

Analisa Pondasi Gedung Pastoran dan Sarana Pelayanan Umat Gereja St. Yohanes Rasul Somohitan

Vienti Hadsari¹, Sumiyati Gunawan², Theresia Lu Theopuspitasari³, Jesslyn Tanuwijaya⁴, Ni Kadek Indah Lestari⁵, Evan Lukas Christian Sulle⁶

Departemen Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Indonesia

Jl. Babarsari 44 Yogyakarta 55281

Email: vienti.hadsari@uajy.ac.id

Received 4 February 2025; Revised 27 February 2025; Accepted for Publication 28 February 2025; Published 30 May 2025

Abstract — The Church of St. John the Apostle Somohitan is growing rapidly, so the need for facilities that support congregational activities and community services is very necessary. Parish buildings and service buildings are facilities planned as activity centers and service facilities. Building construction requires information on supporting soil layers for the stability and robustness of the building, estimating the supporting soil profile, bearing capacity and parameters. Information on supporting soil layers is obtained from a series of soil investigations in the field including, 5 Cone Penetration Test (CPT) test points with a capacity of 10 tons and 1 Standard Penetration Test (SPT) test point with a depth of -30m. Laboratory tests are carried out to obtain soil parameters. The soil layer was dominated by silt-sand, until the end of drilling. The groundwater level is at a depth of -2m from the ground surface. SB1 CPT test stops at -2.2 m depth; 2.6 m for SB2; 1.2 m for SB3, 1.8 m for SB4, and 1.4 m for SB5. N-SPT value = 60 at a depth of -12 m. The recommended foundation is slab or raft with a depth of ± 2.5 meters and a foundation which permit bearing capacity of 0.36 MPa.

Keywords — soil-investigation, CPT, SPT, bearing capacity

Abstrak — Gereja St Yohanes Rasul Somohitan berkembang pesat, sehingga kebutuhan fasilitas yang mendukung kegiatan umat dan pelayanan komunitas sangat diperlukan. Gedung paroki dan gedung pelayanan merupakan fasilitas yang direncanakan sebagai pusat kegiatan dan sarana pelayanan. Mempertimbangkan kestabilan dan kekokohan Struktur, pembangunan gedung memerlukan data tanah dan profil tanah pendukung, daya dukung, dan parameternya. Serangkaian penyelidikan tanah di lapangan meliputi, 5 titik uji Cone Penetration Test (CPT) dengan kapasitas 10ton dan 1 titik uji Standard Penetration Test (SPT) dengan kedalaman -30 m, diharapkan memperoleh gambaran lapisan tanah pendukung diperoleh. Uji laboratorium dilakukan untuk mendapatkan parameter tanah. Hasil penyelidikan tanah memperlihatkan lapisan tanah didominasi pasir lanau, hingga akhir pembooran. Muka air tanah pada kedalaman -2 m dari muka tanah. Uji CPT SB1 berhenti pada kedalaman -2.2 m; 2.6 m untuk SB2; 1.2 m untuk SB3, 1.8 m untuk SB4, dan 1.4 m untuk SB5. Nilai N-SPT = 60 pada kedalaman -12 m. Pondasi disarankan plat atau rakit dengan kedalaman ± 2.5 meter dan daya dukung ijin pondasi sebesar 0.36 MPa.

Kata Kunci — penyelidikan tanah, CPT, SPT, daya-dukuh-tanah.

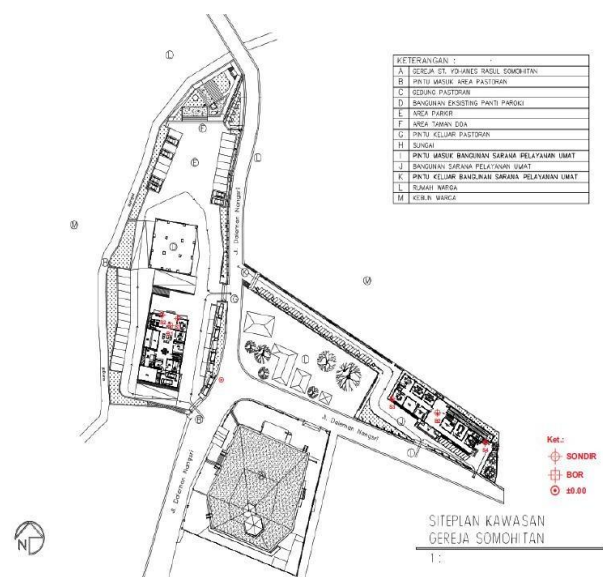
I. PENDAHULUAN

Kegiatan keagamaan dan sosial di Gereja Santo Yohanes Rasul Somohitan telah berkembang pesat, menciptakan kebutuhan akan fasilitas yang memadai untuk mendukung kegiatan umat dan pelayanan komunitas. Saat ini, Gereja

Santo Yohanes merencanakan pembangunan gedung paroki dan gedung pelayanan umat sebagai pusat kegiatan dan sarana pelayanan. Gedung ini diharapkan dapat menjadi fasilitas multifungsi yang mendukung aktivitas paroki dan sebagai tempat pertemuan dan kegiatan komunitas setempat.

Dalam mendukung pembangunan ini, informasi mengenai kondisi tanah dan parameter geoteknik lokasi sangat penting untuk memastikan kestabilan dan keamanan struktur bangunan. Daya dukung tanah, tipe dan dimensi fondasi yang tepat, serta pemahaman akan profil lapisan tanah diperlukan dalam perencanaan struktur atas gedung. Dengan demikian, perencanaan fondasi yang tepat dapat mendukung kestabilan bangunan jangka panjang, meminimalkan risiko kerusakan struktural, dan meningkatkan efisiensi biaya pembangunan

Penyelidikan tanah dilakukan berdasarkan permintaan Gereja St. Yohanes Rasul Somohitan. Lokasi penyelidikan tanah berada di Dalem Giritirto Turi Sleman Yogyakarta 55551, dengan denah titik pengeboran dan penyondiran seperti disajikan pada Gambar 1. Sebelum dilakukan penyelidikan tanah, telah dilakukan survey awal untuk menentukan titik penyelidikan. Pekerjaan lapangan dilakukan dan selesai pada tanggal 1 Oktober 2024. Sampel diambil dan diuji di laboratorium. Hasil penyelidikan dan pengujian diolah dan dianalisis untuk mendapatkan data yang dibutuhkan untuk perencanaan.



Gambar 1. Titik SPT dan CPT

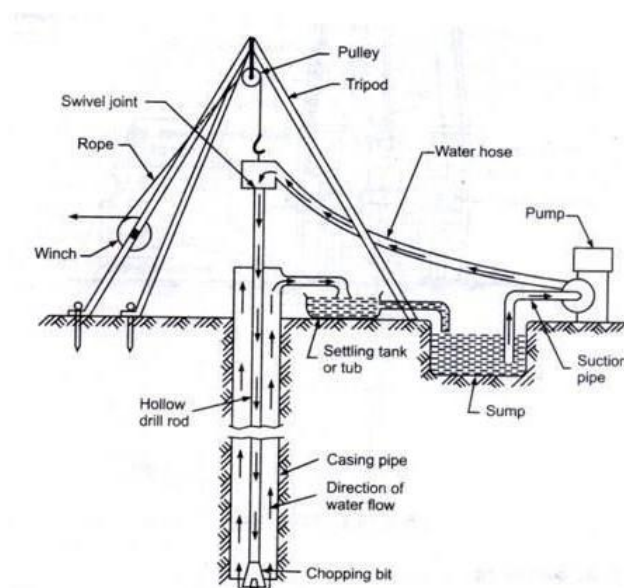
II. METODE PENGABDIAN

Pelaksanaan pekerjaan penyelidikan tanah mengikuti metode pelaksanaan sebagai berikut:

A. Pengujian Lapangan

Subbab 1: Pengeboran

Parameter dasar tanah diperoleh dari pengeboran yaitu proses pembuatan lubang pada tanah, untuk mengambil sample dengan atau tanpa menggunakan alat. Parameter tanah yang diperoleh antara lain: kohesi, sudut geser dalam tanah, berat volume tanah, dan berat jenis tanah. Pengeboran ini dapat dilakukan bersama-sama dengan uji Standard Penetration Test (SPT) di lapangan dan pengambilan contoh tanah. Metode pengambilan sampel yang dilakukan adalah menggunakan metode pengeboran basah (*wash boring*), dengan mesin bor rotary. Lubang bor dibuat dengan gerakan mata bor dengan cara kerja berputar dan menumbuk (*chopping and twisting*) dengan menyemprotkan air dari bawah mata bor. Tanah diangkat dan dibilas dari dasar lubang bor dengan menggunakan semprotan aliran air. Alat uji pengeboran dengan *wash boring* dapat dilihat pada gambar 2 berikut.

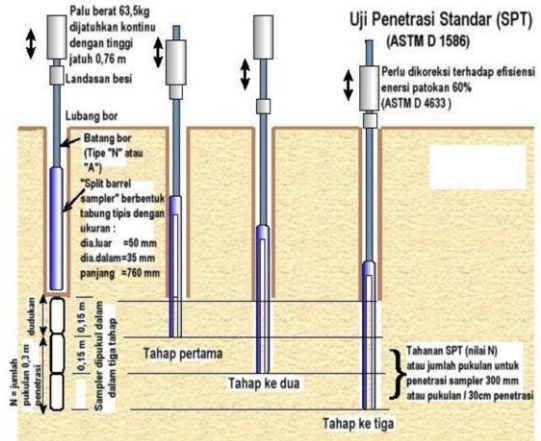


Gambar 2. Ilustrasi alat uji pengeboran *wash boring*

Subbab 2: Uji Penetrasi Standar (SPT)

Uji penetrasi standar (SPT) bertujuan untuk mengetahui perlawanan tanah terhadap jumlah pukulan yang dikenakan, berdasarkan energi beban yang telah distandarisasi [1]. Uji SPT mengukur perlawanan tanah dengan menghitung jumlah pukulan untuk memasukkan 'tabung belah' sejauh 300 mm secara vertikal. Palu dengan berat 63,5 kg dijatuhkan vertikal, secara berulang dengan tinggi jatuh sekitar 0,76 m [2,3]. Pelaksanaan pengujian dibagi dalam tiga tahap seperti dijelaskan pada Gambar 3, yaitu dengan menghitung jumlah pukulan yang diperlukan untuk 'tabung belah' mencapai 15 cm (tahap pertama), 30 cm (tahap kedua,

dan 45 cm (tahap ketiga). Nilai perlawanan tanah (N_{SPT}) diambil dari jumlah pukulan pada tahap kedua dan ketiga. Jumlah pukulan dari tahap pertama tidak dicatat karena tanah dianggap sebagai tanah terganggu (*disturbed*).



Gambar 3. Skema uji SPT (SNI 4153-2008)

Subbab 3: Uji Sondir (CPT)

Pengujian tanah langsung di lapangan yang cukup banyak dipakai di Indonesia adalah sondir atau biasa disebut dengan *Cone penetration Test* (CPT) adalah suatu. Bagian utama alat ini adalah sebuah kerucut konus terbalik yang terbuat dari logam dengan ujung bersudut 60° dan luas dasar 10 cm² [4,5,6]. Prinsip kerja alat ini adalah dengan mendorong masuk konus dengan kecepatan konstan ke dalam tanah. Pada interval kedalaman tertentu, gaya perlawanan tanah terhadap gerakan konus dicatat. Nilai yang didapatkan yaitu nilai tahanan konus (q_c) dan nilai tahanan selimut (f_s).

q_c adalah gaya perlawanan ujung konus dibagi dengan luas dasar konus (10 cm²). Profil nilai tahanan konus terhadap kedalaman memperoleh data yang sangat berguna untuk menentukan jenis lapisan tanah dan kepadatannya.

Nilai f_s didapat dari pembacaan tahanan total tanah yang terdiri dari pembacaan penetrasi ujung dan selimut konus ($q_c + f_s$) [7,8,9]. Selisih antara tahanan total tersebut dengan tahanan konus (q_c) adalah nilai tahanan selimut (f_s).

B. Pengujian Laboratorium

Pengujian Laboratorium yang dilakukan dalam pengabdian ini mengikuti standar yang berlaku dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) maupun *American Society for Testing and Materials* (ASTM), dengan rincian pengujian sebagai berikut:

Subbab 1: Kadar Air Tanah

Sesuai ASTM D2216 [10] yang berlaku untuk tanah dan batuan, kadar air didefinisikan sebagai rasio (dinyatakan dalam persen) antara massa air pori terhadap massa material padatnya. Pengujian dilakukan dengan

mengeringkan tanah basah di dalam oven pada suhu 110°C selama 24 jam sehingga seluruh air pori/bebas dalam tanah habis menguap dan tinggal material padatnya. Massa air adalah selisih dari massa basah dan massa kering tanah.

Subbab 2: Specific Gravity

Sesuai ASTM D854 [11], menggunakan piknometer yang memiliki kapasitas minimum sebesar 50 mL. Tanah yang diuji lolos ayakan dengan No. 4. Berat jenis merupakan rasio dari massa volume partikel padat tanah pada suhu tertentu terhadap massa volume air destilasi bebas udara pada suhu yang sama.

Subbab 3: Distribusi Ukuran Butir

Sesuai ASTM D422 [12]. Dalam standar ini, partikel kasar (diameter lebih dari 0.075 mm) diuji dengan ayakan dari diameter 75 mm sampai yang paling halus no. 200 (0.075 mm). Untuk fraksi tanah yang lolos ayakan no. 200 (diameter kurang dari 0.075 mm) dilarutkan dalam air dan dianalisis dengan teknik sedimentasi menggunakan alat hidrometer. Distribusi ukuran butir tanah disajikan dalam kurva hubungan antara diameter (mm skala log) terhadap persentase lolos diameter yang bersangkutan.

Subbab 4: Uji geser langsung

Sesuai ASTM D3080 [13]. Pengujian dilakukan pada tanah pasir atau jika uji triaksial dan tekan bebas tidak bisa dilaksanakan karena tanah berupa pasir atau lempung lunak yang tidak bisa berdiri bebas. Pengujian dilaksanakan dengan menggeser sampel dengan kecepatan yang dikontrol pada satu bidang geser yang diatur oleh alat. Pada tanah pasir, pengujian cenderung pada kondisi terkonsolidasi dan terdrainasi. Pengujian ini menghasilkan nilai parameter kuat geser tanah.

C. Metode Analisis

Subbab 1: Analisis Standard Penetration Test

Daya dukung tiang berdasarkan data SPT menggunakan persamaan 1 berikut:

$$Q_{ult} = \mu_b \times N_b \times A_b + \mu_s \times N \times A_s \text{ (Ton)} \quad 1$$

Dijelaskan:

N_b : nilai SPT yang diperoleh untuk ujung tiang

$\mu_{b,s}$: koefisien daya dukung ujung dan kulit tiang, [15]

N : nilai SPT rerata sepanjang tiang.

Koreksi ujung tiang, dengan persamaan 2 berikut,

$$N_b = 0,5 (N_1 + N_2) < 40 \quad 2$$

dimana :

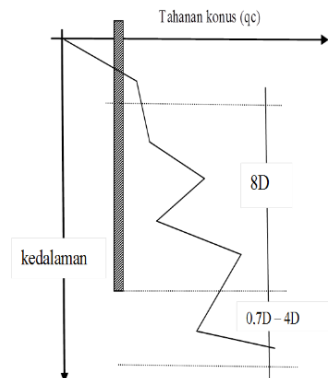
N_1 : nilai SPT yang diperoleh untuk ujung tiang.

N_2 : rerata SPT ujung tiang sampai 4D diatasnya

Subbab 2: Analisis Cone Penetration Test

Data sondir digunakan untuk menganalisis daya dukung pondasi tiang, tetapi seringkali juga digunakan untuk menentukan daya dukung pondasi dangkal. [16], mengembangkan metode untuk tiang pancang, (Q_b) daya

dukung ujung tiang adalah perlawanan konus (q_c) sepanjang 8D di atas sampai 4D di bawah ujung tiang, terlihat pada Gambar 4. (D: diameter/lebar tiang)



Gambar 4. Tahanan konus untuk tiang [16]

Tahanan ujung tiang, terlihat pada persamaan 3 :

$$Q_b = \frac{q_{c1} + q_{c2}}{2} \times A_b \quad 3$$

dimana:

Q_b : daya dukung ujung tiang

q_{c1} : daya dukung rerata 4D di bawah ujung tiang

q_{c2} : daya dukung rerata 8D di atas ujung tiang

A_b : luas potongan konus

Daya dukung kulit diperoleh dengan persamaan 4 di bawah ini:

$$Q_s = K \left[\sum_{s,c} \left(\frac{z}{8D} \right) f_s \times A_s + \sum_{z=8D}^L f_s \times A_s \right] \quad 4$$

Kc dan Ks sebagai faktor reduksi

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Subbab 1: Stratigrafi Lapisan Tanah dan Daya Dukung

Uji sondir memberikan nilai tahanan tanah berupa tahanan ujung konus dan tahanan selimut. Jenis tanah tidak teramati secara langsung, namun dapat diperkirakan dengan nilai *friction ratio*-nya. Tabel 1. hingga Tabel 5 memperlihatkan hasil uji sondir, berupa perlapisan dan daya dukung tanah.

Tabel 1. Stratigrafi dan daya dukung ijin tanah berdasarkan sondir SB 1

Kedalaman (m)	q_c (kg/cm ²)	Friction Ratio (%)	σ_{ijin} (MPa)	Kepadatan
-0.20	5	10.000	0.017	lepas
-0.40	13	5.385	0.043	lepas
-0.60	7	8.571	0.023	lepas
-0.80	9	7.778	0.030	lepas

Kedalaman (m)	q_c (kg/cm ²)	Friction Ratio (%)	σ_{ijin} (MPa)	Kepadatan
-1.00	11	6.364	0.037	lepas
-1.20	13	4.615	0.043	lepas
-1.40	6	13.333	0.020	lepas
-1.60	71	0.845	0.237	sedang
-1.80	199	0.251	0.663	sedang
-2.00	245	0.204	0.817	padat
-2.20	250	0.000	0.833	padat

Nilai angka aman (SF) = 3.00

1 MPa = 10 kg/cm²

Tabel 2. Stratigrafi dan daya dukung ijin tanah berdasarkan sondir SB 2

Kedalaman (m)	q_c (kg/cm ²)	Friction Ratio (%)	σ_{ijin} (MPa)	Kepadatan
-0.20	5	12.000	0.017	lepas
-0.40	7	8.571	0.023	lepas
-0.60	36	1.667	0.120	lepas
-0.80	67	0.896	0.223	sedang
-1.00	45	1.556	0.150	lepas
-1.20	14	5.000	0.047	lepas
-1.40	11	7.273	0.037	lepas
-1.60	7	11.429	0.023	lepas
-1.80	9	7.778	0.030	lepas
-2.00	16	5.000	0.053	lepas
-2.20	42	1.905	0.140	lepas
-2.40	245	0.204	0.817	padat
-2.60	250	0.000	0.833	padat

Nilai angka aman (SF) = 3.00

1 MPa = 10 kg/cm²

Tabel 3. Stratigrafi dan daya dukung ijin tanah berdasarkan sondir SB 3

Kedalaman (m)	q_c (kg/cm ²)	Friction Ratio (%)	σ_{ijin} (MPa)	Kepadatan
-0.20	16	3.750	0.053	lepas
-0.40	72	0.833	0.240	sedang
-0.60	81	0.741	0.270	sedang
-0.80	188	0.266	0.627	sedang
-1.00	245	0.204	0.817	padat
-1.20	250	0.000	0.833	padat

Nilai angka aman (SF) = 3.00

1 MPa = 10 kg/cm²

Tabel 4. Stratigrafi dan daya dukung ijin tanah berdasarkan sondir SB 4

Kedalaman (m)	q_c (kg/cm ²)	Friction Ratio (%)	σ_{ijin} (MPa)	Kepadatan
-0.20	7	8.571	0.023	lepas
-0.40	16	5.000	0.053	lepas

Kedalaman (m)	q_c (kg/cm ²)	Friction Ratio (%)	σ_{ijin} (MPa)	Kepadatan
-0.60	19	3.684	0.063	lepas
-0.80	36	2.222	0.120	lepas
-1.00	53	1.132	0.177	sedang
-1.20	89	0.674	0.297	sedang
-1.40	161	0.311	0.537	sedang
-1.60	245	0.204	0.817	padat
-1.80	250	0.000	0.833	padat

Nilai angka aman (SF) = 3.00

1 MPa = 10 kg/cm²

Tabel 5. Stratigrafi dan daya dukung ijin tanah berdasarkan sondir SB 5

Kedalaman (m)	q_c (kg/cm ²)	Friction Ratio (%)	σ_{ijin} (MPa)	Kepadatan
-0.20	10.5	7.619	0.035	lepas
-0.40	42.5	1.882	0.142	lepas
-0.60	44	1.591	0.147	lepas
-0.80	98.5	0.812	0.328	sedang
-1.00	128	0.625	0.427	sedang
-1.20	131.5	0.380	0.438	sedang
-1.40	245	0.204	0.817	padat
-1.60	250	0.000	0.833	padat

Nilai angka aman (SF) = 3.00

1 MPa = 10 kg/cm²

Data hasil *core drill (boring)*, didapatkan hasil lapisan tanah di lokasi proyek seperti pada Tabel 6 berikut:

Tabel 6. Stratigrafi berdasarkan uji pengeboran BH 1

Kedalaman (m)	N-SPT	Jenis tanah	Relative Density
0 s/d 2	35	Pasir	Padat
2 s/d 4	43	Pasir	Padat
4 s/d 6	45	Pasir	Padat
6 s/d 8	53	Pasir	Padat
8 s/d 10	59	Pasir	Sangat padat
10 s/d 12	58	Pasir	Sangat padat
12 s/d 14	60	Batuan	Sangat padat
14 s/d 16	60	Batuan	Sangat padat
16 s/d 18	60	Batuan	Sangat padat
18 s/d 20	60	Batuan	Sangat padat
20 s/d 22	60	Batuan	Sangat padat
22 s/d 24	60	Batuan	Sangat padat
24 s/d 26	60	Batuan	Sangat padat
26 s/d 28	60	Batuan	Sangat padat
28 s/d 30	60	Batuan	Sangat padat

Subbab 2: Hasil Pengujian Laboratorium

Uji laboratorium dilakukan pada sampel yang diambil dari uji pembooran. Pada penyelidikan ini, dilakukan

pengambilan sampel pada kedalaman 5 m dan 10 m. Hasil uji laboratorium ditunjukkan pada

Tabel 7. Hasil uji laboratorium pada sampel (BH1)

z m	Kadar air %	Berat Jenis (G)	γ_b	γ_k	Uji geser langsung	
			gr/cm ³		C kg/cm ²	ϕ (°)
-5	27.02	2.81	1.77	1.52	0.022	33.0
-10	16.96	2.81	1.77	1.30	0.067	33.8

Subbab 3: Muka Air Tanah

Muka air tanah diamati dilapangan pada kedalaman sekitar ± 2.00 m dari permukaan tanah di sekitar lokasi uji pemboran. Untuk menentukan tipe fondasi yang representatif, kondisi permukaan air tanah ini perlu menjadi perhatian dan pertimbangan bagi perencana

B. Pembahasan

1. Berdasarkan hasil penyelidikan yang telah dilakukan, diperoleh 5 *stratifikasi* tanah hasil sondir yang memberikan gambaran kedalaman tanah keras yang beragam dari -1.20 m sampai dengan -2.60 m dari muka tanah, hal ini biasa terjadi di lapangan karena tanah yang tidak homogen, disajikan pada Tabel 1 sampai dengan Tabel 5. Hasil pengeboran SPT, memberikan gambaran *stratifikasi* tanah yang lebih detail dengan kedalaman mencapai -30.00 m dari muka tanah atau jika diperlukan, bisa mencapai kedalaman yang diinginkan. Hasil SPT pada Tabel 6. memperlihatkan *stratifikasi* tanah yang sepadan dengan hasil sondir, bahwa pada telah terdapat tanah keras pada kedalaman sekitar -2.0 m. Secara umum lapisan tanah didominasi tanah pasiran dan tidak dijumpai lapisan lempung hingga akhir pemboran. Lapisan pasir didominasi berupa lapisan pasir sedang hingga pasir padat. Hal ini mempermudah penentuan jenis, kedalaman dan dimensi fondasi, sehingga menekan biaya pembangunan.

IV. KESIMPULAN

Berikan Berdasarkan hasil uji di lapangan dan di laboratorium, dapat diambil kesimpulan dan dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk rekomendasi di dalam pengambilan keputusan sehubungan kondisi tanah di lokasi sebagai berikut ini.

1. Tanah dengan kepadatan relatif yang padat mulai ditemukan pada kedalaman $\pm 1,00$ meter.
2. Muka air tanah dijumpai pada kedalaman -2,0 meter ditinjau dari muka air tanah di sekitar lokasi uji tanah.
3. Bangunan Gedung 2 lantai disarankan digunakan fondasi plat atau rakit dengan kedalaman $\pm 2,50$ dengan daya dukung tanah maksimum di 0,36 MPa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Arthono., T. E. Hapsoro, "Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Tunggal Pada Proyek Pembangunan Hotel Holiday Inn Benoa", Prosiding Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ, E-ISSN: 2745-6080, Oktober 2022.

- [2] A. T. M. S. Hossain, et al, "The Hidden Earthquake Induced Liquefaction Risks in The Rohingya Refugee Camp Hills & Surrounding Area of Ukhiya, Cox's Bazar Bangladesh-A Geotechnical Engineering Approach, Open Journal of Earthquake Research, Vol 12, No. 3, August 2023.
- [3] M. S. Rao, G. Sridhar, "Comparative Study of Analytical and Numerical Modelling of Bearing Pressure of Shallow Foundation", India Geotechnical Conference, IGC 2022, December 2022.
- [4] D. J. R. Sodre, "Cone penetration index for soil behaviour type prediction" Scientific Reports 12, Article number: 12412, 2022.
- [5] J. Lin, et al, "Uncertainty Analysis of Axial Pile Capacity in Layered Soils by the Piezocone Penetration Test", Frontiers in Earth Science, Vol.10, Article number: 861086, April 2022.
- [6] L. Leetsaar, L.K. Tantt, "Deterministic and Probabilistic Analyses of the Bearing Capacity of Screw Cast in Situ Displacement Piles in Silty Soils as Measured by CPT and SDT", The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering, Vol.18, No. 2, 2023.
- [7] P. K. Robertson, K. Cabal, "Guide to Cone Penetration Testing", 7th Edition. Signal Hill: Gregg Drilling LLC, 2023.
- [8] E. Daghi, O. F. Capar, "Evaluation of The Bearing Capacity of Shallow Strip Foundations Resting on Sandy Soils with Analytical and Numerical Methods", Celal Bayar University Journal of Science, Vol 1, Issue 17, p91-100, 2021.
- [9] B. H. Fellenius, "Basics of Foundation Design", Electronic Edition, V8L 2B9. Sidney, British Columbia Canada: www.Fellenius.net, 2023.
- [10] A. Rasti, M. Pineda, and M. Razavi, "Assessment of Soil Moisture Content Measurement Methods: Conventional Laboratory Oven versus Halogen Moisture Analyzer", Journal of Soil and Water Science, Vol. 4, Issue 1, PAGES 151-160
- [11] B. Pardoyo, B.A. Wirawan, K. Huda, "Analisis Uji Geser Tanah Merah Residual dengan Metode Slurry di Kabupaten Magelang", Jurnal Ilmiah Bidang Kerekayasaan Universitas Diponegoro, Vol. 42, No. 1, Mei 2021.
- [12] A.M. Jasim, M. D. Ahmed, "Assessment of Bearing Capacity and Settlement Characteristics of Organic Soil Reinforced by Dune Sand and Sodium Silicate Columns: A Numerical Study", Journal of Engineering University of Baghdad-College of Engineering, Vol.30, No.02, E-ISSN: 2520-3339, P-ISSN:1726-4073, February 2024.
- [13] A. Deiminia, L. Li, F. Zeng, "Experimental Study on the Minimum Required Specimen Width to Maximum Particle Size Ratio in Direct Shear Tests", Journal of Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI), Vol. 3, P 66-68, 2022.
- [14] Badan Standarisasi Nasional. 2017. SNI 8460:2017 Persyaratan perancangan geoteknik. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [15] Sumiyati G, W. Wijaya, G. M. Pratama, L. Handoko, V. Hadsari, "Analisa Pondasi dan Potensi Likuifaksi Pembangunan Laboratorium dan Gedung Fakultas Universitas Atma Jaya Yogyakarta", Jurnal Atma Inovasia (JAI), Vol. 3, No. 4, Juli 2023.
- [16] Schmertmann & Nottingham. L.C., *Use of Quasi Static Friction Cone Penetrometer Data to predict Load Capacity of Displacement pile*. Florida: Dept Of Civil Eng. University of Florida. 1975.

PENULIS



Ir. Vienti Hadsari, S.T., MECRES, Ph.D.
Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik,
Universitas Atma Jaya Yogyakarta.



Dr. Ir. Sumiyati Gunawan, S.T., M.T.,
Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik,
Universitas Atma Jaya Yogyakarta.



Theresia Lu Theopuspitasari, S.T., M.T.,
Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik,
Universitas Atma Jaya Yogyakarta.



Jesslyn Tanuwijaya,
Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik,
Universitas Atma Jaya Yogyakarta



Ni Kadek Indah Lestari,
Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik,
Universitas Atma Jaya Yogyakarta



Evan Lukas Christian Sulle,
Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik,
Universitas Atma Jaya Yogyakarta