

INTERPRETASI BAWAH PERMUKAAN ZONA KERENTANAN LONGSOR DI DESA GERBOSARI, KECAMATAN SAMIGALUH, KABUPATEN KULONPROGO MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK KONFIGURASI DIPOLE-DIPOLE

UNDERGROUND INTERPRETATION OF POSSIBLE LANDSLIDE ZONE IN GERBOSARI VILLAGE, SAMIGALUH DISTRICT, KULONPROGO REGENCY USING GEOELECTRIC METHOD WITH DIPOLE-DIPOLE CONFIGURATION

Oleh: Aditya Yoga Purnama^{1*)}, Denny Darmawan¹, Nugroho Budi Wibowo²

¹Jurusan Pendidikan Fisika FMIPA UNY

²Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Stasiun Geofisika Yogyakarta

^{*)}Email: adityayogapurnama16@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi struktur bawah permukaan zona kerentanan longsor di Desa Gerbosari, dan menentukan kedalaman bidang gelincir berdasarkan nilai resistivitas. Penelitian ini dilakukan dengan metode resistivitas konfigurasi *dipole-dipole*, di Dusun Jetis, Dusun Jati, dan Dusun Dukuh, Desa Gerbosari, Kecamatan Samigaluh, Kabupaten Kulonprogo. Peralatan utama yang digunakan dalam pengambilan data adalah *Resistivitymeter* (Naniura NRD 22 S). Luas daerah penelitian adalah $1,1 \times 0,5$ km dengan jumlah pengukuran sebanyak 3 lintasan dengan lokasi penelitian berada pada koordinat $7^{\circ}39'45,90''$ LS sampai $7^{\circ}40'20,94''$ LS dan $110^{\circ}10'02,79''$ BT sampai $110^{\circ}10'17,00''$ BT. Hasil pengukuran yang diproses menggunakan *software Res2dinv* menunjukkan penampang 2D, sebaran batuan di daerah penelitian didominasi oleh lempung, lempung pasir, gamping dan andesit. Pada penampang lintasan 1 Dusun Jetis nilai resistivitas dari bidang gelincir adalah 147-489 Ω m dengan kedalaman 7,19-8,50 meter diduga lapisan ini berupa andesit. Pada penampang lintasan 2 Dusun Jati nilai resistivitas dari bidang gelincir adalah 389-2171 Ω m dengan kedalaman 6,33-8,50 meter diduga lapisan ini berupa batugamping. Pada penampang lintasan 3 Dusun Dukuh nilai resistivitas dari bidang gelincir adalah 315-1293 Ω m diduga lapisan ini berupa batugamping, pada lintasan 3 belum dapat menduga kedalaman bidang gelincir.

Kata kunci: Geolistrik, bidang gelincir, longsor, Gerbosari

Abstract

The research aimed to identify the underlying structure of probable landslide zone in Gerbosari village, and to identify the depth of slip plane according to resistivity value. This research was conducted using resistivity method with dipole-dipole configuration in Jetis subvillage, Jati subvillage and Dukuh subvillage, Gerbosari Village, Samigaluh District, Kulonprogo Regency. The main instrument used for data collecting is resistivitymeter Naniura NRD 22 S. The scope area of the research was $1,1 \times 0,5$ km consisted of 3 lines of survey while the precise location of the research lied at coordinate of $7^{\circ}39'45,90''$ S to $7^{\circ}40'20,94''$ S and $110^{\circ}10'02,79$ E to $110^{\circ}10'17,00''$ E. The result of the measurement is processed using Res2dinv software that showed 2D layer. Geomorphological characteristics are dominated by clay, sandy clay, limestone and andesite rock. In the layer of line 1 at Jetis subvillage the resistivity value of slip plane is 147-489 Ω m with 7,19-8,50 meter of depth which is assumed as layer of andesite. In the layer of line 2 at Jati subvillage the resistivity value of slip plane is 389-2171 Ω m with 6,33-8,50 meter of depth which is predicted to be layer of limestone. In the third layer of line 3 at Dukuh subvillage the resistivity value of slip plane is 315-1293 Ω m and interpreted as limestone, while the depth of the slip plane has not yet predicted.

Keywords: Geoelectric, slip plane, landslide, Gerbosari

PENDAHULUAN

Indonesia yang berada pada iklim tropis dengan curah hujan yang tinggi memiliki kerentanan longsor yang cukup besar. Meningkatnya intensitas hujan mengakibatkan kerentanan longsor khususnya di daerah dengan topografi berbukit meningkat. Ancaman tanah longsor biasanya dimulai pada bulan November karena meningkatnya intensitas curah hujan. Musim kering yang panjang menyebabkan terjadinya penguapan air di permukaan tanah, akibatnya muncul pori-pori tanah hingga terjadi rekahan tanah pada permukaan. Ketika musim hujan, air akan masuk ke bagian rekahan dan terakumulasi di dasar lereng sehingga menimbulkan gerakan tanah atau longsor pada lereng. Penyebab tanah longsor antara lain: curah hujan yang tinggi, lereng terjal, tanah yang kurang padat dan tebal, batuan yang kurang kuat, tata lahan, getaran gempa, adanya beban tambahan, penggundulan hutan dan terutama bekas longsor lama (Nandi, 2007).

Di Indonesia tanah longsor membunuh ratusan orang setiap tahunnya. Sepanjang tahun 2014 tercatat 385 kejadian tanah longsor, 338 orang meninggal, ratusan rumah rusak dan 13.262 orang harus mengungsi. Bencana tanah longsor terus meningkat sejak tahun 2005 hingga 2014 dan kejadian longsor banyak terjadi pada bulan Januari Februari hingga puncak musim penghujan (Kompas, 2014). Sebanyak 229 desa di Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) berada di kawasan zona merah rawan bencana tanah longsor (Sindonews, 2015).

Bencana tanah longsor menimbulkan resiko atau bahaya terhadap kehidupan manusia.

Hal ini mendorong masyarakat di sekitar daerah rawan longsor untuk memahami, mencegah dan menanggulangi bencana alam agar terjamin keselamatannya. Salah satu cara untuk menanggulangi adalah dengan memprediksi bidang gelincir. Bidang gelincir adalah bidang yang menjadi landasan bergerak massa tanah. Oleh karena itu diperlukan analisis bidang gelincir dan struktur tanah untuk menanggulangi bencana tanah longsor. Bidang gelincir sendiri merupakan bidang yang kedap air. Kebanyakan material tanah longsor yakni lempung atau pasir, material ini mudah meresapkan air sehingga berpengaruh terhadap penyaluran air sampai ke bidang gelincir (Rahman, 2013).

Dalam geofisika terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk mendeteksi bidang gelincir tersebut. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan bidang gelincir adalah metode geolistrik tahanan jenis, metode ini bersifat tidak merusak lingkungan, biaya relatif murah dan mampu mendeteksi lapisan tanah hingga beberapa meter di bawah permukaan tanah (Darsono, 2012).

Berdasarkan penelitian Wakhidah (2014), aplikasi metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi Wenner-Schlumberger cocok digunakan untuk mengetahui struktur dan lapisan tanah karena dapat memonitoring keadaan di bawah permukaan tanah secara vertikal dan horizontal.

Penelitian metode tahanan jenis pada penelitian sebelumnya telah terbukti bahwa metode geolistrik dapat digunakan untuk pendugaan tanah longsor, seperti penelitian yang telah dilakukan untuk menganalisis daerah rawan

longsor di Desa Pablengan Kecamatan Matesih Kabupaten Karanganyar dengan menggunakan metode resistivitas konfigurasi *dipole-dipole*. Dalam penelitiannya didapatkan nilai resistivitas antara 19,3 Ωm hingga 36,6 Ωm yang berupa batuan lempung basah yang diduga sebagai bidang gelincir (Darsono, 2012).

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Desa Gerbosari, Kecamatan Samigaluh, Kabupaten Kulonprogo. Secara geografis daerah penelitian dibatasi pada 7°39'45,90'' LS sampai 7°40'20,94'' LS dan 110°10'02,79'' BT sampai 110°10'17,00'' BT.

Instrumen yang digunakan di dalam penelitian ini adalah perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras yang digunakan adalah satu set *Resistivitymeter* Model NRD 22S, *Global Positioning System* (GPS), dan buku kerja. Perangkat lunak yang digunakan adalah *software Microsoft Office 2013*, *Software Res2Dinv*, *Google Earth*, *Notepad*, *Global Mapper*.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan beberapa tahapan, yaitu pra penelitian, pengambilan data geolistrik, pengolahan data dan interpretasi data.

1. Pra Penelitian

Kondisi geologi regional dan lokal daerah penelitian sangat menentukan tingkat kerentanan longsor di daerah tersebut. Dengan demikian diperlukan studi literatur tentang teori-teori yang berhubungan dengan tanah longsor baik berupa buku atau pun jurnal ilmiah daerah penelitian. Kegiatan yang dilakukan selain studi

literatur yaitu pengamatan langsung kondisi geologi setempat agar mengetahui gambaran lokasi penelitian dan terutama mengurus surat izin penelitian di daerah tersebut.

2. Pengambilan Data

Prosedur pengambilan data di lapangan dilakukan dengan menentukan titik pengukuran. Penentuan arah bentangan elektroda didasarkan pada tanda-tanda terjadinya tanah longsor. Digunakan 3 lintasan dengan panjang tiap lintasan 60 meter. Jarak tiap elektroda adalah 5 meter dan perbesaran jarak (n) antara elektroda arus (C1) dengan elektroda potensial (P1) diperbesar dari $n=1$ hingga $n=6$.

3. Pengolahan Data

Data hasil pengukuran berupa nilai beda potensial (ΔV), besarnya kuat arus (I), dan jarak spasi (a). Dari data tersebut kemudian dilakukan perhitungan untuk menentukan nilai faktor geometri (K) dan resistansi (R) sehingga nilai resistivitas semu (ρ_a) didapatkan dengan persamaan $\rho = k \frac{\Delta V}{I}$, dengan k adalah faktor geometri konfigurasi *dipole-dipole*. Nilai faktor geometri didapatkan dengan persamaan $k = (n + 1)(n + 2)\pi a$ dengan $n = 1,2,3,4,5$, dan 6. Untuk memperoleh nilai resistivitas yang sebenarnya, diperlukan pengolahan data lebih lanjut dengan menggunakan *Res2Dinv*.

4. Interpretasi Data Resistivitas 2 Dimensi

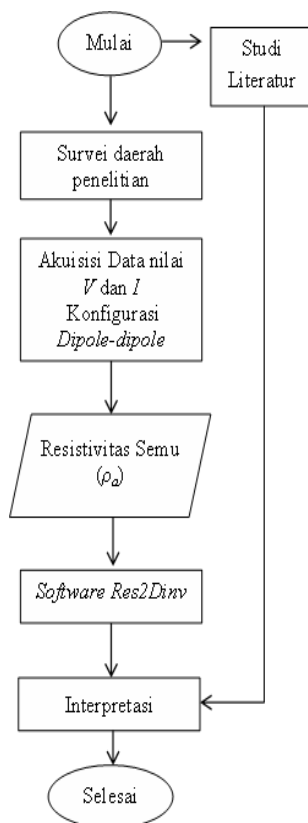
(*Res2Dinv*)

Interpretasi diartikan sebagai penerjemahan bahasa fisis berupa nilai tahanan jenis (resistivitas) menjadi bahasa geologi yang lebih umum. Oleh karena itu, dalam melakukan

interpretasi diperlukan pengetahuan geologi daerah penelitian untuk mengetahui jenis batumannya. Batuan adalah material yang juga mempunyai daya hantar listrik dan nilai tahanan jenis tertentu. Nilai tahanan jenis yang sama bisa dimiliki oleh lebih dari satu batuan, hal ini terjadi karena nilai resistivitas batuan memiliki rentang nilai yang bisa saling tumpang tindih.

Diagram Alir Penelitian

Tahapan-tahapan dalam melakukan penelitian secara lengkap dapat dilihat dalam Gambar 1.



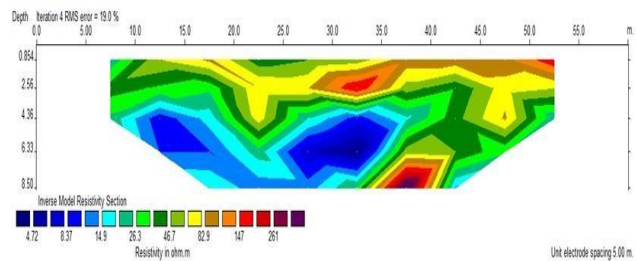
Gambar 1. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Model Penampang 2D Res2Dinv Lintasan 1

Lintasan yang pertama terletak pada koordinat 7°40'18,54'' LS sampai 7°40'19,6'' LS dan 110°10'18,4'' BT sampai 110°10'6,06''

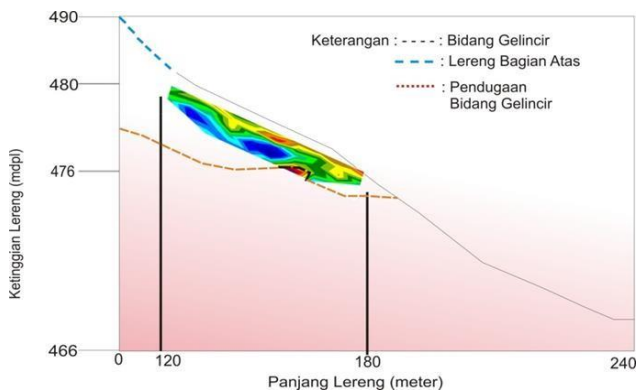
BT. Panjang lintasan pertama sejauh 60 meter dengan arah *strike* N 180°S. Lintasan ini memiliki ketinggian sekitar 476-480 meter di atas permukaan laut (mdpl). Gambaran struktur bawah permukaan pada lintasan 1 ditunjukkan pada Gambar 2. Penampang 2D ini menunjukkan distribusi nilai resistivitas batuan dan kedalamannya.



Gambar 2. Penampang 2D Resistivitas Batuan Lintasan 1

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan *software res2dinv* pada Gambar 2 maka dapat diinterpretasikan sebagai berikut: lapisan pertama mempunyai nilai tahanan jenis 2,89-14,9 Ωm (dengan warna biru tua hingga biru muda). Kedalaman lapisan pertama yaitu antara 4,36-8,5 meter, yang diinterpretasikan sebagai lempung. Lapisan kedua mempunyai nilai tahanan jenis 14,9-46,7 Ωm (dengan warna biru muda hingga hijau tua). Kedalaman lapisan kedua yaitu antara 2,56-8,50 meter, diinterpretasikan sebagai lempung pasir. Lapisan kedua ini diperkirakan lebih banyak mengandung air dibandingkan lapisan ketiga dilihat berdasarkan nilai resistivitasnya yang lebih kecil. Lapisan ketiga mempunyai nilai tahanan jenis 46,7-147 Ωm (dengan warna hijau tua hingga jingga). Kedalaman lapisan ketiga yaitu antara 0,854-2,56 meter, diinterpretasikan sebagai lempung pasir. Pada lapisan keempat, nilai tahanan jenis 147-489 Ωm (dengan warna

merah hingga ungu). Kedalaman lapisan keempat yaitu antara 7,19-8,50 meter diinterpretasikan sebagai batu andesit. Lapisan batu andesit inilah yang diduga sebagai bidang gelincir. Lapisan batu andesit ini memiliki nilai tahanan jenis yang lebih besar daripada lapisan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa lapisan tersebut merupakan lapisan yang lebih kedap air dibandingkan dengan lapisan yang lain. Lereng lokasi penelitian 1 di Dusun Jetis ditunjukkan pada Gambar 3.



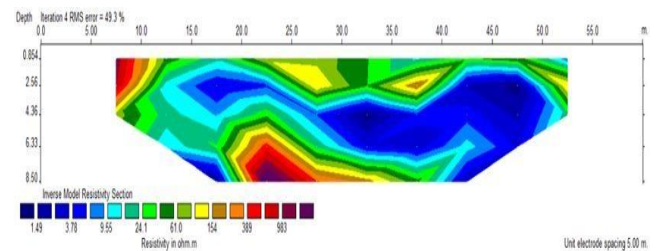
Gambar 3. Lereng Lokasi Penelitian 1 di Dusun Jetis

Berdasarkan Gambar 3 lereng penelitian di Dusun Jetis memiliki ketinggian 466-490 meter di atas permukaan laut (mdpl), sedangkan panjang lereng 240 meter, sehingga kemiringan lereng Dusun Jetis sebesar 10% dengan klasifikasi kemiringan lereng adalah miring. Penelitian ini hanya mengambil panjang lereng 60 meter pada ketinggian 476-480 meter, sehingga belum dapat memperlihatkan struktur bawah permukaan secara keseluruhan pada lereng di Dusun Jetis.

Hasil Model Penampang 2D Res2Dinv Lintasan 2

Lintasan yang kedua terletak pada koordinat $7^{\circ}39'47,15''$ LS sampai $7^{\circ}39'46,70''$

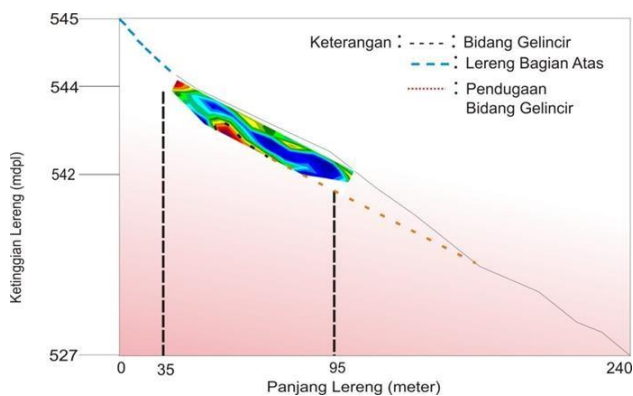
LS dan $110^{\circ}10'3,93''$ BT sampai $110^{\circ}10'5,67''$ BT. Panjang lintasan kedua sejauh 60 meter dengan arah *strike* N 305° NW. Lintasan ini memiliki ketinggian sekitar 534-545 meter di atas permukaan laut (mdpl). Gambaran struktur bawah permukaan pada lintasan 2 ditunjukkan pada Gambar 4. Penampang 2D ini menunjukkan distribusi nilai resistivitas batuan dan kedalamannya.



Gambar 4. Penampang 2D Resistivitas Batuan Lintasan 2

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan *software res2dinv* pada Gambar 4 maka dapat diinterpretasikan sebagai berikut: lapisan pertama mempunyai nilai tahanan jenis 0,345-9,55 Ω m (dengan warna biru tua hingga biru muda). Kedalaman lapisan pertama yaitu antara 2,56-8,50 meter, yang diinterpretasikan sebagai lempung. Lapisan kedua mempunyai nilai tahanan jenis 9,55-61 Ω m (dengan warna biru muda hingga hijau tua). Kedalaman lapisan kedua yaitu antara 2,56-8,50 meter, diinterpretasikan sebagai lempung pasir. Lapisan kedua ini diduga lebih banyak mengandung air jika dibandingkan dengan lapisan ketiga dilihat berdasarkan nilai resistivitasnya yang lebih kecil. Lapisan ketiga mempunyai nilai tahanan jenis 61-389 Ω m (dengan warna hijau tua hingga jingga). Kedalaman lapisan ketiga yaitu antara 4,36-6,33 meter, diinterpretasikan sebagai lempung

pasiran. Pada lapisan keempat, nilai tahanan jenis 389-2171 Ωm (dengan warna jingga hingga ungu). Kedalaman lapisan keempat yaitu antara 6,33-8,50 meter diinterpretasikan sebagai batu gamping. Lapisan batu gamping inilah yang diduga sebagai bidang gelincir. Lapisan batu gamping ini memiliki nilai tahanan jenis yang lebih besar daripada lapisan lain. Hal ini menunjukkan bahwa lapisan tersebut merupakan lapisan yang lebih kedap air dibandingkan dengan lapisan yang lain. Lereng lokasi penelitian 2 di Dusun Jati ditunjukkan pada Gambar 5.

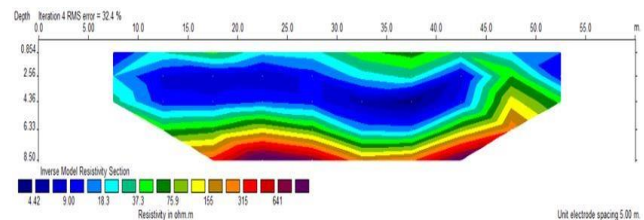


Gambar 5. Lereng Lokasi Penelitian 2 di Dusun Jati

Berdasarkan Gambar 5 lereng penelitian di Dusun Jati memiliki ketinggian 527-545 meter di atas permukaan laut (mdpl), sedangkan panjang lereng 240 meter, sehingga kemiringan lereng Dusun Jati sebesar 8% dengan klasifikasi kemiringan lereng adalah miring. Penelitian ini hanya mengambil panjang lereng 60 meter pada ketinggian 544-542 meter, sehingga belum dapat memperlihatkan struktur bawah permukaan secara keseluruhan pada lereng di Dusun Jati.

Hasil Model Penampang 2D Res2Dinv Lintasan 3

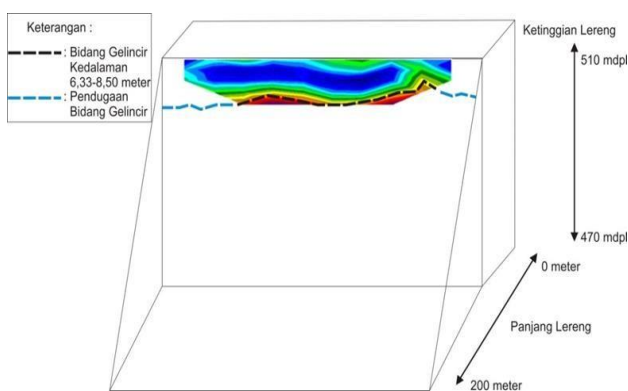
Lintasan yang ketiga terletak pada koordinat $7^{\circ}39'54,8''$ LS sampai $7^{\circ}39'56,11''$ LS dan $110^{\circ}10'14,01''$ BT sampai $110^{\circ}10'12,82''$ BT. Panjang lintasan ketiga sejauh 60 meter dengan arah *strike* 275°W . Lintasan ini memiliki ketinggian sekitar 490-502 meter di atas permukaan laut (mdpl). Gambaran struktur bawah permukaan pada lintasan 3 ditunjukkan pada Gambar 6. Penampang 2D ini menunjukkan distribusi nilai resistivitas batuan dan kedalamannya.



Gambar 6. Penampang 2D Resistivitas Batuan Lintasan 3

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan *software res2dinv* pada Gambar 6 maka dapat diinterpretasikan sebagai berikut: lapisan pertama mempunyai nilai tahanan jenis 2,13-18,3 Ωm (dengan warna biru tua hingga biru muda). Kedalaman lapisan pertama yaitu antara 0,85-6,33 meter, yang diinterpretasikan sebagai lempung. Lapisan kedua mempunyai nilai tahanan jenis 18,3-75,9 Ωm (dengan warna biru muda hingga hijau tua). Kedalaman lapisan kedua yaitu antara 0,85-6,33 meter, diinterpretasikan sebagai lempung pasiran. Lapisan kedua jika dibandingkan dengan lapisan ketiga mengandung lebih banyak air dilihat berdasarkan nilai resistivitasnya yang lebih kecil. Lapisan ketiga mempunyai nilai tahanan jenis 75,9-315 Ωm (dengan warna hijau tua hingga jingga). Kedalaman lapisan ketiga yaitu antara

6,33 meter, diinterpretasikan sebagai lempung pasiran. Pada lapisan keempat, nilai tahanan jenis 315-1293 Ωm (dengan warna jingga hingga ungu). Lapisan keempat diinterpretasikan sebagai batu gamping. Lapisan batu gamping inilah yang diduga sebagai bidang gelincir. Lapisan batu gamping ini memiliki nilai tahanan jenis yang lebih besar daripada lapisan lain. Hal ini menunjukkan bahwa lapisan tersebut merupakan lapisan yang lebih kedap air dibandingkan dengan lapisan yang lain. Jadi, hasil pengukuran geolistrik pada lintasan 3 ini sangat dipengaruhi oleh keberadaan air dalam batuan. Pada lintasan ke 3 belum dapat menduga kedalaman bidang gelincir dikarenakan lintasan yang memotong lereng sehingga hasil yang diperoleh pada lintasan ke 3 adalah lebar bidang gelincir sebesar 35 meter. Bidang gelincir ini terlihat pada jarak lintasan 15 meter hingga 50 meter. Penentuan lintasan yang memotong lereng dikarenakan tanda-tanda akan terjadinya longsor tidak hanya di satu titik saja melainkan di berbagai titik. Lereng lokasi penelitian 3 di Dusun Dukuh ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Lereng Lokasi Penelitian 3 di Dusun Dukuh

Berdasarkan Gambar 7 lereng penelitian di Dusun Dukuh memiliki ketinggian 470-510

meter di atas permukaan laut (mdpl), sedangkan panjang lereng 200 meter, sehingga kemiringan lereng Dusun Dukuh sebesar 20% dengan klasifikasi kemiringan lereng adalah agak curam. Jika dibandingkan lereng pada Dusun Jetis dan Dusun Jati, lereng pada Dusun Dukuh ini memiliki tingkat kerentanan yang lebih tinggi berdasarkan besar kemiringannya.

Hasil yang didapatkan dari *Software Res2dinv* menunjukkan warna biru, hijau, kuning, dan ungu yang mewakili beberapa nilai resistivitas batuan yang diukur. Dapat dideskripsikan bahwa sistem perlapisan yang terdapat pada Dusun Jetis, Dusun Jati, dan Dusun Dukuh Desa Gerbosari yaitu lempung dengan rentang nilai resistivitas 0,345 – 18,3 Ωm , lempung pasiran dengan rentang nilai resistivitas 9,55 – 389 Ωm , batu gamping dengan rentang nilai resistivitas 315 – 2171 Ωm dan batu andesit dengan rentang nilai resistivitas 147 – 489 Ωm . Dengan melihat adanya perbedaan nilai resistivitas batuan, peneliti dapat mengetahui struktur bawah permukaan dan bidang gelincir pada daerah penelitian. Untuk bidang gelincir ditunjukkan dengan rentang nilai tahanan jenis yang tinggi yaitu sebesar 147 hingga 2171 Ωm .

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan penampang 2 dimensi dan interpretasi data dengan metode geolistrik tahanan jenis maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dapat dideskripsikan bahwa sistem perlapisan yang terdapat pada Dusun Jetis,

Dusun Jati, dan Dusun Dukuh Desa Gerbosari adalah lempung dengan rentang nilai resistivitas 0,345 – 18,3 Ωm , lempung pasir dengan rentang nilai resistivitas 9,55 – 389 Ωm , batu gamping dengan rentang nilai resistivitas 315 – 2171 Ωm dan batu andesit dengan rentang nilai resistivitas 147 – 375 Ωm .

2. Bidang gelincir pada lintasan pertama berupa batuan andesit dengan nilai tahanan jenis 147 Ωm – 489 Ωm dengan kedalaman 7,19 – 8,50 meter. Bidang gelincir pada lintasan kedua berupa batu gamping dengan nilai tahanan jenis 389 – 2171 Ωm dengan kedalaman 6,33 – 8,50 meter. Bidang gelincir pada lintasan ketiga ke 3 belum dapat diduga kedalamannya dikarenakan lintasan yang memotong lereng sehingga hasil interpretasi berupa lebar bidang gelincir sebesar 35 meter.

Saran

Untuk penelitian berikutnya agar diperoleh hasil yang lebih akurat maka diharapkan untuk mengambil data dengan lintasan yang lebih panjang sehingga mendapatkan struktur bawah permukaan yang lebih dalam. Selain itu, perlu data dukung seperti data bor untuk membantu dalam interpretasi.

DAFTAR PUSTAKA

Darsono dkk . (2012). Identifikasi Bidang Gelincir Pemicu Bencana Tanah Longsor Dengan Metode Resistivitas 2 Dimensi Di Desa Pablengan Kecamatan Matesih Kabupaten Karanganyar. *Indonesian Journal of Applied Physics (2012) vol. 2 no. 1*. Halaman 58.

Linangkung Erfanto. (2015). *Waspada 229 Desa di DIY Rawan Longsor*. Diakses dari <http://www.sindonews.com/> pada tanggal 16 Februari 2015, jam 12.30 WIB

Nandi. (2007). Longsor. *Handouts Jurusan Pendidikan Geografi*. Bandung: UPI.

Rahman, Aulia dkk (2013). Pemetaan Area Rawan Longsor Di Daerah Songgoriti Kecamatan Batu Kota Batu Dengan Menggunakan Metode Geolistrik Wenner. *Skripsi*. Malang: Jurusan Fisika Universitas negeri malang.

Utomo Wiji Yunanto. (2014). *Tanah Longsor Bencana Paling Mematikan Tahun 2014*. Diakses dari <http://kompas.com/> pada tanggal 16 Februari 2015, jam 12.30 WIB

Wakhidah, N dkk. (2014). Identifikasi Pergerakan Tanah Dengan Aplikasi Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner-Schlumberger di Deliksari Gunung Pati Semarang. *Unnes Physics journal*. Prodi fisika. Fmipa. Universitas Negeri Semarang. Hlm. 2.