terbagi menjadi 3 (tiga) satuan geomorfologi, antara lain yaitu :

1. Satuan Geomorfologi Perbukitan Lipat Patahan.

Satuan ini dikontrol oleh struktur geologi berupa perlipatan dan patahan dengan bentuk perbukitan memanjang ke arah relatif barat-timur (Foto 1). Satuan geomorfologi ini menempati 93% dari luas daerah penelitian, disusun oleh Satuan Batuan Batupasir Tufaan Selang-seling Batulempung Sisipan Breksi.

Secara morfometri, satuan ini berada pada ketinggian antara 250 – 750 mdpl serta kemiringan lereng berkisar antara 4° – 55° atau landai – terjal. Proses-proses geomorfologi yang dijumpai pada satuan ini adalah pelapukan batuan berupa tanah dengan ketebalan tanah berkisar dari 0,2 – 1 m. Proses erosi yang terjadi berupa saluran (*riil erosion*) dan erosi lembah (*valley erosion*).

Jentera geomorfik satuan geomorfologi ini ditentukan berdasarkan atas bentuk-bentuk bentangalamnya yang diakibatkan oleh proses eksogen berupa erosi dimana bukit antiklin sudah mulai berubah menjadi dataran sedangkan lembah sinklin sudah mulai berubah menjadi bukit. Akan tetapi, dilihat dari rekonstruksi penampang geologi dataran antiklin berada di ketinggian sekitar 700 – 750 mdpl sedangkan bukit sinklin masih berada

diketinggian yang lebih rendah dibandingkan dengan dataran antiklin yaitu sekitar 400 mdpl. Dengan demikian jentera geomorfik satuan ini dapat digolongkan dalam tahapan geomorfik dewasa.



Foto 1. Kenampakan Perbukitan Lipat Patahan diambil dari Desa Semin dengan arah pengambilan Foto N 89° E.

2. Satuan Geomorfologi Perbukitan Karst

Satuan ini dikontrol oleh perbukitan yang disusun oleh batugamping yang dicirikan oleh adanya gua-gua yang merupakan hasil pelarutan batuan oleh air. Satuan ini menempati 6% dari luas daerah penelitian yang disusun oleh Satuan Batuan Batugamping.

Secara morfometri, satuan ini berada pada ketinggian antara 500 – 600 mdpl serta kemiringan lereng berkisar antara 4°–16° atau curam-terjal (Foto 2). Proses-proses geomorfologi yang dijumpai pada satuan ini adalah pelapukan batuan berupa tanah dengan ketebalan tanah berkisar dari 0,1 – 0,2 m. Proses erosi yang terjadi berupa drainase (*ravine erosion*).



Foto 2. Kenampakan Perbukitan Karst diambil dari Desa Genjahan dengan arah pengambilan Foto N 44° E.

Jika dilihat berdasarkan dari bentuk-bentuk bentangalam yang sudah mengalami perubahan diakibatkan oleh proses pelapukan dan pelarutan batuan oleh air yang menghasilkan gua-gua, maka jentera geomorfik satuan geomorfologi ini adalah tahapan geomorfik dewasa.

3. Satuan Geomorfologi Dataran Aluvial

Satuan ini terbentuk dari hasil pengendapan pelapukan batuan yang dikontrol oleh proses erosi dan sedimentasi. Satuan ini menempati sekitar 1% dari luas daerah penelitian. Satuan geomorfologi ini disusun oleh Satuan Endapan Aluvial.

Secara morfometri satuan ini berada pada ketinggian antara 187 – 200 mdpl.

Pada satuan ini proses sedimentasi masih berlangsung hingga saat ini sehingga jentera geomorfik satuan geomorfologi ini dapat digolongkan dalam tahapan geomorfik muda.



Foto 3. Kenampakan Dataran Aluvial di Kali Oyo dengan Arah Pengambilan Foto N 180° E.

2.2. Pola Aliran dan Tipe Genetika Sungai

Pada umumnya pola aliran dendritik dikendalikan oleh batuan homogen. Pola aliran dendritik yaitu pola aliran sungai yang cabang aliran sungainya menyerupai bentuk pohon. Sedangkan pola aliran paralel yaitu sungai yang terbentuk oleh lereng yang curam atau terjal dengan batuan yang cukup resisten sehingga bentuk aliran sungainya lurus mengikuti arah lereng. Sedangkan tipe genetika sungai berupa subsekuen, konsekuen, dan obsekuen.

2.3. Stratigrafi

2.3.1. Stratigrafi Regional



Gambar 2. Peta fisiografi Jawa Tengah (van Bemmelen, 1949)

Pembagian zona fisiografi van Bemmelen (1949) didasarkan dengan memperhatikan bentuk-bentuk bentangalam yang menampilkan ciri-ciri fisik berupa bentuk morfologi perbukitan, memanjang dari arah relatif barat–timur, serta titik koordinat lokasi, maka daerah penelitian berada pada Zona Pegunungan Selatan (Gambar 2).

Tabel 1. Kolom Stratigrafi Regional Lembar Surakarta – Giritontro Oleh Surono dkk (1992).

WAKTU		FORMASI DAN LITOLOGI	
ZAMAN	KALA	Zaman Baru (1982)	
KUARTER	Holosen	Aluvial	Aluvial: Lempung, lempur, lempa, pasir, kerikil dan kerangkal.
		Pliosen	Flis. Kapak: Pasir/lempung batugamping; Nopal.
TERSIER	Miosen	AMR	Flis. Wawosan: Batugamping terjal, batugamping terumbu, serpih batugamping lunak, batugamping rapuh kaku dan tabakata.
		N19	
		N18	
		N17	
		N16	
		N15	
		N14	
		N13	
		N12	
		N11	
		N10	
		N9	
		N8	
		N7	
Eosen	Tengah	AMR	Flis. Dya: Batugamping lunak, nopal lunak, taf arandian, batugamping lunak, struktur nodulan dan keagakan.
		N6	
		N5	
		N4	
		N3	
		N2	
		N1	
		N0	
		N0	
		N0	
Eosen	Awal	AMR	Flis. Sunda: Taf. breksi batugamping desial, tabakan kaku dan serpih (batukali).
		N19	
		N18	
		N17	
		N16	
		N15	
		N14	
		N13	
		N12	
		N11	
Eosen	Tengah	AMR	Flis. Sunda: Taf. breksi batugamping desial, tabakan kaku dan serpih (batukali).
		N19	
		N18	
		N17	
		N16	
		N15	
		N14	
		N13	
		N12	
		N11	
Eosen	Awal	AMR	Flis. Sunda: Taf. breksi batugamping desial, tabakan kaku dan serpih (batukali).
		N19	
		N18	
		N17	
		N16	
		N15	
		N14	
		N13	
		N12	
		N11	
Eosen	Tengah	AMR	Flis. Sunda: Taf. breksi batugamping desial, tabakan kaku dan serpih (batukali).
		N19	
		N18	
		N17	
		N16	
		N15	
		N14	
		N13	
		N12	
		N11	
Eosen	Awal	AMR	Flis. Sunda: Taf. breksi batugamping desial, tabakan kaku dan serpih (batukali).
		N19	
		N18	
		N17	
		N16	
		N15	
		N14	
		N13	
		N12	
		N11	
Eosen	Tengah	AMR	Flis. Sunda: Taf. breksi batugamping desial, tabakan kaku dan serpih (batukali).
		N19	
		N18	
		N17	
		N16	
		N15	
		N14	
		N13	
		N12	
		N11	
Eosen	Awal	AMR	Flis. Sunda: Taf. breksi batugamping desial, tabakan kaku dan serpih (batukali).
		N19	
		N18	
		N17	
		N16	
		N15	
		N14	
		N13	
		N12	
		N11	
Eosen	Tengah	AMR	Flis. Sunda: Taf. breksi batugamping desial, tabakan kaku dan serpih (batukali).
		N19	
		N18	
		N17	
		N16	
		N15	
		N14	
		N13	
		N12	
		N11	
Eosen	Awal	AMR	Flis. Sunda: Taf. breksi batugamping desial, tabakan kaku dan serpih (batukali).
		N19	
		N18	
		N17	
		N16	
		N15	
		N14	
		N13	
		N12	
		N11	
Eosen	Tengah	AMR	Flis. Sunda: Taf. breksi batugamping desial, tabakan kaku dan serpih (batukali).
		N19	
		N18	
		N17	
		N16	
		N15	
		N14	
		N13	
		N12	
		N11	
Eosen	Awal	AMR	Flis. Sunda: Taf. breksi batugamping desial, tabakan kaku dan serpih (batukali).
		N19	
		N18	
		N17	
		N16	
		N15	
		N14	
		N13	
		N12	
		N11	
Eosen	Tengah	AMR	Flis. Sunda: Taf. breksi batugamping desial, tabakan kaku dan serpih (batukali).
		N19	
		N18	
		N17	
		N16	
		N15	
		N14	
		N13	
		N12	
		N11	
Eosen	Awal	AMR	Flis. Sunda: Taf. breksi batugamping desial, tabakan kaku dan serpih (batukali).
		N19	
		N18	
		N17	
		N16	
		N15	
		N14	
		N13	
		N12	
		N11	
Eosen	Tengah	AMR	Flis. Sunda: Taf. breksi batugamping desial, tabakan kaku dan serpih (batukali).
		N19	
		N18	
		N17	
		N16	
		N15	
		N14	
		N13	
		N12	
		N11	
Eosen	Awal	AMR	Flis. Sunda: Taf. breksi batugamping desial, tabakan kaku dan serpih (batukali).
		N19	
		N18	
		N17	
		N16	
		N15	
		N14	
		N13	
		N12	
		N11	
Eosen	Tengah	AMR	Flis. Sunda: Taf. breksi batugamping desial, tabakan kaku dan serpih (batukali).
		N19	
		N18	
		N17	
		N16	
		N15	
		N14	
		N13	
		N12	
		N11	
Eosen	Awal	AMR	Flis. Sunda: Taf. breksi batugamping desial, tabakan kaku dan serpih (batukali).
		N19	
		N18	
		N17	
		N16	
		N15	
		N14	
		N13	
		N12	
		N11	
Eosen	Tengah	AMR	Flis. Sunda: Taf. breksi batugamping desial, tabakan kaku dan serpih (batukali).
		N19	
		N18	
		N17	
		N16	
		N15	
		N14	
		N13	
		N12	
		N11	
Eosen	Awal	AMR	Flis. Sunda: Taf. breksi batugamping desial, tabakan kaku dan serpih (batukali).
		N19	
		N18	
		N17	
		N16	
		N15	
		N14	
		N13	
		N12	
		N11	
Eosen	Tengah	AMR	Flis. Sunda: Taf. breksi batugamping desial, tabakan kaku dan serpih (batukali).
		N19	
		N18	
		N17	
		N16	
		N15	
		N14	
		N13	
		N12	
		N11	
Eosen	Awal	AMR	Flis. Sunda: Taf. breksi batugamping desial, tabakan kaku dan serpih (batukali).
		N19	
		N18	
		N17	
		N16	
		N15	
		N14	
		N13	
		N12	
		N11	
Eosen	Tengah	AMR	Flis. Sunda: Taf. breksi batugamping desial, tabakan kaku dan serpih (batukali).
		N19	
		N18	
		N17	
		N16	
		N15	
		N14	
		N13	
		N12	
		N11	
Eosen	Awal	AMR	Flis. Sunda: Taf. breksi batugamping desial, tabakan kaku dan serpih (batukali).
		N19	
		N18	
		N17	
		N16	
		N15	
		N14	
		N13	
		N12	
		N11	
Eosen	Tengah	AMR	Flis. Sunda: Taf. breksi batugamping desial, tabakan kaku dan serpih (batukali).
		N19	
		N18	
		N17	
		N16	
		N15	
		N14	
		N13	
		N12	
		N11	
Eosen	Awal	AMR	Flis. Sunda: Taf. breksi batugamping desial, tabakan kaku dan serpih (batukali).
		N19	
		N18	
		N17	
		N16	
		N15	
		N14	
		N13	
		N12	
		N11	
Eosen	Tengah	AMR	Flis. Sunda: Taf. breksi batugamping desial, tabakan kaku dan serpih (batukali).
		N19	
		N18	
		N17	
		N16	
		N15	
		N14	
		N13	
		N12	
		N11	
Eosen	Awal	AMR	Flis. Sunda: Taf. breksi batugamping desial, tabakan kaku dan serpih (batukali).
		N19	
		N18	
		N17	
		N16	
		N15	
		N14	
		N13	
		N12	
		N11	
Eosen	Tengah	AMR	Flis. Sunda: Taf. breksi batugamping desial, tabakan kaku dan serpih (batukali).
		N19	
		N18	
		N17	
		N16	
		N15	
		N14	
		N13	
		N12	
		N11	
Eosen	Awal	AMR	Flis. Sunda: Taf. breksi batugamping desial, tabakan kaku dan serpih (batukali).
		N19	
		N18	
		N17	
		N16	
		N15	
		N14	
		N13	
		N12	
		N11	
Eosen	Tengah	AMR	Flis. Sunda: Taf. breksi batugamping desial, tabakan kaku dan serpih (batukali).
		N19	
		N18	
		N17	
		N16	
		N15	
		N14	
		N13	
		N12	
		N11	
Eosen	Awal	AMR	Flis. Sunda: Taf. breksi batugamping desial, tabakan kaku dan serpih (batukali).
		N19	
		N18	
		N17	
		N16	
		N15	
		N14	
		N13	
		N12	
		N11	
Eosen	Tengah	AMR	Flis. Sunda: Taf. breksi batugamping desial, tabakan kaku dan serpih (batukali).
		N19	
		N18	
		N17	
		N16	
		N15	
		N14	
		N13	
		N12	
		N11	
Eosen	Awal	AMR	Flis. Sunda: Taf. breksi batugamping desial, tabakan kaku dan serpih (batukali).
		N19	
		N18	
		N17	
		N16	
		N15	
		N14	
		N13	
		N12	
		N11	
Eosen	Tengah	AMR	Flis. Sunda: Taf. breksi batugamping desial, tabakan kaku dan serpih (batukali).
		N19	
		N18	
		N17	
		N16	
		N15	
		N14	
		N13	
		N12	
		N11	
Eosen	Awal	AMR	Flis. Sunda: Taf. breksi batugamping desial, tabakan kaku dan serpih (batukali).
		N19	
		N18	
		N17	
		N16	
		N15	
		N14	
		N13	
		N12	
		N11	
Eosen	Tengah	AMR	Flis. Sunda: Taf. breksi batugamping desial, tabakan kaku dan serpih (batukali).
		N19	
		N18	
		N17	
		N16	
		N15	
		N14	
		N13	
		N12	
		N11	
Eosen	Awal	AMR	Flis. Sunda: Taf. breksi batugamping desial, tabakan kaku dan serpih (batukali).
		N19	
		N18	
		N17	
		N16	
		N15	
		N14	
		N13	
		N12	
		N11	
Eosen	Tengah	AMR	Flis. Sunda: Taf. breksi batugamping desial, tabakan kaku dan serpih (batukali).
		N19	
		N18	
		N17	
		N16	
		N15	
		N14	
		N13	
		N12	
		N11	
Eosen	Awal	AMR	Flis. Sunda: Taf. breksi batugamping desial, tabakan kaku dan serpih (batukali).
		N19	
		N18	
		N17	
		N16	
		N15	
		N14	
		N13	
		N12	
		N11	
Eosen	Tengah	AMR	Flis. Sunda: Taf. breksi batugamping desial, tabakan kaku dan serpih (batukali).
		N19	
		N18	
		N17	
		N16	
		N15	
		N14	
		N13	
		N12	
		N11	
Eosen	Awal	AMR	Flis. Sunda: Taf. breksi batugamping desial, tabakan kaku dan serpih (batukali).
		N19	
		N18	
		N17	
		N16	
		N15	
		N14	
		N13	
		N12	
		N11	
Eosen	Tengah	AMR	Flis. Sunda: Taf. breksi batugamping desial, tabakan kaku dan serpih (batukali).
		N19	
		N18	
		N17	
		N16	
		N15	
		N14	
		N13	
		N12	
		N11	
Eosen	Awal	AMR	Flis. Sunda: Taf. breksi batugamping desial, tabakan kaku dan serpih (batukali).
		N19	
		N18	

Satuan ini tersebar hampir di seluruh daerah penelitian dengan luas sekitar 93% dari luas daerah penelitian. Kedudukan jurus batuan pada bagian utara berkisar antara N 112° E – N 275° E dengan kemiringan batuan berkisar antara 17° - 22° dimana kedudukan ini membentuk sinklin. Kemudian pada bagian selatan kedudukan jurus batuan berkisar antara N 90° E – N 235° E dengan kemiringan batuan berkisar antara 10° - 16° dimana kedudukan ini membentuk antiklin. Ketebalan yang diperoleh berdasarkan pengukuran penampang geologi yaitu 725 meter, sedangkan secara regional tebalnya Formasi Semilir diduga lebih dari 460 meter.

Satuan ini memiliki ciri litologi yang pada umumnya berupa batupasir tufaan, batulempung, dan breksi. Tersingkap dengan kondisi segar agak lapuk dan umumnya menunjukkan adanya perlapisan sedangkan di beberapa tempat tidak menunjukkan perlapisan atau masif. Bagian bawah satuan ini didominasi oleh batupasir tufaan dengan tebal sekitar 2 meter. Kemudian bagian tengah satuan ini didominasi oleh batupasir tufaan dan breksi dengan tebal batupasir tufaan sekitar 10 cm – 200 cm sedangkan breksi sekitar 4 meter (Foto 5). Sedangkan bagian atas dari satuan ini didominasi oleh perselingan antara batupasir tufaan dan batulempung dengan ketebal sekitar 5 cm – 200 cm (Foto 4). Struktur-struktur sedimen yang dijumpai yaitu paralel laminasi (*parallel laminated*), silang siur (*cross laminated*), dan *ripple mark* (Foto 6).

Batupasir tufaan, berwarna putih kecokelatan, ukuran butir halus hingga sedang, menyudut tanggung hingga membundar tanggung, terpilah buruk, porositas baik, kemas terbuka, sementasi silika, tersusun oleh mineral kuarsa, k feldspar, plagioklas, lithik, gelas, dan opak. Analisa petrografi pada sayatan tipis yang diambil dari Sungai Patran di Desa Karang Sari dengan lokasi pengamatan Ncp 32, memperlihatkan batupasir tufaan jenis *Chiefly Volcanic Wacke* (Gilbert, 1953).

Batulempung, berwarna abu-abu, ukuran butir lempung, sementasi silika.



Foto 4. Singkapan batupasir tufaan selang – seling batulempung dengan arah pengambilan foto N 207° E.



Foto 5. Singkapan breksi yang hadir sebagai sisipan dengan arah pengambilan foto N 248° E.

Breksi, fragmen berwarna abu-abu kehitaman, berukuran 2 – 28 cm, menyudut hingga menyudut tanggung, kemas terbuka, terpilah buruk, porositas baik, jenis fragmen batuan beku. Massa dasar berwarna putih kecokelatan, berukuran pasir sedang, sementasi silika, mineral plagioklas, k feldspar, kuarsa dan lithik. Adapun hasil analisa petrografi pada sayatan tipis fragmen breksi tersebut maka dapat ditentukan bahwa fragmen breksi tersebut adalah **Andesit** dan **Granodiorit** (Klasifikasi William, 1954).

Berdasarkan persebaran foraminifera planktonik pada bagian atas didapat kisaran umur N9, yaitu dengan hadirnya fosil *Orbulina universa* dengan kisaran hidup pada umur dari N9 – N23 dan punahnya *Catapsydrax dissimilis* yang dengan kisaran hidup pada umur N1 – N9, mewakili umur bagian atas. Pada bagian tengah diperlihatkan dengan hadirnya *Globorotalia continuosa* dengan kisaran hidup pada umur N6 – N17 serta punahnya *Catapsydrax dissimilis* dengan kisaran hidup pada umur N1 – N9. Kemudian pada bagian bawah dengan hadirnya *Globoquadrina altispira* dengan kisaran hidup pada umur N5 – N23 dan berdasarkan punahnya *Globoquadrina praedehiscens* dengan kisaran hidup N2 – N6, *Globigerinita dissimilis* dengan kisaran hidup N1 – N6 dan *Globigerinoides primordius* dengan kisaran hidup N4 – N6. Maka umur satuan batuan ini adalah **N5 – N9** atau berumur **Miosen Awal – Miosen Tengah**.

Berdasarkan sebaran foraminifera bentonik yang bervariasi, hal ini membuktikan bahwa telah terjadinya pencampuran fosil (*reworked fossil*) antara fosil foraminifera bentonik laut dangkal dengan fosil foraminifera bentonik laut dalam yang kemudian menyebabkan terjadinya proses resedimentasi dari laut dangkal ke laut dalam. Adapun bukti-bukti lain yang menunjukkan bahwa satuan ini merupakan endapan laut dalam yaitu adanya struktur-struktur sedimen yang dijumpai pada beberapa lokasi pengamatan di daerah penelitian berupa *parallel laminated*, *cross laminated*, dan *ripple mark*. Struktur-struktur tersebut serupa dengan struktur sedimen yang dikemukakan oleh Bouma (1962) dalam Sekuen Bouma yang mengindikasikan bahwa telah terjadi

mekanisme pengendapan yang disebabkan oleh arus turbidit.



Foto 6. *Parallel laminated* (A); *Cross laminated* (B); *Ripple mark* (C).

Hubungan stratigrafi Satuan Batuan Batupasir Tufaan Selang-seling Batulempung Sisipan Breksi dengan satuan dibawahnya tidak diketahui, sedangkan dengan satuan diatasnya adalah tidak selaras. Hal ini didasarkan dengan adanya kedudukan lapisan batuan yang berbeda.

Satuan Batuan Batupasir Tufaan Selang-seling Batulempung Sisipan Breksi yang terdapat di daerah penelitian memiliki kesamaan ciri litologi dengan Formasi Semilir (Surono, dkk 1992), sehingga penulis menyatakan bahwa satuan batuan ini merupakan Formasi Semilir.

2. Satuan Batuan Batugamping (Formasi Wonosari)

Berdasarkan data litologi yang didapat di lapangan, maka penamaan satuan ini berupa batugamping. Satuan ini tersebar di bagian barat daya dengan luas sekitar 6% dari luas daerah penelitian. Ketebalan satuan batuan ini diperoleh berdasarkan pengukuran penampang geologi yaitu 150 meter, sedangkan secara regional tebalnya diduga lebih dari 800 meter. Pada daerah penelitian, ciri litologi satuan ini tersingkap segar agak lapuk serta tidak menunjukkan adanya perlapisan.

Batugamping, berwarna merah muda, ukuran butir halus hingga sedang, kemas terbuka, terpilah buruk, komposisi foram dan mikrit. Berdasarkan hasil analisa petrografi pada sayatan tipis batugamping yang diambil pada lokasi pengamatan Ncp 91 di Desa Tambakromo memperlihatkan batugamping jenis *Packstone* (Foto 7).

Berdasarkan hukum superposisi serta didukung dengan data lapangan yang menunjukkan bahwa Satuan Batuan Batugamping di daerah penelitian berada di atas Satuan Batupasir Tufaan Selang-seling Batulempung Sisipan Breksi.



Foto7. Singkapan batugamping dengan arah pengambilan foto N 300° E.

Penentuan umur satuan ini ditentukan berdasarkan dari hasil analisa fosil foram besar pada sayatan, yaitu dengan munculnya fosil foram besar berupa *Lepidocyclina radiata*, *Miogyssina sp.*, dan *Cycloclpeus sp.*

Mengacu kepada Klasifikasi Huruf menurut Adam (1970) dapat disimpulkan bahwa umur Satuan Batuan Batugamping yang terdapat di daerah penelitian adalah **Miosen Tengah** atau **N11 – N14**. Berdasarkan hasil analisa kandungan foram besar dan mikrit yang terdapat pada sayatan, maka lingkungan pengendapan satuan ini adalah *Open Marine Platform*.

3. Satuan Endapan Aluvial

Satuan ini tersebar di bagian utara dengan luas sekitar 1% dari luas daerah penelitian yang meliputi sepanjang Kali Oyo. Ketebalan yang diperoleh berdasarkan pengukuran hasil pengamatan lapangan yaitu 50 cm. Satuan ini tersusun oleh material endapan aluvial yang bersifat lepas berukuran lempung hingga bongkah.



Foto 8. Satuan endapan aluvial yang dijumpai di kali Oyo dengan arah pengambilan foto N 270° E.

2.4. Struktur Geologi

2.4.1. Struktur Geologi Regional

Menurut Soejono dan Pulunggono (1994), secara umum, ada tiga arah pola umum struktur yaitu arah timurlaut – baratdaya (NE – SW) yang disebut Pola Meratus pada zaman Kapur Akhir - Paleosen, arah utara – selatan (N – S) yang disebut Pola Sunda pada kala Eosen - Oligosen. Arah barat – timur (E – W) yang disebut Pola Jawa pada kala Oligosen Akhir – Plioplistosen, serta mengaktifkan kembali pola – pola sebelumnya.

Struktur geologi yang ada di Pulau Jawa memiliki pola-pola yang teratur. Secara regional, struktur geologi yang dijumpai pada daerah penelitian berupa lipatan, sesar, dan kekar. Lipatan terdiri dari antiklin dan sinklin dimana lipatan tersebut mempunyai arah umum timurlaut – baratdaya, timur – barat dan beberapa baratlaut-tenggara. Sesar utama berarah baratlaut – tenggara dan setempat berarah timurlaut – baratdaya. (Suroño, dkk, 1986 dalam Buku Keterangan Geologi Lembar Surakarta – Giritontro, Jawa).

2.4.2. Struktur Geologi Daerah Penelitian

Berdasarkan hasil analisa kelurusan sungai, kelurusan bukit, pergerakan lapisan batuan (*offset*), dan pembelokan sungai secara tiba-tiba pada peta topografi dengan skala 1:25.000 serta pengamatan lapangan yang meliputi pengukuran jurus dan kemiringan lapisan batuan serta pengukuran unsur-unsur struktur geologi berupa breksiasi dan *offset* di daerah penelitian, maka struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian terdiri dari: (1). Kekar, (2). Lipatan, (3). Sesar. Penamaan disesuaikan dengan nama lokasi setempat dimana indikasi struktur ditemukan. Hal ini dilakukan untuk mempermudah dalam pengenalan dari setiap struktur-struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian.

2.4.2.1. Kekar

Terdapat 2 (dua) jenis struktur kekar yang berkembang di daerah penelitian, yaitu: kekar gerus (*shear fracture*) dan kekar tarik (*tension fracture*).

Pada daerah penelitian dijumpai kekar gerus (*shear fracture*) berarah N 340° E – N 345° E dengan kemiringan berkisar antara 56° – 60° dan pasangannya dengan arah N 42° E – N 50° E dengan kemiringan berkisar antara 58° – 63°. Arah umum yang dihasilkan oleh kekar gerus (*shear fracture*) adalah N 345° E yang mempunyai pola umum berarah baratlaut – tenggara.



Foto 9. Kekar Gerus (*Shear Fracture*) dijumpai di Lantai Kali Gerang Desa Karang Sari.

Pada daerah penelitian dijumpai kekar tarik (*tension fracture*) berarah N 13° E – N 16° E

dengan kemiringan berkisar antara 33° – 37°. Arah umum yang dihasilkan oleh kekar tarik (*tension fracture*) adalah N 14° E yang mempunyai pola umum berarah utara – selatan.



Foto 10. Kekar Tarik (*Tension Fracture*) dijumpai di Lantai Kali Ngedak Desa Pundungsari.

2.4.2.2. Struktur Lipatan

Struktur perlipatan berupa antiklin dan sinklin dijumpai pada daerah penelitian yang didasarkan dari hasil pengukuran terhadap perlapisan batuan yang tersingkap di daerah penelitian.

2.4.2.2.1. Antiklin Ngandong

Penamaan Antiklin Ngandong didasarkan pada sumbu antiklin yang melewati Desa Ngandong, berada dibagian selatan Sinklin Karang Sari. Arah sumbu lipatan relatif barat–timur dengan panjang sumbu sekitar 6,8 km. Struktur Antiklin Ngandong ini dibuktikan dengan adanya pembalikan arah kemiringan lapisan batuan, dimana arah kemiringan lapisan batuan pada sayap bagian utara berarah ke utara dengan besar kemiringan berkisar 16° – 22° dan arah jurus antara N 235° E – N 281° E. Sedangkan pada sayap bagian selatan memiliki kemiringan yang berarah ke selatan dengan besar kemiringan berkisar 10° – 12° dan arah jurus berkisar antara N 80° E – N 90° E. Berdasarkan besar kemiringan pada kedua sayapnya, maka Antiklin Ngandong merupakan antiklin yang asimetris.

2.4.2.2.2. Sinklin Karang Sari

Penamaan Sinklin Karang Sari didasarkan pada sumbu sinklin yang melewati Desa Karang Sari, berada dibagian utara Antiklin Ngandong. Arah sumbu lipatan relatif barat–timur dengan panjang sumbu sekitar 6,6 km. Struktur Sinklin Karang Sari ini dibuktikan dengan adanya arah kemiringan lapisan batuan yang saling berhadapan, dimana arah kemiringan lapisan batuan pada sayap bagian utara berarah ke selatan dengan besar kemiringan berkisar 21° – 31° dan arah jurus berkisar antara N 88° E – N 112° E. Sedangkan pada sayap bagian selatan kemiringannya berarah ke utara dengan besar kemiringan berkisar antara 17° – 22° dan arah jurus berkisar antara N 275° E – N 281° E. Berdasarkan besar kemiringan pada kedua

sayapnya, maka Sinklin Karang Sari merupakan sinklin yang asimetris.

2.4.2.3. Struktur Sesar

Hasil pengamatan unsur-unsur struktur geologi di daerah penelitian, diketahui bahwa di daerah penelitian terdapat 4 (empat) sesar, yaitu Sesar Mendatar Kepuhsari, Sesar Mendatar Oyo, Sesar Mendatar Patran, dan Sesar Mendatar Ngedak. Penentuan sesar didasarkan atas data lapangan, berupa indikasi sesar yang teramati antara lain kelurusan sungai, arah breksiasi, *offset* batuan, *offset* sungai, dan kedudukan lapisan batuan yang tidak teratur yang di temukan di daerah penelitian.

2.4.2.3.1. Sesar Mendatar Kepuhsari

Penamaan Sesar Mendatar Kepuhsari didasarkan pada indikasi sesar yang berada di Kali Klepu, dibagian selatan Sinklin Karang Sari. Arah sesar ini memanjang timurlaut – baratdaya dengan panjang sesar sekitar 8,6 km. Adapun indikasi adanya Sesar Mendatar Kepuhsari di lapangan, antara lain yaitu:

1. Gawir Sesar yang berarah timurlaut – baratdaya yang dijumpai di Desa Kepuhsari (Foto 11).
2. Breksiasi dengan arah N 48° E yang dijumpai pada lokasi pengamatan Ncp 65 di lantai Kali Klepu (Foto 12).
3. Kelurusan Kali Plakel.
4. Pembelokan Kali Klepu secara tiba-tiba.

Berdasarkan dari data-data diatas, maka dapat disimpulkan bahwa Sesar Mendatar Kepuhsari dengan arah timurlaut – baratdaya mempunyai pergerakan mengiri (*sinistral*).



Foto 11. Gawir Sesar yang dijumpai di Desa Kepuhsari dengan Arah Pengambilan Foto N 178 °E.



Foto 12. Breksiasi dengan arah N 48° E dijumpai di lantai Kali Klepu.

2.4.2.3.2. Sesar Mendatar Oyo

Penamaan Sesar Mendatar Oyo didasarkan pada indikasi sesar yang berada di Kali Oyo, tepatnya dibagian utara Sinklin Karang Sari. Arah sesar ini memanjang timurlaut – baratdaya dengan panjang sesar sekitar 4,6 km. Adapun indikasi adanya Sesar Mendatar Oyo di lapangan, antara lain yaitu:

1. Breksiasi dengan arah N 219° E dijumpai pada lokasi pengamatan Ncp 95 di lantai Kali Oyo (Foto 13).
2. Pergeseran lapisan batuan (*offset*) dengan arah N 222° E dijumpai di lokasi pengamatan Ncp 48 pada perselingan batupasir dan batulempung di lantai Kali Ngedak (Foto 14).

Berdasarkan dari data-data diatas, maka dapat disimpulkan bahwa Sesar Mendatar Oyo dengan arah timurlaut – baratdaya mempunyai pergerakan mengiri (*sinistral*).



Foto 13. Breksiasi dengan arah N 219° E dijumpai di lantai Kali Oyo.



Foto 14. Pergeseran lapisan batuan (*offset*) pada perselingan Batupasir dan Batulempung dengan arah N 222° E dijumpai di lantai Kali Ngedak.

2.4.2.3.3. Sesar Mendatar Patran

Penamaan Sesar Mendatar Patran didasarkan pada indikasi sesar yang berada di Kali Patran, tepatnya dibagian utara Sinklin Karang Sari. Arah sesar ini memanjang baratlaut – tenggara dengan panjang sesar sekitar 6,9 km. Adapun indikasi adanya Sesar Mendatar Patran di lapangan, antara lain yaitu:

1. Breksiasi dengan arah N 335° E dijumpai pada lokasi pengamatan Ncp 33 di lantai Kali Patran (Foto 15).
2. Kedudukan jurus dan kemiringan batuan yang tidak teratur di Desa Ngandong.

Berdasarkan dari data-data diatas, maka dapat disimpulkan bahwa Sesar Mendatar Patran dengan arah baratlaut – tenggara mempunyai pergerakan mengangan (*dextral*).



Foto 15. Breksiasi dengan arah N 335° E dijumpai di lantai Kali Patran.

2.4.2.3.4. Sesar Mendatar Ngedak

Penamaan Sesar Mendatar Ngedak didasarkan pada indikasi sesar yang berada di Kali Ngedak, tepatnya dibagian utara Antiklin Ngandong. Arah sesar ini memanjang baratlaut – tenggara dengan panjang sesar sekitar 5,4 km. Adapun indikasi adanya Sesar Mendatar Ngedak di lapangan, antara lain yaitu:

1. Pergeseran lapisan batuan (*offset*) dengan arah N 163° E dijumpai di lokasi pengamatan Ncp 52 pada perselingan batupasir dan batulempung di lantai Kali Ngedak (Foto 16).
2. Kedudukan jurus dan kemiringan batuan yang tidak teratur di Kali Ngedak.

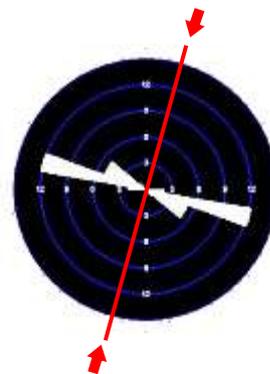
Berdasarkan dari data-data diatas, maka dapat disimpulkan bahwa Sesar Mendatar Ngedak dengan arah baratlaut – tenggara mempunyai pergerakan mengangan (*dextral*).



Foto 16. Pergeseran lapisan batuan (*offset*) dengan arah N 163° E dijumpai di lantai Kali Ngedak.

2.4.3. Umur dan Mekanisme Pembentukan Struktur

Mekanisme pembentukan struktur geologi yang terjadi di daerah penelitian dimulai pada Kala Miosen Tengah dimana terjadi orogenesis dengan arah gaya utama N 195° E. Pembentukan struktur geologi diawali dengan terbentuknya kekar-kekar dan dilanjutkan dengan terbentuknya perlipatan dan kemudian terbentuk sesar.



Gambar 3. Diagram Roset Hubungan Pola Umum Jurus dan Kemiringan Batuan dengan Arah Gaya Utama N 195° E.

Kemudian pada Kala Miosen Akhir gaya terus bekerja hingga melampaui batas elastisitas batuan sehingga terbentuk patahan berupa sesar. Keseluruhan struktur geologi yang terdapat di daerah penelitian terjadi pada dua periode, yaitu Kala Miosen Tengah dan Kala Miosen Akhir hingga Kala Plistosen dengan umur sesar yaitu Plioplistosen.

2.5. Sejarah Geologi

Sejarah geologi daerah penelitian dimulai pada Kala Miosen Awal dengan diendapkannya Satuan Batuan Batupasir Tufaan Selang-seling Batulempung Sisipan Breksi (Formasi Semilir) pada lingkungan laut dangkal hingga laut dalam dengan mekanisme arus turbid atau aliran gravitasi. Pengendapan satuan tersebut berakhir pada Kala Miosen Tengah. Kemudian pada Kala Miosen Tengah daerah penelitian mengalami orogenesis yang mengakibatkan batuan- batuan membentuk perlipatan (Antiklin Ngandong dan Sinklin Karang Sari).

Pada Kala Miosen Tengah diendapkan Satuan Batuan Batugamping (Formasi Wonosari) pada lingkungan pengendapan laut dangkal. Pengendapan satuan batuan tersebut berakhir pada Kala Miosen Tengah bagian akhir. Kemudian pada Kala Miosen Akhir daerah penelitian kembali mengalami orogenesis atau aktivitas tektonik yang mengakibatkan kedua satuan tersebut terlipat dan terangkat. Kemudian gaya terus bekerja hingga melewati batas elastisitas batuan dan mengakibatkan terjadinya patahan (Sesar Mendatar Klepu, Sesar Mendatar Oyo, Sesar Mendatar Patran, dan Sesar Mendatar Ngedak) pada Kala Plioplistosen.

Kemudian diperkirakan pada Kala Holosen daerah penelitian sudah menjadi daratan, maka proses eksogenik mulai terjadi seperti erosi, pelapukan, dan sedimentasi dimana proses tersebut masih berlangsung hingga saat ini.

3. EVALUASI KESESUAIAN LAHAN

3.1. Latar Belakang

Kesesuaian lahan pada hakekatnya merupakan penggambaran tingkat kecocokan sebidang lahan untuk suatu penggunaan tertentu (Soemarno, 2006). Penilaian kesesuaian lahan dilakukan dengan cara perbandingan (*matching*) antara penggunaan lahan dengan parameter yang dibutuhkan, dimana dari perbandingan tersebut nantinya akan menghasilkan suatu nilai kemampuan lahan.

3.2. Letak Daerah Penelitian

Daerah penelitian merupakan perbatasan antara Kabupaten Gunungkidul bagian timur dengan Kabupaten Wonogiri bagian barat yang mencakup 4 (empat) Kecamatan yaitu Kecamatan Semin, Kecamatan Ponjong, Kecamatan Eromoko, dan Kecamatan Manyaran.

3.3. Parameter Kesesuaian Lahan

Informasi geologi dijadikan sebagai suatu parameter penilaian evaluasi kesesuaian lahan, antara lain sebagai berikut.

1. Peta Lokasi Pengamatan dan Sebaran Batuan
2. Peta Geologi
3. Peta Geomorfologi
4. Peta Tutupan Lahan
5. Peta Persen Lereng
6. Peta Ketebalan Tanah
7. Peta Kerapatan Sungai
8. Peta Isopreatik
9. Peta Isodebit
10. Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah
11. Peta Daerah Rawan Banjir
12. Peta Daerah Rawan Gempa Bumi
13. Peta Buffer Struktur
14. Peta Kesesuaian Lahan

3.4. Faktor Pendukung

Dalam hal ini, faktor pendukung diartikan sebagai informasi geologi yang berperan sebagai pendukung dalam penggunaan suatu lahan. Adapun faktor pendukung tersebut antara lain yaitu sebagai berikut.

3.4.1. Bentang Alam

Nilai persen lereng diperoleh dari 4 atau lebih garis kelurusan kontur yang relatif seragam.

$$\text{Persen Lereng} = \frac{\text{Selisih Tinggi Kontur}}{\text{Jarak} \times \text{Skala}} \times 100\%$$

Penghitungan persen lereng dilakukan untuk mengetahui tingkat kemiringan lereng

pada daerah penelitian yang mengacu pada klasifikasi van Zuidam (1985).

3.4.2. Keadaan Batuan, Mineral, dan Tanah

A. Keadaan Batuan

Pada bagian utara peta yang memanjang dari Barat – Timur didominasi oleh batupasir tufaan dan batulempung, namun di beberapa lokasi terdapat breksi. Sedangkan dibagian Selatan peta, terdapat batugamping.

B. Keadaan Mineral

Mineral ekonomis yang terdapat di daerah penelitian tidak dapat dijumpai. Kecuali untuk bahan galian ekonomis golongan C seperti endapan tuf piroklastik.



Foto 17. Singkapan tuf di Desa Ngandong.

C. Keadaan Tanah

Adapun jenis tanah yang berkembang di daerah penelitian terdiri dari 2 (dua) jenis tanah, yaitu Tanah Aluvial dan Tanah Kambisol.

1. Tanah Aluvial

Tanah Aluvial atau dalam USDA disebut Entisols merupakan jenis tanah yang termasuk kedalam tanah tahap awal atau muda yang belum mengalami perkembangan dengan ketebalan yang relatif tipis.



Foto 18. Tanah Aluvial di Kali Gerang.

2. Tanah Kambisol

Tanah Kambisol atau dalam USDA disebut Inceptisol merupakan tanah muda yang sedang berkembang.



Foto 19. Tanah Kambisol di desa Kepuhsari

3.4.3. Kondisi Air

Dalam kaitannya terhadap evaluasi kesesuaian lahan maka peneliti telah mengumpulkan dan menganalisa berbagai informasi mengenai data curah hujan, kerapatan sungai dan penyebaran ketinggian muka air tanah pada daerah penelitian.

A. Curah Hujan

Curah hujan (mm) adalah ketinggian air hujan yang terkumpul dalam penakar hujan pada tempat yang datar, tidak menyerap, tidak meresap dan tidak mengalir.

Tabel 3. Curah Hujan Wilayah Kabupaten Gunungkidul (mm) Tahun 2009 – 2018

Bulan	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Jumlah
Januari	236,17	213,81	357,28	441,78	488,78	387,84	373,35	248,67	149,04	476,44	351,295
Februari	205,21	213,38	408,13	313,33	236,21	313,70	205,81	371,94	388,13	330,67	304,360
Maret	128,17	187,81	424,83	287,11	188,85	108,27	398,73	237,13	185,18	245,11	348,881
April	128,87	213,09	141,74	124,17	136,79	178,89	318,77	245,94	136,17	90,77	330
Mei	109,87	264,04	184,77	75,17	171,79	83,89	81,81	124,78	57,17	14,17	300,887
Juni	38,47	86,44	0	157	384,17	36,7	17,99	194,93	17,17	10,94	76,385
Juli	3,77	47,27	0	0	113,47	38,58	30,71	85,13	17	0,89	33,895
Agustus	0	58,17	0	0	0	0	0	82,17	6,78	0	14,905
September	0	118,83	0	0	0	0	0	113,83	44,18	0	57,2
Oktober	38,19	168,53	48,17	36,44	68,17	0,44	1,77	282,39	121,17	1,89	80,321
November	101,58	201,81	156,78	227,27	249,23	218,21	109,94	381,67	377,04	113,17	343,885
Desember	138,11	308,81	389,18	398,13	374,17	471,78	248,21	388,84	377,17	118,83	381,817
Total	1178,58	2295,09	3155,98	3280,14	3488,81	3883,84	3833,57	2728,57	2130,57	1267,88	2624,817

Sumber : Dinas Tanaman Pangan dan Hortikultura Kab. Gunungkidul dalam Badan Pusat Statistik Gunungkidul.

Tabel 4. Curah Hujan Wilayah Kabupaten Wonogiri (mm) Tahun 2009 – 2018

Bulan	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Jumlah
Januari	161	222	222	221	222	422	422	217	222	422	313,8
Februari	204	241	214	52	52	391	500	440	517	300	412,8
Maret	144	211	181	144	144	589	381	391	517	317	442,8
April	0	181	134	0	481	420	257	411	232	200	187
Mei	112	211	221	141	380	0	136	133	16	27	313,8
Juni	84	0	0	0	381	130	18	232	0	0	89,8
Juli	0	14	0	0	42	48	0	507	0	0	21,8
Agustus	0	12	0	0	0	0	0	16	0	0	3,2
September	0	280	0	0	0	0	0	271	17	0	56,8
Oktober	0	181	181	0	181	0	0	240	0	0	84,8
November	181	0	222	341	391	250	232	181	381	181	214
Desember	27	211	248	321	381	881	452	208	312	141	317,8
Total	914	1874	1781	1788	3334	3884	2936	2426	2178	1488	2317,8

Sumber : Pusdataru Prov. Jawa Tengah (2009 – 2015) dan Stasiun Meteorologi Wonogiri dalam Badan Pusat Statistik

Rata-rata curah hujan tertinggi di daerah penelitian terjadi pada bulan Januari dan Februari sebesar 357,299mm hingga 417,8mm.

B. Kerapatan Sungai

Semakin besar nilai kerapatan sungai, semakin besar pula kecenderungan akan terjadinya erosi di wilayah tersebut, begitupun sebaliknya. Besarnya kerapatan

sungai dihitung berdasarkan perbandingan jumlah panjang sungai utama dan anak-anak sungai (Km), terhadap luas wilayah aliran (Km²).

Dari hasil penghitungan tersebut dapat diketahui bahwa 0,3% dari daerah penelitian memiliki kelas kerapatan sungai rendah dengan nilai densitas drainase 0,18 km/km² sedangkan 99,7% dari daerah penelitian memiliki kelas kerapatan sungai sedang dengan nilai densitas drainase berkisar antara 0,25 km/km² – 5,5 km/km².

C. Air Permukaan dan Air Tanah Dangkal

Air permukaan adalah air yang muncul atau mengalir di permukaan seperti mata air, danau, sungai, dan rawa. Sedangkan air tanah dangkal adalah air tanah yang umum digunakan oleh masyarakat sebagai sumber air bersih berupa sumur-sumur. Untuk mengetahui potensi air permukaan maupun air tanah dangkal, maka perlu dilakukan pengukuran. Namun, dikarenakan penelitian dilakukan pada musim kemarau yang menyebabkan sungai-sungai mengalami kekeringan maka peneliti hanya melakukan pengukuran pada mata air dan sumur-sumur penduduk saja.



Foto 20. Lokasi Pengukuran MAT pada Mata Air di Desa Semin.



Foto 21. Lokasi Pengukuran MAT pada Sumur di Desa Kepuhsari.

Pengukuran ketinggian muka air tanah dilakukan dengan cara menentukan selisih jarak antara permukaan air dengan permukaan tanah. Berdasarkan hasil pengukuran kedalaman muka air tanah bebas pada mata air dan sumur penduduk, maka dapat diketahui bahwa kedalaman muka air

tanah bebas yaitu relatif dalam yang berkisar antara 100 - 1600 cm.

Setelah itu dilakukan penghitungan untuk menentukan besaran atau debit air. Debit air dihitung berdasarkan rumus.

$$Q = A \times V$$

Dimana Q adalah debit air (m³/s), A adalah luas penampang (m²), dan V adalah kecepatan aliran air (m/s). Berdasarkan hasil penghitungan debit air pada mata air dan sumur penduduk, maka dapat diketahui bahwa debit air pada daerah penelitian berkisar antara 0,1 m³/s – 0,8 m³/s.

3.5. Faktor Kendala

Dalam hal ini, faktor kendala diartikan sebagai informasi geologi yang berperan sebagai kendala dalam penggunaan suatu lahan. Adapun faktor kendala tersebut antara lain yaitu sebagai berikut.

3.7.1 Potensi Bencana Alam

A. Gerakan Tanah

Adapun jenis gerakan tanah yang ditemukan di lapangan yaitu *rock fall*, *debris fall*, *slump*, dan amblesan (*subsidence*). Dari keseluruhan jenis gerakan tanah tersebut, yang paling sering dijumpai adalah jenis *debris fall*.



Foto 22. *Debris Fall* dijumpai di Desa Karang Sari.

Kemudian untuk menetapkan tingkat kerawanan zona dalam aspek fisik alami maupun aspek aktivitas manusia, digunakan kriteria sebagai berikut.

1. **Zona berpotensi longsor dengan tingkat kerawanan tinggi** apabila total nilai bobot tertimbang berada pada kisaran 2,40 – 3,00.
2. **Zona berpotensi longsor dengan tingkat kerawanan sedang** bila total nilai bobot tertimbang berada pada kisaran 1,70 – 2,39.
3. **Zona berpotensi longsor dengan tingkat kerawanan rendah** apabila total nilai bobot tertimbang berada pada kisaran 1,00 – 1,69.

Tabel 5. Pembobotan Daerah Penelitian Berdasarkan Aspek Fisik Alami

Kelempaan lereng	Nilai	Kelempaan lereng	Nilai	Topografi	Nilai	Kelempaan lereng	Nilai								
Landa - Agal kering	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Miring	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Agal Curam	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Curam	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Sangat Curam	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

Tabel 6. Pembobotan Daerah Penelitian Berdasarkan Aspek Aktivitas Manusia

Pola Tani	Nilai	Kelempaan lereng	Nilai												
Sawah/ Ladang	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Tanaman Perikanan	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Tanaman Perkebunan	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Tanaman Perikanan	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Tanaman Perkebunan	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

B. Banjir

Di daerah Pundungsari dan sekitarnya, potensi banjir dapat dijumpai disekitar sepanjang Kali Oyo. Penentuan daerah rawan banjir dihasilkan berdasarkan data-data sering terjadinya banjir di daerah penelitian.

Tabel 7. Data Bencana Alam (Banjir) Daerah Kab. Gunungkidul dan Sekitarnya. (Sumber : BNPB Gunungkidul)

Waktu	Jumlah	Korban (jiwa)			Rumah (unit)		Jembatan Rusak
		Meninggal & Hilang	Luka-luka	Menderita & mengungsi	Terendam	Rusak	
2013	2	0	0	88	42	0	
2017	1	3	0	3.859	0	11	
2019	2	0	0	325	46	1	

C. Gempa Bumi

Tabel 8. Skala Intensitas Gempa Bumi

Skala MMI	Waktu	Deskripsi	Deskripsi Rinci	Skala MMS	PGA (g)
I	Pada	TEPAK DIRASAKAN (Sangat Rendah)	Tidak dirasakan atau dirasakan hanya oleh beberapa orang tetapi mereka tidak sadar.	II	< 0,2
II	Pada	DIRASAKAN (Rendah)	Dirasakan oleh orang-orang tetapi tidak menimbulkan kerusakan. Berada benda ringan yang tergantung bergoyang dan benda-benda bergoyang.	III	0,2-0,6
III	Kurang	KERUSAKAN BAHAN (Sedang)	Dirasakan oleh orang-orang yang mengalami kerusakan ringan, seperti retak vertikal pada dinding, gembung bergoyang ke bawah dan sebagian berantakan.	IV	0,6-1,6
IV	Juga	KERUSAKAN BERAS (Tinggi)	Banyak benda-benda jatuh pada dinding bangunan sederhana, sehingga rusak, kaca pecah. Beberapa benda-benda ringan bergoyang dengan gembung bergoyang bergoyang ke bawah atau jatuh. Struktur bangunan mengalami kerusakan ringan seperti retak.	V	1,6-3,4
V	Juga	KERUSAKAN BERAS (Sangat Tinggi)	Sebagian besar dinding bangunan permanen rusak. Banyak bangunan mengalami kerusakan berat. Pada benda-benda tergantung.	VI	> 3,4

Sumber : Situs BMKG

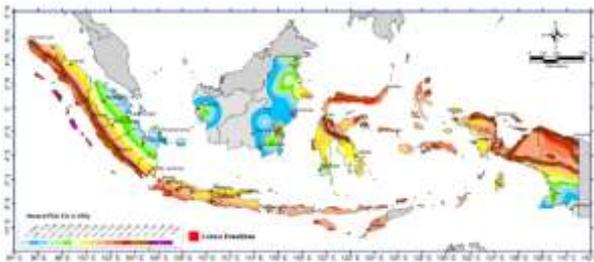
Modified Mercalli Intensity merupakan skala satuan untuk mengukur kekuatan gempa bumi. Sedangkan PGA (*Peak Ground Acceleration*) adalah nilai percepatan getaran batuan dasar atau sama dengan percepatan getaran tanah maksimum yang terjadi akibat adanya gempa.

Tabel 9. Tabel Kelas Indikator Intensitas Gempabumi

No.	Kelas Bahaya	Intensitas (MMI)	Nilai Percepatan (gal)	Nilai Percepatan (gal)*
1	Kecil	< VI	< 0.15	< 170
2	Sedang	VI – VII	0.15 – 0.20	171 – 256
3	Besar	> VII	> 0.20	> 257

Sumber : Oktariadi (2009) *) dengan modifikasi Hidayat (2014)

Berdasarkan Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia 2017 Oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat dengan parameter PGA (*Peak Ground Acceleration*) daerah penelitian termasuk ke dalam lokasi yang memiliki nilai PGA sebesar 0,6 – 0,7 gal. Nilai tersebut setara dengan nilai intensitas lebih dari VII dalam skala MMI.



Gambar 4. Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia 2017 Oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

3.7.2 Kondisi Geologi

Buffer merupakan salah satu sarana pada perangkat lunak ArcGIS, untuk dapat mengetahui seberapa besar dampak bagi suatu lahan yang diakibatkan dari pergerakan struktur geologi berupa lipatan maupun sesar apabila aktif kembali. Pada peta tersebut dibuat menjadi 4 jangkauan yaitu jangkauan 100m, 250m, 400m, dan 600m dari garis struktur. Semakin jauh suatu lahan dari jangkauan garis struktur maka semakin kecil kemungkinan lahan tersebut mengalami kerusakan.

Berdasarkan titik lokasi gerakan tanah yang dijumpai di daerah penelitian, beberapa diantaranya dipengaruhi oleh struktur geologi yaitu ditandai dengan lokasi gerakan tanah yang dekat dengan jangkauan struktur geologi.

3.6. Analisa Kemampuan Lahan

3.6.1. Metode Penilaian Kemampuan Lahan

Analisa kemampuan lahan dilakukan untuk memperoleh gambaran tentang tingkat kemampuan lahan yang selanjutnya sebagai acuan bagi arahan-arahan kesesuaian lahan. Berikut ini adalah langkah-langkah dalam analisa kemampuan lahan.

A. Penilaian Bobot/Pembobotan (B)

Pembobotan merupakan kepentingan yang relatif dari faktor lingkungan, tergantung kepada peranannya terhadap lingkungan atau tutupan lahan.

5 = Kepentingan sangat tinggi.

4 = Kepentingan tinggi.

3 = Kepentingan sedang.

2 = Kepentingan rendah.

1 = Kepentingan sangat rendah.

0 = Tidak ada kepentingan.

Nilai bobot suatu kawasan sangat dipengaruhi oleh kriteria penggunaan lahannya, sehingga pembobotan akan memiliki nilai yang berbeda di setiap kawasan.

B. Penilaian Kemampuan Lahan (NK)

Nilai Kemampuan ditetapkan bagi setiap kelas dari setiap informasi geologi pada pilihan jenis penggunaan lahan.

5 = Sangat Tinggi.

4 = Tinggi.

3 = Sedang.

2 = Rendah.

1 = Sangat Rendah

0 = Tidak sesuai.

Nilai kemampuan suatu kawasan sangat dipengaruhi oleh kriteria kondisi alamnya, sehingga nilai kemampuan akan memiliki nilai yang berbeda di setiap kawasan.

C. Nilai Kemampuan yang Telah Dibobot (NKB)

Nilai kemampuan yang telah dibobot diperoleh dari hasil perkalian bobot dengan nilai kemampuan. Nilai inilah yang nantinya digunakan untuk penjumlahan bobot tertimbang untuk setiap kawasan di daerah penelitian.

3.6.2. Penilaian Tutupan Lahan Daerah Penelitian

Penilaian yang digunakan yaitu jumlah dari nilai kemampuan yang telah dibobot sebelumnya. yaitu dengan menentukan nilai informasi geologi sebagai parameter dengan tutupan lahan yang ada. Tutupan lahan yang terdapat di lokasi penelitian adalah pemukiman, sawah, kebun, ladang, waduk, dan embung.

Penilaian yang digunakan, yaitu jumlah dari nilai kemampuan yang telah dibobot sebelumnya. Adapun tabel hasil penghitungan bobot, nilai kemampuan, dan nilai kemampuan yang telah dibobot untuk setiap informasi geologi dengan tata guna lahan pada daerah penelitian dapat dilihat pada tabel 10 berikut ini.

Tabel 10. Nilai Kemampuan yang telah dibobot terhadap informasi geologi dengan tutupan lahan yang ada pada daerah penelitian.

Informasi Geologi	Kelas Informasi	Tutupan Lahan																	
		Pemukiman				Kebun				Sawah				Ladang				Waduk/ Embung	
		B	SLC	SLCB	B	SLC	SLCB	B	SLC	SLCB	B	SLC	SLCB	B	SLC	SLCB	B	SLC	SLCB
Beban Lintang (N)	0 - 7	3	12	3	12	3	12	3	12	3	12	3	12	3	12	3	12	3	12
	7 - 15	4	20	4	20	4	20	4	20	4	20	4	20	4	20	4	20	4	20
	15 - 30	3	20	4	20	3	20	4	20	3	20	4	20	3	20	4	20	3	20
	30 - 70	0	0	1	4	0	0	1	4	0	0	1	4	0	0	1	4	0	0
Kedalaman Mula Air Tanah (m)	1-1	3	12	3	12	3	12	3	12	3	12	3	12	3	12	3	12	3	12
	1-10	3	12	4	18	3	12	4	18	3	12	4	18	3	12	4	18	3	12
	10-11	3	12	4	18	3	12	4	18	3	12	4	18	3	12	4	18	3	12
	11-20	0	0	1	4	0	0	1	4	0	0	1	4	0	0	1	4	0	0
Debit Air (m ³ /s)	0.1-0.2	3	12	1	4	3	12	3	12	3	12	3	12	3	12	3	12	3	12
	0.3-0.4	2	10	2	8	2	8	2	8	2	8	2	8	2	8	2	8	2	8
	0.5-0.8	3	12	4	18	3	12	4	18	3	12	4	18	3	12	4	18	3	12
	0.7-0.8	4	20	4	18	4	18	4	18	4	18	4	18	4	18	4	18	4	18
Batas Atas	0-10	3	12	3	12	3	12	3	12	3	12	3	12	3	12	3	12	3	12
	10-15	4	20	4	18	4	18	4	18	4	18	4	18	4	18	4	18	4	18
	15-20	3	12	3	12	3	12	3	12	3	12	3	12	3	12	3	12	3	12
	20-30	3	12	1	4	3	12	1	4	3	12	1	4	3	12	1	4	3	12
Struktur Geologi (m)	0-100	0	0	2	8	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4
	100-200	1	4	2	8	1	4	2	8	1	4	2	8	1	4	2	8	1	4
	200-400	2	8	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4
	400-600	3	12	2	8	3	12	2	8	3	12	2	8	3	12	2	8	3	12
Keruhutan Tanah (m)	<20	0	0	1	4	2	8	2	8	2	8	2	8	2	8	2	8	2	8
	20-50	0	0	2	8	2	8	2	8	2	8	2	8	2	8	2	8	2	8
	50-75	2	8	4	16	3	12	4	16	3	12	4	16	3	12	4	16	3	12
	75-100	3	12	4	16	4	16	4	16	4	16	4	16	4	16	4	16	4	16

3.6.3. Klasifikasi Kesesuaian Lahan Daerah Penelitian

Evaluasi kesesuaian lahan perlu dilakukan untuk mengetahui seberapa sesuai lahan tersebut berdasarkan hasil nilai dari kondisi geologi yang ada. Nilai kesesuaian lahan tersebut dibagi menjadi beberapa kelas yang dihasilkan dari penjumlahan nilai kemampuan lahan setiap tutupan lahan pada daerah penelitian.

Tabel 11. Klasifikasi Kesesuaian Lahan pada Daerah Penelitian.

Klasifikasi	Pemukiman	Kebun	Sawah	Ladang	Waduk / Embung	Rumput / Semak
Sangat sesuai	≥ 140	≥ 110	≥ 100	≥ 95	≥ 120	≥ 29
Sesuai	105 - 139	91 - 109	86 - 99	79 - 94	95 - 119	23 - 28
Cukup sesuai	60 - 104	58 - 90	63 - 85	57 - 78	67 - 94	17 - 22
Tidak sesuai	20 - 59	36 - 57	40 - 62	35 - 56	34 - 66	11 - 16
Sangat tidak sesuai	0 - 19	0 - 35	0 - 39	0 - 34	0 - 33	0 - 10

Berdasarkan hasil dari penilaian-penilaian tersebut dapat diketahui lahan-lahan yang tidak sesuai atau cukup sesuai hingga sesuai dengan mengetahui penyebab-penyebabnya. Hasil dari evaluasi yang telah dilakukan terhadap kesesuaian lahan pada daerah penelitian kemudian dituangkan sebagai Peta Kesesuaian Lahan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan yang telah diuraikan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Satuan geomorfologi di daerah penelitian secara morfogenesis dibagi menjadi 3 (tiga) satuan geomorfologi, yaitu Satuan Geomorfologi Perbukitan Lipat Patahan, Satuan Geomorfologi Perbukitan Karst, Satuan

Geomorfologi Endapan Aluvial. Pola aliran sungai dendritik. Adapun tipe genetika sungai subsekuen, konsekuen, obsekuen dan stadia erosi sungai berada pada tahapan muda hingga dewasa. Daerah penelitian termasuk kedalam jentera geomorfik muda hingga dewasa.

2. Berdasarkan litostratigrafi, satuan batuan yang terdapat di daerah penelitian dibagi menjadi 3 (tiga) satuan dari tua ke muda, yaitu Satuan Batuan Batupasir Tufaan Selang-seling Batulempung Sisipan Breksi (Formasi Semilir) yang diendapkan pada Kala Miosen Awal hingga Miosen Akhir pada lingkungan pengendapan laut dangkal hingga laut dalam. Secara tidak selaras di atasnya diendapkan Satuan Batuan Batugamping (Formasi Wonosari) yang diendapkan pada Kala Miosen Tengah pada lingkungan pengendapan laut dangkal. Secara tidak selaras diendapkan Satuan Endapan Aluvial yang diendapkan pada Kala Plistosen pada lingkungan darat.
3. Struktur geologi yang dijumpai di daerah penelitian berupa struktur kekar berupa kekar gerus (*shear fracture*) dan kekar tarik (*tension fracture*), struktur lipatan berupa Antiklin Ngandong dan Sinklin Karang Sari, serta struktur sesar berjenis Sesar Mendatar Klepu, Sesar Mendatar Oyo, Sesar Mendatar Patran, dan Sesar Mendatar Ngedak. Keseluruhan struktur geologi yang ada di daerah penelitian terjadi dalam dua periode yaitu orogenesis Kala Miosen Tengah dan orogenesis Kala Miosen Akhir hingga Pliostosen dengan arah gaya utama N 195° E atau arah umum utara – selatan.
4. Daerah penelitian studi khusus dilakukan pada daerah yang sama dengan penelitian tugas akhir seluas 7 km x 7 km atau 49 km². Daerah penelitian memiliki tutupan lahan berupa pemukiman, kebun, sawah, ladang, rumput/belukar, waduk dan embung. Kemiringan lereng landai hingga sangat curam, berada di wilayah rawan bencana banjir, gerakan tanah, dan gempa bumi yang cukup tinggi, terdiri dari tanah alluvial dan tanah kambisol, kerapatan sungai yang sedang, debit berkisar antara 0,1 m³/s – 0,8 m³/s, kedalaman muka air tanah yang relatif dalam, dan dilalui oleh struktur geologi berupa sesar. Pembangunan atau penggunaan lahan di daerah penelitian perlu diperhatikan, terkait lokasi, struktur tanah dan batumannya, serta bencana alam agar kesesuaian lahan pada daerah tersebut dapat tercapai.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bakosurtanal, 2001, *Peta Rupabumi Digital Indonesia Lembar Karangmojo No. 1408-312*, Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional (Bakosurtanal), Edisi : 1 – 2001, Cibinong, Bogor.
2. Bakosurtanal, 2001, *Peta Rupabumi Digital Indonesia Lembar Cawas No.1408-314*, Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional (Bakosurtanal), Edisi: 1 – 2001, Cibinong, Bogor.
3. Bakosurtanal, 2001, *Peta Rupabumi Digital Indonesia Lembar Eromoko No.1408-321*, Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional (Bakosurtanal), Edisi: 1 – 2001, Cibinong, Bogor.
4. Bakosurtanal, 2001, *Peta Rupabumi Digital Indonesia Lembar Manyaran No.1408-323*, Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional (Bakosurtanal), Edisi: 1 – 2001, Cibinong, Bogor.
5. Blow, W. H. and Postuma J. A. 1969. "Range Chart, Late Miosen to Recent Planktonic Foraminifera Biostratigraphy", Proceeding of The First.
6. Isnaniawardhani, Vijaya, 2018, *Larger Foraminifera Catalog on Member of Calcarenite Pamutuan Formation*, Cetakan 1, Bandung: Unpad Press.
7. Kementerian PUPR, 2017, *Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia*, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
8. Luthfi, 2010, *Prinsip-Prinsip Sedimentologi*, Jurusan Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Pakuan, Bogor.
9. Noor, D., 2014, *Pengantar Geologi*, Edisi Pertama, Penerbit Deepublish (CV Budi Utama), Jalan Kaliurang Km 9,3 Yogyakarta 55581.h.609. ISBN 602280256-3.
10. Permen PU, 2007, *Pedoman Teknik Analisis Aspek Fisik & Lingkungan, Ekonomi Serta Sosial Budaya Dalam Penyusunan Rencana Tata Ruang No. 20/PRT/M/2007*, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Penataan Ruang.
11. Ph. D., Cushman, Joseph A., 1928, *Foraminifera Their Classification and Economic Use*, Cushman Laboratory for Foraminiferal Research Special Publication No. 1, Sharon, Massachusetts, USA.
12. Subardja S., Djadja, R., Sofyan, A., Markus, Sukarman, S., Erna, dan Subandiono, RE., 2016, *Klasifikasi Tanah Nasional*, Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Edisi:2/2016, Cimanggu, Bogor.
13. Surono, Toha, B., dan Sudarno, I., 1992, *Peta Geologi Lembar Surakarta 1408-3 dan Giritontro 1407-6 Skala 1:100.000*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P3G), Bandung, Indonesia.

PENULIS:

1. **Nanda Cahiya Puspito, S.T.** Alumni (2019) Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik – Universitas Pakuan. (E-mail : Naryato48@gmail.com)
2. **Ir. Akhmad Syafuan, M.T.** Staf Dosen Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik – Universitas Pakuan.
3. **Ir. Denny Sukanto Kadarisman, M.T.** Staf Dosen Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik – Universitas Pakuan

