

Pendugaan Sumberdaya Andesit Dengan Metode Geolistrik *Resistivity* 2d Di Kabupaten Kulonprogo D.I.Y (*Andesite Resource Estimation Based on 2D Electrical Resistivity Survey in Kulon Progo Regency, Special Region of Yogyakarta, Indonesia*)

Kelvin Zain ¹, Nurkhamim ², Aldio Kresna Pambayu ³, Faizal Agung Riyadi ⁴,
Oktarian Wisnu Lusantono ⁵

UPN "Veteran" Yogyakarta Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral dan Energi, UPN "Veteran" Yogyakarta ^{1,2,3,4,5}
1112210174@student.upnyk.ac.id

Abstrak

Batuan andesit merupakan salah satu bahan galian industri yang banyak dimanfaatkan sebagai material konstruksi, sehingga diperlukan informasi mengenai geometri dan potensi sumberdaya batuan andesit. Guna memenuhi kebutuhan data eksplorasi material konstruksi, dilakukan penyelidikan geofisika untuk melakukan pendugaan sumberdaya batuan andesit menggunakan metode geolistrik resistivitas dua dimensi (2D) di daerah Dukuh Gunung Kukusan, Kelurahan Hargorejo, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta. Akuisisi data lapangan dilaksanakan pada empat lintasan ukur menggunakan konfigurasi *Wenner-Schlumberger*. Tahap pengolahan data melalui proses inversi dua dimensi menggunakan perangkat lunak RES2DINV dan dilanjutkan dengan pemodelan blok tiga dimensi (*block modelling*) menggunakan Geosoft Oasis Montaj untuk keperluan perhitungan volume. Hasil interpretasi menunjukkan batuan andesit segar memiliki nilai resistivitas relatif tinggi, yaitu pada kisaran 1000–1870 Ωm , sedangkan batuan andesit lapuk dicirikan oleh nilai resistivitas yang lebih rendah, berkisar antara 300–800 Ωm . Batuan andesit segar mulai teridentifikasi pada kedalaman rata-rata ± 15 meter di bawah permukaan dengan pola penyebaran yang memanjang dari arah Barat Daya ke Timur Laut, selaras dengan struktur geologi regional Berdasarkan hasil pemodelan tiga dimensi, diperoleh estimasi volume sumberdaya batuan andesit segar sebesar 95.875 m³ dan volume batuan andesit lapuk sebesar 160.125 m³. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi awal yang berguna dalam perencanaan pemanfaatan sumberdaya batuan andesit serta menjadi referensi penerapan metode geolistrik resistivitas 2D dalam eksplorasi batuan konstruksi.

Kata Kunci: Andesit, Geolistrik, Resistivitas, Wenner-Schlumberger, Kulon Progo.

Abstract

Andesite is a vital industrial mineral commodity widely utilized as construction material, necessitating accurate information regarding its geometry and resource potential. To address the data requirements for construction material exploration, a geophysical investigation was conducted to estimate andesite resources using the 2-dimensional (2D) geoelectrical resistivity method in Dukuh Gunung Kukusan, Hargorejo Village, Kokap District, Kulon Progo Regency, Special Region of Yogyakarta. Field data acquisition was carried out on four survey lines utilizing the Wenner-Schlumberger configuration. The data processing stage involved 2D inversion using RES2DINV software, followed by 3-dimensional block modeling via Geosoft Oasis Montaj for volume calculation. Interpretation results indicate that fresh andesite is characterized by relatively high resistivity values, ranging from 1000–1870 Ωm , whereas weathered andesite is characterized by lower resistivity values, ranging from 300–800 Ωm . Fresh andesite is identified starting at an average depth of ± 15 meters below the surface, exhibiting a distribution pattern extending from Southwest to Northeast, which aligns with the regional geological structure. Based on 3-dimensional modeling, the estimated volume of fresh andesite resources is 95,875 m³ and the volume of weathered andesite is 160,125 m³. The results of this study are expected to provide valuable preliminary information for planning the utilization of andesite resources and serve as a reference for the application of the 2D electrical resistivity method in the exploration of construction rocks.

Keywords : Andesite, Geoelectric, Resistivity, Wenner-Schlumberger, Kulon Progo.

PENDAHULUAN

Batuan andesit merupakan salah satu bahan galian industri yang memiliki peran strategis dalam pembangunan infrastruktur, seperti untuk pondasi bangunan, jalan raya, jembatan, dan konstruksi sipil lainnya. Meningkatnya kebutuhan material konstruksi menuntut adanya kepastian data mengenai

ketersediaan cadangan bahan galian. Namun, andesit yang terlihat di permukaan umumnya sudah mengalami pelapukan cukup lanjut, sehingga sifat fisik dan kekuatannya menurun. Kondisi ini membuat data dari permukaan saja belum mampu menggambarkan potensi sumber daya yang sesungguhnya secara menyeluruh (Wahyono dkk., 2020). Oleh karena itu, diperlukan investigasi bawah permukaan menggunakan metode geolistrik resistivitas untuk memetakan keberadaan batuan andesit segar secara non-destruktif. Metode ini bekerja dengan menginjeksikan arus listrik untuk mengetahui distribusi nilai resistivitas batuan, yang efektif digunakan dalam eksplorasi mineral dan penentuan struktur geologi (Herman, 2001; Reynolds, 1997).

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Kulon Progo menggunakan geolistrik resistivitas 2D dengan konfigurasi Wenner–Schlumberger. Konfigurasi ini dipilih karena memiliki sensitivitas yang baik terhadap perubahan vertikal maupun lateral, serta efektif mendeteksi batuan dengan resistivitas tinggi seperti andesit kompak (Prastowo et al., 2024; Martínez et al., 2019). Permasalahan utama yang melatarbelakangi penelitian ini adalah belum diketahuinya ketebalan, kedalaman, sebaran, serta volume batuan andesit bawah permukaan di lokasi penelitian.

Melalui analisis distribusi nilai resistivitas, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik bawah permukaan, memodelkan sebaran dan ketebalan batuan andesit, serta memperkirakan potensi sumber daya andesit yang ada sebagai dasar dalam perencanaan pemanfaatan dan pengelolaan sumber daya batuan secara berkelanjutan (pustaka) dan tujuan penelitian. Beberapa paragraf awal bagian pendahuluan menjelaskan permasalahan dan latar belakang permasalahan tersebut.

METODOLOGI

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan geofisika terapan yang bersifat eksploratif dengan metode geolistrik resistivitas sebagai dasar dalam pendugaan sumberdaya batuan andesit bawah permukaan. Metode ini didasarkan pada perbedaan nilai resistivitas batuan yang dipengaruhi oleh komposisi mineral, tingkat pelapukan, porositas, dan kandungan fluida, sehingga mampu membedakan antara andesit segar dan andesit lapuk.

Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan metode geolistrik resistivitas 2D menggunakan konfigurasi Wenner–Schlumberger. Pengukuran dilakukan pada empat lintasan yang disusun menyesuaikan kondisi topografi dan geologi daerah penelitian. Data yang diperoleh berupa nilai kuat arus listrik, beda potensial, serta jarak antar elektroda. Selain itu, dilakukan pengamatan geologi permukaan berupa identifikasi litologi dan singkapan batuan sebagai data pendukung interpretasi.

Metode Analisis Data

Analisis data geolistrik resistivitas dilakukan menggunakan data hasil pengukuran lapangan berupa kuat arus listrik, beda potensial, jarak antar elektroda, dan faktor geometrik konfigurasi Wenner–Schlumberger untuk menghitung nilai resistivitas semu. Data tersebut kemudian diolah menggunakan perangkat lunak RES2DINV melalui proses inversi numerik hingga diperoleh penampang resistivitas dua dimensi dengan nilai kesalahan (*RMS error*) yang kecil dan merepresentasikan kondisi bawah permukaan secara akurat.

Metode geolistrik resistivitas adalah teknik geofisika yang digunakan untuk menggambarkan kondisi litologi, struktur bawah permukaan, serta kedalaman lapisan batuan di suatu wilayah berdasarkan karakteristik kelistrikan batuan (Telford, 1990).

Dalam kondisi aktual lapangan, bumi tidak homogen melainkan terdiri dari lapisan batuan dengan resistivitas berbeda. Karena itu, nilai resistivitas yang diperoleh dari pengukuran lapangan bukanlah resistivitas yang sebenarnya, melainkan resistivitas semu (p_a). Resistivitas dari pengukuran beda potensial ΔV dan arus I , dikalikan dengan faktor geometrik (K) sesuai konfigurasi elektroda yang digunakan (Loke, 2004). Yang mana hal tersebut dapat ditunjukkan sebagai berikut :

$$p_a = K \cdot \frac{\Delta V}{I}$$

Keterangan :

- p_a = Resistivitas Semu ($\Omega \cdot m$)
- K = Faktor Geometrik (m)
- ΔV = Beda Potensial (Volt)
- I = Arus Listrik (Ampere)

Konfigurasi elektroda Wenner–Schlumberger merupakan hasil penggabungan antara konfigurasi Wenner dan Schlumberger. Konfigurasi ini menggunakan sistem jarak yang teratur dengan faktor pengali

n. Apabila jarak antara elektroda potensial (P1 dan P2) sebesar a , maka jarak antar elektroda arus (C1 dan C2) menjadi $(2na + a)$, dengan pengukuran resistivitas dilakukan sepanjang satu lintasan lurus. (Jayadi et al., 2020). Faktor geometri konfigurasi Wenner – Schlumberger :

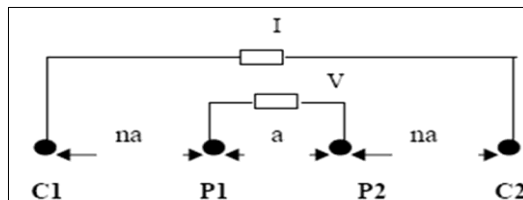
$$K = \pi n(n + 1)a$$

Keterangan :

K = faktor geometrik (m)

a = jarak antara elektroda (m)

n = faktor pengali jarak antara pasangan elektroda arus dan potensial



Gambar 1. Susunan Elektroda Konfigurasi Wenner - Schlumberger

Penampang resistivitas 2D hasil inversi dianalisis untuk mengidentifikasi variasi nilai resistivitas bawah permukaan. Interpretasi dilakukan dengan mengelompokkan nilai resistivitas ke dalam beberapa zona berdasarkan karakteristik kelistrikan batuan.

Validasi dilakukan dengan membandingkan zona resistivitas tinggi pada penampang 2D dengan keberadaan singkapan andesit di lapangan. Kesesuaian tersebut menunjukkan bahwa hasil interpretasi resistivitas merepresentasikan kondisi geologi bawah permukaan secara akurat.

Hasil interpretasi dari seluruh lintasan pengukuran kemudian diintegrasikan untuk memperoleh gambaran sebaran lateral batuan andesit. Integrasi antar lintasan dilakukan dengan mempertimbangkan kesamaan pola resistivitas, kedalaman penetrasi, serta orientasi lintasan, sehingga diperoleh model konseptual sebaran tubuh andesit bawah permukaan.

Data interpretasi resistivitas 2D digunakan sebagai input pemodelan tiga dimensi (3D) dengan perangkat lunak Geosoft Oasis Montaj menggunakan pendekatan block modeling. Pendugaan sumberdaya andesit dilakukan dengan menghitung volume blok yang memenuhi kriteria resistivitas andesit segar dan andesit lapuk untuk memperoleh estimasi volume total andesit di daerah penelitian.

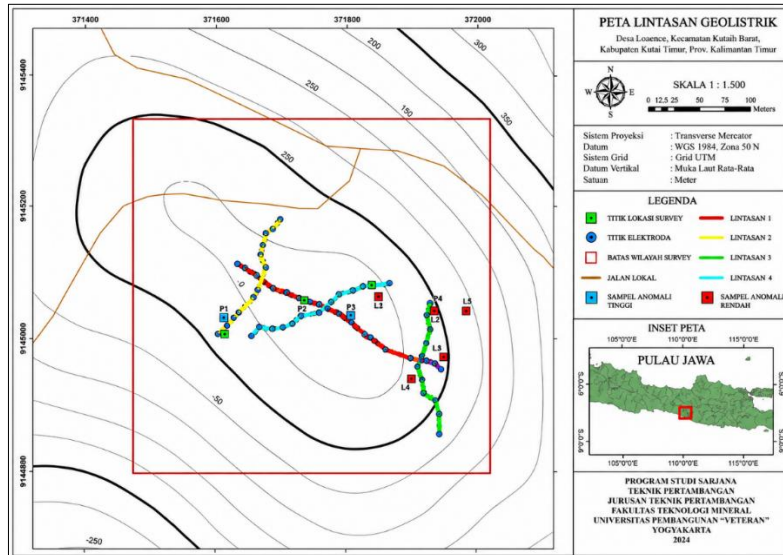
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilaksanakan secara administratif di Dukuh Gunung Kukusan, Kelurahan Hargorejo, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta. Pemilihan lokasi didasarkan pada tinjauan fisiografi regional dimana daerah tersebut termasuk dalam Subzona Pegunungan Andesit Kulon Progo atau dikenal sebagai *Kulon Progo Dome*. Secara stratigrafi, area ini didominasi oleh Formasi Andesit Tua (Oligosen Akhir – Miosen Awal) yang tersusun atas breksi andesit, lapili tuf, dan aliran lava andesit, yang menjadi target utama dalam pendugaan sumberdaya ini.

Penelitian dilakukan dengan pengukuran 4 lintasan geolistrik dengan spasi 10 meter untuk setiap elektroda, seperti yang terlihat pada **Gambar 2**.

Peta lintasan geolistrik pada **Gambar 2**, memperlihatkan sebaran empat lintasan pengukuran resistivitas di Dukuh Gunung Kukusan. Lintasan 1 berarah barat–timur sebagai lintasan utama, sedangkan Lintasan 2, 3, dan 4 berfungsi sebagai lintasan pendukung untuk mengontrol variasi litologi di bagian utara, tenggara, dan barat area penelitian. Posisi elektroda dan titik singkapan ditampilkan sebagai data pendukung interpretasi geologi permukaan.

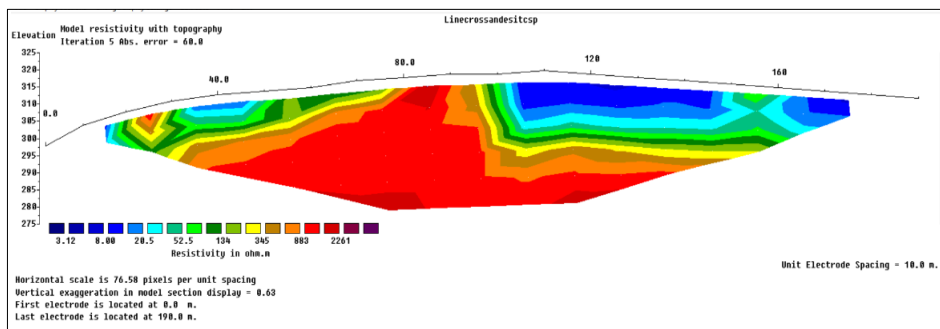
Peta tersebut juga menampilkan tiga titik singkapan yang digunakan sebagai kontrol geologi permukaan dalam interpretasi resistivitas. Selanjutnya, **Gambar 2**, menunjukkan lokasi pengambilan sampel andesit segar dan andesit lapuk yang ditentukan pada singkapan di sepanjang lintasan geolistrik, sehingga memiliki keterkaitan langsung dengan zona resistivitas hasil penampang 2D. Sampel andesit segar diambil pada zona resistivitas tinggi dengan kondisi batuan kompak, sedangkan andesit lapuk diambil pada zona resistivitas menengah hingga rendah yang menunjukkan indikasi pelapukan.



Gambar 2. Peta Lintasan Geolistrik (Arcgis 2025)

Interpretasi Model 2D Resistivitas Batuan

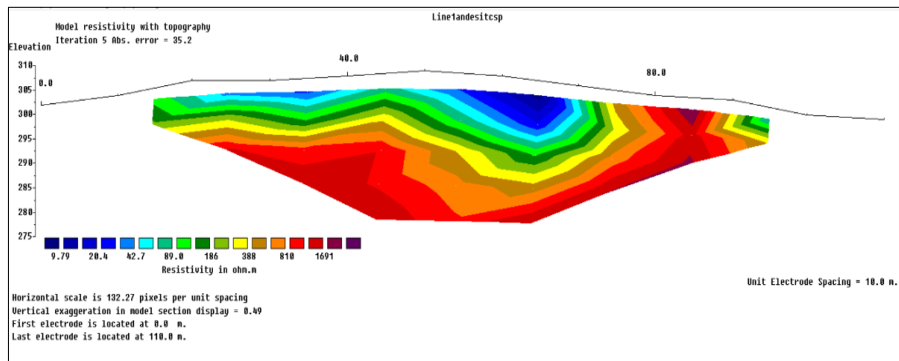
Pada tahap pengolahan data resistivitas, program RES2DINV berfungsi untuk menampilkan hasil pengukuran dalam bentuk penampang dua dimensi. RES2DINV juga mampu mengintegrasikan data penampang 2D dengan kondisi topografi di lokasi pengukuran. Nilai resistivitas hasil pengukuran kemudian dibandingkan dengan tabel nilai resistivitas batuan untuk mengidentifikasi jenis material bawah permukaan. Proses pengolahan dilakukan dengan cara mengubah data resistivitas semu hasil pengukuran lapangan menjadi model resistivitas sebenarnya (*true resistivity*) melalui tahapan inversi. Berikut adalah interpretasi model 2D resistivitas batuan pada masing-masing lintasan.



Gambar 3. Penampang 2D Lintasan 1

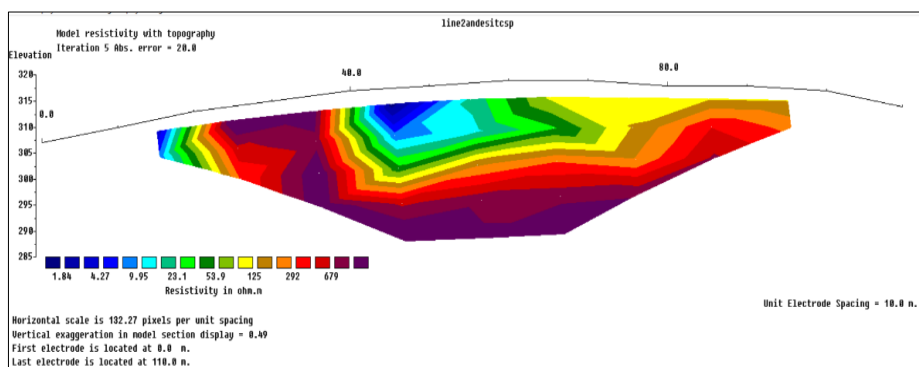
Penampang lintasan 1 berorientasi barat laut–tenggara dengan panjang 200 meter dan jarak antar elektroda 10 meter (Gambar 3). Hasil pengolahan data menunjukkan kedalaman penetrasi pemodelan hingga sekitar 34 meter dengan nilai resistivitas berkisar 3,12–2.261 Ω m dan RMS error sebesar 60,8%; meskipun relatif tinggi, pola sebaran resistivitas masih dapat dimanfaatkan untuk interpretasi kondisi bawah permukaan.

Berdasarkan Gambar 3, Lintasan 1 menunjukkan Lapisan permukaan hingga kedalaman sekitar 5 m menunjukkan resistivitas rendah (3–30 Ω m) yang diinterpretasikan sebagai tanah penutup atau lempung jenuh air, sedangkan pada kedalaman 5–15 m terjadi peningkatan resistivitas (30–200 Ω m) yang merepresentasikan material vulkanik lapuk. Zona resistivitas tinggi (850–2300 Ω m) diinterpretasikan sebagai andesit segar, mulai muncul pada kedalaman sekitar 15 m dan berkembang hingga lebih dari 30 m dengan ketebalan sekitar 15–20 m. Kemunculan resistivitas tinggi secara dangkal pada bagian tengah lintasan mengindikasikan keberadaan andesit segar atau batuan dasar yang sangat dekat dengan permukaan.



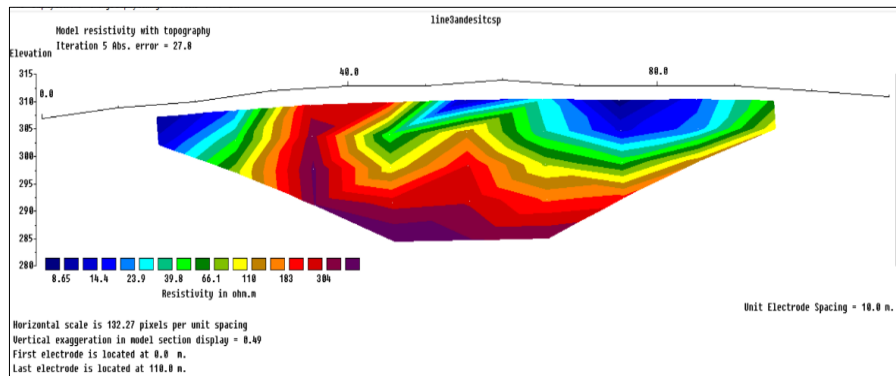
Gambar 4. Penampang 2D Lintasan 2

Penampang lintasan 2 dibuat dari arah Timur Laut kearah Barat Daya dengan panjang lintasan 120 meter dan jarak antar elektroda adalah 10 meter. Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan perangkat lunak RES2DINV dengan iterasi sebesar 5, lintasan 2 menunjukkan kedalaman penetrasi pemodelan mencapai ± 27 meter dan memiliki variasi nilai resistivitas berkisar antara $9,79 \Omega\text{m}$ hingga $1.691 \Omega\text{m}$ dengan RMS *error* sebesar 35,2 %. Berdasarkan **Gambar 4**, lintasan 2 menunjukkan Lapisan permukaan hingga kedalaman sekitar 5 m menunjukkan resistivitas rendah ($3\text{--}30 \Omega\text{m}$) yang diinterpretasikan sebagai tanah penutup atau lempung jenuh air, sedangkan pada kedalaman 5–15 m terjadi peningkatan resistivitas ($30\text{--}200 \Omega\text{m}$) yang merepresentasikan material vulkanik lapuk. Zona resistivitas tinggi ($850\text{--}2300 \Omega\text{m}$) diinterpretasikan sebagai andesit segar, mulai muncul pada kedalaman sekitar 15 m dan berkembang hingga lebih dari 30 m dengan ketebalan sekitar 15–20 m. Kemunculan resistivitas tinggi secara dangkal pada bagian tengah lintasan mengindikasikan keberadaan andesit segar atau batuan dasar yang sangat dekat dengan permukaan



Gambar 5. Penampang 2D Lintasan 3

Penampang lintasan 3 berorientasi timur laut–barat daya dengan panjang 120 meter dan jarak antar elektroda 10 meter. Hasil pengolahan data menggunakan RES2DINV dengan lima iterasi menunjukkan kedalaman penetrasi pemodelan hingga sekitar 27 meter, dengan variasi nilai resistivitas berkisar antara $1,84\text{--}1.939 \Omega\text{m}$ dan RMS *error* sebesar 20%. Berdasarkan **Gambar 5**, lapisan 3 menunjukkan Lapisan permukaan hingga kedalaman ± 5 m menunjukkan resistivitas rendah ($1\text{--}10 \Omega\text{m}$) yang diinterpretasikan sebagai tanah penutup atau lempung jenuh air, sedangkan pada kedalaman 5–15 m terjadi peningkatan resistivitas ($100\text{--}400 \Omega\text{m}$) yang merepresentasikan zona transisi berupa breksi vulkanik lapuk atau tufa terkompaksi. Zona resistivitas tinggi ($>800\text{--}1939 \Omega\text{m}$) pada kedalaman lebih dari 15 m diinterpretasikan sebagai andesit segar yang masif dan kompak, dengan sebaran dominan pada bagian tengah hingga kanan lintasan. Kemunculan resistivitas sangat tinggi secara dangkal pada jarak 25–35 m mengindikasikan keberadaan andesit yang dekat permukaan dengan lapisan pelapukan tipis.



Gambar 6. Penampang 2D Lintasan 4

Penampang lintasan 4 berorientasi timur laut–barat daya dengan panjang 120 meter dan jarak antar elektroda 10 meter. Hasil pengolahan data menggunakan RES2DINV dengan lima iterasi menunjukkan kedalaman penetrasi pemodelan hingga sekitar 27 meter, dengan nilai resistivitas berkisar antara 8,65–525 Ωm dan RMS error sebesar 27,8%. Berdasarkan Gambar 7. lapisan permukaan hingga kedalaman ± 5 m didominasi resistivitas rendah (± 8 –40 Ωm) yang diinterpretasikan sebagai tanah penutup, sedangkan pada kedalaman 5–15 m resistivitas meningkat (40–150 Ωm) yang merepresentasikan tufa terkompaksi atau breksi vulkanik lapuk. Resistivitas sedang hingga tinggi (100–300 Ωm) pada bagian tengah lintasan menunjukkan zona transisi, sementara nilai tertinggi (>300 Ωm) pada kedalaman lebih dari 15 m diinterpretasikan sebagai andesit lapuk.

Secara keseluruhan, interpretasi model resistivitas 2D menunjukkan bahwa metode geolistrik resistivitas mampu mengidentifikasi perbedaan litologi serta kondisi pelapukan batuan andesit dengan baik. Hasil interpretasi ini menjadi dasar utama dalam pemodelan tiga dimensi dan perhitungan pendugaan sumberdaya andesit pada tahap analisis selanjutnya.

Pengujian Sifat Fisik dan Mekanik Batuan

Tabel 1. Pengujian Sifat Fisik Batuan

Parameter	Rata - Rata	
	FRESH	LAPUK
Natural Density (gr/cm^3)	2.188	2.110
Dry Density (gr/cm^3)	2.081	2.063
Saturated Density (gr/cm^3)	2.207	2.151
Natural Water Content (%)	2.28	5.16
Derajat kejenuhan (%)	53.26	85.04
Porositas (%)	8.72	12.58
Angka pori	0.106	0.144

Hasil uji fisik menunjukkan bahwa Peningkatan derajat pelapukan menyebabkan penurunan densitas kering andesit dari 2.081 gr/cm^3 pada kondisi segar menjadi 2.063 gr/cm^3 pada kondisi lapuk. Proses pelapukan juga peningkatan porositas dan angka pori pada andesit lapuk (12.58% dan 0.144) dibandingkan andesit segar (8.72% dan 0.106) akibat berkembangnya mikro-retakan. Kondisi ini berimplikasi pada meningkatnya kemampuan batuan lapuk dalam menyerap air, yang ditunjukkan oleh kadar air alami sebesar 5.16% dan derajat kejenuhan 85.04%, jauh lebih tinggi dibandingkan andesit segar dengan kadar air 2.28% dan derajat kejenuhan 53.26%, sehingga berpotensi menurunkan kekuatan mekanik batuan.

Tabel 2. Pengujian Sifat Mekanik Batuan

Kode Sampel	Parameter		
	UCS (MPa)	Poissons Ratio	Modulus Young (MPa)
Fresh.01	94.3	0.28	1283.83
Fresh.02	94.2	0.21	1052
Fresh.03	79.3	0.28	1025.67
Fresh.04	78.56	0.2	906.51
Fresh.05	66.15	0.55	945.3
Lapuk.01	62.9	0.05	1164.96
Lapuk.02	31.45	0.04	683.17

Kode Sampel	Parameter		
	UCS (MPa)	Poissons Ratio	Modulus Young (MPa)
Lapuk.03	47.18	0.063	555.17
Lapuk.04	47.18	0.049	671.49
Lapuk.05	47.18	0.082	367.54
Rata - Rata	UCS (MPa)	Poissons Ratio	Modulus Young (MPa)
<i>Fresh</i>	82.50	0.30	688.47
Lapuk	47.18	0.06	1042.66

Pengujian sifat mekanik batuan dilakukan melalui uji kuat tekan bebas (*Unconfined Compressive Strength*) untuk mengevaluasi parameter kekuatan dan elastisitas batuan Andesit pada tingkat pelapukan yang berbeda. Pengujian sifat mekanik melalui uji kuat tekan bebas (UCS) menunjukkan perbedaan yang signifikan antara andesit segar dan andesit lapuk. Andesit segar memiliki nilai UCS rata-rata sebesar 82.50 MPa dan diklasifikasikan sebagai *strong rock* menurut ISRM (1981), sedangkan andesit lapuk menunjukkan penurunan kekuatan menjadi 47.18 MPa dan tergolong *medium strong rock*, yang mencerminkan penurunan kekuatan akibat meningkatnya porositas dan melemahnya ikatan antar mineral. Proses pelapukan juga menyebabkan penurunan *Modulus Young* dari 1042.66 MPa pada andesit segar menjadi 688.47 MPa pada andesit lapuk, yang mengindikasikan berkurangnya kekakuan dan meningkatnya deformabilitas batuan. Selain itu, rasio *Poisson* menurun dari 0.30 pada andesit segar menjadi 0.06 pada andesit lapuk. Hal ini menunjukkan bahwa perilaku deformasi batuan berubah, dari yang semula cenderung mengembang ke samping saat ditekan, menjadi lebih banyak mengalami penutupan rekahan-rekahan kecil di dalam batuan ketika menerima beban tekan.

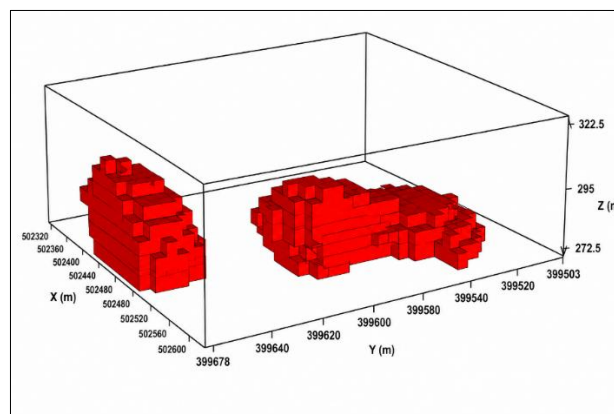
Pemodelan dan Perhitungan Pendugaan Sumberdaya Andesit

Berdasarkan hasil interpretasi penampang resistivitas dua dimensi (2D), selanjutnya dilakukan pemodelan resistivitas tiga dimensi (3D) batuan andesit di daerah penelitian. Pemodelan dan perhitungan pendugaan sumberdaya dilakukan dengan menggunakan program Geosoft Oasis Montaj. Program tersebut digunakan untuk mengubah data 2 dimensi dari setiap lintasan diubah menjadi blok-blok (*voxel*) dengan ukuran tertentu. Pemodelan 3D bertujuan untuk mengetahui pola sebaran batuan andesit melalui nilai resistivitas.

Pemodelan sumberdaya andesit segar dilakukan dengan pendekatan yang sama, yaitu pemodelan blok tiga dimensi berbasis hasil interpretasi resistivitas 2D. Andesit segar diidentifikasi berdasarkan nilai resistivitas tinggi pada kisaran 1000–1870 Ωm , yang merepresentasikan batuan beku yang masif, kompak, dan memiliki porositas serta kandungan fluida yang rendah.

Hasil pemodelan memperlihatkan bahwa andesit segar mulai teridentifikasi pada kedalaman rata-rata lebih dari ± 15 meter di bawah permukaan dan berkembang hingga kedalaman lebih dari 30 meter. Sebaran andesit segar menunjukkan pola memanjang dari arah barat daya ke timur laut, yang selaras dengan arah struktur geologi regional Pegunungan Kulon Progo. Pola ini mengindikasikan bahwa keberadaan andesit segar dikontrol oleh kondisi geologi dan struktur batuan setempat.

Berdasarkan **Gambar 7**, hasil perhitungan volume dari pemodelan tiga dimensi, diperoleh estimasi volume sumberdaya andesit segar sebesar 95.875 m³. Volume tersebut didapatkan dari perkalian volume blok 5 x 5 x 5 meter dengan jumlah blok sebanyak 767 blok yang mempunyai nilai resistivitas rentang 1000 – 1870 Ωm . Meskipun volumenya lebih kecil dibandingkan andesit lapuk, andesit segar memiliki kualitas yang lebih baik sebagai material konstruksi karena sifatnya yang keras dan kompak.

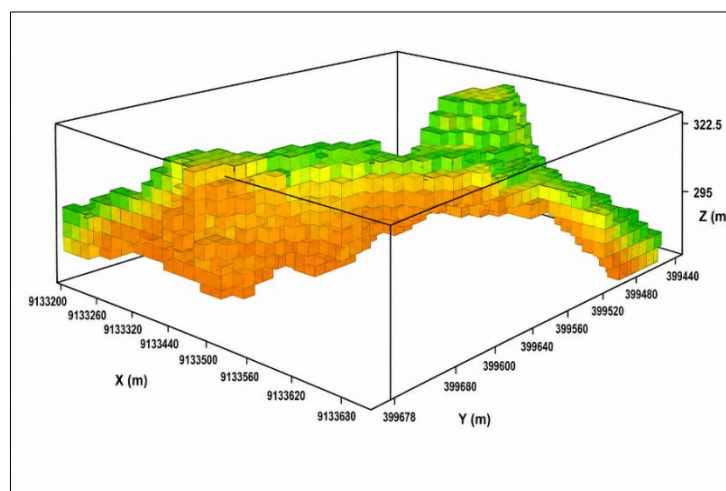


Gambar 7. Hasil Pemodelan 3D Andesit Segar

Pemodelan sumberdaya andesit lapuk dilakukan dengan mengintegrasikan hasil interpretasi penampang resistivitas dua dimensi (2D) ke dalam pemodelan blok tiga dimensi (3D) menggunakan perangkat lunak Geosoft Oasis Montaj. Andesit lapuk diklasifikasikan berdasarkan rentang nilai resistivitas 300–800 Ωm , yang mencerminkan batuan yang telah mengalami proses pelapukan, memiliki tingkat rekahan lebih tinggi, serta porositas dan kandungan air yang relatif besar.

Hasil pemodelan menunjukkan bahwa andesit lapuk umumnya tersebar dominan pada bagian atas tubuh batuan dan mengikuti kontur permukaan, dengan ketebalan yang bervariasi antar lintasan. Sebaran andesit lapuk relatif lebih luas dibandingkan andesit segar, yang mengindikasikan intensitas pelapukan yang cukup berkembang di daerah penelitian. Kondisi ini dipengaruhi oleh faktor topografi, drainase, serta proses pelapukan kimia dan fisika yang berlangsung secara berkelanjutan.

Berdasarkan Gambar 8. hasil perhitungan volume dari pemodelan blok tiga dimensi, estimasi volume sumberdaya andesit lapuk diperoleh sebesar 160.125 m^3 . Volume tersebut dihitung dari perkalian volume blok $5 \times 5 \times 5$ meter dengan jumlah blok sebanyak 1.281 blok yang memiliki nilai resistivitas dalam rentang 300 – 800 Ωm . Volume yang relatif besar ini menunjukkan bahwa lapisan andesit lapuk memiliki potensi yang signifikan, meskipun pemanfaatannya sebagai material konstruksi memerlukan pengolahan atau seleksi kualitas lebih lanjut.



Gambar 8. Hasil Pemodelan 3D Andesit Lapuk

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data geolistrik yang telah dilakukan pada lokasi penelitian, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Batuan andesit segar yang dicirikan dengan nilai resistivitas ($\geq 850 \Omega\text{m}$) teridentifikasi pada kedalaman rata-rata mulai dari ± 15 meter di bawah permukaan, dengan ketebalan yang signifikan dan berkelanjutan ke arah bawah. Sedangkan lapisan andesit lapuk dengan resistivitas 300–800 Ωm menempati bagian dangkal hingga menengah dengan ketebalan bervariasi mengikuti struktur dan morfologi setempat.
2. Pola penyebaran komoditas andesit segar bersifat masif dan kontinu dengan orientasi memanjang dari arah Barat Daya ke Timur Laut, yang selaras dengan struktur geologi regional. Berdasarkan interpretasi penampang 2D, Lintasan 1 menunjukkan zona akumulasi andesit paling tebal, sedangkan Lintasan 4 yang memiliki nilai resistivitas lebih rendah yang didominasi oleh andesit lapuk dan diinterpretasikan sebagai batas lateral bagian timur dari zona potensi sumber daya.
3. Hasil pendugaan sumberdaya andesit dengan pemodelan blok 3D menunjukkan bahwa batuan andesit segar dengan rentang resistivitas 1000–1870 Ωm memiliki volume sebesar 95.875 m^3 , sedangkan andesit lapuk dengan resistivitas 300–800 Ωm mencapai volume 160.125 m^3 . Hasil ini mengonfirmasi adanya potensi sumber daya andesit yang signifikan di lokasi penelitian, baik berupa batuan yang telah mengalami pelapukan maupun yang masih segar dan tersimpan masif di bawah permukaan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Saya mengucapkan terima kasih kepada keluarga yang selalu memberi dukungan dalam berbagai hal sehingga dapat terselesaikannya penelitian ini. Terima kasih kepada Tim Geolistrik

kerjasama tim yang luarbiasa dan atas bantuan yang telah diberikan selama proses pengambilan data. Terima kasih kepada Bapak Nurkhamim selaku pembimbing saya yang telah memberikan banyak waktu untuk mengajari saya dalam penyusunan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amir, H., Akmam, Bavitra, & Azhari, M. (2017). Penentuan Kedalaman Batuan Dasar Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis dengan Membandingkan Konfigurasi Dipole-Dipole dan Wenner di Bukit Apit Puhun Kecamatan Guguk Panjang Kota Bukittinggi. *Eksata*, 18(1).
- Bemmelen, V. (1949). *The Geology of Indonesia Volume IA: General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes.*: Vol. IA. Government PrintingOffice.https://www.researchgate.net/publication/293743528_Van_Bemmelen_IA
- Budhu, M. (2015). *Soil Mechanics Fundamentals* (Imperial Version). Wiley Blackwell. https://www.academia.edu/82691170/Soil_mechanics_fundamentals_by_muni_budhu
- Darling, P. (2011). *SME MINING ENGINEERING HANDBOOK* (third). Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc. <https://docshare02.docshare.tips/files/11779/117797841.pdf>
- Fariza, M., & Pujiastuti, D. (2024). Penentuan Potensi Cadangan Batu Andesit Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis di Koto Alam, Kabupaten Lima Puluh Kota. *Jurnal Fisika Unand*, 13(3), 420–426. <https://doi.org/10.25077/jfu.13.3.420-426.2024>
- Giamboro, W. S., & Hidayat, W. (2016). PEMODELAN 3D RESISTIVITAS BATUAN ANDESIT DAERAH SANGON, KAB. KULONPROGO, PROVINSI DIY. *JIK TekMin*, 28.
- Grandis, H. (2009). *Pengantar Pemodelan Inversi Geofisika*. Himpunan Ahli Geofisika Indonesia (HAGI).
- Herman, R. (2001). An introduction to electrical resistivity in geophysics. *American Journal of Physics*, 69(9), 943–952. <https://doi.org/10.1119/1.1378013>
- Husein, S., & Srijono. (2016). *Peta Geomorfologi Daerah Istimewa Yogyakarta*. <https://www.researchgate.net/publication/308415694>
- Jayadi, H., Meidji, I. U., & Tang, B. Y. (2020). Identifying Andesite Rocks Sources Using Geoelectrical Resistivity in Loli, Donggala Regency, Central Sulawesi. *JPSE (Journal of Physical Science and Engineering)*, 4(2), 45–54. <https://doi.org/10.17977/um024v4i22019p045>
- Loke, M. H. (2004). *Tutorial : 2-D and 3-D electrical imaging surveys*. www.geotomosoft.com
- Martínez, J., Rey, J., Sandoval, S., Hidalgo, M. C., & Mendoza, R. (2019). Geophysical prospecting using ERT and IP techniques to locate Galena veins. *Remote Sensing*, 11(24). <https://doi.org/10.3390/rs11242923>
- Matsui, T., Park, S. G., Park, M. K., & Matsuura, S. (2016). RELATIONSHIP BETWEEN ELECTRICAL RESISTIVITY AND PHYSICAL PROPERTIES OF ROCKS. *First Conference on Geophysics for Mineral Exploration and Mining, 2016*. <https://doi.org/https://doi.org/10.3997/2214-4609.201602101>
- Prastowo, R., Helmi, H., Trianda, O., & Umam, R. (2021). Identification of Andesite Resource Potential In Kalirejo Area, Kokap Sub-District, Kulon Progo Using Resistivity Method. *Forum Geografi*, 35(1). <https://doi.org/10.23917/forgeo.v35i1.13507>
- Prastowo, R., Pambudi, S., Rizqi, A. H. F., Ipmawan, V. L., Arimurti, D. A., & Radhitya, B. D. (2024). 3D Modeling of of Distribution Andesite and Breccia Rocks Using Geoelectric Resistivity in Potential Areas of Minerals in Madiun Regency, Indonesia. *International Journal of Hydrological and Environmental for Sustainability*, 3(2), 89–101. <https://doi.org/10.58524/ijhes.v3i2.474>
- Pringgoprawiro, H. (1981). Stratigrafi Daerah Kulon Progo, Yogyakarta. *Buletin Geologi*, 13(2), 1–15.
- Purnomo, H., Prastowo, R., Hibullah, M. H., & Pambudi, S. (2023). Estimasi sumberdaya andesit menggunakan metode ordinary kriging berdasarkan pengukuran geolistrik di PT. Zlaw Group Boyolali, Jawa Tengah. *Jurnal Teknologi Mineral Dan Batubara*, 19(1), 1–13. <https://doi.org/10.30556/jtmb.Vol19.No1.2023.1336>
- Reynolds, J. M. (1997). *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. Jhon Wiley & Sons, Ltd.

- https://www.academia.edu/35804474/An_Introduction_to_Appliedand_Environmental_Geophysics
- Sawayama, K., Kitamura, K., & Fujimitsu, Y. (2018). Relationship between Complex Resistivity, Elastic Wave and Water Saturation of Cracked Andesite under Laboratory Fluid-Flow Test. *Butsuri-Tansa (Geophysical Exploration)*, 71. <https://doi.org/https://doi.org/10.3124/segj.71.71>
- Sertçelik, I., Kurtuluş, C., Sertçelik, F., Pekşen, E., & Aşçi, M. (2018). Investigation into relations between physical and electrical properties of rocks and concretes. *Journal of Geophysics and Engineering*, 15(1), 142–152. <https://doi.org/https://doi.org/10.1088/1742-2140/aa87ca>
- Sihombing, J., & Lepong, P. (2023). Eksplorasi Batuan Andesit Berdasarkan Interpretasi Data Resistivitas Di Desa Petangis, Kecamatan Batu Engau, Kabupaten Paser. *Jurnal Geosains Kutai Basin*, 6.
- SNI 4726. (2019). "Standar Nasional Indonesia Pedoman pelaporan hasil eksplorasi, sumber daya, dan cadangan mineral. www.bsn.go.id
- Sosrodarsono, S., & Takeda, K. (2003). *Hidrologi Untuk Pengairan*. PT Pradnya Paramita. https://kupdf.net/download/hidrologi-untuk-pengairan_58f5d630dc0d601c0cda97e8_pdf
- Telford, W. M. ; G. L. P. ; S. R. E. (1990). *Applied Geophysics* (2nd ed.). Cambridge University Press. <https://www.scribd.com/document/370399433/Applied-Geophysics-Second-Edition-pdf>
- Wahyono, S. C., Atmadja, K. G., & Siregar, S. S. (2020). IDENTIFICATION OF ANDESITE ROCK BASED ON THE RESISTIVITY VALUE IN SATUI AREA, SOUTH KALIMANTAN. *JGE (Jurnal Geofisika Eksplorasi)*, 6(3), 173–182. <https://doi.org/10.23960/jge.v6i3.93>
- Winda, & Pulungan, A. (2024). *Estimasi Sumberdaya Batugamping Menggunakan Metode Geolistrik Resistivity 2D Konfigurasi Pole-Pole di Kabupaten Aceh Selatan*. <https://doi.org/10.58860/jti.v3i1>