

Aplikasi Metoda Resistivitas Untuk Identifikasi Litologi Batuan Sebagai Studi Awal Kegiatan Pembangunan Pondasi Gedung

Syamsurizal, Cari, Darsono

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sebelas Maret Surakarta

Received 09-09-2012, Revised 02-10-2012, Accepted 07-10-2012, Published 29-10-2012

ABSTRACT

Application of geoelectrical resistivity method has been made for civil engineering application using Schlumberger configuration as part of preliminary studies in designing building foundation plan. The geoelectric investigation was conducted at the Sari Petojo land, covering an area of ± 4500 m², at the roundabout Purwosari, Laweyan District, Surakarta, Central Java. The geoelectric measurements were performed using OYO McOhm Model 2119C E1 at three points, namely TSP1, TSP2, and TSP3. Processing and interpretation of the data are conducted using software PROGRESS Ver. 3.0. The interpretation results reveal that beneath TSP1 there are 7 layers of rock vary between 0 - 90 m depth. The resistivity value ρ varies between 2,73 – 1935,68 Ω .m contained within layer thicknesses that vary from 2 to 40 m. There are 10 layers detected beneath TSP2 from the surface down to 20 m, whereas ρ varies from 0,53 to 132,85 Ω .m whose thicknesses range from 0,5 to 10 m. Beneath TSP3, there are 12 layers at depths of 0 – 50 m, where ρ varies between 0,18 – 377,63 Ω .m. By using a conversion table of resistivity and rock materials, lithology identification at TSP1 yields that the layers are dominated by wet clay, sand tuff, and sedimentary rocks. TSP2 is dominated by layers of sand-clay, dry clay, and sedimentary rocks. TSP3 is dominated layers of dry sandy loam soil, sediment, and dry sandy soil.

Key words: foundation, lithology, resistivity method, Schlumberger configuration

ABSTRAK

Penerapan geolistrik telah dilakukan untuk kegiatan dibidang teknik sipil dengan menggunakan metode resistivitas konfigurasi Schlumberger sebagai bagian studi awal kegiatan pembangunan pondasi gedung bertingkat. Kegiatan investigasi dilakukan di areal terbuka tanah Sari Petojo, luas ± 4500 m², di Bunderan Purwosari, Kecamatan Laweyan, Surakarta, Jawa Tengah. Pengukuran Geolistrik dilakukan dengan menggunakan seperangkat alat OYO model McOhm E1 2119C pada tiga titik, yaitu TSP1, TSP2, dan TSP3. Proses pengolahan dan analisis serta interpretasi data dilakukan dengan menggunakan *software* PROGRESS Ver. 3.0. Dari hasil proses, analisis dan interpretasi data, diperoleh : TSP1 terdeteksi 7 lapisan batuan tersebar pada kedalaman 0 – 90 m, dengan sebaran harga ρ antara 2,73 – 1935,68 Ω .m, dan ketebalan lapisan dari 2 – 40 m. TSP2 : 10 lapisan tersebar pada kedalaman dari permukaan hingga 20 m, dengan sebaran harga ρ antara 0,53 – 132,85 Ω .m, ketebalan lapisan antara 0,5 – 10 m. Dan TSP3 terdeteksi 12 lapisan tersebar pada kedalaman dari permukaan hingga 50 m dengan sebaran harga ρ antara 0,18 – 377,63 Ω .m. Dengan menggunakan tabel konversi resistivitas batuan, diidentifikasi litologi batuan pada : TSP1 didominasi oleh lapisan lempung basah, Pasir Tufan, batuan sedimen. TSP2 didominasi oleh lapisan pasir lempungan, lempung kering dan batuan sedimen. TSP3 didominasi lapisan : tanah lempung berpasir kering, batuan sedimen dan tanah berpasir kering.

Kata Kunci : Pondasi, litologi, metode resistivitas, konfigurasi Schlumberger

PENDAHULUAN

Dalam bidang teknik sipil dikenal istilah pondasi, yaitu suatu bangunan yang dibangun untuk penopang/landasan dari bangunan utama. Secara umum untuk membuat bangunan bertingkat (bangunan bertingkat lebih dari 2 lantai), diperlukan pondasi yang kokoh dan stabil. Pondasi yang stabil dibangun di atas batuan keras di bawah permukaan tanah dengan kedalaman tertentu sesuai dengan kekuatan daya topang tanah dari beban bangunan yang direncanakan. Pengertian pondasi adalah struktur bagian bawah bangunan yang berhubungan langsung dengan tanah, atau bagian bangunan yang terletak di bawah permukaan tanah yang berfungsi memikul beban bangunan di atasnya, disamping untuk bisa menjamin kestabilan bangunan terhadap beratnya sendiri, beban-beban bangunan (beban/isi bangunan) gaya-gaya luar (tekanan angin, gempa bumi, dll) dan yang tidak kalah penting adalah tidak boleh terjadi penurunan level melebihi batas yang diijinkan. Secara prinsip, pondasi: 1. harus sampai mencapai tanah keras, 2. Apabila tidak ditemukan tanah keras harus dilakukan pemadatan/perbaikan tanah^[1].

Untuk mengetahui kondisi di bawah permukaan tanah berkaitan dengan pembangunan pondasi, diperlukan investigasi dan identifikasi litologi batuan. Selama ini investigasi di area rencana pondasi dilakukan dengan beberapa cara, yaitu *Standard Penetration Test* (SPT), *Boring*, dan *Sondir*, serta kombinasi dari ketiga metode tersebut sebagai pembanding dan pelengkap.^[2]

Untuk melakukan pendugaan lapisan batuan bawah tanah di areal Sari Petojo, maka penulis melakukan penelitian ini, yaitu melakukan investigasi dan identifikasi litologi batuan di areal Sari Petojo dengan metode geolistrik resistivitas dengan menggunakan konfigurasi Schlumberger (GRS) untuk keperluan studi awal kegiatan pembangunan pondasi bangunan bertingkat.^[3]

Geolistrik resistivitas dengan konfigurasi Schlumberger (GRS) merupakan salah satu metode geolistrik dengan susunan elektroda tertentu yang dapat mendeteksi, mengukur, dan menduga keberadaan jenis material di bawah permukaan bumi. Hasil interpretasi GRS berupa litologi batuan berdasarkan nilai resistivitas perkedalaman^{[4][5]}.

Beberapa aplikasi yang menggunakan metode geolistrik resistivitas diantaranya adalah investigasi keberadaan akuifer (air) di bawah permukaan tanah^[6], batubara^[7], identifikasi bidang gelincir penyebab tanah longsor^[8], dan identifikasi situs purbakala^[9].

Metoda GRS mengukur sifat kelistrikan material bumi dengan menginjeksikan arus ke dalam tanah sehingga didapatkan besaran tegangan V dan arus I yang dikonversi ke dalam bentuk resistivitas semu ρ_a dengan menggunakan prinsip Hukum Ohm^[10]. Nilai resistivitas semu sebagai fungsi konfigurasi pengukuran kemudian diinversi secara numerik ke dalam bentuk model resistivitas sesungguhnya terhadap kedalaman^[11].

Metode geolistrik resistivitas didasarkan pada pengukuran resistivitas listrik atau (kebalikannya, konduktivitas listrik, σ) suatu bahan yaitu :

$$\rho = \frac{1}{\sigma} = \frac{RA}{l} \quad (1)$$

dengan R adalah tahanan listrik bahan (satuan, Ω) ; ρ (rho) adalah resistivitas listrik bahan ($\Omega.m$); σ adalah konduktivitas bahan ($1/\Omega.m$); A adalah luas penampang bahan (m^2); l adalah panjang bahan (m). Berdasarkan teori dasar geolistrik resistivitas,^[12] distribusi potensial di bawah permukaan yang disebabkan oleh sumber titik di permukaan akan berupa ruang setengah bola yang dapat dituliskan sebagai berikut:

$$V(r) = \frac{\rho I}{2\pi r} \tag{2}$$

dengan $V(r)$ adalah distribusi potensial sebagai fungsi (r , jarak dari pusat sumber di permukaan ke jangkauan setengah bola di dalam bumi). Untuk kasus real di mana digunakan dua elektroda arus $C1(+)$ dan $C2(-)$ di permukaan terbentang sebelah kiri dan kanan titik pusat O dengan jarak r_{C1} dan r_{C2} maka diperoleh persamaan (3) seperti berikut ini,

$$V(r) = \frac{\rho I}{2\pi} \left\{ \frac{1}{r_{C1}} - \frac{1}{r_{C2}} \right\} \tag{3}$$

Untuk konfigurasi dengan 2 pasang elektroda, masing-masing pasangan elektroda arus ($C1$ dan $C2$) dan pasangan elektroda tegangan ($P1$ dan $P2$) seperti terlihat pada Gambar 1, maka beda potensial antara titik $P1$ dan $P2$ dinyatakan dalam persamaan (4),

$$\Delta V = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{C1P1} - \frac{1}{C1P2} - \frac{1}{C2P1} + \frac{1}{C2P2} \right) \tag{4}$$

Sehingga persamaan (2) dapat ditulis kembali resistivitas semu (harga ρ yang merupakan representasi nilai resistivitas bawah tanah yang bervariasi ke dalam satu nilai homogen) dalam bentuk,

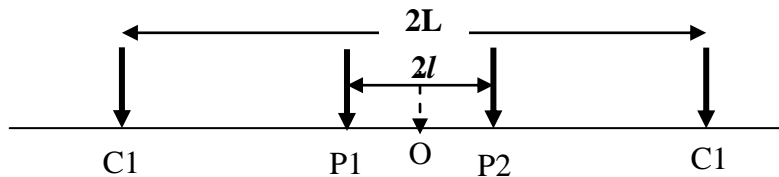
$$\rho_s = K \frac{\Delta V}{I} \tag{5}$$

K adalah faktor geometris yang tergantung pada posisi/konfigurasi keempat elektroda, sehingga,

$$K = 2\pi / \left(\frac{1}{C1P1} - \frac{1}{C2P1} - \frac{1}{C1P2} + \frac{1}{C2P2} \right) \tag{6}$$

Konfigurasi Schlumberger merupakan susunan dan posisi elektroda seperti pada Gambar 1 berikut ini, dengan K berbentuk persamaan seperti berikut ini,

$$K = \pi(L^2 - l^2) / 2l \tag{7}$$



Gambar 1. Konfigurasi Schlumberger, $P1, P2$ sebagai elektroda potensial dan $C1, C2$ sebagai elektroda arus

Sehingga harga resistivitas semu untuk konfigurasi Schlumberger dapat ditulis dari (5) menjadi :

$$\rho_s = \pi \frac{(L^2 - l^2)}{2l} \frac{\Delta V}{I} \tag{8}$$

METODE

Kegiatan Penelitian ini dilakukan di suatu lahan terbuka, luas lebih kurang 4500 m² dan siap untuk dibangun sebuah gedung bertingkat, di kawasan Solo kota, tepatnya di koordinat : 07° 33' LS dan 111° 52' BT di bekas kompleks bangunan lama Sari Petojo yang berlokasi di Purwosari, Solo, Jawa Tengah (Gambar 2). Penelitian ini merupakan bagian dari studi awal desain pondasi yaitu investigasi dan identifikasi litologi

batuan/tanah. Peralatan yang digunakan ialah resistivimeter OYO Model McOhm El 2119C. Susunan elektroda yang digunakan dalam penelitian ini adalah konfigurasi Schlumberger yang dianggap lebih tepat untuk pengukuran kedalaman/vertikal, di samping konfigurasi Wenner, hal ini karena dua konfigurasi tersebut relatif lebih sensitif pada variasi vertikal/kedalaman dibanding pada variasi horisontalnya.^{[13][14]}



Gambar 2. (color online) Lokasi Penelitian, areal garis-putus kuning. (GoogleMaps2013).

Penelitian ini melakukan kegiatan pengukuran tiga titik, yaitu: TSP1 di tengah, TSP2 di barat dan TSP3 di daerah selatan lahan ditunjukkan dengan bintang pada Gambar 2.

Masing-masing titik dilakukan pengukuran dan pengambilan data dengan mengamati harga V dan I pada tampilan *resistivimeter*, pada variasi posisi elektroda $C1$ dan $C2$ yang dibentangkan kiri dan kanan segaris dan melewati pusat O , Gambar 1, dengan variasi jarak dari $(OC1 = OC2) = 0,5$ m, 1m, 2m, 4m, s/d 80 m (25x pengukuran), sehingga diperoleh bentangan sepanjang jarak $C1$ ke $C2$, 160 m. Dan posisi/letak $P1$ dan $P2$ dipasang juga segaris dengan $C1$ dan $C2$ dengan 3 variasi jarak, $OP1 = OP2 = 0,5$ m, 5 m dan 10 m. Ketiga hasil pengukuran tersebut masing-masing dicatat dalam bentuk tabel. Diharapkan nantinya terdapat tiga macam hasil identifikasi litologi (ρ lapisan batuan) untuk masing-masing titik TSP1, TSP2 dan TSP3.

Data hasil pengukuran geolistrik tiga titik tersebut kemudian diproses, dianalisis dan diinterpretasikan menggunakan *software* PROGRESS (ver 3.0), Gambar 3 bentuk Litologi (dalam ρ) ditunjukkan pada gambar-4 yang mengidentifikasi susunan lapisan tanah di masing-masing titik/daerah lokasi penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengolahan data dengan menggunakan *software* PROGRESS Ver. 3.0, diperoleh, nilai resistivitas pada lapisan yang terdeteksi, ketebalan masing-masing lapisan dan kedalaman lapisan membentuk litologi tanah (dalam ρ) untuk masing-masing titik : TSP1, TSP2 dan TSP3, ditunjukkan pada Tabel 1 berikut ini,.

Tabel 1. Hasil proses data dengan *Software* PROGRESS ver. 3.0 untuk TSP1, TSP2 dan TSP3.

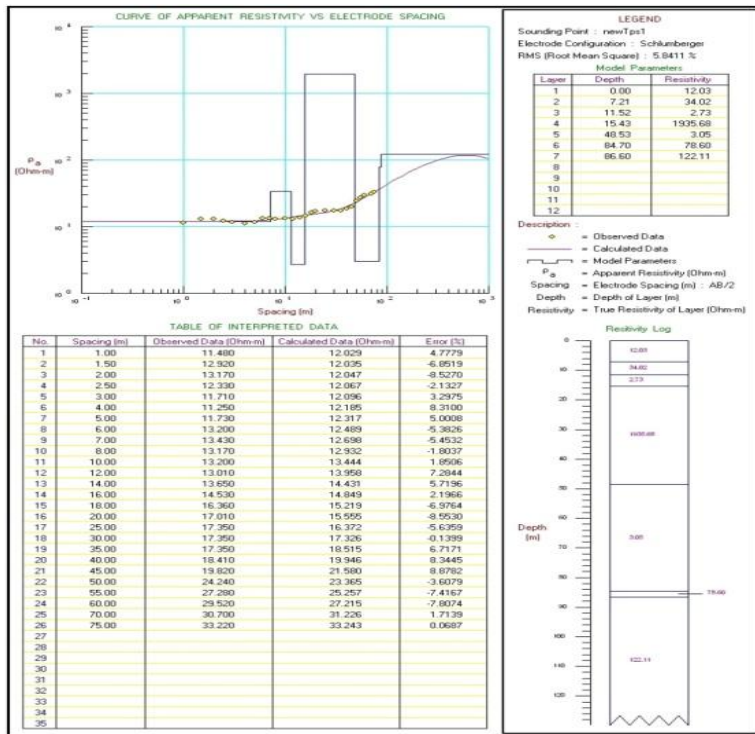
Sounding Point : newTps1 Electrode Configuration : Schlumberger RMS (Root Mean Square) : 5.8411 % Model Parameters	Sounding Point : newTsp2 Electrode Configuration : Schlumberger RMS (Root Mean Square) : 2.8192 % Model Parameters	Sounding Point : newTsp3 Electrode Configuration : Schlumberger RMS (Root Mean Square) : 2.8589 % Model Parameters																																																																																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Layer</th> <th>Depth</th> <th>Resistivity</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0.00</td><td>12.03</td></tr> <tr><td>2</td><td>7.21</td><td>34.02</td></tr> <tr><td>3</td><td>11.52</td><td>2.73</td></tr> <tr><td>4</td><td>15.43</td><td>1935.68</td></tr> <tr><td>5</td><td>48.53</td><td>3.05</td></tr> <tr><td>6</td><td>84.70</td><td>78.60</td></tr> <tr><td>7</td><td>86.60</td><td>122.11</td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Layer	Depth	Resistivity	1	0.00	12.03	2	7.21	34.02	3	11.52	2.73	4	15.43	1935.68	5	48.53	3.05	6	84.70	78.60	7	86.60	122.11	8			9			10			11			12			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Layer</th> <th>Depth</th> <th>Resistivity</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0.00</td><td>12.04</td></tr> <tr><td>2</td><td>1.50</td><td>1.94</td></tr> <tr><td>3</td><td>1.69</td><td>754.02</td></tr> <tr><td>4</td><td>2.06</td><td>0.53</td></tr> <tr><td>5</td><td>2.66</td><td>6.05</td></tr> <tr><td>6</td><td>4.47</td><td>3.80</td></tr> <tr><td>7</td><td>6.01</td><td>132.85</td></tr> <tr><td>8</td><td>7.46</td><td>8.83</td></tr> <tr><td>9</td><td>12.08</td><td>7.31</td></tr> <tr><td>10</td><td>17.61</td><td>59.88</td></tr> <tr><td>11</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Layer	Depth	Resistivity	1	0.00	12.04	2	1.50	1.94	3	1.69	754.02	4	2.06	0.53	5	2.66	6.05	6	4.47	3.80	7	6.01	132.85	8	7.46	8.83	9	12.08	7.31	10	17.61	59.88	11			12			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Layer</th> <th>Depth</th> <th>Resistivity</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0.00</td><td>8.34</td></tr> <tr><td>2</td><td>0.43</td><td>26.24</td></tr> <tr><td>3</td><td>1.06</td><td>33.85</td></tr> <tr><td>4</td><td>1.67</td><td>0.18</td></tr> <tr><td>5</td><td>1.69</td><td>0.74</td></tr> <tr><td>6</td><td>1.76</td><td>2.43</td></tr> <tr><td>7</td><td>2.49</td><td>160.07</td></tr> <tr><td>8</td><td>3.24</td><td>1.17</td></tr> <tr><td>9</td><td>5.59</td><td>2.13</td></tr> <tr><td>10</td><td>9.67</td><td>115.20</td></tr> <tr><td>11</td><td>16.74</td><td>377.63</td></tr> <tr><td>12</td><td>40.27</td><td>24.38</td></tr> </tbody> </table>	Layer	Depth	Resistivity	1	0.00	8.34	2	0.43	26.24	3	1.06	33.85	4	1.67	0.18	5	1.69	0.74	6	1.76	2.43	7	2.49	160.07	8	3.24	1.17	9	5.59	2.13	10	9.67	115.20	11	16.74	377.63	12	40.27	24.38
Layer	Depth	Resistivity																																																																																																																					
1	0.00	12.03																																																																																																																					
2	7.21	34.02																																																																																																																					
3	11.52	2.73																																																																																																																					
4	15.43	1935.68																																																																																																																					
5	48.53	3.05																																																																																																																					
6	84.70	78.60																																																																																																																					
7	86.60	122.11																																																																																																																					
8																																																																																																																							
9																																																																																																																							
10																																																																																																																							
11																																																																																																																							
12																																																																																																																							
Layer	Depth	Resistivity																																																																																																																					
1	0.00	12.04																																																																																																																					
2	1.50	1.94																																																																																																																					
3	1.69	754.02																																																																																																																					
4	2.06	0.53																																																																																																																					
5	2.66	6.05																																																																																																																					
6	4.47	3.80																																																																																																																					
7	6.01	132.85																																																																																																																					
8	7.46	8.83																																																																																																																					
9	12.08	7.31																																																																																																																					
10	17.61	59.88																																																																																																																					
11																																																																																																																							
12																																																																																																																							
Layer	Depth	Resistivity																																																																																																																					
1	0.00	8.34																																																																																																																					
2	0.43	26.24																																																																																																																					
3	1.06	33.85																																																																																																																					
4	1.67	0.18																																																																																																																					
5	1.69	0.74																																																																																																																					
6	1.76	2.43																																																																																																																					
7	2.49	160.07																																																																																																																					
8	3.24	1.17																																																																																																																					
9	5.59	2.13																																																																																																																					
10	9.67	115.20																																																																																																																					
11	16.74	377.63																																																																																																																					
12	40.27	24.38																																																																																																																					

Tabel 1 merupakan komponen hasil yang ditampilkan PROGRESS ver. 3.0. sedangkan hasil proses data geolistrik sesungguhnya ditampilkan dalam satu halaman Gambar 3 terdiri dari : 1). grafik/kurva hubungan antara posisi elektroda dan nilai resistivitasnya, 2). Tabel Interpretasi Data, 3). Tabel Model Parameter (Tabel 1) yang menunjukkan jumlah lapisan yang terdeteksi, kedalaman lapisan dengan harga resistivitasnya. 4). adalah tampilan litologi (dalam ρ) yang menggambarkan struktur batuan di bawah permukaan tanah pada posisi titik yang di lakukan pengukuran yang menggambarkan/sesuai dengan tabel model parameternya.

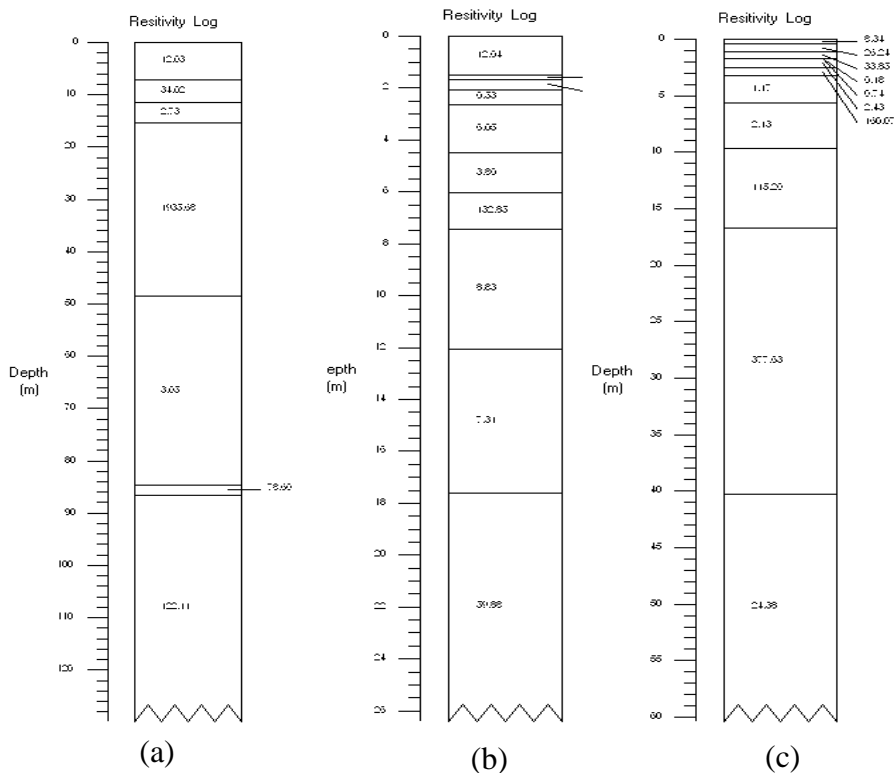
Sebagai hasil, pada Gambar 4.a). adalah menjelaskan litologi (ρ) hasil pengolahan dan interpretasi data di bawah titik TSP1, terdeteksi 7 lapisan dengan harga (ρ, d) sbb. : 12,03, (0 – 7,21m); 34,02 (7,21 – 11,52m); 2,73 (11,52 – 15,43m); 1935,68 (15,43 – 48,53m); 3,05 (48,53 – 84,70m); 78,60 (84,70 – 86,60m); 122,11 di kedalaman >86,60 m dari permukaan tanah (0 m).

Gambar 4.b). menjelaskan litologi (ρ) di bawah titik TSP2. Terdeteksi 10 lapisan dengan masing-masing harga (ρ, d) sbb. : 12,04, (0 – 1.5m); 1,94, (1,5 – 1.,69m); 754,02 (1.,69 – 2,06m); 0,53 (2,06 – 2,66m); 6,05 (2,66 – 4,47m); 3,80, (4,47 – 6,01m); 132,85, (6,01 – 7,46m); 8,83, (7,46 – 12,08m); 7,31, (12,08 – 17,61m); 59,88 di kedalaman > 17,61 m dari permukaan tanah.

Gambar 4.c). menunjukkan litologi (ρ) di bawah titik TSP3. Terdeteksi 12 lapisan dengan harga (ρ, d) sbb. : 8,34 (0 – 0.,43m); 26,24 (0,43 – 1,06m), 33,8 (1,06 – 1,67m); 0,18 & 0,74 (1,67 – 1,76m); 2,43 (1,76 – 2,49m); 160,07 (2,49 - 3,24m); 1,17 (3,24 – 5,59m); 2,13(5,59 - 9,67m; 115,20(9,67 - 16,74m); 377,63 (16,74 - 40,27m); 24,38 (> 40,27m).



Gambar 3. (color online) Tampilan Hasil Proses menggunakan PROGRESS (berupa Litologi (ρ) batuan dengan informasi kedalaman dan resistivitasnya)



Gambar 4. Litologi (ρ) hasil proses dan interpretasi TPS1(a), TPS2(b) dan TPS3(c) dengan menggunakan software PROGRESS ver.3.0

Berdasarkan informasi dari peta geologi, daerah Solo kota termasuk dalam satuan batuan Aluvium, artinya kandungan batuan di bawah permukaan tanahnya terdiri dari komponen-komponen : lempung (*clay*), lumpur (*mud*), lanau (*silt*), pasir (*sand*), kerikil (*gravel*), kerakal (*pobble*) dan berangkal (*cobble*)^[15].

Dari litologi (ρ) Gambar 4 di atas dengan masing-masing nilai ρ -nya kemudian dikonversi ke tabel harga resistivitas batuan vs jenis/nama batuan^[14], maka diperoleh litologi batuan hasil konversi seperti pada Tabel 2 berikut ini,

Tabel 2. Hasil konversi harga resistivitas dengan litologi (nama/jenis batuan)

	Lapisan	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	Rho ($\Omega.m$)	Litologi
TSP1	1	0	0 - 7,21	12,03	Top Soil, Lempung
	2	7,21	7,21 - 11,21	34,02	Lempung berpasir
	3	11,52	11,21 - 15,43	2,73	Batu pasir
	4	15,43	15,43 - 48,53	1935,7	Brangkal (cobble)
	5	48,53	48,43 - 84,70	3,05	Batu pasir
	6	84,70	84,70 - 86,60	78,60	Lempung berpasir
	7	86,60	86,60 - 120,0	122,11	Kerikil (gravel)
Tsp2	Lapisan	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	Rho ($\Omega.m$)	Litologi
	1	0	0 - 1,50	12,04	Top Soil, Lempung
	2	1,50	1,50 - 1,69	1,95	Batu pasir
	3	1,69	1,69 - 2,06	754,02	Batuan lempung berpasir
	4	2,06	2,06 - 2,66	0,53	Lempung basah
	5	2,66	2,66 - 4,47	6,05	Batu pasir
	6	4,47	4,47 - 6,01	3,90	Batu pasir
	7	6,01	6,01 - 7,46	132,85	Kerikil (gravel)
	8	7,46	7,46 - 12,08	8,83	Batu pasir
	9	12,08	12,08 - 17,61	7,31	Batu pasir
10	17,61	17,61 - 25,0	59,88	Lempung berpasir	
Tsp3	Lapisan	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	Rho ($\Omega.m$)	Litologi
	1	0	0 - 0,43	8,34	Top Soil, batu pasir
	2	0,43	0,43 - 1,06	26,24	Lempung berpasir
	3	1,06	1,06 - 1,67	33,85	Lempung berpasir
	4	1,67	1,67 - 1,69	0,18	Lempung basah
	5	1,69	1,69 - 1,76	0,74	Lempung basah
	6	1,76	1,76 - 2,49	2,43	Batu pasir
	7	2,49	2,49 - 3,24	160,07	Kerikil (gravel)
	8	3,24	3,24 - 5,59	1,17	Batu pasir
	9	5,59	5,59 - 9,67	2,13	Batu pasir
	10	9,67	9,67 - 16,74	115,20	Batu kerikil
	11	16,74	16,74 - 40,27	377,63	Batuan lempung
12	40,27	40,27 - 60,0	24,38	Lempung berpasir	

KESIMPULAN

Dari hasil kegiatan penelitian di atas, dapat disimpulkan sebagai berikut :

Pada TSP1 & TSP2 memiliki lapisan permukaan (*top soil*) yang sejenis, yaitu berupa lempung, sedangkan pada TSP3 berupa batu pasir. *Top soil* di TSP1 relatif lebih tebal ($\pm 7m$) dibanding dengan *top soil* di TSP2 ($\pm 1,5m$), di TSP3 hanya sekitar 0,5m. TSP1 didominasi batuan/tanah lempung berpasir, batu pasir, brangkal dan krikil. Di TSP2 didominasi tanah/batuan pasir, lempung berpasir, dan kerikil. Sedangkan di bawah TSP3 lapisan didominasi tanah/batuan pasir, lempung berpasir, lempung dan kerikil.

Berdasarkan ukuran ketebalan lapisan di bawah *top soil*, pada TSP1 didominasi oleh lapisan batu pasir ($\pm 40m$), kerikil ($\pm 34m$), brangkal ($\pm 33m$), lempung berpasir ($\pm 6m$) Di TSP2, di dominasi oleh batu pasir ($\pm 16m$), lempung berpasir ($\pm 8m$), krikil ($\pm 1,5m$) dan

batuan lempung berpasir ($\pm 1\text{m}$). Di TSP3, batuan lempung ($\pm 24\text{m}$), lempung berpasir ($\pm 21\text{m}$), batu pasir ($\pm 7\text{m}$), kerikil ($\pm 7\text{m}$), lempung kurang dari 1m.

Secara keseluruhan dari tiga titik pengamatan tersebut dapat disimpulkan, bahwa “litologi” hingga kedalaman $\pm 80\text{m}$, Litologi batuan di areal Sari Petojo “diduga” terdiri dari lapisan dari batuan pasir, lempung berpasir, lempung, krikil dan brangkal. Hal ini tidak jauh berbeda dari kandungan satuan batuan Aluvium yang terdapat pada daerah solo dan sekitarnya

DAFTAR PUSTAKA

- 1 (Anonimus, PSD III Desain Arsitektur- UNDIP). prints.undip.ac.id/.../pengertian_dan_macam_pondasi..., File Format: PDF/Adobe Acrobat by Y Solikhati – 2011. (diakses, tanggal 21 Januari 2013)
- 2 Studi *Stabilitas dan Desain Perkuatan Pondasi Jembatan Ir. Soekarno di Manado*. digilib.itb.ac.id/.../jbptitbpb-gdl-liafrillyn-27747-4. (diakses, tgl. 31 Januari 2013).
- 3 Pierwola, J., Badera, J., Mirkowski, Z. 2011. Identification of Geotechnical in Areas of Former Shallow Mining Activity Using Geoelectrical Method, *E-Journal Springer, Geophysics in Mining and Environmental Protection, Geoplanet : Earth and Planetary Sciences* Vol. 2, pp.91-100.
- 4 Kunetz, G. 1966. *Principle of Direct Current Resistivity Prospecting*, p 103. Gebruder Borntraeger, Berlin.
- 5 Griffith, D.H., and Barker, R.D. 1993. Two dimension resistivity imaging and modeling in areas of complex geology. *Journal. Appl. Geophysics*, 29: 211-226.
- 6 Danielsen JE, dkk. 2008. Geophysical and Hydrogeological Investigations the Groundwater, *International Journal*.
- 7 Azhar dan Handayani G, 2004. *Penerapan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger untuk Penentuan Tahanan Jenis Batubara*, Jurnal Natur Indonesia 6(2): 122-126 (2004), ISSN 1410-9379
- 8 Darsono, Nurlaksito B, Legowo B, 2012. Identifikasi Bidang Gelincir Pemicu Bencana Tanah Longsor dengan metode Resistivitas 2- Dimensi di Desa Pablengan Kecamatan Matesih Kabupaten Karanganyar. *Indonesia Journal of Applied Physics*, Vol. 02 No 1.
- 9 Jayanti, DS., Darsono, Legowo, B. *Identifikasi Situs Candi Bukit Carang, karanganyar Menggunakan Metoda Geolistrik Tahanan Jenis*, IJAP Vol. 02/no 1/April 2012.
- 10 Hendrajaya, L., Arif, I., 1990, *Geolistrik Tahanan Jenis*, Laboratorium Fisika Bumi, Jurusan Fisika FMIPA, ITB.
- 11 Waluyo. 2005. Buku Panduan Workshop Geofisika 2005, Karangsambung, 15-24 Agustus 2005, Lab Geofisika, Program Studi Geofisika, UGM, Yogyakarta.
- 12 Aizebeokhai, A.P., 2010, *2D and 3D geoelectrical resistivity imaging: theory and field design*, Scientific Research and Essays, Dec 2010, <http://www.Academicjournals.org/SRE>, Academic Journals, ISSN 1992-2248
- 13 Grant, F.S., West, G.F. 1965. *Interpretation Theory in Applied Geophysics*, McGraw-Hill, New York.
- 14 Reynolds, J.M. 1998. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. New York: John Willey and Sons.
- 15 Surono, B., Toha, Sudarta, I. 1992. *Peta Geologi Lembar Surakarta – Giritontro, Jawa*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (PPPG), Bandung.