

Gregorius Aryoko Gautama¹⁾, Dandung Novianto²⁾, Agus Suhardono³⁾
PENDUGAAN MUKA AIR TANAH MENGGUNAKAN METODE ELEKTROMAGNET

Jurnal Qua Teknika, (2024), No(14): Hal. 29-39

PENDUGAAN MUKA AIR TANAH MENGGUNAKAN METODE ELEKTROMAGNET

Gregorius Aryoko Gautama¹⁾, Dandung Novianto²⁾, Agus Suhardono³⁾

¹⁻³Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang

Jl. Soekarno Hatta No.9, Jatimulyo, Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur

¹aryokog@polinema.ac.id,

²dandung.novianto@polinema.ac.id, ³agussuhardono66@polinema.ac.id

ABSTRAK

Tanah longsor dan tanah bergerak terjadi di Desa Brau, Gunungsari, Batu, Jawa Timur pada tahun 2022 yang disebabkan tanah yang sudah jenuh air. Penyebab keadaan jenuh air karena intensitas hujan yang tinggi, yang menyebabkan air terperangkap dibawah permukaan menjadi banyak. Sekolah Satu Atap Gunungsari dan bukit di Desa Brau, Gunungsari, Batu, Jawa Timur mengalami tanah bergerak, sehingga menyebabkan salah satu bangunan di Sekolah Dasar mengalami kerusakan. Penelitian ini bertujuan untuk menduga kedalaman muka air tanah di area yang longsor. Metode yang digunakan adalah metode elektromagnet dengan memanfaatkan elektromagnet untuk mendeteksi air, tanah dan batuan. Data dari lapangan menghasilkan data resistivitas dilakukan dengan menganalisa terhadap sifat fisika batuan, yaitu tahanan jenisnya, porositas, keterdapatannya air, pelapukan dan lain-lain. Lintasan dalam penelitian adalah T1, T2, T3, dan T4. Panjang lintasan T1=42m, lintasan T2=44m, lintasan T3=36m dan lintasan T4=30m. Jarak antar lintasan T1-T2=117m, T2-T3=20m dan T3-T4= 55m. Kedalaman muka air tanah di lintasan T1 adalah 90m dengan ketebalan air tanah 15m. Lintasan T2 muka air tanah pada kedalaman 10m dengan ketebalan 50m dan kedalaman 90m dengan ketebalan 210m. Lintasan T3 kedalaman muka air tanah di 65m dengan ketebalan 235m. Kedalaman muka air tanah di lintasan T4 adalah 195m dengan ketebalan 60m. Lintasan T2 dan T3 kedalaman air tanah yang dangkal dan ketebalan air tanah yang sangat tebal merupakan penyebab tanah longsor. Relokasi Sekolah Satu Atap Gunungsari merupakan salah satu pilihan jika melihat data yang diperoleh dan sifat tanah lokasi penelitian segera di relokasi jika tidak memasuki musim hujan volume air yang disimpan dalam tanah semakin tebal dan kedalaman akuifer semakin naik.

Kata kunci: muka air tanah, kedalaman, elektromagnet.

PENDAHULUAN

Desa Brau, Gunungsari, Batu, Jawa Timur merupakan desa yang berada di ketinggian 1000 mdpl, dengan topografi gunung, bukit dan lembah. Masyarakat setempat menyatakan potensi longsor di Desa Brau sangat tinggi[1]. Masyarakat membangun tempat tinggal di lereng bukit dengan menimbun dan meratakan lereng dengan tanah tanpa memperhitungkan muka air tanah. Semua makhluk hidup mempunyai kebutuhan dasar salah satunya adalah air tanah. Benacana tanah bergerak terjadi di SD SMP Satu Atap Dusun Brau pada tanggal 02 Desember 2022, curah hujan yang tinggi menyebabkan tanah di bawah bangunan jenuh air sehingga kehilangan daya penopang[2]. Permukaan air tanah adalah tingkat permukaan air yang ditemukan dalam akuifer atau strata tanah yang memiliki intensitas keairan lebih, merupakan batas antara zona jenuh dengan zona tak jenuh. Kedalaman muka air tanah tergantung pada kondisi hidrologi dan geologi suatu daerah.

Muka air tanah dapat mempengaruhi terjadinya tanah longsor karena keberadaan air dalam tanah dapat mempengaruhi sifat fisik tanah, seperti kekuatan dan stabilitasnya. Muka air tanah yang tinggi dapat menyebabkan tanah menjadi lembek dan tidak stabil sehingga meningkatkan resiko terjadinya tanah longsor Tanah yang jenuh air cenderung memiliki kekuatan yang lebih rendah dan menjadi lebih mudah untuk bergeser atau longsor. Selain itu, air juga dapat menyebabkan penurunan kekuatan geser tanah dan meningkatkan tekanan air pada lapisan tanah yang mudah tererosi, sehingga mempercepat terjadinya

longsor. Pengaruh muka air tanah sangat berpotensi menurunkan faktor keamanan pada lereng karena air dalam tanah memberikan beban yang lebih besar pada lereng. Memasuki musim hujan longsor terjadi karena muka air tanah memberikan beban lebih besar terhadap faktor keamanan lereng [3]. Formasi batuan geologi yang jenuh air dan mampu menyimpan air dan meloloskan air dalam jumlah yang cukup merupakan wadah yang menyimpan akuifer[4]. Jenis akuifer ada dua yaitu akuifer bebas atau *unconfined aquifer* yang memiliki kedalaman dangkal dan akuifer tertekan atau *confined aquifer* memiliki kedalaman yang dalam[5].

Geofisika merupakan ilmu yang mempelajari bumi melalui sifat fisiknya di bawah permukaan bumi yang tidak dapat terlihat langsung. Metode yang digunakan dalam geofisika untuk mengeksplorasi bawah permukaan yaitu metode elektromagnetik. Parameter pengukuran adalah respon radiasi elektromagnetik dengan mencari sifat konduktivitas dan induktansi. Metode elektromagnetik memiliki keunggulan yaitu mampu menyalurkan gelombang pantul lebih dalam dari metode yang lain[6]. Gelombang elektromagnetik dihasilkan dari kegiatan meteorologi dan pancaran arus elektrik di ionosfer[7][8]. Gelombang elektromagnetik disuntikan ke tanah dengan perambatan gelombang elektromagnetik dibawah permukaan mengikuti persamaan Maxwell. Jika sebagian besar batuan dan tanah bawah tanah dianggap tidak magnetik dan konduksi serupa secara makroskopis tanpa pengumpulan muatan, maka persamaan Maxwell dapat direduksi menjadi:

$$\left. \begin{aligned} \nabla^2 H + k^2 H &= 0 \\ \nabla^2 E + k^2 E &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Dengan k sebagai koefisien propagasi

$$k = [\omega^2 \mu \epsilon - i \omega \sigma \mu]^{\frac{1}{2}}$$
$$k = b + ia \quad (2)$$

Koefisien rambat adalah k suatu angka kompleks, dengan a disebut koefisien fasa, b disebut koefisien absorpsi. Aliran perpindahan dapat diabaikan dalam kisaran kerapatan gelombang elektromagnet yang diukur dengan seri AGR probe geofisika medan listrik alami ketika K lebih disederhanakan sebagai:

$$k = -i \omega \mu \sigma \quad (3)$$

Gesekan antar partikel fluida akan menimbulkan radiasi gelombang elektromagnet sehingga partikel yang berbentuk fluida seperti air, minyak dan gas bumi yang berada di bawah permukaan dan mengalir dalam lapisan tanah akan terdeteksi[9]. Nilai resistansi rendah dan memiliki nilai porositas tinggi merupakan indikasi akuifer dengan kualitas terbaik[10]. Medan elektromagnet eksternal menyebabkan kation dalam larutan elektrolit dipercepat menuju kutub negatif sedangkan anion menuju kutub positif. Batuan yang berpori atau tidak memiliki nilai resistivitas berkurang dengan bertambahnya kandungan air.

Gregorius Aryoko Gautama¹⁾, Dandung Novianto²⁾, Agus Suhardono³⁾
PENDUGAAN MUKA AIR TANAH MENGGUNAKAN METODE ELEKTROMAGNET

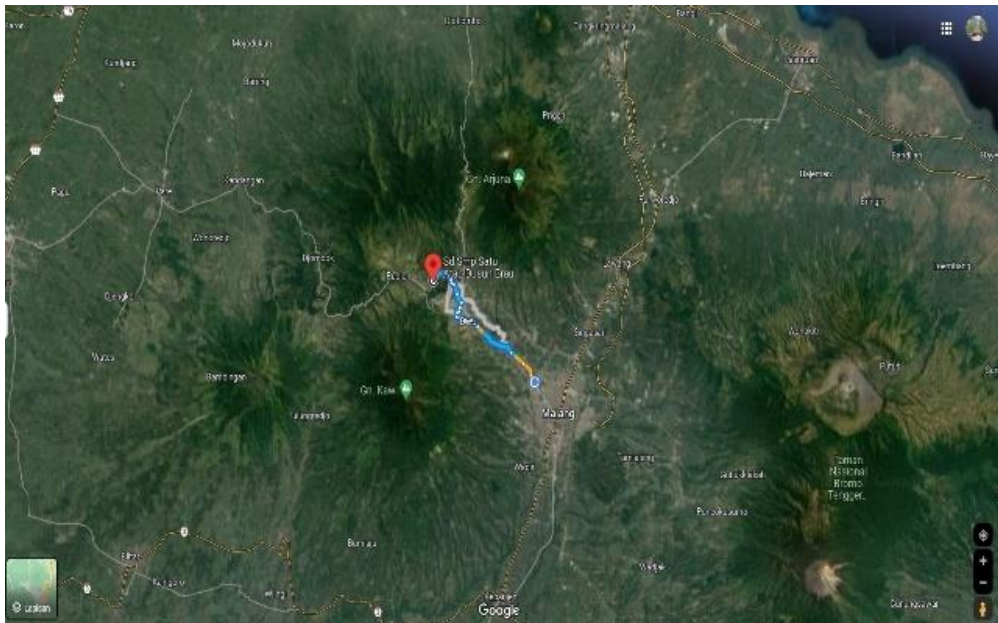
Jurnal *Qua Teknika*, (2024), No(14): Hal. 29-39

TABEL 1. NILAI RESISTIVITAS BUMI[7]

Material	Resistivitas Ωm
Batu Pasir	200 – 8.000
Pasir	1 – 1.000
Lempung	1 - 100
Air Tanah	0.5 - 300
Air Asin	0.2
Kerikil Kering	600 – 10.000
Aluvium	10 - 800
Kerikil	100 - 600

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada Bulan Maret-April 2023 karena terjadi masa peralihan dari musim hujan ke kemarau. Penelitian berfokus pada pendugaan ketinggian muka air tanah di lokasi longsor SD SMP Satu Atap Gunungsari Dusun Brau, Gunungsari, Kota Batu, Jawa Timur dengan titik koordinat 7°50'44.38"LS 112°29'42.36"BT. Jarak yang ditempuh untuk menuju ke lokasi penelitian sejauh 17 km dapa dilihat pada Gambar 1. Infrastruktur jalan menuju ke lokasi penelitian berupa jalan aspal dengan kontur berbukit dan samping jalan berupa jurang dan tebing. Waktu tempuh yang diperlukan untuk menuju lokasi penelitian satu setengah jam dengan menggunakan kendaraan khusus.

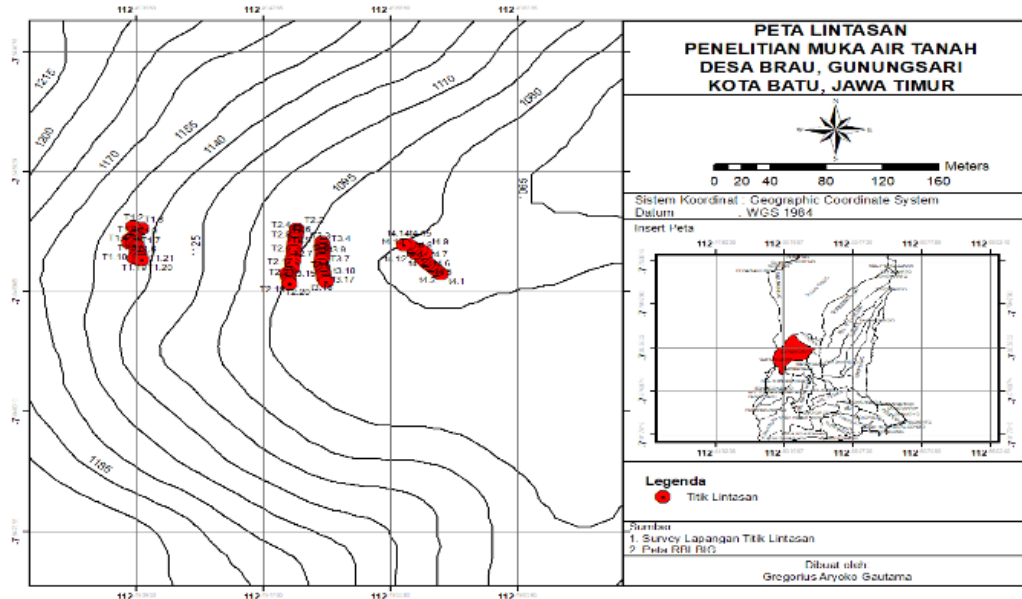


Gambar 1. PETA KESAMPIAN DAERAH PENELITIAN

Gregorius Aryoko Gautama¹⁾, Dandung Novianto²⁾, Agus Suhardono³⁾
PENDUGAAN MUKA AIR TANAH MENGGUNAKAN METODE ELEKTROMAGNET

Jurnal Qua Teknika, (2024), No(14): Hal. 29-39

Data primer yang diperlukan dalam penelitian ini adalah koordinat lokasi penelitian, koordinat titik lintasan, dan kedalaman akuifer. Pengambilan data primer dilakukan di area 3 ha dengan empat lintasan. Seperti pada Gambar 2. Empat lintasan untuk menginvestigasi muka air tanah yaitu T1,T2,T3,T4 dengan panjang dapat dilihat pada Tabel 3. Jarak antar lintasan dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 2. PETA LINTASAN PENELITIAN

TABEL 2. JARAK ANTAR LINTASAN

Lintasan	Jarak
	m
T1 – T2	117
T2 – T3	20
T3 – T4	55

TABEL 3. PANJANG LINTASAN PENELITIAN

Lintasan	Panjang
	m
T1	42
T2	44
T3	36
T4	30
Panjang Total	152

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah ADMT AGR300HT2 yang dapat dilihat pada Gambar 3.



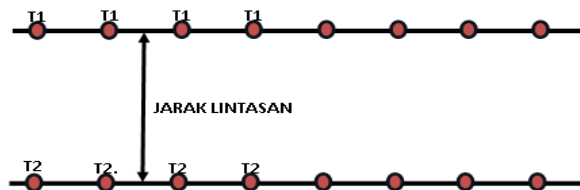
Gambar 3. ADMT AGR300HT3

Setiap lintasan terbagi menjadi beberapa titik pengambilan data disesuaikan dengan panjang lintasan. Jarak antar titik lintasan 1-2 m, pola lintasan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. POLA LINTASAN PENELITIAN

Pola jarak antar lintasan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. POLA JARAK ANTAR LINTASAN

Alat yang digunakan dapat mendeteksi sampai kedalaman 300m, untuk memaksimalkan penelitian kedalaman yang digunakan adalah 300m. Alat terhubung dengan aplikasi AIDU Prospecting untuk pendeteksian kedalaman dan tampilan secara dua dimensi. Lintasan T1 dengan panjang 42m jarak antar titik dalam lintasan adalah 2m. Lintasan T1 berada di atas SD SMP Satu Atap Desa Brau, Gunungsari. Pengambilan data pada Lintasan T1 dapat dilihat pada Gambar 6. Pengambilan data di atas lokasi longsor untuk mengetahui pola aliran air bawah permukaan. Lintasan T2 berada di lokasi longsor ruang kamar mandi dan kelas SD SMP Satu Atap Desa Brau dapat dilihat pada Gambar 7. Penentuan lintasan berdasarkan lokasi terjadinya titik longsor dan area sekitar bangunan. Panjang lintasan T2 adalah 44m dengan jarak antar titik 2m. Pengambilan data lintasan T2 dapat dilihat pada Gambar 8. Lintasan T3 merupakan lintasan yang berada di depan SD SMP Satu Atap Desa Brau, pemilihan lokasi lintasan T3 berdasarkan terjadinya longsor di jalan aspal depan sekolah. Panjang lintasan T3 adalah 36m jarak antar titik 2m, pengambilan data dapat dilihat pada Gambar 9.

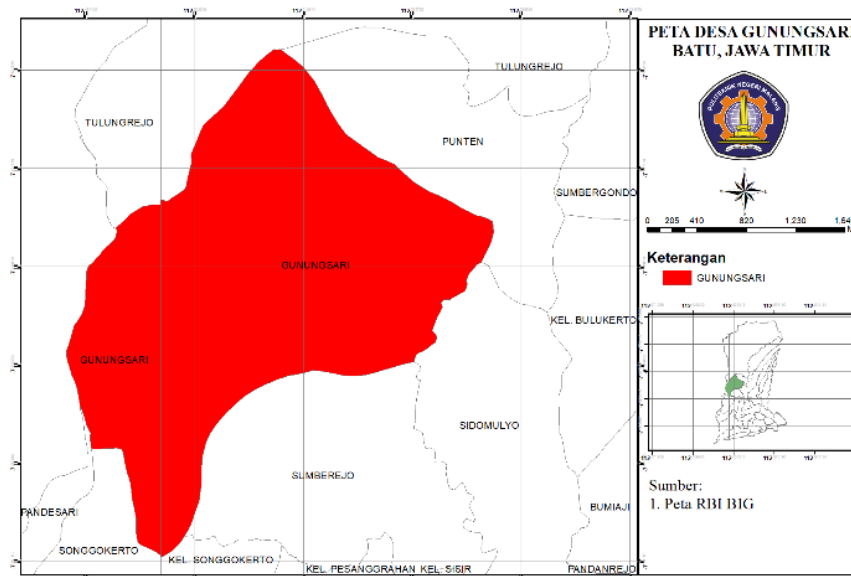
HASIL DAN PEMBAHASAN

Sekolah SD SMP Satu Atap Brau terletak di Brau, Gunungsari, Kota Batu, Jawa timur. Desa Gunungsari merupakan salah satu desa di Kota Batu dengan tapal batas Desa Punten dan Desa Tulungrejo di utara, selatan berbatasan dengan Desa Sumberejo dan Desa Songgokerto. Sebelah timur berbatasan dengan Desa Sidomulyo, sebelah barat dengan Desa Pandesari. Desa Gunungsari memiliki lima dusun

Gregorius Aryoko Gautama¹⁾, Dandung Novianto²⁾, Agus Suhardono³⁾
PENDUGAAN MUKA AIR TANAH MENGGUNAKAN METODE ELEKTROMAGNET

Jurnal Qua Teknika, (2024), No(14): Hal. 29-39

yaitu: Dusun Pagergunung, Dusun Kapru, Dusun Brambung, Dusun Jantur dan Dusun Brau. Peta administrasi Desa Gunungsari dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. PETA ADMINISTRASI DESA GUNUNGSARI

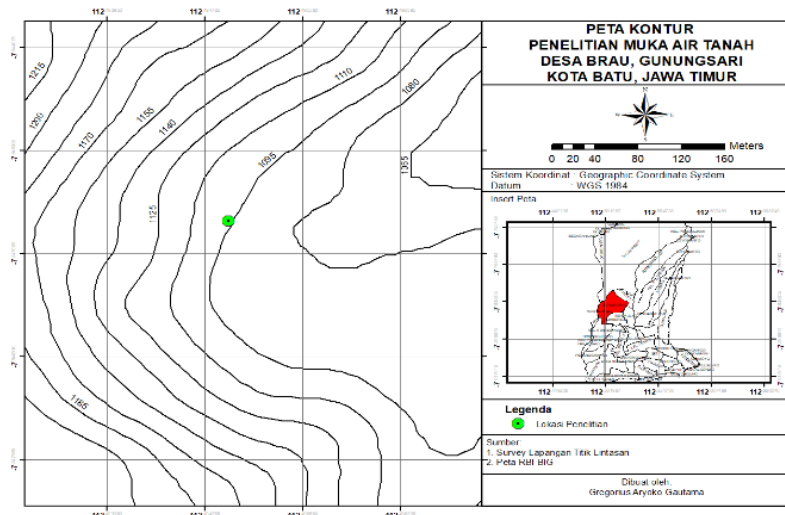
Morfologi daerah penelitian termasuk daerah curam karena elevasi tertinggi area penelitian berada di elevasi 1140 mdpl dan elevasi terendah sebesar 1070 mdpl dapat dilihat pada Gambar 7. Kriteria kemiringan lereng dapat dilihat Tabel 4.

TABEL 4. KLASIFIKASI KEMIRINGAN LERENG[11]

Kelas	Kemiringan %	Klasifikasi
I	0-8%	Datar
II	8-15%	Landai
III	15-25%	Agak Curam
IV	25-45%	Curam
V	>45%	Sangat Curam

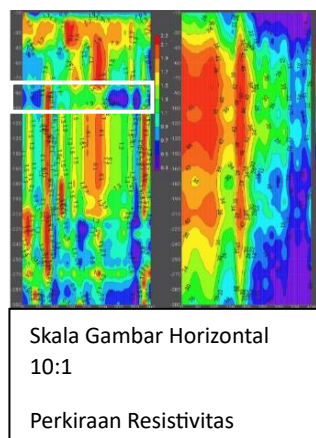
Gregorius Aryoko Gautama¹⁾, Dandung Novianto²⁾, Agus Suhardono³⁾
PENDUGAAN MUKA AIR TANAH MENGGUNAKAN METODE ELEKTROMAGNET

Jurnal Qua Teknika, (2024), No(14): Hal. 29-39



Gambar 7. PETA KONTUR PENELITIAN

Pengolahan data menggunakan aplikasi AIDU Prospecting untuk mendapatkan tampilan dua dimensi kedalaman muka air tanah. Muka air tanah lintasan T1 dapat dilihat pada Gambar 8. Kedalaman muka air tanah pada lintasan T1 berada di kedalaman 90m dengan ketebalan 15m. Lintasan T2 merupakan lokasi dimana terjadi longsor di ruang kamar mandi dan ruang guru di Sekolah Satu Atap Desa Brau. Hasil investigasi muka air tanah pada lintasan T2 terlihat pada Gambar 9 kedalaman muka air tanah 10m dengan ketebalan 50m sepanjang 18m. Panjang lintasan T2 adalah 42m, lokasi bangunan yang mengalami longsor di 18m di lintasan T2. Muka air tanah yang menyebabkan longsor bangunan ada di kedalaman 103m dengan ketebalan akuifer 197m. Ketebalan akuifer dan kondisi tanah di lokasi penelitian bisa dipastikan penyebab longsor dari bangunan ruang kamar mandi dan guru di Sekolah Satu Atap Desa Brau.

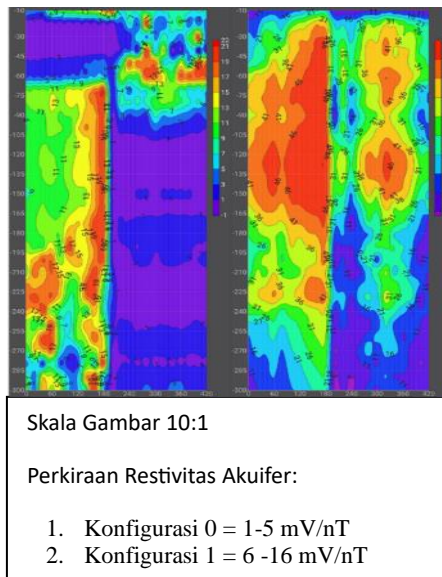


Gambar 8. MUKA AIR TANAH LINTASAN T1

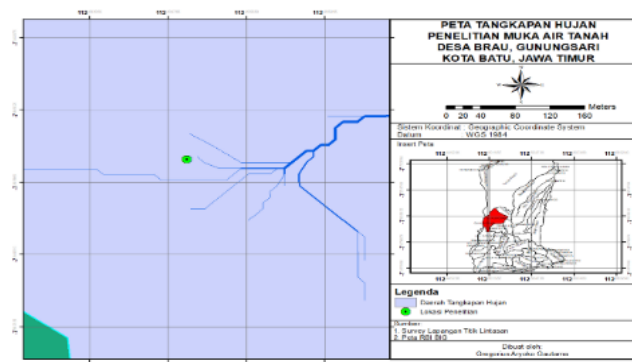
Gregorius Aryoko Gautama¹⁾, Dandung Novianto²⁾, Agus Suhardono³⁾
PENDUGAAN MUKA AIR TANAH MENGGUNAKAN METODE ELEKTROMAGNET

Jurnal Qua Teknika, (2024), No(14): Hal. 29-39

Lintasan T3 merupakan lintasan yang berada di depan ruangan yang mengalami longsor. Invetigasi muka air tanah di lintasan T3 menghasilkan kedalaman 70m dari permukaan tanah dengan ketebalan air tanah 225m seperti pada Gambar 11. Melihat pola daerah tangkapan air hujan seperti pada Gambar 10, kontur dan data yang diambil ada keterusan antara lintasan T2 dan T3. Air tanah saling terkoneksi sehingga tebal air tanah sangat besar. Area depan ruang kamar mandi dan jalan depan sekolah juga mengalami longsor. Penyebab dari longsor tersebut karena kondisi bawah permukaan yang mempunyai tebal akuifer 225m. Jenis tanah di area penelitian adalah lempung, alluvial, dan lempung berpasir. Ketebalan air tanah dan jenis tanah di penelitian yang menyebabkan tanah longsor.



Gambar 9. MUKA AIR TANAH LINTASAN T2

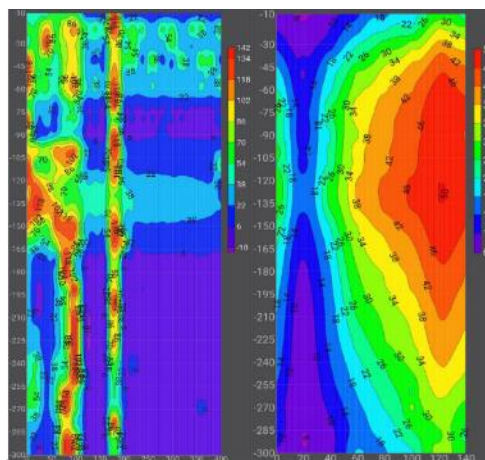


Gambar 10. DAERAH TANGKAPAN HUJAN

Gregorius Aryoko Gautama¹⁾, Dandung Novianto²⁾, Agus Suhardono³⁾
PENDUGAAN MUKA AIR TANAH MENGGUNAKAN METODE ELEKTROMAGNET

Jurnal *Qua Teknika*, (2024), No(14): Hal. 29-39

Lintasan T4 muka air tanah terdeteksi pada kedalaman 195m dengan tebal 60m dapat dilihat pada Gambar 12. Lintasan T1 dan T4 tidak mempengaruhi longsor yang terjadi di Sekolah Satu Atap SD SMP Desa Brau, dikarenakan kedalaman akuifer yang dalam dan ketebalan akuifer yang tipis. Ketinggian muka air yang dangkal berada di kedalaman 10m dan yang paling dalam 195m, Muka air tanah penyebab longsor berada di kedalaman 80m dan 70m. Sekolah Satu Atap SD SMP Desa Brau berada di area yang tidak aman untuk dijadikan tempat pendidikan dan huni. Relokasi merupakan salah satu alternatif pilihan oleh pemangku jabatan untuk menyelamatkan masa depan masyarakat terutama anak sekolah.



Skala Gambar 10:1

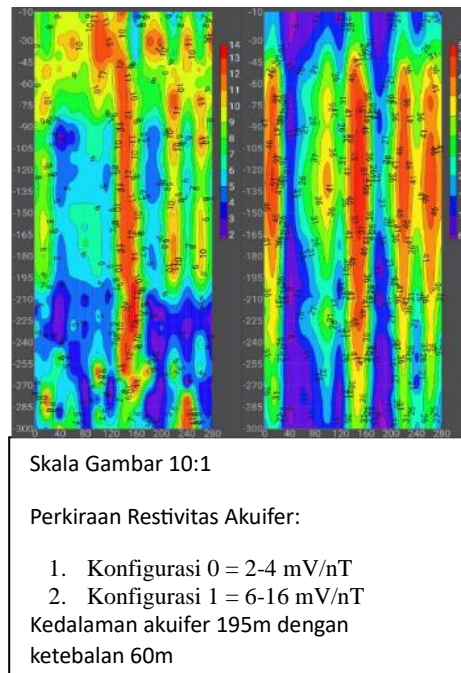
Perkiraan Restivitas Akuifer:

1. Konfigurasi 0 = -10-22 mV/nT
2. Konfigurasi 1 = 6 -18 mV/nT

Gambar 11. MUKA AIR TANAH LINTASAN T3

Gregorius Aryoko Gautama¹⁾, Dandung Novianto²⁾, Agus Suhardono³⁾
PENDUGAAN MUKA AIR TANAH MENGGUNAKAN METODE ELEKTROMAGNET

Jurnal *Qua Teknika*, (2024), No(14): Hal. 29-39



Gambar 12. MUKA AIR TANAH LINTASAN T4

SIMPULAN

Hasil pendugaan muka air tanah dengan metode elektromagnet di SD SMP Satu Atap Desa Brau yang menyebabkan longsor ada di kedalaman 10m dengan ketebalan 50m dan kedalaman 103m dengan ketebalan 197m.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada P2M Politeknik Negeri Malang dan BPBD Kota Batu yang telah memberi dukungan dalam bentuk keuangan, fasilitas, atau legalitas terhadap penelitian ini. Mahasiswa yang sudah membantu dalam penelitian

REFERENSI

- (1) Prihantari, S.A.(2020). “Pendugaan Bidang Gelincir dan Potensi Tanah Longsor Berdasarkan Data Metode Geolistrik Restivitas Konfigurasi Wenner-Schlumberger (Studi Kasus: Dusun Brau, Desa Gunungsari, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu”.Skripsi.Universtias Brawijaya.
- [2] Anonim. “Tanah Longsor dan Tanah Gerak Masih Berpotensi Terjadi di Kota Batu”.2022. (<https://suryamalang.tribunnews.com/2022/12/04/tanah-longsor-dan-tanah-gerak-masih-berpotensi-terjadi-di-kota-batu>) diakses Maret 2023

Gregorius Aryoko Gautama¹⁾, Dandung Novianto²⁾, Agus Suhardono³⁾

PENDUGAAN MUKA AIR TANAH MENGGUNAKAN METODE ELEKTROMAGNET

Jurnal *Qua Teknik*, (2024), No(14): Hal. 29-39

- [3] Frengky, Rustamasji, R.M, Priadi E. 2021. “Analisis Kestabilan Lereng Akibat Fluktuasi Muka Air Tanah pada Ruas Jalan Simpang Pintas-Sayan Kabupaten Melawi”. Jurnal Teknik Sipil Tanjungpura. 21. <http://dx.doi.org/10.26418/jtsft.v21i2.59202>
- [4] Sadjab, B. As'ari. Adey, T.(2012). “Pemetaan Akuifer Air Tanah di Kecamatan Prambanan Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta Dengan Metode Geolistrik Tahanan Jenis”. Jurnal MIPA UNSRAT.1(1),37-44.
- [5] Chandrasasi, D. Fidari, J.S. Montarcih, L.2023. “Pendugaan Kedalaman Air Tanah Dengan Geolistrik Restivitas di Desa Tegalweru, Kecamatan Dau, Kabupaten Malang”.Jurnal Disprotek.14(1).1-10. DOI:10.34001/jdpt.
- [6] Febriarta, E. Purnama, S.2020. “Identifikasi Keterdapatan Air Tanah dengan *Electromagnetic Very Low Frequency (EM-LV)* di Non Cekungan Air Tanah Kecamatan Ungaran Timur”. Jurnal Geosains dan Teknologi.3(2).52-62.
- [7] Telford, W.M. Goldrat, L.P. Sheriff, R.P.1976. *Applied Geophysics 1st Edition*. Cambridge University Press.
- [8] Nurdien, I. Sulistyani. Handaru, A. D.S. Santoso, A.B.2020. “Interpretasi Bawah Permukaan Gunung Merapi dengan Metode Magnetotellurik”. Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi.11(3).143-150.
- [9] Ridhoi, A. Indradjaja, M.2022.”Eksplorasi Sumberdaya Mineral Air Tanah dengan Metode Pasif Spektrum Gelombang Elektromagnetik”.Seminar Keinsinyuran 2022. 11-19.
- [10] Susilo, A.(2014). Subsurface Mapping of Ground Water Using Schlumberger Configuration in Upstream of Brantas River Batu Area, East Java, Indonesia. *Natural B*.2(4), 303-308. <https://doi.org/10.21776/ub.natural-b.2014.002.04.1>
- [11] Gautama, G.A, Novianto, D. Pratama, G.R.2022. Estimasi Sumberdaya Pasir Batu Hasil Erupsi Gunung Semeru Menggunakan Metode Penampang Tegak. *Jurnal Pertambangan*.6(3).91-97