

IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN POTENSI GALIAN C DI ALIRAN SUNGAI KIKIS DESA KERTAPATI KABUPATEN BENGKULU TENGAH DENGAN METODE GEOLISTRIK KONFIGURASI WENNER – SCHLUMBERGER

¹Aulira Suryatidiningrum, ²Suhendra, ¹Budi Harlianto

Afiliasi : ¹Program Studi Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Bengkulu

²Program Studi Geofisika Fakultas MIPA, Universitas Bengkulu

e-mail : suhendra@unib.ac.id

Abstrak. Sungai dengan pola aliran meander terbentuk akibat interaksi dinamika aliran, proses erosi-sedimentasi serta kondisi geologi bawah permukaan. Endapan hasil proses tersebut sering dimanfaatkan sebagai bahan Galian C, seperti pasir dan kerikil yang memiliki nilai ekonomi tinggi sebagai material konstruksi. Namun, informasi mengenai kondisi struktur bawah permukaan pada aliran Sungai Kikis masih terbatas, sehingga diperlukan kajian geofisika untuk mengidentifikasi lapisan bawah permukaan secara rinci. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi struktur bawah permukaan di aliran Sungai Kikis Desa Kertapati, Kabupaten Bengkulu Tengah, dengan metode geolistrik konfigurasi Wenner–Schlumberger. Pengolahan data resistivitas pada empat lintasan pengukuran sepanjang 388 m dengan jarak antar elektroda 8 m dan 6 m menghasilkan penampang resistivitas dua dimensi hingga kedalaman ± 60 m. Nilai resistivitas yang teridentifikasi berada pada kisaran $2 \Omega\cdot m$ hingga $>2000 \Omega\cdot m$, menunjukkan adanya variasi karakteristik bawah permukaan di daerah penelitian. Zona dengan resistivitas rendah ($<25 \Omega\cdot m$) diinterpretasikan sebagai lapisan lempung, sedangkan nilai resistivitas menengah ($30\text{--}700 \Omega\cdot m$) berkaitan dengan pasir dan kerikil. Nilai resistivitas tinggi ($>400 \Omega\cdot m$) mengindikasikan keberadaan material berkerikil hingga batuan beku. Variasi resistivitas tersebut dipengaruhi oleh komposisi mineral, porositas, dan kandungan fluida. Lintasan pertama dan sebagian lintasan ketiga menunjukkan dominasi pasir dan kerikil yang berpotensi sebagai bahan Galian C, sedangkan lintasan kedua dan keempat didominasi lempung dengan potensi Galian C relatif rendah. Pola distribusi struktur bawah permukaan teridentifikasi memperlihatkan karakteristik khas sungai meander, di mana material berukuran kasar cenderung terakumulasi pada bagian luar meander akibat proses erosi, sedangkan material halus terendapkan pada bagian dalam meander.

Kata Kunci: Galian C; geolistrik resistivitas; meander; Wenner-Schlumberger

Abstract. Rivers with meandering flow patterns are formed as a result of the interaction between flow dynamics, erosion-sedimentation processes, and subsurface geological conditions. The sediments resulting from these processes are often utilized as Class C minerals, such as sand and gravel, which have high economic value as construction materials. However, information regarding subsurface structural conditions along the Kikis River remains limited, necessitating a geophysical study to identify subsurface layers in detail. This study aims to identify subsurface structures along the Kikis River in Kertapati Village, Central Bengkulu Regency, using the Wenner–Schlumberger geophysical method. Processing of resistivity data from four measurement lines, each 388 m long with electrode spacings of 8 m and 6 m, produced two-dimensional resistivity cross-sections down to a depth of ± 60 m. The identified resistivity values ranged from $2 \Omega\cdot m$ to $>2000 \Omega\cdot m$, indicating variations in subsurface characteristics in the study area. Zones with low resistivity ($<25 \Omega\cdot m$) were interpreted as clay layers, while intermediate resistivity values ($30\text{--}700 \Omega\cdot m$) were associated with sand and gravel. High resistivity values ($>400 \Omega\cdot m$) indicated the presence of gravelly material to igneous rock. These resistivity variations are influenced by mineral composition, porosity, and fluid content. The first profile and part of the third profile show a dominance of sand and gravel with potential as Class C mining materials, while the second and fourth profiles are dominated by clay with relatively low Class C mining potential. The identified distribution pattern of the subsurface structure exhibits the characteristic features of a meandering river, where coarse-grained material tends to accumulate on the outer side of the meander due to erosion processes, while fine-grained material is deposited on the inner side of the meander.

Keywords: Excavation C; electrical resistivity; meander; Wenner-Schlumberger

PENDAHULUAN

Sungai dengan pola aliran meander merupakan salah satu bentuk morfologi fluvial yang terbentuk secara alami akibat keseimbangan antara energi aliran, proses erosi dan sedimentasi yang berlangsung secara berkelanjutan (Juliandar dkk., 2021). Dinamika tersebut tidak hanya membentuk morfologi permukaan sungai, tetapi juga dipengaruhi oleh karakteristik material penyusun dasar dan tebing sungai. Oleh karena

itu, kajian mengenai struktur bawah permukaan menjadi aspek penting dalam memahami proses evolusi, kestabilan alur, serta perkembangan sungai meander (Murniningsih & Nur, 2014; Basnayaka dkk., 2022).

Di wilayah tropis seperti Indonesia, sungai berpola meander umumnya berkembang pada daerah dengan kemiringan lereng yang relatif landai hingga dataran rendah. Curah hujan yang tinggi serta suplai sedimen dari daerah hulu menyebabkan perubahan morfologi sungai berlangsung lebih dinamis (Murniningsih, 2018). Perubahan tersebut dapat semakin dipercepat oleh aktivitas manusia, seperti pembukaan lahan, pertambangan, dan alih fungsi lahan di daerah aliran sungai (DAS) yang berpotensi meningkatkan laju erosi, sedimentasi, serta menurunkan kestabilan alur sungai (Kurniawan dkk., 2017; Mahawan Karuniasta & Soedarjanto, 2019). Sungai Kikis yang berada di Desa Kertapati, Kecamatan Pagar Jati, Kabupaten Bengkulu Tengah merupakan salah satu sungai yang memiliki karakteristik aliran meander. Secara regional, wilayah Bengkulu memiliki kondisi geologi yang kompleks sehingga variasi struktur bawah permukaan Sungai Kikis diduga dipengaruhi oleh perbedaan formasi batuan dan struktur geologi setempat (Saraswati dkk., 2025). Struktur geologi bawah permukaan berperan dalam mengontrol arah aliran, kestabilan alur sungai, serta respons terhadap proses erosi dan sedimentasi. Perbedaan sifat fisik material, seperti pasir, kerikil, lempung, maupun batuan yang lebih kompak, akan menghasilkan respons yang berbeda terhadap dinamika aliran sungai. Selain itu, beberapa penelitian menunjukkan bahwa perkembangan pola aliran meander juga dapat dipengaruhi oleh keberadaan zona lemah atau struktur geologi bawah permukaan yang tidak selalu dapat dikenali melalui pengamatan di permukaan (Daryono dkk., 2023).

Endapan pasir dan kerikil hasil proses sedimentasi di aliran Sungai Kikis telah dimanfaatkan sebagai bahan galian golongan C yang digunakan sebagai material konstruksi, seperti pasir, batu, batu kapur, dan tanah liat (Cerya & Khaidir, 2021 ; Januar, 2020). Aktivitas penambangan tersebut memerlukan informasi mengenai kondisi geologi dan karakteristik material bawah permukaan sebagai dasar dalam pemanfaatan sumber daya Galian C yang lebih berkelanjutan. Hal tersebut penting karena kondisi geologi bawah permukaan berpengaruh terhadap kestabilan lereng dan alur sungai, sedangkan pengelolaan yang kurang tepat berpotensi meningkatkan erosi serta memicu perubahan morfologi sungai (Hardy dkk., 2024).

Metode geolistrik resistivitas merupakan salah satu metode geofisika yang efektif untuk mengidentifikasi variasi struktur bawah permukaan berdasarkan perbedaan nilai resistivitas material. Metode ini telah banyak dimanfaatkan untuk pemetaan sedimen aluvial, akuifer air tanah, dan batuan dasar (Ratnakumari dkk., 2012; Gallardo, 2019). Konfigurasi Wenner–Schlumberger memiliki sensitivitas yang baik terhadap variasi resistivitas secara lateral dan vertikal sehingga sesuai untuk diterapkan pada lingkungan fluvial, termasuk daerah aliran sungai (Manrulu dkk., 2018; Syafnur dkk., 2023). Meskipun demikian, penerapan metode geolistrik resistivitas untuk mengkaji keterkaitan antara struktur bawah permukaan dengan karakteristik morfologi sungai meander masih relatif terbatas. Akibatnya, informasi mengenai hubungan antara struktur geologi bawah permukaan dengan perkembangan meander, distribusi sedimen, dan kestabilan alur sungai masih terbatas. Keterbatasan informasi tersebut menjadi salah satu kendala dalam memahami karakteristik geologi bawah permukaan yang mengontrol dinamika aliran sungai meander. Oleh karena itu, identifikasi struktur bawah permukaan menggunakan metode geolistrik resistivitas diperlukan untuk memperoleh informasi mengenai karakteristik litologi bawah permukaan sebagai dasar interpretasi kondisi geologi pada kawasan aliran meander.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan mengidentifikasi struktur bawah permukaan pada aliran meander Sungai Kikis menggunakan metode geolistrik resistivitas dengan konfigurasi Wenner–Schlumberger. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi mengenai karakteristik litologi bawah permukaan yang berperan terhadap dinamika alur sungai, serta menjadi dasar ilmiah dalam pengelolaan sumber daya Galian C, mitigasi perubahan morfologi sungai, dan perencanaan wilayah yang berkelanjutan di kawasan DAS Sungai Kikis.

METODOLOGI

Penelitian dilaksanakan di Desa Kertapati, Kecamatan Pagar Jati, Kabupaten Bengkulu Tengah, Provinsi Bengkulu. Secara geografis, lokasi penelitian berada pada koordinat 3°38'05" LS – 3°38'12" LS dan 102°21'42" BT – 102°21'54" BT. Tahapan penelitian meliputi pengumpulan data lapangan, pengolahan data hasil pengukuran dan analisis data. Akuisisi data bawah permukaan dilakukan pada empat lintasan menggunakan metode geolistrik resistivitas. Dua lintasan menggunakan spasi antar elektroda 8 m, sedangkan dua lintasan lainnya menggunakan spasi antar elektroda 6 m. Panjang bentangan masing-masing lintasan adalah 388 m. Penelitian ini menggunakan satu unit alat geolistrik MAE X612-EM VHR Multi-Channel (Gambar 1) beserta

peralatan pendukung yang terdiri atas kabel penghubung, empat rol kabel resistivitas, accumeter, elektroda, palu, meteran, dan *Global Positioning System* (GPS) yang digunakan untuk menentukan serta merekam koordinat lokasi pengukuran di lapangan.

Sebelum pengukuran dilakukan, seluruh peralatan diperiksa untuk memastikan alat dan komponen pendukung berfungsi dengan baik. Selanjutnya, lintasan pengukuran ditentukan sesuai dengan lokasi penelitian, kemudian elektroda dipasang pada setiap titik pengukuran berdasarkan spasi antar elektroda yang telah ditentukan. Elektroda selanjutnya dihubungkan menggunakan kabel multichannel yang terhubung dengan alat geolistrik, kemudian dilakukan pengecekan terhadap sambungan kabel dan kontak elektroda dengan tanah untuk memastikan kualitas akuisisi data. Setelah parameter pengukuran sesuai konfigurasi Wenner–Schlumberger dimasukkan ke dalam alat, proses akuisisi data dilakukan secara otomatis dengan menginjeksikan arus listrik melalui elektroda arus dan mengukur beda potensial pada elektroda potensial sehingga diperoleh data resistivitas semu. Selama proses akuisisi berlangsung, hasil pengukuran dipantau untuk memastikan kualitas data yang diperoleh. Seluruh data hasil pengukuran kemudian disimpan dalam memori alat untuk selanjutnya diolah menggunakan perangkat lunak RES2DInv. Selama proses akuisisi data tidak ditemukan kendala lapangan yang signifikan sehingga seluruh pengukuran dapat dilaksanakan dengan baik.

Pengolahan data hasil pengukuran dilakukan menggunakan perangkat lunak RES2DInv untuk menghasilkan penampang resistivitas dua dimensi, sedangkan ArcGIS 10.8 digunakan untuk penyusunan dan visualisasi peta lokasi penelitian. serta seperangkat laptop sebagai media pengolahan. Penggunaan kombinasi *software* tersebut diharapkan mampu menghasilkan interpretasi struktur bawah permukaan yang lebih akurat dan representatif terhadap kondisi geologi setempat. Peta lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 1. Alat Geolistrik MAE X612-EM VHR Multi-Channel

Variasi karakteristik bawah permukaan di kawasan penelitian menyebabkan nilai resistivitas yang terukur berbeda-beda. Nilai resistivitas setiap material dipengaruhi oleh komposisi mineral, porositas, kandungan fluida, tingkat kejenuhan air, serta ukuran butir sedimen (Ratnakumari dkk., 2012). Peta geologi Kecamatan Pagarjati pada Gambar 3 digunakan sebagai acuan pendukung dalam interpretasi hasil pengukuran resistivitas. Penelitian dilakukan menggunakan metode geolistrik resistivitas dengan konfigurasi Wenner–Schlumberger untuk mengidentifikasi variasi struktur bawah permukaan pada aliran meander Sungai Kikis. Konfigurasi Wenner–Schlumberger dipilih karena memiliki sensitivitas yang baik terhadap variasi resistivitas secara lateral maupun vertikal, sehingga sesuai untuk mengidentifikasi perubahan litologi bawah permukaan pada lingkungan fluvial. Konfigurasi ini mampu menggambarkan batas antar lapisan sedimen dengan baik, sehingga efektif digunakan untuk mengidentifikasi sebaran endapan pasir dan kerikil yang menjadi target penelitian. Endapan pasir dan kerikil umumnya memiliki nilai resistivitas yang lebih tinggi dibandingkan sedimen berbutir halus seperti lanau dan lempung karena dipengaruhi oleh perbedaan ukuran butir, porositas, serta kandungan air (Syafnur dkk., 2023).

Pengukuran geolistrik dilakukan dengan menginjeksikan arus listrik searah (I) ke dalam tanah melalui elektroda arus A dan B, kemudian beda potensial (ΔV) yang diukur menggunakan elektroda potensial M dan N. Nilai hasil pengukuran di lapangan merupakan resistivitas semu (*apparent resistivity*) yaitu nilai resistivitas

yang masih dipengaruhi oleh kondisi dan distribusi seluruh lapisan bawah permukaan yang dilalui aliran arus listrik. Selanjutnya, data resistivitas semu diproses menggunakan software Res2DInv melalui proses inversi untuk memperoleh model resistivitas sebenarnya (*true resistivity*) dalam bentuk penampang dua dimensi. Penampang hasil inversi tersebut kemudian digunakan sebagai dasar dalam menginterpretasikan karakteristik lapisan bawah permukaan serta mengidentifikasi persebaran material penyusun sedimen pada lokasi penelitian. Persamaan resistivitas semu untuk konfigurasi Wenner–Schlumberger ditunjukkan sebagai berikut (Syaputri dkk., 2024).

$$\rho_s = \frac{\pi(b^2 - a^2)}{2a} \frac{\Delta V}{I} \quad (1)$$

dengan:

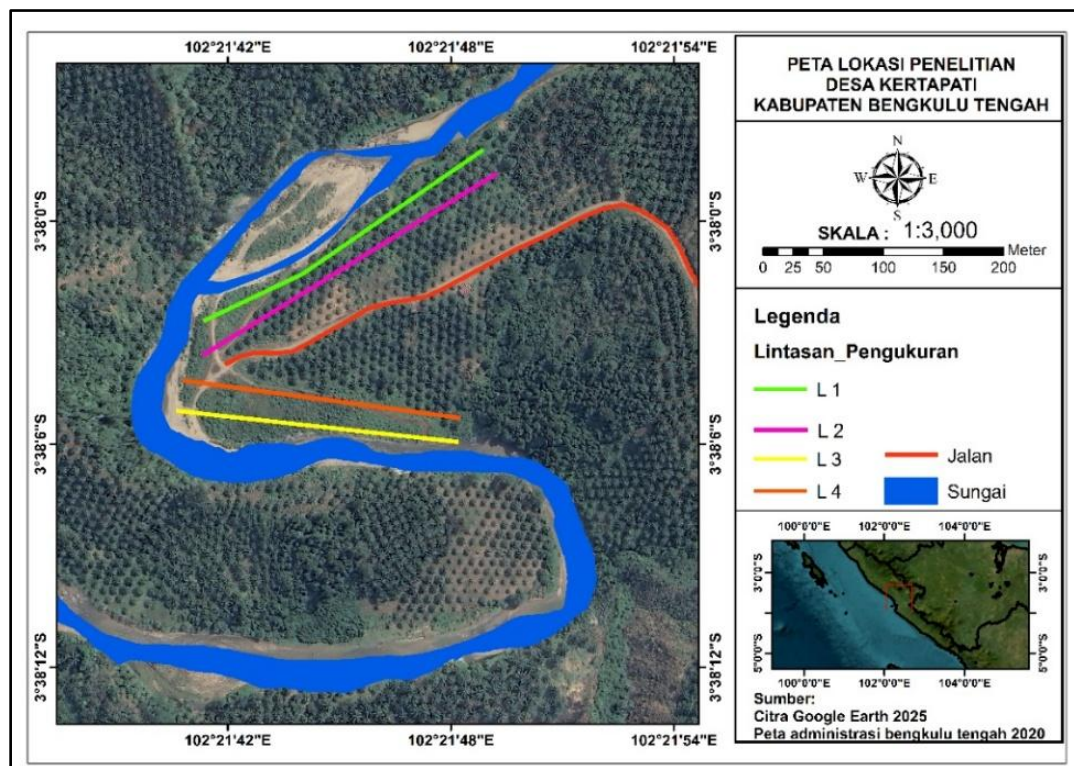
ρ_s = resistivitas semu ($\Omega.m$)

I = kuat arus (Ampere)

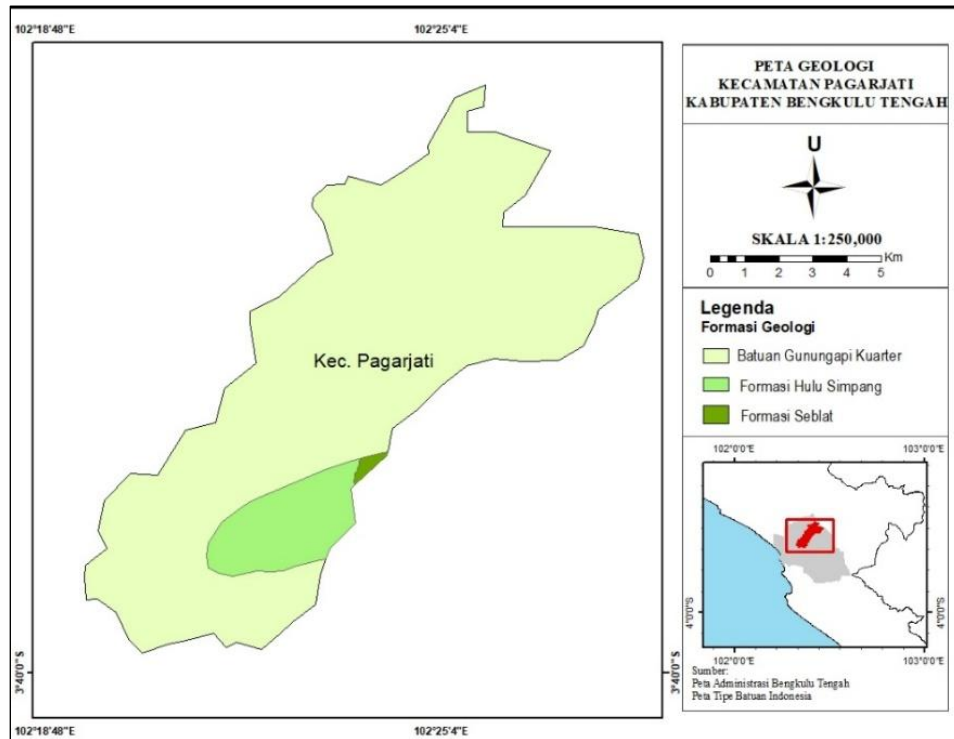
ΔV = beda potensial (Volt)

a = setengah jarak elektroda potensial

b = setengah jarak elektroda arus



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian



Gambar 3. Peta Geologi Kecamatan Pagarjati

Dengan menganalisis variasi nilai resistivitas, lapisan-lapisan struktur bawah permukaan seperti lempung, lanau, pasir, kerikil, hingga batuan kompak dapat diidentifikasi. Nilai resistivitas semu (ρ_a) diperoleh dari perbandingan beda potensial (ΔV) yang diukur dan arus listrik (I) disalurkan ke dalam tanah dengan mempertimbangkan faktor geometri (K) disesuaikan berdasarkan susunan elektroda yang digunakan, sesuai yang dirumuskan sebagai berikut (Telford dkk., 1990).

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (2)$$

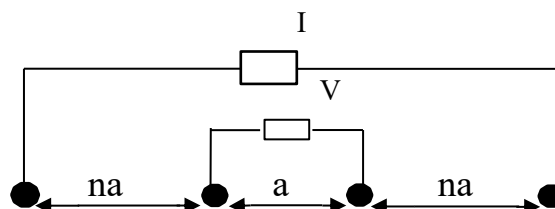
dengan:

ρ_a = resistivitas semu ($\Omega.m$)

K = faktor geometri konfigurasi elektroda (m)

I = arus listrik (Ampere)

ΔV = beda potensial (Volt)



Gambar 4. Konfigurasi Wenner- Schlumberger

Konfigurasi Wenner–Schlumberger (Gambar 4) adalah gabungan dari konfigurasi Wenner dan Schlumberger, di mana jarak antara elektroda arus (AB) biasanya relatif lebih besar daripada jarak antara elektroda potensial (MN). Pola pengaturan elektroda ini memungkinkan pencapaian resolusi yang memadai pada kedalaman menengah serta sensitivitas yang baik terhadap variasi lateral, sehingga sesuai untuk investigasi geologi bawah permukaan pada daerah penelitian. Faktor geometri (K) untuk konfigurasi Wenner Schlumberger dirumuskan dengan persamaan (Prins dkk., 2019):

$$K = \pi n (n + 1) a \quad (3)$$

dengan :

a = jarak elektroda (m)

n = faktor pengali untuk jarak antara elektroda arus dan elektroda potensial.

Konfigurasi Wenner–Schlumberger telah banyak digunakan dalam pemetaan akuifer, sedimen aluvial, dan zona batuan pada lingkungan sungai maupun dataran banjir karena mampu menggambarkan variasi resistivitas bawah permukaan secara baik (Muhardi dkk., 2020). Dalam penelitian ini, interpretasi hasil inversi dilakukan dengan membandingkan nilai resistivitas yang diperoleh terhadap kisaran nilai resistivitas berbagai jenis material bawah permukaan yang mengacu pada Telford dkk. (1990). Kisaran nilai tersebut digunakan sebagai acuan awal dalam mengidentifikasi jenis material penyusun bawah permukaan, kemudian dikorelasikan dengan kondisi geologi regional Kecamatan Pagarjati, karakteristik lingkungan aluvial Sungai Kikis, serta hasil observasi lapangan sehingga diperoleh interpretasi litologi yang lebih representatif. Kisaran nilai resistivitas yang digunakan sebagai acuan interpretasi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Resistivitas Batuan (Telford dkk., 1990)

No	Jenis Material	Nilai Resistivitas ($\Omega.m$)
1	Lempung (<i>clay</i>)	1 – 100
2	Pasir	1– 1000
3	Kerikil	100– 600
4	Aluvium	10 – 800
5	Batuan lapuk	100 – 500
6	Batuan beku (andesit, basalt)	>1.000
7	Batuan sangat kompak / <i>bedrock</i>	>2.000

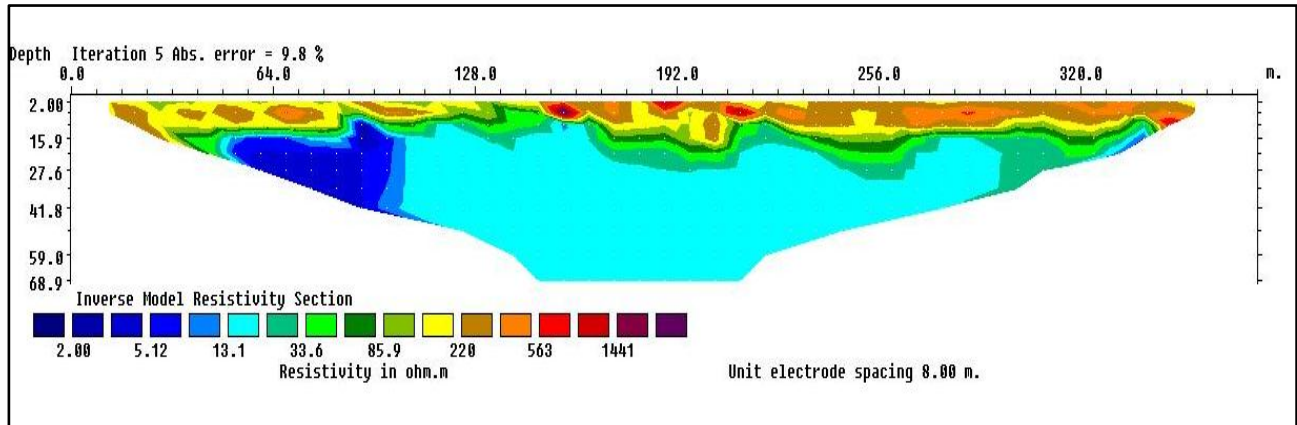
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil inversi data geolistrik resistivitas dua dimensi pada empat lintasan pengukuran di sekitar aliran Sungai Kikis menunjukkan variasi nilai resistivitas secara lateral dan vertikal. Variasi tersebut menunjukkan adanya perbedaan material penyusun bawah permukaan. Interpretasi dilakukan berdasarkan nilai resistivitas pada tabel 1, pola sebaran zona resistivitas pada penampang, serta kondisi lapangan karena beberapa material memiliki kisaran resistivitas yang serupa.

Lintasan 1

Pada Lintasan 1 seperti ditunjukkan pada Gambar 5 memiliki nilai RMS error sebesar 9,8% dengan rentang nilai resistivitas sekitar 2–1441 $\Omega.m$. Zona resistivitas rendah hingga menengah, sekitar 2–85,9 $\Omega.m$, terutama berkembang pada bagian bawah penampang dan diinterpretasikan sebagai lempung atau aluvium. Sementara itu, zona resistivitas lebih tinggi, sekitar 85,9–1441 $\Omega.m$, berkembang pada bagian atas hingga tengah penampang dan dapat berkaitan dengan material sedimen yang lebih kasar, seperti pasir dan kerikil.

Selain itu, terdapat zona anomali resistivitas tinggi pada bagian dangkal penampang yang diinterpretasikan sebagai batuan dasar (*bedrock*). Interpretasi tersebut mempertimbangkan kisaran nilai resistivitas pada Tabel 1, pola sebaran zona pada penampang, serta kondisi lapangan. Keberadaan pasir dan kerikil yang relatif dominan pada bagian dangkal hingga tengah penampang menunjukkan bahwa Lintasan 1 memiliki potensi Galian C yang tinggi.

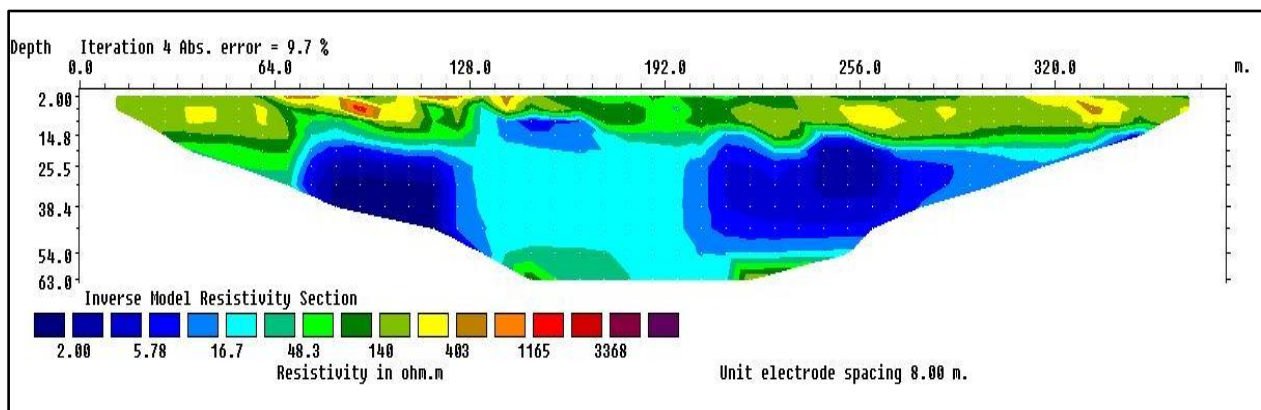


Gambar 5. Hasil Penampang Resistivitas Lintasan 1

Lintasan 2

Pada lintasan 2 seperti ditunjukkan pada Gambar 6, nilai RMS error sebesar 9,7% dengan rentang resistivitas dengan rentang resistivitas yang bervariasi. Zona resistivitas rendah sekitar 2-20 Ω .m menyebar cukup rata terutama pada bagian tengah hingga bawah penampang diinterpretasikan sebagai lapisan lempung atau aluvium yang bersifat relatif kedap (impermeable). Di atas lapisan tersebut, dijumpai zona dengan resistivitas menengah berkisar antara 48.3–150 Ω .m pada bagian atas hingga tengah penampang diinterpretasikan sebagai pasir atau kerikil.

Selain zona resistivitas rendah dan menengah, terdapat zona dengan nilai resistivitas sangat tinggi yang mencapai lebih dari 2.000 Ω .m. Berdasarkan Tabel 1 dan pola sebarannya, zona tersebut diinterpretasikan sebagai batuan sangat kompak (bedrock). Sebaran pasir dan kerikil pada Lintasan 2 relatif terbatas dibandingkan dengan material lempung, aluvium, dan bedrock. Oleh karena itu, Lintasan 2 menunjukkan potensi Galian C yang relatif rendah.



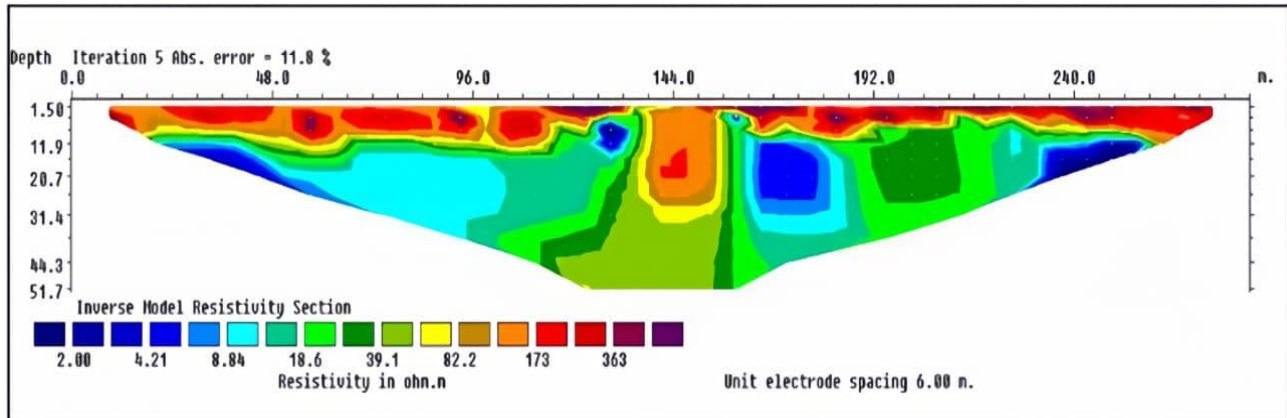
Gambar 6. Hasil Penampang Resistivitas Lintasan 2

Lintasan 3

Pada lintasan ketiga yang ditampilkan pada Gambar 7, penampang resistivitas memperlihatkan anomali resistivitas tinggi yang berkembang cukup jelas pada bagian tengah lintasan dengan nilai RMS error 11,8% dan rentang resistivitas 2-363 Ω .m. Zona dengan resistivitas tinggi (>173 Ω .m) pada bagian tengah lintasan diinterpretasikan sebagai intrusi batuan berdasarkan kontras resistivitas yang cukup jelas terhadap material di sekitarnya. Di sekitar zona resistivitas tinggi tersebut, terdapat lapisan dengan nilai resistivitas 18,6 – 39.1 Ω .m yang diinterpretasikan sebagai pasir dan kerikil. Sedangkan material dengan nilai resistivitas sekitar 88,2 Ω .m diinterpretasikan sebagai pasir dan kerikil berdasarkan kisaran resistivitas pada Tabel 1 serta kondisi lapangan. Zona resistivitas rendah sebesar 2–8,84 Ω .m diidentifikasi sebagai air tanah. Keberadaan pasir dan kerikil tersebut menunjukkan bahwa Lintasan 3 memiliki potensi Galian C secara lokal.

Intrusi batuan yang berkembang relatif dangkal pada bagian tengah lintasan dapat membatasi sebaran material Galian C. Kondisi tersebut juga menunjukkan adanya variasi material bawah permukaan yang

berkaitan dengan proses sedimentasi di sekitar aliran Sungai Kikis. Namun demikian, keberadaan batuan dasar yang relatif dangkal dapat membatasi volume material galian dan berpotensi menimbulkan perubahan morfologi sungai, seperti pedalaman alur sungai dan ketidakstabilan tebing sungai, yang apabila dieksploitasi secara berlebihan dapat berdampak terhadap keseimbangan lingkungan tersebut.

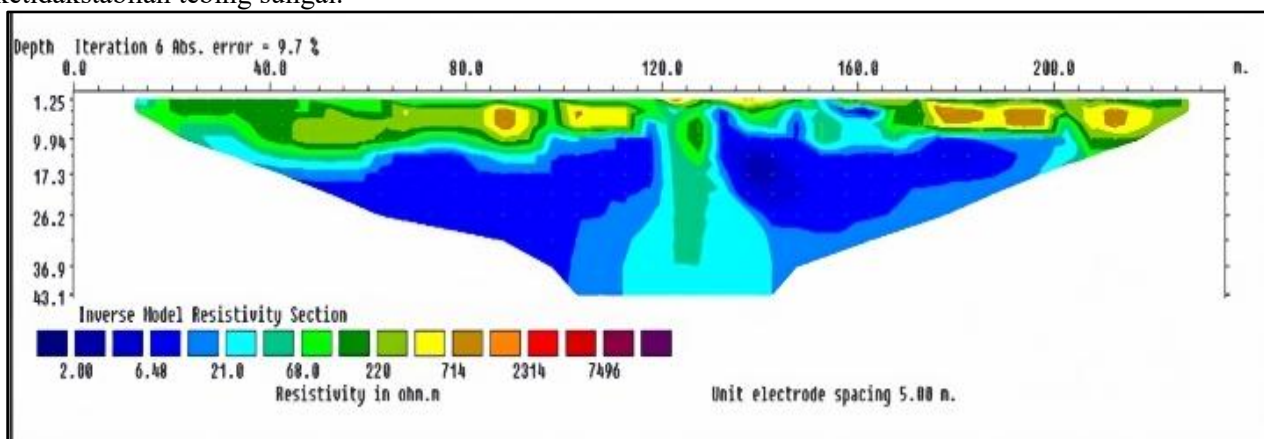


Gambar 7. Hasil Penampang Resistivitas Lintasan 3

Lintasan 4

Lintasan keempat pada Gambar 8, secara umum didominasi oleh nilai resistivitas rendah hingga menengah dengan nilai RMS error sebesar 9,7%. Lapisan dengan resistivitas rendah sekitar 2–21 Ω .m menyebar cukup merata dan diinterpretasikan sebagai lempung dan air tanah, sedangkan zona resistivitas menengah 68–220 Ω .m muncul secara terbatas diinterpretasikan sebagai endapan pasir dan kerikil. Dominasi material lempung pada lintasan ini menunjukkan bahwa area tersebut lebih banyak tersusun oleh sedimen halus sedangkan keberadaan pasir dan kerikil relatif terbatas.

Karakteristik bawah permukaan tersebut menunjukkan keterbatasan keberadaan material pasir dan kerikil serta dominasi lempung yang dapat memengaruhi kestabilan lereng dan tebing sungai. Oleh karena itu, Lintasan 4 memiliki potensi Galian C yang relatif rendah, dengan tingkat risiko lingkungan yang relatif tinggi apabila dilakukan penggalian secara berlebihan, terutama karena dapat meningkatkan erosi lateral dan ketidakstabilan tebing sungai.



Gambar 8. Hasil Penampang Resistivitas Lintasan 4

Analisis Keseluruhan

Hasil interpretasi keempat lintasan menunjukkan adanya variasi material bawah permukaan di sekitar aliran Sungai Kikis. Variasi nilai resistivitas menunjukkan keberadaan air tanah, lempung, pasir, kerikil, serta batuan dasar (*bedrock*) dan intrusi batuan pada bagian tertentu. Sebaran material tersebut menunjukkan adanya perbedaan karakteristik bawah permukaan pada masing-masing lintasan yang berkaitan dengan proses sedimentasi di lingkungan sungai meander.

Tabel 2. Interpretasi Hasil Nilai Resistivitas Batuan Lintasan 1 hingga 4

Lintasan	Material	Nilai Resistivitas ($\Omega.m$)	Potensi Galian C
1	Air tanah dan lempung	2 – 33,6	Rendah
	Pasir, kerikil dan batuan dasar	80 – 1441	Tinggi
2	Air tanah dan lempung	2 - 80	Rendah
	Pasir, kerikil dan batuan dasar (Bedrock)	80 – 3368	Sedang
3	Air tanah dan lempung	2 - 80	Rendah
	Pasir dan kerikil serta intrusi batuan	82,2 - 363	Sedang - Tinggi
4	Air tanah dan lempung	2 – 80	Rendah
	Pasir dan kerikil	80 – 220	Rendah - Sedang

Berdasarkan pada Tabel 2, Lintasan 1 menunjukkan keberadaan pasir dan kerikil yang relatif dominan dengan nilai resistivitas 80–1441 $\Omega.m$, sehingga memiliki potensi Galian C yang tinggi. Lintasan 2 menunjukkan keberadaan pasir dan kerikil serta batuan dasar dengan rentang resistivitas 80–3368 $\Omega.m$, namun sebarannya lebih terbatas sehingga potensi Galian C berada pada tingkat sedang. Lintasan 3 menunjukkan keberadaan pasir dan kerikil pada bagian tertentu dengan potensi Galian C secara lokal, sedangkan anomali resistivitas tinggi pada bagian tengah diinterpretasikan sebagai intrusi batuan. Lintasan 4 didominasi oleh lempung dan air tanah, sementara pasir dan kerikil hanya ditemukan pada zona yang terbatas sehingga potensi Galian C relatif rendah. Informasi tersebut menjadi dasar dalam penilaian potensi Galian C pada masing-masing lintasan pengukuran.

Dengan demikian, hasil inversi resistivitas dua dimensi menunjukkan bahwa bawah permukaan di sekitar aliran Sungai Kikis yang berkelok tersusun atas berbagai material, meliputi lempung, pasir, kerikil, serta batuan kompak dan intrusi batuan pada bagian tertentu. Variasi material tersebut mencerminkan proses sedimentasi fluvial pada lingkungan sungai berkelok, dengan material berbutir kasar seperti pasir dan kerikil yang terakumulasi pada zona tertentu. Sebaran material tersebut menjadi dasar dalam mengidentifikasi material Galian C pada masing-masing lintasan, dengan Lintasan 1 menunjukkan sebaran yang lebih dominan dan Lintasan 3 menunjukkan keberadaan secara lokal, sedangkan Lintasan 2 dan Lintasan 4 memiliki sebaran yang lebih terbatas.

PENUTUP

Simpulan dan Saran

Hasil analisis penampang resistivitas dua dimensi pada seluruh lintasan pengukuran menunjukkan adanya variasi struktur bawah permukaan di sekitar aliran Sungai Kikis yang tersusun atas air tanah dan lempung, pasir, kerikil, serta batuan dasar (bedrock) dan intrusi batuan pada bagian tertentu. Interpretasi material dilakukan berdasarkan nilai resistivitas dengan mempertimbangkan pola distribusi resistivitas pada setiap penampang, kondisi geologi wilayah penelitian, serta kondisi lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Lintasan 1 memiliki potensi Galian C yang tinggi, Lintasan 2 memiliki potensi sedang, Lintasan 3 memiliki potensi sedang hingga tinggi secara lokal, sedangkan Lintasan 4 memiliki potensi rendah karena sebaran pasir dan kerikil yang lebih terbatas.

Secara umum, hasil inversi resistivitas dua dimensi secara umum menunjukkan bahwa bawah permukaan di sekitar aliran Sungai Kikis yang berkelok-kelok memiliki variasi material yang mencerminkan proses sedimentasi fluvial. Material berbutir kasar seperti pasir dan kerikil cenderung terakumulasi pada zona tertentu, sedangkan material berbutir halus lebih banyak mengendap pada daerah dengan energi aliran yang lebih rendah. Variasi sebaran material tersebut menunjukkan bahwa material Galian C tidak tersebar secara merata pada seluruh lintasan, dengan Lintasan 1 dan Lintasan 3 menunjukkan keberadaan material Galian C yang lebih menonjol dibandingkan Lintasan 2 dan Lintasan 4

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Fisika Universitas Bengkulu dan Laboratorium Fisika yang telah memberikan fasilitas, dukungan, serta bantuan selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan artikel ini. Apresiasi juga disampaikan pada seluruh pihak yang sudah berkontribusi sehingga penelitian dapat dilakukan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Basnayaka, V., Samarasinghe, J. T., Gunathilake, M. B., Muttill, N., Hettiarachchi, D. C., Abeynayaka, A., & Rathnayake, U. (2022). Analysis of Meandering River Morphodynamics Using Satellite Remote Sensing Data—An Application in the Lower Deduru Oya (River), Sri Lanka. *Land*, 11(7). <https://doi.org/10.3390/land11071091>
- Cerya, E., & Khaidir, A. (2021). Implementasi hukum pengelolaan tambang Galian C di Indonesia : sebuah kajian literatur. (*JRTI*) *Jurnal Riset Tindakan Indonesia*, 6(1), 56–61. <https://doi.org/10.29210/3003755000>
- Daryono, M. R., Pamumpuni, A., Wardhana, D. D., & Natawidjaja, D. H. (2023). Mataram Fault - New Active Fault Crosses East-West in the Centre of Yogyakarta City. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1227(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1227/1/012003>
- Gallardo, A. H. (2019). Hydrogeological characterisation and groundwater exploration for the development of irrigated agriculture in the West Kimberley region, Western Australia. *Groundwater for Sustainable Development*, 8, 187–197.
- Hardy dkk. (2024). Jenis-jenis bahan galian di indonesia ditinjau menurut undang- undang ri nomor 11 tahun 1967 tentang ketentuan-ketentuan pokok pertambangan. *15*(1), 150–155.
- Januar, I. (2020). Potensi Bahan Galian C Kabupaten Gresik Berdasarkan. *Jurnal Teknologi Sumberdaya Mineral*, 1(1), 11–17.
- Juliandar, M., Nuryono, B., Siahaan, Y., Trimio, D., & Mahardika, A. G. (2021). The Effect of River Meanders on River Morphology. *Journal of Physics: Conference Series*, 1783(1). <https://doi.org/10.1088>
- Kurniawan, R., Sigit, S., & Bambang, S. (2017). Analisis Perubahan Morfologi Sungai Rokan Berbasis Sistem Informasi Geografi dan Penginderaan Jauh. *Jom FTEKNIK Vo*, 4(1), 1–10.
- Mahawan Karuniasa, H. A., & Soedarjanto, dan M. S. (2019). Model Pengelolaan Terbaik Untuk Keberlanjutan Daerah Aliran Sungai (Das) Pada Sub Das Ciliwung Hulu. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai D.*, 3(1), 79–88.
- Manrulu, R. H., Nurfalaq, A., & Hamid, I. D. (2018). Pendugaan Sebaran Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner dan Schlumberger di Kampus 2 Universitas Cokroaminoto Palopo. *Jurnal Fisika FLUX*, 15(1), 6. <https://doi.org/10.20527/flux.v15i1.4507>
- Muhardi, M., Perdhana, R., & Nasharuddin, N. (2020). Identifikasi Keberadaan Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger (Studi Kasus: Desa Clapar Kabupaten Banjarnegara). *Prisma Fisika*, 7(3), 331. <https://doi.org/10.26418/pf.v7i3.39441>
- Murniningsih, S. (2018). Pengaruh Pergerakan Meander Terhadap. *Indonesian Journal on Construction Engineering and Sustainable Development*, 01(02), 45–52.
- Murniningsih, S., & Arief Mustofa Nur. (2014). Pengaruh Pergerakan Meander Terhadap Keseimbangan Alur Sungai. *Jurnal Geografi- UNNES*, 1(2), 45–52. <https://doi.org/10.25105/cesd.v1i2.4099>
- Prins, C., Thuro, K., Krautblatter, M., & Schulz, R. (2019). Testing the effectiveness of an inverse Wenner- Schlumberger array for geoelectrical karst void reconnaissance, on the Swabian Alb high plain, new line Wendlingen–Ulm, southwestern Germany. *Engineering Geology*, 249(May 2018), 71–76. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2018.12.014>
- Ratnakumari, Y., Rai, S. N., Thiagarajan, S., & Kumar, D. (2012). 2D Electrical resistivity imaging for delineation of deeper aquifers in a part of the Chandrabhaga river basin, Nagpur District, Maharashtra, India. *Current Science*, 102(1), 61–69.
- Saraswati, G. S., Asdak, C., & Joy, B. (2025). Karakteristik Daerah Aliran Sungai (DAS) Air Bengkulu dan Perubahan Penggunaan Lahannya dalam Kaitannya dengan Kejadian Banjir. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 23(4), 915–922. <https://doi.org/10.14710/jil.23.4.915-922>
- Syafnur, A., Jibrin, H., Tonapa, W. D., Sae, A., & Nurdin, N. H. (2023). *Investigation of Groundwater Aquifer Using Electrical Resistivity Method Wenner-Schlumberger Array Mattoangin Village , Bantimurung District , Maros Regency*. 7(1), 89–98. <https://doi.org/10.20956/geoelebes.v7i1.23302>
- Syaputri, T. D., Suhendra, Halauddin, Lidiawati, L., & Nurhidayah, R. (2024). *Studi air tanah menggunakan data Vertical Electrical Sounding (VES) berdasarkan resistivitas dan porositas batuan di Kampung Melayu, Kota Bengkulu*. *Jurnal Ilmiah Sains*, 24(1), 38–47.

Telford, W. M., Geldart, L. P., & Sheriff, R. E. (1990). *Applied geophysics* (2nd ed.). Cambridge, UK: Cambridge University Press