

Analisa Stratigrafi dan Daya Dukung Tanah Renovasi Gereja St. Mikael Gombang

Sumiyati Gunawan¹, Vienti Hadsari², Theresia Lu Theopuspitasari³, Christin Sri Hastuti⁴, Oktoditya Ekaputra⁵, Patricius Yoga Advenda⁶

Departemen Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Indonesia

Jl. Babarsari 44 Yogyakarta 55281

Email: sumiyati.gunawan@uajy.ac.id

Received 4 April 2025; Revised -; Accepted for Publication 22 April 2025; Published 30 July 2025

Abstract — Parish and congregation activities at the St. Michael Church Gombang, located on Jl. Gereja 10 Gombang Kebumen 54411, requires adequate facilities to support worship services and community activities. The roof structure of St. Michael Church Gombang is currently in a deteriorating condition and requires urgent renovation, as directed by Mgr. Christophorus Tri Harsono, Bishop of the Purwokerto Diocese. To ensure the structural stability and strength of the renovated building, a geotechnical investigation was conducted to assess the supporting layers, estimate soil stratification, determine soil parameters, and evaluate soil bearing capacity for foundation design recommendations. The investigation involved in situ testing, including three Cone Penetration Test (CPT) points with a capacity of 2.5 tons and two Standard Penetration Test (SPT) points, each extending to a depth of 20.0 meters. Additionally, laboratory tests were performed to determine soil parameters, which were subsequently used for soil bearing capacity analysis to support foundation design recommendations. The analysis results indicate that the subsurface soil at the investigation site primarily consists of thick layers of soft clayey silt extending to a depth of approximately 14 meters from the ground surface. The soil bearing capacity is sufficient to support either a foot-plate foundation or a raft foundation at depths ranging from 1 to 2 meters, with an allowable soil stress of approximately ± 0.023 Mpa. Furthermore, the groundwater table was identified at a depth of ± 2.50 meters. These findings provide essential geotechnical insights for designing a stable and safe foundation for the renovation of St. Michael Church Gombang.

Keywords — renovation, soil-investigation, soil-stratification, soil-bearing-capacity.

Abstrak — Kegiatan Paroki dan kegiatan umat di Gereja Santo Mikael Gombang di Jl. Gereja 10 Gombang Kebumen 54411, perlu didukung oleh fasilitas gereja berupa gedung yang memadai untuk dipergunakan sebagai tempat ibadah dan pelayanan umat. Kerangka atap pada Gereja Santo Mikael Gombang, saat ini dalam kondisi yang mengkhawatirkan dan perlu segera di renovasi sesuai dengan arahan dari Mgr. Christophorus Tri Harsono selaku Uskup, Keuskupan Purwokerto. Alasan untuk kestabilan dan kekokohan bangunan pada Renovasi Gereja Santo Mikael Gombang, maka informasi lapisan tanah pendukung bangunan, untuk memperkirakan stratifikasi tanah, parameter tanah dan daya dukung tanah diperlukan sebagai dasar rekomendasi pondasi bangunan. Informasi lapisan tanah pendukung diperoleh dari serangkaian uji tanah di lapangan yaitu 3 titik Cone Penetration Test (CPT) kapasitas 2.5 ton dan 2 titik Standard Penetration Test (SPT) kedalaman masing-masing -20.0 m. Uji di laboratorium mendapatkan parameter tanah dan dilanjutkan dengan analisa daya dukung tanah untuk rekomendasi perencanaan pondasi. Hasil dari analisa menunjukkan jenis tanah di lokasi penyelidikan lanau lempung lunak yang cukup tebal sampai kedalaman ± 14.0 m dari

muka tanah, daya dukung tanah cukup untuk pondasi *foot-plate* atau *raft foundation* pada kedalaman -1.00 m s/d -2.00 m dengan tegangan ijin $\sigma_{\text{tanah}} = 0.023$ Mpa serta muka air pada kedalaman ± 2.50 m.

Kata Kunci — renovasi, uji-tanah, stratifikasi-tanah, daya-dukung-tanah.

I. PENDAHULUAN

Tempat ibadah dan pelayanan umat yang nyaman dan aman sangat diperlukan pada kegiatan ke-Paroki-an dan kegiatan umat di Gereja Santo Mikael Gombang di Jl. Gereja 10 Gombang Kebumen 54411. Bangunan dan kerangka atap pada Gereja Santo Mikael Gombang, saat ini dalam kondisi mengkhawatirkan yang disebabkan oleh faktor usia dan faktor alam, sehingga memerlukan perbaikan mendesak untuk menjamin keselamatan umat sesuai dengan arahan dari Mgr. Christophorus Tri Harsono selaku Uskup Keuskupan Purwokerto.

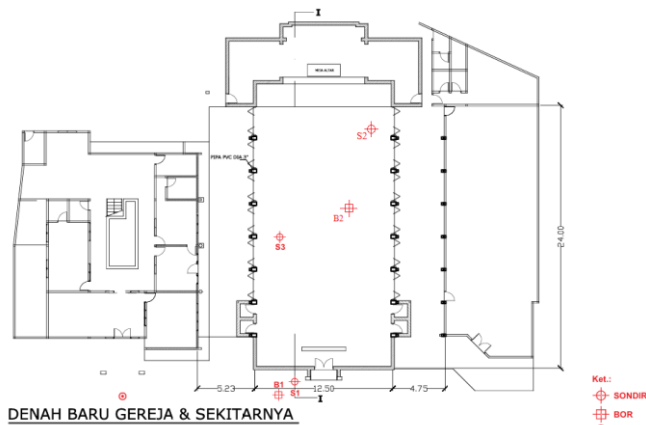
Renovasi gedung Gereja yang direncanakan tersebut di atas, membutuhkan informasi terkait kondisi tanah dan parameter geoteknis pada lokasi, untuk memastikan stratifikasi lapisan tanah, daya dukung tanah, tipe dan dimensi fondasi yang tepat, sehingga kestabilan dan keamanan struktur bangunan jangka panjang, meminimalkan risiko kerusakan struktural, efisiensi biaya, kenyamanan dan keselamatan umat.

Menindaklanjuti kebutuhan renovasi gedung Gereja Santo Mikael Gombang, maka Tim Pengabdian Penyelidikan Tanah FT UAJY melakukan penyelidikan tanah, untuk mendapat informasi terkait kondisi tanah dan parameter geoteknis pada lokasi, untuk memastikan stratifikasi lapisan tanah, daya dukung tanah, tipe dan dimensi fondasi yang tepat, sehingga kestabilan dan keamanan struktur bangunan jangka panjang, meminimalkan risiko kerusakan struktural, efisiensi biaya, kenyamanan dan keselamatan umat.

Penyelidikan dan pengujian tanah di lapangan maupun di laboratorium meliputi pengujian lapangan berupa: 3 titik uji CPT, Cone Penetration Test dengan kapasitas 2,5 ton dan 2 titik uji Bore Hole (BH) dengan kedalaman masing-masing -20,0 m. dan dilanjutkan dengan pengujian di laboratorium 4 tabung (masing-masing tabung, diuji kadar air, geser langsung, berat volume, berat jenis, dan gradasi) serta analisis dan pelaporan. Denah titik penyelidikan tanah dan pengambilan sampel disajikan pada Gambar 1.

II. METODE PENGABDIAN

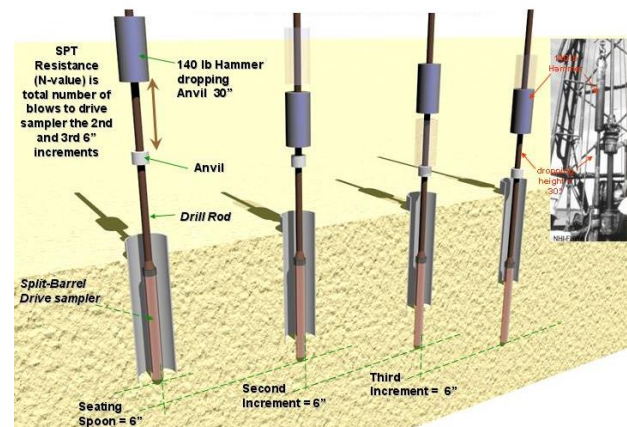
Pengujian tanah di lapangan maupun di laboratorium yang dilakukan meliputi uji lapangan berupa: 3 titik uji *Cone Penetration Test* (CPT) kapasitas 2.5 ton dan 2 titik uji *Standard Penetration Test* (SPT) dengan kedalaman masing-masing -20.0 m. Pengujian lapangan dilakukan pada tanggal 10 - 15 Februari 2025, pengujian laboratorium pada tanggal 17 - 28 Februari 2025, dan dilanjutkan dengan analisis serta pelaporan.



Gambar 1. Denah Titik SPT dan CPT

Subbab 2: Pengeboran

Pengeboran yang dilakukan bersamaan dengan SPT, mengambil sample tanah untuk memperoleh parameter dasar tanah, antara lain: lekatan, sudut gesek, berat volume tanah, gradasi dan berat jenis tanah. Metode pengeboran basah (*wash boring*) dengan mesin bor rotary, yaitu dengan cara kerja berputar dan menumbuk (*chopping and twisting*) dengan menyemprotkan air dari bawah mata bor, terlihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Prosedur Pengujian SPT [4]

Berikut akan dijelaskan serangkaian metode pelaksanaan pengujian lapangan dan laboratorium.

A. Pengujian Lapangan

Subbab 1: Standard Penetration Test (SPT)

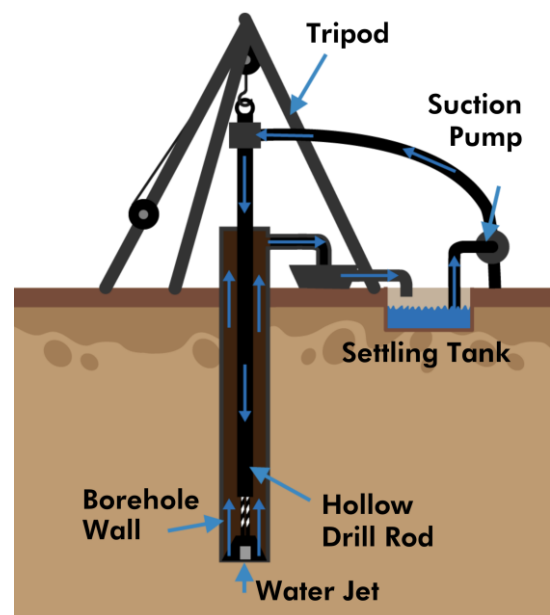
Memperkirakan daya dukung tanah dengan metode *Standard Penetration Test* (SPT) adalah salah satu pengujian lapangan yang sering digunakan, yaitu dengan menumbukkan alat yang disebut *split spoon sampler* ke dalam tanah sampai mencapai kedalaman tertentu [1]. Alat tumbuk seberat 140 pound, berulang ulang dijatuhkan dengan ketinggian vertikal sekitar 30 inci [2,3]. Perlawanan tanah diukur dengan menghitung jumlah pukulan untuk memasukkan tabung belah sedalam 30 cm secara vertikal. Pelaksanaan pengujian dibagi dalam tiga tahap tersaji pada Gambar 2, yaitu:

Tahap 1: masukkan tabung belah sedalam 15 cm, hitung jumpah pukulan yang diperlukan (N_1)

Tahap 2: lanjutkan dipukul hingga tabung belah masuk sedalam 15 cm kedua, hitung jumpah pukulan yang diperlukan (N_2)

Tahap 3: lanjutkan lagi, dipukul hingga tabung belah masuk sedalam 15 cm ketiga, hitung jumpah pukulan yang diperlukan (N_3)

Tahap 1 sampai dengan tahap 3 mencapai kedalaman total 45 cm. Nilai perlawanan tanah (N_{SPT}) diambil dari jumlah pukulan pada tahap kedua dan ketiga ($N_2 + N_3$). Jumlah pukulan dari tahap pertama tidak dicatat karena tanah dianggap sebagai tanah terganggu (*disturbed*).



Gambar 3. Ilustrasi alat pengeboran basah [5]

Subbab 3: Cone Penetration Test (CPT)

Kerucut / konus terbalik yang terbuat dari logam dengan ujung bersudut 60° dan luas dasar 10 cm^2 [6,7,8]. merupakan pengujian tanah langsung di lapangan yang seringkali digunakan di Indonesia, biasa disebut dengan *Cone penetration Test* (CPT). Kerucut baja di dorong dengan kecepatan konstan ke dalam tanah. Perlawanan tanah terhadap gerakan kerucut baja, yaitu tahanan konus

(q_c) dan tahanan selimut (f_s), dicatat pada interval kedalaman tertentu.

Gaya perlawanan ujung konus dibagi dengan luas dasar konus (10 cm^2) adalah q_c . Data tahanan konus di setiap kedalaman sangat berguna untuk memperkirakan jenis lapisan tanah dan kepadatannya.

Tahanan total tanah yang terdiri dari pembacaan penetrasi ujung dan selimut konus adalah f_s , diperoleh dari pembacaan ($q_c + f_s$) [9,10,11]. Tahanan selimut (f_s) adalah selisih tahanan total dengan tahanan konus (q_c).

B. Pengujian Laboratorium

Standar Nasional Indonesia (SNI) maupun *American Society for Testing and Materials* (ASTM) digunakan sebagai acuan melakukan pengujian laboratorium dengan rincian sebagai berikut:

Subbab 1: Kadar Air Tanah

Pengujian kadar air tanah / *water content* dilakukan seperti pada ASTM D2216 [12,13] yang berlaku untuk tanah dan batuan. Kadar air tanah ditentukan berdasarkan perbandingan berat air dan berat tanah kering. Sample tanah basah dimasukkan dalam oven selama 24 jam, pada suhu 110°C , hingga seluruh air dalam tanah menguap dan tinggal material tanah kering. Selisih dari berat sample tanah basah dan material tanah kering adalah berat air.

Subbab 2: Specific Gravity

Pengujian berat jenis tanah sesuai ASTM D854 [14]. Piknometer dengan kapasitas $\pm 50 \text{ mL}$. Sample uji lolos ayakan No. 4. Perbandingan dari berat dan volume partikel padat tanah pada suhu tertentu terhadap berat volume air destilasi bebas udara pada suhu yang sama adalah berat jenis.

Subbab 3: Distribusi Ukuran Butir

Sesuai ASTM D422 [15]. Satu set ayakan, terdiri dari ayakan partikel kasar no. 04 (diameter lebih dari 4.75 mm) sampai dengan ayakan partikel paling halus no. 200 (diameter 0.075 mm). Analisis hidrometer dengan teknik sedimentasi, dilakukan untuk partikel (diameter kurang dari 0.075 mm) atau yang lolos ayakan no. 200. Distribusi ukuran butir tanah disajikan dalam kurva semi-log, hubungan antara diameter terhadap persentase lolos ayakan

Subbab 4: Uji geser langsung

Sesuai ASTM D3080 [16,17,18]. Memberikan gaya geser pada sample dengan kecepatan konstan pada satu bidang geser yang diatur oleh alat yang menghasilkan nilai parameter kuat geser tanah, yaitu kohesi dan sudut gesek dalam 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, [18]

N : nilai SPT rerata sepanjang tiang.

Koreksi ujung tiang, dengan persamaan 2 berikut,

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

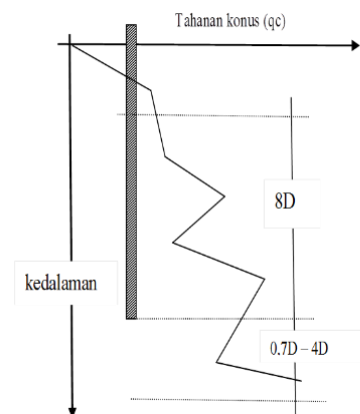
dimana :

N_1 : nilai SPT yang diperoleh untuk ujung tiang.

N_2 : rerata SPT ujung tiang sampai $4D$ di atasnya

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. [19,20], 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 [20,21]

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:

$$Q_s = K_{s,c} \left[\sum_{z=0}^{8D} \left(\frac{z}{8D} \right) f_s \times A_s + \sum_{z=8D}^L f_s \times A_s \right] \quad 4$$

K_c dan K_s sebagai faktor reduksi

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

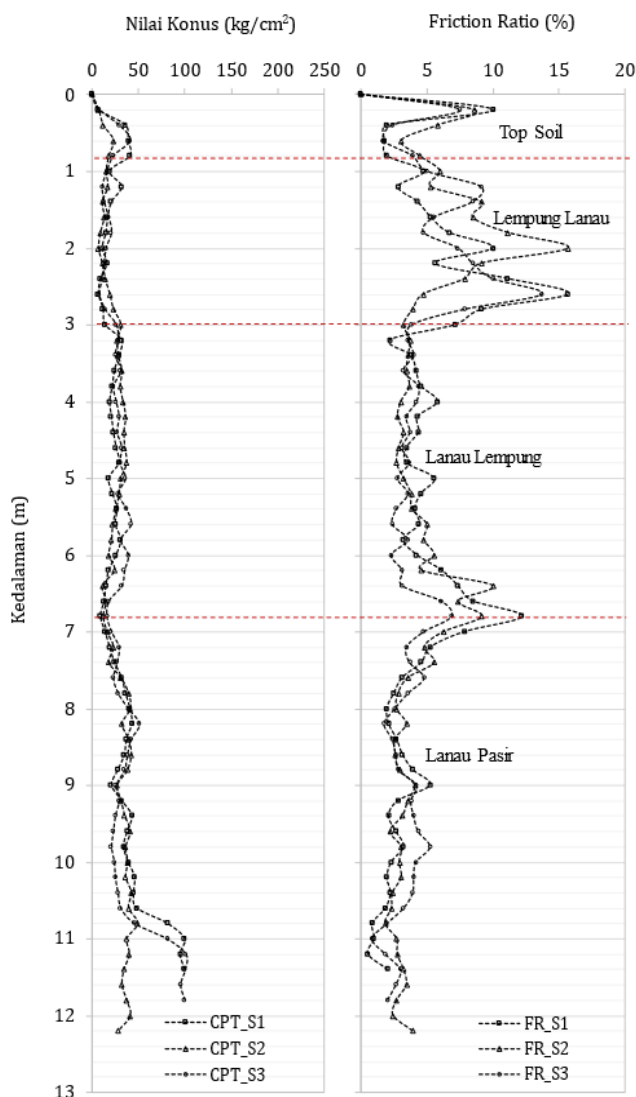
A. Hasil

Subbab 1: Stratigrafi Lapisan Tanah dan Daya Dukung

Pengujian *Cone Penetration Test* menunjukkan hasil nilai konus, perlapisan dan daya dukung tanah serta perkiraan *stratifikasi* seperti disajikan pada Gambar 5.

Gambar 5. menyajikan tanah lunak cukup tebal sampai kedalaman lebih dari 13,0 m dengan beberapa lapis tanah yaitu lempung lanau dan lanau lempung, sampai kedalaman sekitar 7,0 m, lalu di bawahnya lanau pasir.

Sumur yang berada di sekitar pengujian CPT, memberikan informasi kedalaman muka air tanah pada kedalaman $\pm 2,50$ m dari muka tanah, sehingga perlu dipertimbangkan untuk perencanaan pondasi.



Gambar 5. Nilai Konus dan *Friction Ratio*

Pengujian *Standard Penetration Test* menunjukkan hasil nilai N_{SPT} , perlapisan dan konversi daya dukung tanah

serta perkiraan *stratifikasi* seperti disajikan pada Gambar 6.

Gambar 6. Memperlihatkan hasil yang tidak jauh berbeda dari hasil CPT, menyajikan tanah lunak cukup tebal sampai kedalaman lebih dari 14,0 m dengan beberapa lapis tanah yaitu lanau lempung, sampai kedalaman sekitar 9,50 m, lalu di bawahnya lanau pasir sampai kedalaman 18,0 m dan pasir padat di bawahnya.

Pengujian SPT dan pengeboran memberikan informasi kedalaman muka air tanah setelah 24 jam yaitu pada kedalaman $\pm 2,50$ m dari muka tanah

Kondisi permukaan air tanah ini perlu menjadi perhatian dan pertimbangan bagi perencana untuk menentukan tipe pondasi yang representatif.

Subbab 2: Hasil Pengujian Laboratorium

Sampel hasil pemboran, diambil pada kedalaman 5 m dan 18 m.

Hasil uji laboratorium disajikan pada Tabel 1. dan Tabel 2. Berikut ini:

Tabel 1. Hasil Uji Sampel (BH1)

Depth (m)	Titik BH1					
	Water Content (%)	Specific Gravity G	Moisture Unit Weight γ_b (gr/cm ³)	Dry Unit Weight γ_k (gr/cm ³)	Direct Shear Test	
					c (kg/cm ²)	θ°
-5,00	50,60	2,46	1,41	0,94	0,11	11,05
-18,00	93,83	2,64	1,66	0,86	0,05	35,27

Tabel 2. Hasil Uji Sampel (BH2)

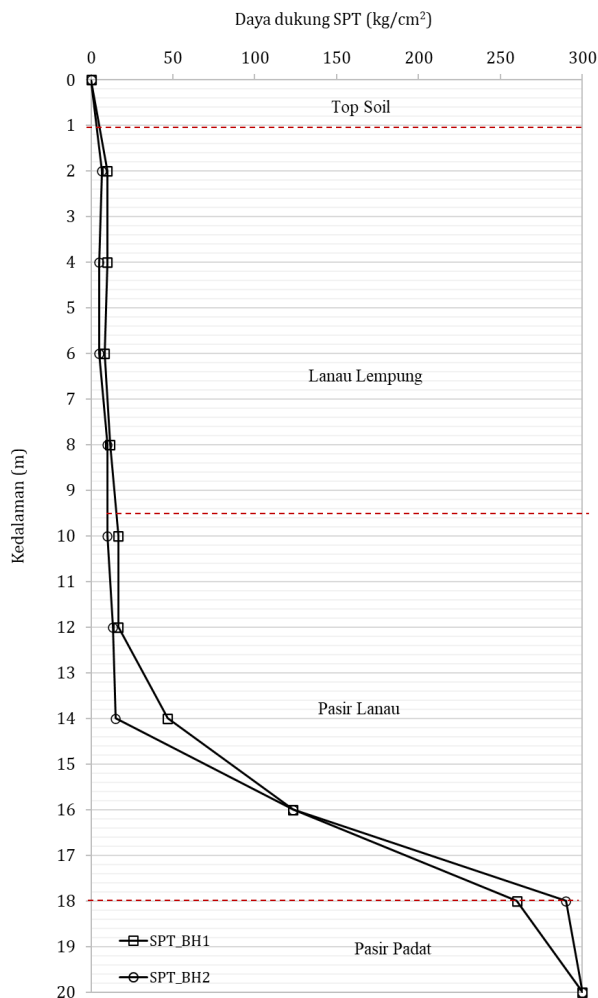
Depth (m)	Titik BH2					
	Water Content (%)	Specific Gravity G	Moisture Unit Weight γ_b (gr/cm ³)	Dry Unit Weight γ_k (gr/cm ³)	Direct Shear Test	
					c (kg/cm ²)	θ°
-5,00	47,39	2,49	1,40	0,95	0,09	12,43
-18,00	96,52	2,66	1,69	0,86	0,03	32,89

B. Pembahasan

Penyelidikan di lapangan, *Cone Penetration Test* memberikan 3 *stratifikasi* tanah dan daya dukung tanah, memberikan gambaran tanah lunak cukup tebal sampai kedalaman lebih dari 13,0 m dengan beberapa lapis tanah yaitu lempung lanau dan lanau lempung, sampai kedalaman sekitar 7,0 m, lalu di bawahnya lanau pasir, hal ini biasa terjadi di lapangan karena tanah yang tidak homogen, disajikan pada Gambar 5.

Hasil pengeboran dan *Standard Penetration Test*, memberikan gambaran *stratifikasi* tanah yang lebih detail dengan kedalaman mencapai -20.00 m dari muka tanah atau jika diperlukan, bisa mencapai kedalaman yang diinginkan.

Hasil 2 titik pengeboran dan SPT disajikan pada **Gambar 6.** memperlihatkan *stratifikasi* tanah yang sepadan dengan hasil sondir, bahwa secara umum jenis tanah di lokasi pengeboran didominasi oleh Lanau Lempung, dijumpai lapisan lunak yang cukup tebal sampai kedalaman $\pm 14,0$ m dari muka tanah. Hasil CPT dan SPT memperlihatkan bahwa muka air tanah ada di sekitar 2.50 m dari muka tana. Hal ini mempengaruhi penentuan jenis, kedalaman dan dimensi fondasi, untuk memperoleh bangunan yang kokoh dan stabil.



Gambar 6. Daya Dukung SPT dan Diskripsi Tanah

IV. KESIMPULAN

Berdasar hasil 3 titik sondir ringan dan 2 titik pemboran dengan kedalaman masing- masing -20,0m di proyek “RENOVASI GEREJA ST. MIKAEL GOMBONG”. Lokasi proyek di Paroki St. Mikael Gombang Jln. Gereja No.10 Gombang, Kebumen, Jawa Tengah dan dengan pertimbangan bangunan direncanakan 1 (satu) Lantai, maka disimpulkan:

1. Jenis tanah di lokasi pengeboran didominasi oleh tanah Lanau Lempung sampai kedalaman $\pm 14,0$ m dari muka tanah.
2. Tanah lunak cukup tebal, dari muka tanah sampai kedalaman $\pm 14,0$ m.
3. Daya dukung tanah cukup untuk pondasi *foot plat* mulai kedalaman $\pm 1,50$ m dari muka tanah, meskipun dengan dimensi yang cukup lebar, tergantung dari beban yang diterima *foot plat*.
4. Muka air tercatat pada kedalaman $\pm 2,50$ m dari muka tanah.

Hasil analisa penyelidikan tanah pada proyek “RENOVASI GEREJA ST. MIKAEL GOMBONG”. Lokasi proyek di Paroki St. Mikael Gombang Jln. Gereja No.10 Gombang, Kebumen, Jawa Tengah, dan mempertimbangkan hal-hal pada kesimpulan, maka berikut adalah saran:

1. Lapisan lanau lempung lunak cukup tebal, oleh karena itu disarankan mempertimbangkan konsolidasi sehingga dapat diminimalisir penurunan bangunan yang akan terjadi.
2. Plat pondasi diletakkan pada kedalaman -1,00m s/d -2,00m dg teg. ijin $\sigma_{\text{tanah}} = 0,023$ Mpa, dan disarankan menggunakan pondasi plat atau *Raft Foundation*.
3. Muka air cukup tinggi, maka disarankan untuk mempertimbangkan tekanan air pada daya dukung tanah

UCAPAN TERIMA KASIH

Mengucapkan terimakasih pada Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah mendukung pengabdian ini sehingga berjalan lancar dan sukses.

Mengucapkan terimakasih pada semua pihak yang telah berkontribusi mendukung dan membantu, baik di lapangan maupun di laboratorium hingga laporan serta hasil pengabdian selesai.

Kami sangat menghargai kepercayaan dan dukungan dari semua pihak, semoga di masa yang akan datang dapat terus bekerja sama lebih lanjut.

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 Penelitain 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] Standar Nasional Indonesia SNI 2827:2008 (2008b) *Cara Uji Penetrasi Lapangan Dengan SPT*.
- [5] Terzaghi, K., "Soil Mechanics and Engineering Practice". New York - London - Sydney: John Wiley and Sons. 1996
- [6] D. J. R. Sodre, "Cone penetration index for soil behaviour type prediction" Scientific Reports 12, Article number: 12412, 2022.
- [7] 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.
- [8] L. Leetsaar, L.K. Tantu, "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.
- [9] P. K. Robertson, K. Cabal, "Guide to Cone Penetration Testing", 7th Edition. Signal Hill: Gregg Drilling LLC, 2023.
- [10] 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.
- [11] B. H. Fellenius, "Basics of Foundation Design", Electronic Edition, V8L 2B9. Sidney, British Columbia Canada: www.Fellenius.net.546p, 2023.
- [12] A. Rasti, M. Pineda, and M. Razavi, "Assesment of Soil Moisture Content Measurement Methods: Coventional Laboratory Oven versus Halogen Moisture Analyzer", Journal of Soil and Water Science, Vol. 4, Issue 1, PAGES 151-160, November 2020.
- [13] (ASTM D2216-71), "Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil" (ASTM D2216-71). (ASTM D 2216-71), United State: ASTM International. 2005
- [14] (ASTM D854-58), "Standard Test Method for Specific Gravity of Soil" (ASTM D854-58). (ASTM D854-58), United State: ASTM International. 2002
- [15] (ASTM D 422-72), "Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils" (ASTM D 422-72). 2010
- [16] 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
- [17] (ASTM D3080-04), "Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions" (ASTM D3080-04). 2010
- [18] A. Deiminat, 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.
- [19] 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.
- [20] Badan Standarisasi Nasional. SNI 8460:2017 Persyaratan perancangan geoteknik. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional. 2017
- [21] 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.

PENULIS



Sumiyati Gunawan, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta



Vienti Hadsari, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta



Theresia Lu Theopuspitasari, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta



Christin Sri Hastuti, PLP Laboratorium Ukur Tanah, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta



Oktoditya Ekaputra, PLP Laboratorium Mekanika Tanah, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta



Patricius Yoga Advenda, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.