



## Karakteristik Tanah Berdasarkan Data Sondir Pada Perencanaan Saluran Di Kawasan Huntap Pombewe Kabupaten Sigi

Fiisyatin Rodiah<sup>\*1</sup>, Sri Warliawati<sup>1</sup>, Hardiyanti Sarika<sup>1</sup>, Rizki Amaliah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu, Jalan Soekarno Hatta

\*Penulis korespondensi: fiisyatinrodiah@untad.ac.id

DISUBMIT 20 Mei 2025

DIREVISI 16 Juni 2025

DITERIMA 19 Juni 2025

**ABSTRAK** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik tanah berdasarkan data *Cone Penetration Test* (CPT) sebagai dasar perencanaan saluran di kawasan Huntap Pombewe, Kabupaten Sigi. Data diperoleh dari tiga titik uji sondir (S08, S09, dan S10) dan dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Parameter utama seperti *cone resistance* ( $q_c$ ) dan *sleeve friction* ( $f_s$ ) digunakan untuk mengidentifikasi jenis tanah, kedalaman lapisan keras, serta stabilitas tanah permukaan. Hasil menunjukkan bahwa lapisan tanah keras ditemukan pada kedalaman 3,00–4,20 meter, sedangkan tanah permukaan umumnya tergolong lunak hingga sedang. Kondisi ini mengindikasikan perlunya tindakan stabilisasi, penguatan lereng galian, serta desain saluran yang memperhatikan risiko rembesan dan kelongsoran. Implikasi teknis dari karakteristik tanah ini mencakup penggunaan saluran tipe tertutup dan pemasangan struktur pendukung seperti *sheet pile* atau dinding penahan pada titik-titik dengan tanah lunak dominan. Kajian ini menegaskan pentingnya integrasi data geoteknik dalam mendukung perencanaan infrastruktur yang aman dan berkelanjutan.

**KATA KUNCI:** Karakteristik Tanah; *Cone Penetration Test* (CPT); Perencanaan Saluran.

### 1 PENGANTAR

Analisis karakteristik tanah menggunakan data sondir sangat krusial dalam perencanaan infrastruktur, termasuk pembangunan saluran, khususnya di kawasan seperti Huntap Pombewe, Kabupaten Sigi. *Cone Penetration Testing* (CPT) atau uji sondir memberikan gambaran mendetail tentang kondisi bawah permukaan tanah, yang penting untuk memastikan desain saluran yang aman, stabil, dan sesuai dengan daya dukung tanah di lokasi proyek.

Metode sondir membantu dalam memahami sifat fisik dan mekanik tanah seperti kekuatan geser dan kompresibilitas yang sangat memengaruhi pilihan teknik konstruksi saluran, terutama dalam mengantisipasi penurunan tanah dan kestabilan struktur. Selain itu, integrasi data sondir dengan pendekatan geoteknik dan geofisika lainnya dapat meningkatkan akurasi pemetaan tanah dan mempermudah perencanaan teknis di lapangan.

Pengujian ini juga sangat berguna untuk menilai kekuatan dan stabilitas tanah sebagai dasar dalam menentukan dimensi,

kedalaman galian, serta kebutuhan pondasi lokal pada saluran. Selain itu, data sondir dapat mengidentifikasi variasi lapisan tanah, seperti adanya lapisan lunak, batuan, atau perubahan geologis, yang dapat memengaruhi perilaku saluran dalam jangka panjang [1]. Dalam konteks kawasan rawan gempa seperti Sigi, data sondir juga dapat mendukung perhitungan pengaruh beban gempa terhadap kestabilan tanah dan struktur saluran, mengingat distribusi beban gempa bisa bervariasi pada bagian struktur yang berbeda [2].

Lebih lanjut, pemetaan stratigrafi tanah berdasarkan lapisan geoteknik dari hasil sondir memungkinkan penilaian karakteristik tanah yang lebih rinci. Informasi ini penting untuk mengetahui sejauh mana tanah mampu menopang beban struktur saluran, serta untuk meminimalkan risiko penurunan atau kerusakan akibat perubahan sifat tanah [3].

Integrasi data sondir dengan metode geofisika seperti *Electrical Resistivity Tomography* (ERT) juga dapat memberikan gambaran tiga dimensi terhadap kondisi bawah tanah, sehingga lebih tepat dalam menentukan perlakuan tanah atau pilihan

desain saluran yang sesuai. Kombinasi pendekatan ini mempermudah identifikasi lapisan-lapisan lemah dan memungkinkan perencanaan lebih akurat, termasuk penerapan pondasi dangkal atau penguatan tanah lokal jika dibutuhkan [4]. Selain itu, teknik interpolasi spasial seperti Kriging dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan peta distribusi parameter geoteknik secara dua dimensi, sehingga membantu visualisasi dan keputusan desain [3].

Namun, tantangan tetap ada. Kompleksitas proses sedimentasi tanah, baik karena faktor alamiah maupun aktivitas manusia, dapat menyebabkan perbedaan sifat tanah dalam skala mikro, sehingga interpretasi data harus mempertimbangkan banyak faktor agar desain saluran tidak mengalami kegagalan struktural [5]. Sifat-sifat seperti permeabilitas dan kondisi rembesan air tanah juga harus diperhitungkan, karena dapat memengaruhi kestabilan galian saluran dan risiko keruntuhan dinding tanah. Oleh karena itu, penting untuk menggabungkan data sondir dengan pengamatan rembesan serta pengujian tambahan seperti boring tangan dan uji laboratorium [6].

Pendekatan terpadu semacam ini sangat penting untuk memastikan bahwa saluran yang dirancang tidak hanya sesuai dengan kebutuhan teknis, tetapi juga mampu bertahan dalam kondisi geoteknik yang kompleks di kawasan Huntap Pombewe. Dengan memahami kondisi tanah secara menyeluruh, risiko teknis dalam konstruksi saluran dapat diminimalkan, sehingga menjamin keberlanjutan dan keamanan infrastruktur yang dibangun.

## 2 METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan memanfaatkan data hasil uji *Cone Penetration Test* (CPT) atau sondir dari 3 titik lokasi yang direncanakan untuk pembangunan saluran di kawasan Huntap Pombewe, Kabupaten Sigi.

**Lokasi dan Data.** Penelitian dilakukan di kawasan Hunian Tetap (Huntap) Pombewe, yang termasuk dalam wilayah Kabupaten Sigi, Sulawesi Tengah. Lokasi fokus berada pada 3 titik pengujian sondir (S08, S09, dan S10) yang telah ditentukan untuk kebutuhan perencanaan saluran air di lingkungan hunian tersebut. Data primer yang digunakan berupa hasil uji sondir (CPT) dengan parameter  $qc$  (*cone resistance*) dan  $fs$  (*friction sleeve*).



Gambar 1 Lokasi Pengujian Sondir Perencanaan Infrastruktur Kawasan Huntap Pombewe

**Tahapan Penelitian. Pengumpulan Data,** Mengambil data hasil sondir (nilai  $qc$  dan  $fs$ ) dari tiga titik lokasi yang telah ditentukan. **Interpretasi Data,** Menentukan jenis tanah berdasarkan grafik Robertson, kedalaman lapisan, dan parameter geoteknik seperti kekuatan geser tanah dan konsistensi tanah. **Analisis Kesesuaian,** Mengevaluasi kecocokan karakteristik tanah terhadap kebutuhan teknis saluran, termasuk kedalaman galian, stabilitas, dan potensi rembesan. **Penyajian Data,** Data disajikan dalam bentuk grafik profil tanah dan tabel parameter tiap kedalaman.

## 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

**Deskripsi Lokasi Titik Sondir.** Pengujian sondir dilakukan di tiga titik (S8, S9, dan S10) pada Kawasan Huntap Pombewe untuk mendukung perencanaan saluran drainase.

Tabel 1 Data Sondir untuk Titik S08, S09 dan S10 ( $qc$ ) dan ( $fs$ )

Kedalaman (m)	S08		S09		S10	
	$qc$	$fs$	$qc$	$fs$	$qc$	$fs$
	(kg/cm <sup>2</sup> )					
0	12,13	0,34	15,17	0,41	28,31	0,48
0,2	17,19	0,34	21,23	0,41	42,46	0,48
0,4	25,28	0,48	12,13	0,34	55,61	0,54
0,6	12,13	0,34	15,17	0,41	28,31	0,48
0,8	21,23	0,41	25,28	0,48	35,39	0,48
1	32,35	0,54	32,35	0,54	48,53	0,48
1,2	45,5	0,54	48,53	0,48	60,66	0,54
1,4	25,28	0,48	25,28	0,48	68,75	0,61
1,6	32,35	0,54	25,28	0,48	75,83	0,61
1,8	40,44	0,54	37,41	0,54	97,06	0,61
2	52,57	0,54	50,55	0,54	116,27	0,88
2,2	48,53	0,48	62,68	0,68	137,5	0,88
2,4	55,61	0,54	75,83	0,54	156,71	0,88
2,6	68,75	0,54	103,12	0,68	194,11	1,02
2,8	78,86	0,61	113,23	0,88	220,4	1,16
3	82,9	0,68	129,41	0,88	252,75	0,34
3,2	106,16	0,82	147,61	0,95		
3,4	116,27	0,88	184	0,95		
3,6	139,52	0,95	212,31	1,02		
3,8	179,96	1,02	252,75	0,34		
4	217,37	1,16				
4,2	252,75	0,34				

**Titik S8:** Berada di koordinat -0.984854 LS, 119.93795 BT dengan kedalaman 4,20 m. Lokasi ini mewakili bagian hulu saluran. **Titik**

**S9:** Terletak di koordinat -0.98522 LS, 119.93673 BT, juga sedalam 4,20 m. Titik ini berada di bagian tengah trase saluran. **Titik**

**S10:** Berada di koordinat -0.98591 LS, 119.93415 BT, dengan kedalaman 3,40 m. Titik ini mewakili bagian hilir saluran. Pengujian dilakukan pada tanggal 22 Februari 2022, dan hasilnya digunakan untuk mengetahui karakteristik tanah serta menentukan jenis pondasi saluran yang sesuai.

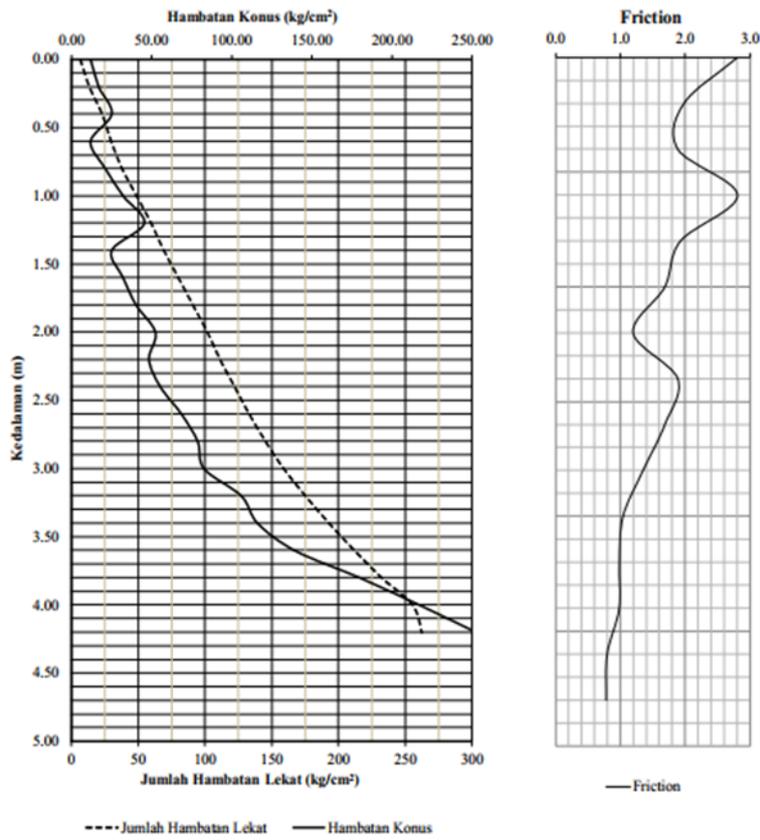
### Analisis Daya Dukung Tanah

Berdasarkan hasil pengujian sondir pada Tabel 1, diketahui bahwa lapisan tanah keras pada titik S08 mulai ditemukan pada kedalaman sekitar 4,20 meter, ditandai dengan nilai *cone resistance* ( $qc$ ) yang mencapai  $>250 \text{ kg/cm}^2$ . Pada titik S09, lapisan tanah keras teridentifikasi pada kedalaman yang lebih dangkal, yaitu sekitar 3,80 meter, dengan nilai  $qc$  yang juga  $>250 \text{ kg/cm}^2$ . Sementara itu, di titik S10, lapisan

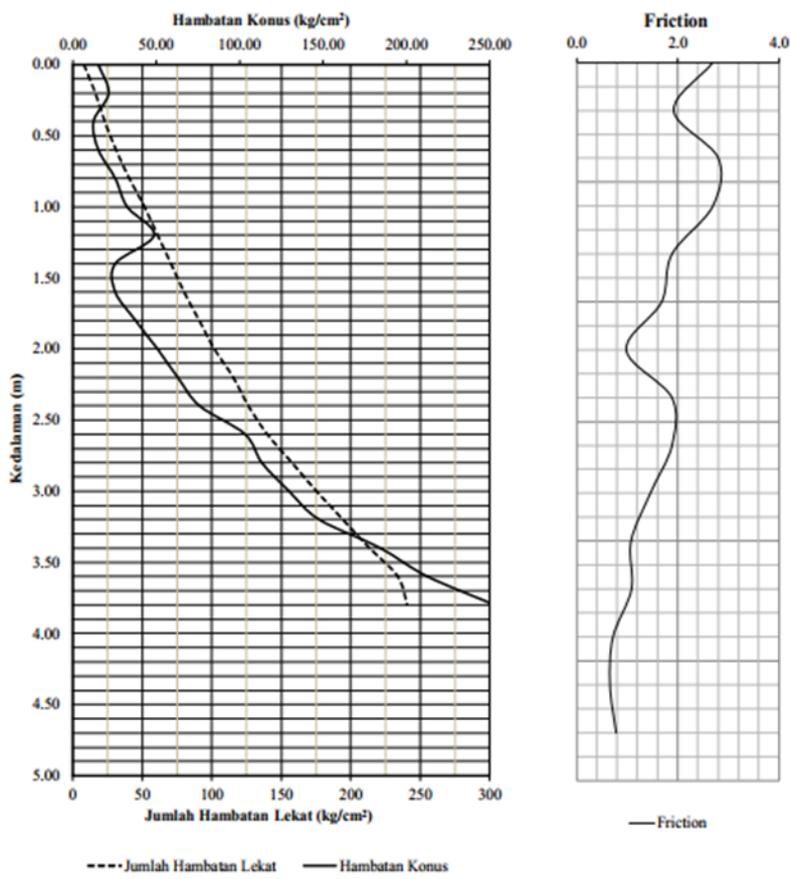
tanah keras muncul paling dangkal di antara ketiganya, yakni pada kedalaman sekitar 3,00 meter, dengan pembacaan  $qc$  yang  $>250 \text{ kg/cm}^2$ .

**Profil Tanah Titik S08.** Lapisan tanah pada titik S08 menunjukkan karakteristik tanah lunak hingga kedalaman  $\pm 2$  meter. Hal ini ditunjukkan oleh nilai  $qc$  yang rendah (sekitar  $12\text{--}40 \text{ kg/cm}^2$ ) serta nilai  $fs$  yang juga rendah (sekitar  $0,34\text{--}0,54 \text{ kg/cm}^2$ ), yang mengindikasikan adanya lapisan lempung atau lanau lunak di permukaan. Mulai dari kedalaman  $\pm 2$  meter hingga 4,2 meter, nilai  $qc$  meningkat tajam hingga mencapai  $252,75 \text{ kg/cm}^2$ , dan  $fs$  juga bertambah hingga lebih dari  $1,0 \text{ kg/cm}^2$ . Kenaikan ini menunjukkan adanya lapisan tanah yang sangat padat atau keras, kemungkinan berupa pasir padat atau tanah yang telah mengalami konsolidasi tinggi. Lapisan ini sangat potensial untuk digunakan sebagai dukungan pondasi tiang.

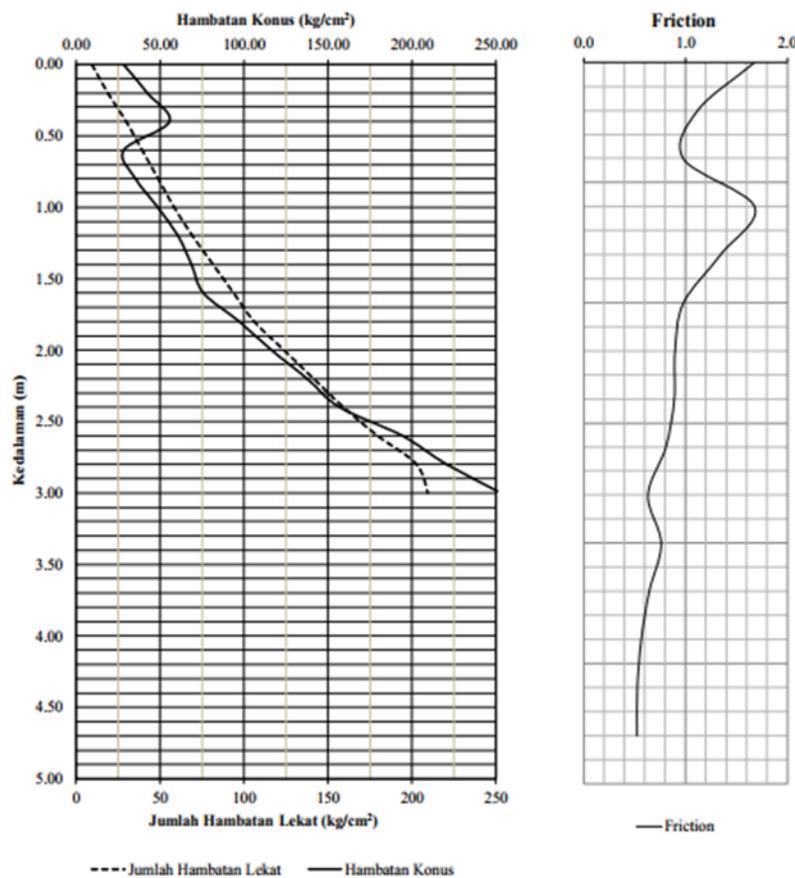
**Profil Tanah Titik S09.** Pada titik S09, tanah bagian atas hingga kedalaman sekitar 1,8 meter didominasi oleh lapisan lunak hingga



Gambar 2 Grafik Pengujian Sondir pada Titik S08



Gambar 3 Pengujian Sondir pada Titik S09



Gambar 4 Pengujian Sondir pada Titik S10

sedang, dengan nilai  $q_c$  antara 12–50  $\text{kg/cm}^2$  dan  $f_s$  umumnya di bawah 0,5  $\text{kg/cm}^2$ . Setelah itu, mulai dari kedalaman sekitar 2 meter hingga 4 meter, terjadi peningkatan  $q_c$  dan  $f_s$  yang signifikan. Nilai  $q_c$  mencapai lebih dari 250  $\text{kg/cm}^2$  dan  $f_s$  mencapai di atas 1,0  $\text{kg/cm}^2$ , menandakan adanya lapisan tanah keras atau sangat padat. Konsistensi lapisan tanah keras pada titik ini cukup stabil dan dimulai pada kedalaman yang relatif lebih dangkal dibanding titik S08, sehingga sangat baik untuk mendukung pondasi tiang dengan kedalaman efisien.

**Profil Tanah Titik S10.** Titik ini menunjukkan kondisi tanah permukaan yang sedikit lebih padat dibanding titik lainnya. Dari permukaan hingga kedalaman 1,4 meter, nilai  $q_c$  berkisar antara 28–68  $\text{kg/cm}^2$  dan  $f_s$  antara 0,48–0,61  $\text{kg/cm}^2$ , mengindikasikan tanah lunak ke sedang. Mulai dari kedalaman 1,6 meter, nilai  $q_c$  meningkat sangat tajam hingga mencapai 252,75  $\text{kg/cm}^2$  pada kedalaman 3 meter, dengan

nilai  $f_s$  yang juga tinggi (hingga 1,16  $\text{kg/cm}^2$ ). Ini menunjukkan adanya lapisan tanah keras pada kedalaman yang relatif dangkal. Kondisi ini menguntungkan dari sisi teknis dan ekonomis karena memungkinkan penggunaan pondasi tiang dengan panjang yang lebih pendek.

**Analisis Kesesuaian Tanah untuk Perencanaan Saluran.** Berdasarkan data sondir di titik S08, S09, dan S10, dilakukan analisis terhadap kondisi tanah permukaan dan kedalamannya terkait kestabilan galian saluran, potensi rembesan, serta kebutuhan penguatan struktur.

**Stabilitas Tanah untuk Galian Saluran.** Pada ketiga titik uji, kondisi tanah permukaan hingga kedalaman  $\pm 2$  meter umumnya terdiri dari lapisan lunak hingga sedang, sebagaimana ditunjukkan oleh nilai  $q_c$  rendah ( $< 50 \text{ kg/cm}^2$ ) dan nilai  $f_s < 0,5 \text{ kg/cm}^2$ . Kondisi ini mengindikasikan bahwa tanah permukaan belum cukup stabil untuk

galian terbuka tanpa dukungan, terutama jika kedalaman galian melebihi 1,5 meter. Oleh karena itu, untuk galian saluran terbuka, diperlukan tindakan pengamanan lereng galian guna mencegah kelongsoran.

**Indikasi Tanah Lunak dan Perlunya Stabilisasi.** Lapisan lunak cukup jelas terlihat pada kedalaman awal di titik S08 dan S09, bahkan di S10 meskipun lebih padat. Jika saluran direncanakan pada kedalaman <2 meter, perlu dilakukan evaluasi terhadap daya dukung lateral tanah dan kemungkinan penurunan (*settlement*). Pada lokasi dengan dominasi lempung atau lanau lunak, stabilisasi tanah menggunakan teknik perkuatan (misalnya geotekstil, campuran semen-kapur, atau metode *preloading*) perlu dipertimbangkan untuk mencegah deformasi pada struktur saluran.

**Risiko Rembesan Air dan Kelongsoran.** Lapisan lempung atau lanau lunak juga berisiko terhadap rembesan air lateral terutama pada musim hujan atau jika saluran membawa air secara terus menerus. Risiko kelongsoran dinding galian dapat meningkat pada kondisi jenuh. Oleh karena itu, perlu analisis tambahan terhadap permeabilitas tanah. Apabila permeabilitas tergolong tinggi, perlu dilakukan desain saluran kedap air (*lining*) serta pengendalian muka air tanah (*dewatering*) selama konstruksi.

**Kebutuhan Penguatan Struktural.** Melihat adanya lapisan keras mulai dari kedalaman 2–3 meter pada seluruh titik, penggunaan saluran bertipe tertutup (*box culvert*) atau pemasangan *sheet pile* sebagai penahan sementara pada saat penggalian dalam bisa menjadi solusi. Penggunaan *sheet pile* lebih direkomendasikan pada titik S08 yang memiliki tanah lunak cukup tebal. Selain itu, pada lokasi yang sangat dekat dengan beban bangunan atau jalan, perlu dilakukan penguatan permanen seperti dinding penahan atau saluran beton bertulang.

#### 4 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data sondir di kawasan Huntap Pombewe, diketahui

bahwa kondisi tanah pada ketiga titik pengujian umumnya didominasi oleh lapisan tanah lunak di kedalaman permukaan hingga sekitar 2 meter, yang ditunjukkan oleh nilai *cone resistance* ( $qc$ ) dan *sleeve friction* ( $fs$ ) yang rendah. Di bawah kedalaman tersebut, terdapat lapisan tanah keras atau sangat padat dengan nilai  $qc > 250 \text{ kg/cm}^2$  dan  $fs > 1,0 \text{ kg/cm}^2$ , yang menunjukkan daya dukung tanah yang baik. Implikasinya terhadap perencanaan saluran adalah perlunya perhatian terhadap stabilitas galian pada lapisan tanah lunak, terutama pada musim hujan. Untuk titik dengan lapisan lunak tebal, seperti S08 dan S09, dapat dipertimbangkan penggunaan perkuatan seperti *sheet pile* atau saluran tertutup. Sementara itu, titik S10 menunjukkan kondisi tanah yang lebih stabil pada kedalaman dangkal, sehingga lebih menguntungkan secara teknis dan ekonomis.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. G. Buyang and M. R. Ayal, "Pengujian Cone Penetration Test (SONDIR), di Gereja MRII Kota Ambon," *ABDIKAN*, vol. 3, no. 2, pp. 104-111, 2024.
- [2] Paikun, D. F. Fitrullatif, D. Gustaman, M. Hidayat, A. Nauval and Marwahyudi, "Building Equivalent Static Earthquake Loading Based on RSA Soil Data and Sondir," in *2022 IEEE 8th International Conference on Computing, Engineering and Design (ICCED)*, Sukabumi, 2022.
- [3] T. Olinic, E. D. Olinic, I. Boti and I. A. Ciocaniu, "The Role of Spatial Distribution of Geotechnical Soil," *Studia Geotechnica et Mechanica*, vol. 46, no. 3, pp. 1-14, 2024.
- [4] K. D. Oyeyemi, A. P. Aizebeokhai, T. A. Adagunodo, O. M. Olofinnade, O. A. Sanuade and A. A. Olajo, "Subsoil Characterization Using geoelectrical and Geotechnical investigations: Implications For foundation Studies," *International Journal of Civil Engineering and Technology*, vol. 8, no. 10, pp. 302-314, 2017.
- [5] P. Kashperyuk, A. Lavrusevich and A. M. Martynov, "To the Issue of Consideration the Sediment of Foundation Soil as a Multifactorial Anthropogenic Geological Process," in *XV International Scientific Conference "INTERAGROMASH 2022"*, 2023.
- [6] J. Xinliang and Z. Jinhui, "Analysis of Seepage Characteristics of Foundation Pit Under Different Soil Conditions," *Journal of Tianjin University*, vol. 39, no. 11, pp. 1299-1304, 2006.