Identifikasi Lapisan Tanah Keras pada Lahan Gambut Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis

Dian Rahmawati^{a*} dan Zulfian^a

^aProdi Geofisika, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Tanjungpura

Jalan Prof. Dr. H. Nawawi, Pontianak, Indonesia

*Email : diaanrahmaa@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang identifikasi lapisan tanah keras pada lahan gambut di daerah Parit Haji Husein II Kecamatan Pontianak Tenggara Kota Pontianak. Penelitian ini dapat digunakan sebagai informasi awal untuk perencanaan peletakan pondasi bangunan pada daerah bergambut. Metode yang digunakan adalah metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi *Wenner-Schlumberger*. Pengambilan data geolistrik dilakukan pada 3 lintasan yang masing-masing memiliki panjang lintasan 195 m. Berdasarkan hasil analisa penampang dari ketiga lintasan, daerah tersebut tersusun dari tanah gambut, lempung, dan pasir. Lapisan tanah keras berada pada kedalaman 13 m hingga 39,4 m yang diduga lapisan pasir dengan nilai tahanan jenis sebesar $0,176 \Omega\text{m} - 6,45 \Omega\text{m}$.

Kata Kunci : *lapisan tanah keras, geolistrik tahanan jenis, Wenner-Schlumberger*

1. Latar Belakang

Sebagian besar Kota Pontianak merupakan lahan gambut (*peat*) dengan ketebalan yang cukup besar serta bervariasi^[1]. Jenis lahan ini sangat *compressible* (mudah tertekan), serta memiliki potensi *settlement* (penurunan) lapisan yang sangat besar ketika diberi beban di permukaannya^[2]. Hal ini mengakibatkan bangunan yang berdiri di atas perlapisan ini akan sangat mudah mengalami deformasi dan kerusakan. Kondisi ini menjadi salah satu faktor yang mutlak untuk diperhatikan dalam upaya pembangunan dan pengembangan infrastruktur, baik yang diperuntukkan bagi pemukiman, perkantoran maupun jalur transportasi.

Berdasarkan hal tersebut, pondasi dari infrastruktur yang akan dibangun atau dikembangkan harus diletakkan pada lapisan tanah yang berada di bawah struktur tanah gambut. Sebagian wilayah Kota Pontianak, lapisan tanahnya tersusun atas campuran kerikil dan lempung^[1], lapisan alluvium berpasir^[3], lapisan batuan pasir halus^[2] yang cukup stabil untuk dijadikan sebagai pijakan pondasi.

Beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi lapisan tanah yang cukup stabil tersebut^[2]. Namun, berdasarkan tingkat efisiensi serta cakupan wilayah penelitian yang dapat dijangkau, metode yang umum digunakan adalah metode geolistrik tahanan jenis^[2]. Metode ini memanfaatkan sifat tahanan jenis dari batuan bawah permukaan^[4] akibat adanya aliran arus listrik yang melewatinya berdasarkan pada beda potensial yang terukur di permukaan.

Metode geolistrik tahanan jenis dapat memberikan gambaran penampang bawah

permukaan berdasarkan distribusi nilai tahanan jenis batuan, dengan penetrasi kedalaman hingga kurang lebih 100 m di bawah permukaan tanah. Kondisi tersebut dapat dicapai dengan mengatur jarak antar elektroda arus serta beda potensial yang digunakan. Berdasarkan nilai yang terukur, proses pendugaan berdasarkan model matematis yang digunakan akan memberikan gambaran secara 2 (dua) dimensi struktur bawah permukaan lokasi penelitian. Pemodelan dapat dikembangkan untuk jumlah dimensi yang lebih besar.

Berdasarkan hal tersebut di atas, proses identifikasi keberadaan lapisan tanah keras dengan fokus perlapisan secara lateral maupun vertikal dilakukan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi *Wenner-Schlumberger*. Konfigurasi ini dipilih karena kelebihan dari konfigurasi ini yaitu, ketelitian pembacaan tegangan pada elektroda potensial lebih baik dan mampu untuk mendeteksi adanya non homogenitas lapisan batuan pada permukaan. Mengingat tingkat pertumbuhan infrastruktur yang cukup tinggi, daerah Parit Haji Husein II Kecamatan Pontianak Tenggara Kota Pontianak dipilih sebagai lokasi penelitian. Pengetahuan tentang kedalaman lapisan tanah keras tersebut, diharapkan dapat bermanfaat sebagai sumber acuan dalam manajemen konstruksi bangunan.

2. Metodologi

Penelitian ini dilakukan di daerah Parit Haji Husein II, Kecamatan Pontianak Tenggara, Kota Pontianak pada koordinat UTM 49 M 315379 E

9990058 N dengan arah N299°E hingga UTM 49 315225 E 9990191 N membentang dari Tenggara ke arah Barat Laut. Penelitian ini mencakup luas area sebesar 7800 m². Pengambilan data ini dilakukan di tiga lintasan jarak antar elektroda yaitu 5 meter dan jarak antar lintasan 20 meter.

Gambar 1. Lokasi penelitian^[5]

Proses pengambilan data yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan metode geolistrik tahanan jenis dengan menginjeksikan arus listrik di permukaan bumi melalui elektroda arus dan beda potensial yang terukur di permukaan melalui elektroda potensial^[6]. Tahanan jenis yang didapat merupakan tahanan jenis semu yang diperoleh dari pembacaan nilai potensial di permukaan dengan asumsi medium tersebut homogen. Tahanan jenis semu dilambangkan dengan ρ_a dirumuskan pada persamaan (1).

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (1)$$

ΔV pada persamaan (1) adalah:

$$\Delta V = \frac{\rho I}{2\pi} \left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right] \quad (2)$$

Dengan:

ρ_a = tahanan jenis semu (Ωm)

K = faktor geometri

I = kuat arus (A)

ΔV = beda potensial antara P_1 dan P_2 (volt)

r_1 = jarak antar C_1 dan P_1 (m)

r_2 = jarak antar C_2 dan P_1 (m)

r_3 = jarak antar C_1 dan P_2 (m)

r_4 = jarak antar C_2 dan P_2 (m)

Gambar 2. Susunan elektroda pada konfigurasi Wenner-Schlumberger^[7]

K merupakan faktor konfigurasi dari letak kedua elektroda potensial terhadap letak kedua elektroda arus yang disebut dengan faktor geometri. Susunan elektroda yang digunakan dalam pengukuran geolistrik tahanan jenis pada penelitian ini adalah konfigurasi Wenner-Schlumberger. Susunan konfigurasi ini dapat dilihat pada gambar 2.

Konfigurasi Wenner-Schlumberger adalah konfigurasi dengan sistem aturan spasi yang konstan dengan catatan faktor “ n ” untuk konfigurasi ini adalah perbandingan jarak antara elektroda C_1 dan P_1 atau C_2 dan P_2 dengan spasi antara P_1 dan P_2 yang ditunjukkan pada Gambar 2^[8]. Faktor geometri konfigurasi Wenner-Schlumberger sebagai berikut :

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

Interpretasi hasil penelitian dapat dilakukan dengan mengolah nilai tahanan jenis semu sehingga didapatkan nilai tahanan jenis sebenarnya pada lokasi penelitian. Interpretasi ini disesuaikan dengan peta geologi setempat dan mengacu pada nilai tahanan jenis material bumi yang terdapat pada tabel 1:

Tabel 1. Nilai tahanan jenis material bumi⁽¹⁾⁽⁷⁾⁽⁹⁾

Material	Resistivitas (Ωm)
⁽¹⁾ Gambut	13,2 sd. 276
⁽⁷⁾ Lanau	10 sd. 200
⁽⁷⁾ Lempung	1 sd. 10^2
⁽⁷⁾ Batu pasir	1 sd. 10^8
⁽⁷⁾ Air tanah	0,5 sd. 3×10^2
⁽⁷⁾ Kerikil	100 sd. 600
⁽⁹⁾ Pasir	40 sd. 80
⁽⁹⁾ Batu lempung	1 sd. 10
⁽⁹⁾ Pasir bercampur air	0,1 sd. 0,9

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis pada Lintasan Pertama

Lintasan pertama memiliki panjang lintasan 195 m dengan spasi elektroda 5 m, terletak pada koordinat UTM 49 M 315379 E 9990058 N dengan titik akhir lintasan berada pada koordinat UTM 49 M 315199 E 9990156 N. Gambar 3 memperlihatkan penampang 2D bawah permukaan dengan kedalaman yang dicapai adalah 39,4 m. Lintasan pertama memiliki rentangan nilai tahanan jenis dari

0,427 Ωm - 82,1 Ωm dengan iterasi sebanyak 5 kali dan *RMS-error* sebesar 4,4%.

Pada lapisan pertama diidentifikasi sebagai tanah gambut dengan nilai tahanan jenis sebesar 60,4 Ωm - 82,1 Ωm , kedalamannya yang bervariasi dari 2 m hingga 3 m. Lapisan kedua diidentifikasi sebagai tanah lempung dengan nilai tahanan jenis sebesar 6,34 Ωm - 38,7 Ωm berada pada kedalaman 2 m hingga 13 m. Lapisan ketiga diidentifikasi sebagai pasir terdapat sisipan lempung yang mengandung air dengan nilai tahanan jenis sebesar 0,427 Ωm - 6,34 Ωm pada kedalaman 13 m hingga 39,4 m.

Gambar 3. Penampang 2D pada lintasan pertama

3.2 Analisis Pada Lintasan Kedua

Lintasan kedua berjarak 20 m dari lintasan pertama, panjang lintasan 195 m pada titik koordinat UTM 49 M 315389 E 9990078 N dan titik akhir koordinat UTM 49 M 315214 E 9990173 N. Kedalaman yang dicapai hingga 39,4 m, menghasilkan *RMS-error* sebesar 2,4 % pada iterasi ke-5.

Rentang nilai tahanan jenis yang didapat adalah 0,904 Ωm - 88,4 Ωm yang ditunjukkan pada Gambar 4. Lapisan pertama dengan nilai

tahanan jenis sebesar 67,15 Ωm - 88,4 Ωm , diidentifikasi sebagai lapisan gambut dengan ketebalan sekitar 2 m hingga 3m.

Lapisan kedua diidentifikasi sebagai lapisan lempung dengan nilai tahanan jenis sebesar 3,35 Ωm - 45,9 Ωm terdapat pada kedalaman 2 m hingga 13 m. Lapisan ketiga diidentifikasi sebagai pasir yang mengandung air dengan nilai tahanan jenis sebesar 0,904 Ωm - 6,45 Ωm pada kedalaman 13 m hingga 39,4 m.

Gambar 4. Penampang 2D pada lintasan kedua

3.3 Analisis Pada Lintasan Ketiga

Lintasan ketiga terletak pada titik koordinat awal UTM 49 M 315400 E 9990094 N dan titik koordinat akhir UTM 49 315225 E 9990191 N. Dengan panjang lintasan 195 m kedalaman yang dicapai hingga 39,4 m. RMS-error yang dihasilkan sebesar 9,2 % pada iterasi ke-5.

Rentang nilai tahanan jenis yang didapat yaitu 0,176 Ωm – 87,7 Ωm yang ditunjukkan pada gambar 5. Pada lapisan pertama diidentifikasi

sebagai gambut dengan nilai tahanan jenis sebesar 61,9 Ωm – 87,7 Ωm kedalaman yang dicapai berkisar 2 m hingga 3 m.

Lapisan kedua diduga sebagai lempung dengan nilai tahanan jenis sebesar 4,32 Ωm – 61,9 Ωm terdapat pada kedalaman 2 m hingga 13 m. Lapisan ketiga diduga sebagai lapisan pasir yang tercampur dengan lempung terdapat pada kedalaman 13 m hingga 39,4 m dan nilai tahanan jenis sebesar 0,176 Ωm – 6,12 Ωm .

Gambar 5. Penampang model 2D pada lintasan ketiga

3.4 Analisis Lapisan Tanah Keras

Pada Lintasan pertama, kedua dan ketiga lapisan tanah keras terdapat pada kedalaman 13 m hingga 39,4 m dengan nilai tahanan jenis masing-masing sebesar 0,427 Ωm – 4,06 Ωm , 0,904 Ωm – 6,45 Ωm , 0,176 Ωm – 4,32 Ωm .

Lapisan yang diidentifikasi sebagai lapisan tanah keras yaitu pasir yang ditunjukkan pada Gambar 3., Gambar 4., dan Gambar 5. Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Puri dan Ardiansyah (2008) pasir digolongkan dalam lapisan tanah keras. Menurut Chen, 1975 pada penelitian yang dilakukan oleh Virman (2013) pasir mempunyai sifat plastisitas tanah rendah yang berarti pasir tidak terpengaruh oleh kadar air. Pasir tidak mengembang jika kadar air tinggi dan tidak menyusut jika kadar air rendah, hal tersebut disebabkan oleh ukuran butiran pasir yang dapat meloloskan air dengan baik.

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan untuk pondasi bangunan bertingkat pada daerah sekitar penelitian sebaiknya berada pada lapisan pasir dengan kedalaman minimal 13 m. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya retakan atau penurunan bangunan akibat labilnya daya dukung tanah di atas lapisan pasir.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa lapisan tanah keras pada lokasi penelitian diidentifikasi sebagai

lapisan pasir yang terletak pada kedalaman yang bervariasi dari 13 m sampai dengan 39,4 m dengan ketebalan kurang lebih 26 m dan nilai tahanan jenis berkisar antara 0,176 Ωm – 6,45 Ωm .

5. Pengakuan

Penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak Yudha Arman, D.Sc., dan ibu Irfana Diah Faryuni, S.Si., M.Si. yang telah memberikan masukan serta arahan dalam menyelesaikan penelitian.

Daftar Pustaka

- [1] Sirait, F., dan Ihwan, A., Identifikasi Struktur Lapisan Tanah Gambut Sebagai Informasi Awal Rancang Bangunan Dengan Metode Geolistrik 3D, *Jurnal Prisma Fisika*, 02, 36-40, 2015.
- [2] Hidayat, R., dan Sampurno, J., Identifikasi Lokasi Bedrock Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner sebagai Bahan Acuan Perancangan Pondasi Pembangunan Gedung di Daerah Sampit Kalimantan Tengah, *Jurnal Positron*, 02, 41-46, 2015.
- [3] Ramadhaningsih, L., dan Sampurno, J., Identifikasi Struktur Lapisan Bawah Permukaan Lahan Gambut di Desa Arang Limbung Kecamatan Sungai Raya Kabupaten Kubu Raya dengan Metode Tahanan jenis

- Konfigurasi Dipole-Dipole, *Jurnal Unnes*, 02, 29-35, 2017.
- [4] Said, A., Identifikasi Batuan Dasar di Desa Kroyo Karangmalang Kabupaten Sragen Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi *Dipole-Dipole* di Kecamatan Kasihan Kabupaten Bantul, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta, Yogyakarta, 2016. [skripsi]
- [5] Google Earth Pro, Lokasi Penelitian Kecamatan Pontianak Tenggara Kota Pontianak, <http://www.google-earth-pro.id.uptodown.com>, [19 Agustus 2019].
- [6] Vebrianto, S., Eksplorasi Metode Geolistrik: Resistivitas, Polarisasi Terinduksi, dan Potensial Diri, Universitas Brawijaya Press., Malang, 2016.
- [7] Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriiff, R.E., dan Keys, D.A., *Applied Geophysics*, Cambridge University Press., London, 1990.
- [8] Kearey, P., Brooks, M., dan Hill, I., *An Introduction to Geophysical Exploration*, Ed ke-3, Blackweell Science Ltd, USA, 2002.
- [9] Dinas Pertambangan dan Mineral Kalimantan Barat.
- [10] Puri, A., dan Ardiansyah, R., Pemetaan Konsistensi Tanah dan Perkiraan Jenis Pondasi di Kota Pekanbaru, *Jurnal Saintis*, 10, 11-20, 2008.
- [11] Virman, Analisis Data Geolistrik dan Data Uji Tanah untuk Menentukan Struktur Bawah Tanah Daerah Skyland Distrik Abepura Papua, *Jurnal Fisika*, 03, 43-50, 2013.