

ANALISIS PERBANDINGAN PERHITUNGAN DAYA DUKUNG TANAH DARI HASIL UJI SONDIR/CONE PENETRATION TEST (CPT) PADA PROYEK GEDUNG KPPN TANJUNG BALAI

Ivan Kristian Wijaya Telaumbanua¹, Amir Hamzah², Simon Petrus Hamonangan Simorangkir³

^{1,2,3}Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Asahan

E-mail: ¹ivankwtela@gmail.com (korespondensi)

ABSTRAK. Pembangunan infrastruktur di Indonesia, termasuk di Tanjung Balai, memerlukan perencanaan yang matang untuk memastikan daya dukung tanah yang memadai, sehingga penyelidikan tanah menjadi langkah penting dalam proses ini. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan perhitungan daya dukung tanah dari hasil uji Sondir/Cone Penetration Test (CPT) pada proyek Gedung KPPN Tanjung Balai. Metode yang digunakan meliputi pengumpulan data primer melalui pengujian CPT di dua titik lokasi, serta analisis menggunakan metode Meyerhof, Schermann, dan Terzaghi. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai daya dukung tanah bervariasi tergantung pada metode yang digunakan. Pada titik S-01, perhitungan daya dukung tanah dengan metode Meyerhof menghasilkan nilai 6.24 t, 12.44 t dengan metode Schermann, dan 7.12 t dengan metode Terzaghi. Sementara itu, pada titik S-02, nilai daya dukung tanah yang diperoleh adalah 5.15 t dengan metode Meyerhof, 26.74 t dengan metode Schermann, dan 4.46 t dengan metode Terzaghi.

Kata Kunci : Daya Dukung Tanah, Penyelidikan Tanah, Cone Penetration Test (CPT).

ABSTRACT. Infrastructure development in Indonesia, including in Tanjung Balai, requires careful planning to ensure adequate soil carrying capacity, so soil investigation is an important step in this process. This research aims to analyze the comparative calculation of soil bearing capacity from the results of the Sondir/Cone Penetration Test (CPT) on the KPPN Tanjung Balai Building project. The method used includes primary data collection through CPT testing at two location points, as well as analysis using the Meyerhof method, Schermann, and Terzaghi. The analysis results show that the soil bearing capacity value varies depending on the method used. On point S-01, calculation of soil bearing capacity using the method Meyerhof produces a value of 6.24 t, 12.44 t with method Schermann, And 7.12 t with method Terzaghi. Meanwhile, on point S-02, the soil bearing capacity value obtained is 5.15 t with method Meyerhof, 26.74 t with method Schermann, And 4.46 t with method Terzaghi.

Keywords: Soil Bearing Capacity, Soil Investigation, Cone Penetration Test (CPT).

1. PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur di Indonesia sudah mulai merata, baik itu di kota-kota besar maupun di wilayah pelosok. Infrastruktur merupakan sebuah dasar suatu fasilitas dan seluruh struktur, baik secara fisik maupun secara sosial, seperti bangunan jalan, jembatan, rel kereta api, listrik, gedung dan bangunan lain yang mendukung kelancaran aktivitas masyarakat. Menurut kementerian PUPR 2021, pembangunan infrastruktur secara masif diseluruh indonesia merupakan suatu langkah untuk menuju negara yang lebih maju. Selain mempermudah aktivitas masyarakat, pembangunan infrastruktur juga membantu berbagai macam kegiatan perekonomian, pemerintah dan juga kegiatan sosial.

Pembangunan infrastruktur juga dilaksanakan di wilayah Tanjung Balai. Gedung KPPN atau Kantor Pelayanan Pembendaharaan Negara merupakan kantor yang bertugas untuk melakukan, pembendaharaan, penyaluran pembiayaan serta penatausahaan pemasukan dan pengeluaran anggaran melalui dan dari kas negara didasarkan pada peraturan perundang-undangan yang diberlakukan. Gedung KPPN bertujuan untuk mempermudah penyaluran dana APBN guna menstimulasi perekonomian masyarakat, pemerataan dan mengurangi kesenjangan antar wilayah. Dalam pembangunan suatu Gedung KPPN, diperlukan perencanaan terlebih dahulu agar pembangunan yang akan dilaksanakan bisa terlaksana dengan baik dan untuk menghindari berbagai kegagalan dalam pembangunan tersebut. Persiapan-persiapan yang dilaksanakan yaitu, persiapan gambar teknis bangunan, spesifikasi teknis, spesifikasi umum, volume dan biaya pekerjaan. Persiapan-persiapan tersebut disebut dengan rancangan bangun rinci.

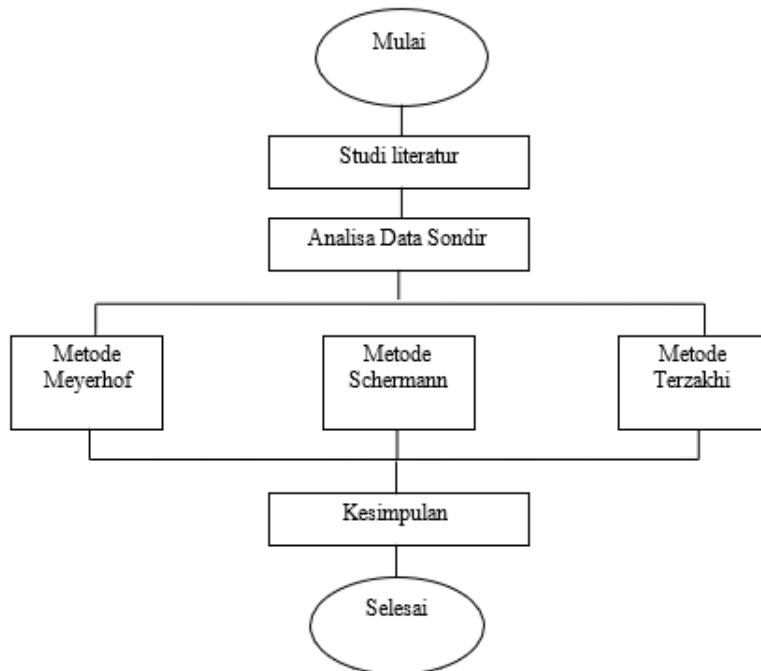
Salah satu yang dilaksanakan untuk melengkapi rancangan desain bangunan yaitu, penyelidikan tanah. Penyelidikan tanah bertujuan agar bangunan yang dibangun diatas tanah tersebut dapat berdiri kokoh. Menurut Prayogo, 2016. Penyelidikan tanah sangat penting dilaksanakan untuk mengetahui karakteristik tanah yang berguna dalam perhitungan daya dukung tanah. Kesalahan pada penyelidikan tanah dapat mengakibatkan kegagalan pada pondasi bangunan. Oleh karena itu, agar struktur pondasi dapat memperoleh dimensi optimal, berarti penyelidikan tanah harus benar-benar dilaksanakan untuk mengetahui daya dukung tanah karena sangat mempengaruhi bentuk dan dimensi pondasi [1]. Tanah adalah bahan topografi yang ada di dunia luar yang digunakan sebagai media yang berfungsi untuk mengembangkan struktur di atasnya. Secara artifisial, batu dan tanah memiliki komponen yang mirip namun mereka dikenali dari sifat aslinya. Untuk mengenali tanah dan batuan yang keras dan kuat, tanah dapat dicirikan sebagai bahan geografis yang memiliki butiran bebas (tidak kuat) serta memiliki kuat tekan di bawah 250 kg/cm^2 [2].

Tanah di alam terdiri dari kombinasi butiran mineral dengan atau tanpa bahan alam. Butiran-butiran tersebut dengan mudah diisolasi satu sama lain dengan kocokan air. Tanah berasal dari batuan yang membusuk, siklusnya bisa fisik atau sintetis. Sifat khusus dari tanah kecuali jika dipengaruhi oleh gagasan batuan induk yang merupakan material pertama juga dipengaruhi oleh komponen luar yang menyebabkan pembusukan batuan tersebut [3].

Agar struktur dapat berdiri kokoh dan tanpa penurunan yang terlalu besar, maka bangunan dasar struktur harus sampai pada lapisan tanah yang begitu kuat untuk menentukan luas/kedalaman lapisan tanah yang kuat dan jumlah daya dukung tanah yang diperbolehkan. [4]. Investigasi tanah dilaksanakan di lapangan dan di lingkungan laboratorium yang terkendali untuk menentukan daya dukung tanah. Untuk mengukur kedalaman lapisan tanah keras dan daya dukung tanah di setiap lapisan adalah uji penetrasi kerucut, atau disingkat CPT. Ujung kerucut instrumen sondir dirancang untuk mendeteksi tekanan setiap lapisan tanah. Maka, hasil dari Sondir/cone penetration test (CPT) dapat direkomendasikan jenis pondasi bangunan yang cocok disetiap titik yang telah dilaksanakan cone penetration test [5].

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan analisis data berdasarkan Data Sondir/Cone Penetration Test (CPT) merupakan data hasil pengukuran di lapangan yang telah dilaksanakan oleh CV. Andra Konsultan dengan menggunakan alat geoteknik yang digunakan untuk proses sondir pada tanah di daerah penelitian. Pengujian Sondir/Cone Penetration Test (CPT) dilaksanakan berdasarkan standar ASTM D-3441-86. Metode penelitian mencakup pengumpulan data primer melalui pengambilan sampel langsung, serta data sekunder yang diperoleh dari CV. Andra Konsultan dan merujuk pada literatur yang relevan



Gambar 1. Kerangka penelitian

Analisis Data

Pengujian Sondir/Cone Penetration Test (CPT) dilaksanakan berdasarkan standar ASTM D-3441-86. Pengujian ini memberikan informasi berupa grafik yang memperlihatkan daya dukung bikonus terhadap kedalaman. Daya dukung bikonus terdiri atas daya dukung ujung dan daya dukung gesek. Pembacaan biasanya dihentikan apabila :

- Bacaan Q_c telah mencapai angka maksimum kapasitas mesin, yaitu sondir ringan $\leq 200 \text{ kg/cm}^2$.
- Batang penyambung telah terpakai keseluruhan, yakni untuk sondir ringan 20 batang (20 m).

Nilai fluktuasi kepadatan tanah dapat diperoleh dengan menggunakan uji ini. Alat pengukuran kedalaman tidak berguna pada tanah berpasir, berkerikil, atau berbatu yang sangat tebal karena tidak dapat menembus tanah. Pada pondasi dangkal dan tiang pancang, daya dukung tanah secara langsung terhubung dengan nilai resistansi kerucut (q_c) dan resistansi kerucut yang diperoleh dari pengujian.

Dimana :

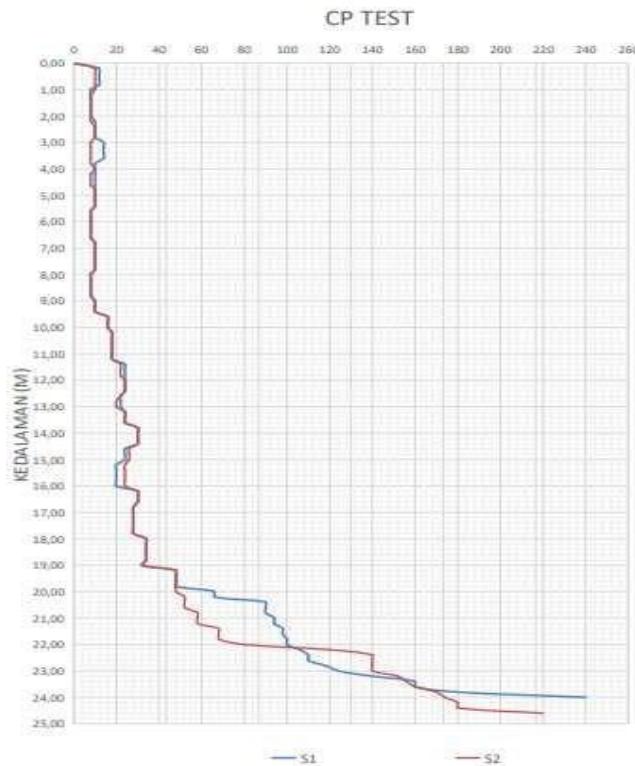
- q_c : Measured Cone Resistance (kg/cm^2)
- $q_c + q_f$: Measured Total Resistance from cone & shaft (kg/cm^2)
- q_f : Shaft Friction Resistance (kg/cm^2)
- f_s : Skin Friction (local)(kg/cm^2)
- f_d : friction per each 20 cm unit depth settlement reading (kg/cm)
- T_{fd} : Total friction per unit depth (kg/cm)
- R_f : Friction Ratio (%)

Hasil pengujian CPT yang dilaksanakan sebanyak 2 titik diuraikan dalam tabel berikut :

Tabel 1. Nilai Cone Penetration Test (Sondir)

No.	Nomor Titik	Kedalaman (m)	Cone Resistant Max (q_c) (kg/cm^2)	Total Skin friction Max (T_{fd}) (kg/cm)
1.	S-01	24,00	240	2896,00
2	S-02	24,60	220	2621,33

Untuk lebih lengkapnya, data hasil uji dan grafik sondir gabungan bisa terlihat melalui gambar berikut.



Sumber : CV. Andra Konsultan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyelidikan Tanah Uji Sondir/Cone Penetration Test (CPT)

S-01

Penyelidikan sondir pada titik S-01 diukur dari elevasi $\pm 0,00$ (muka tanah setempat) perlawanan konus (qc) $\geq 215 \text{ kg/cm}^2$ didapat pada posisi kedalaman 24,00 meter dengan nilai geser total (tf) adalah $2,667 \text{ kg/cm}^2$

S-02

Penyelidikan sondir pada titik S-02 diukur dari elevasi $\pm 0,00$ (muka tanah setempat) perlawanan konus (qc) $\geq 215 \text{ kg/cm}^2$ didapat pada posisi kedalaman 24,60 meter dengan nilai geser total (tf) adalah $2,800 \text{ kg/cm}^2$.

Analisa Perhitungan

Cone Penetration Test S-01

Perhitungan daya dukung tanah sebagai berikut :

Menghitung nilai konus rata-rata

Lebar : 1,5 m

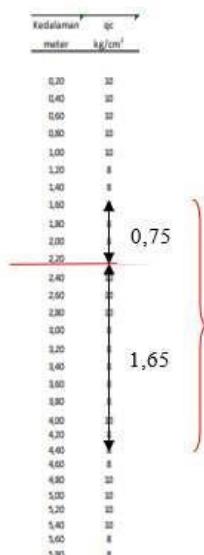
Kedalaman : 2,20 m

$$\begin{aligned} \text{Batas atas data} &: 0,5 B = (0,5)(1,5 \text{ m}) \\ &= 0,75 \text{ m (dari dasar pondasi ke atas)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Batas bawah data} &: 1,1 B = (1,1)(1,5 \text{ m}) \\ &= 1,65 \text{ m (dari dasar pondasi ke bawah)} \end{aligned}$$

Menghitung qc rata-rata

Perhatikan Gambar di bawah., berarti :



$$q_c = \frac{10+10+10+10+14+14+14+14+10+10+10+10+10+10+10+10+10+8}{18} = 10,78 \text{ kg/cm}^2$$

- Metode Meyerhof

Untuk lebar pondasi (B) > 1,22 m

$$\begin{aligned} q_{all(net)} &= \frac{q_c}{25} \left(\frac{3.28 B + 1}{3.28 B} \right)^2 \\ &= \frac{10,78}{25} \left(\frac{3.28 1,5 + 1}{3.28 1,5} \right)^2 \\ &= 0,624 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 6,24 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

Bagi pondasi Persegi, tanah berbutir (tidak kohesif), persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} q_u &= 48 - 0,009 (300 - qc)^{1,5} \text{ kg/cm}^2 \\ &= 48 - 0,009 (300-10,78)^{1,5} \text{ kg/cm}^2 \\ &= 3,732 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 37,32 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

Beban izin dengan faktor keamanan 3

$$\begin{aligned} q_a &= q_u / SF \\ &= 37,32 \text{ t/m}^2 / 3 \\ &= 12,44 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

- Metode Terzaghi

Berat Volume Tanah γ

Berdasarkan tabel 2.5 dengan hasil sondir tabel 4.1 dimana pada kedalaman 3,00 meter adalah tanah dengan Pasir lanau (slity sand), berarti :

$$\begin{aligned} \gamma &= 2,62 \text{ sampai } 2,68 \\ &= \frac{2,62+2,68}{2} \\ &= 2,65 \end{aligned}$$

Kohesi c

Berdasarkan 4.1 dimana pada kedalaman 3,00 meter $qc = 14$, berarti :

$$\begin{aligned} c &= \frac{qc}{20} \\ &= \frac{14}{20} \\ &= 0,70 \end{aligned}$$

Sudut geser dalam ϕ

Berdasarkan tabel 2.4 dengan hasil sondir tabel 4.1 dimana pada kedalaman 3,00 meter adalah tanah dengan Pasir lanau (slity sand), berarti :

$$\Phi = 30^\circ$$

Dengan sudut geser dalam $\Phi = 30^\circ$, berarti nilai N_c, N_q dan N_γ dapat ditentukan dengan melalui tabel 2.6, yaitu :

$$N_c = 30,14$$

$$N_q = 18,40$$

$$N_\gamma = 22,40$$

Persamaan Terzaghi bagi pondasi persegi

$$\begin{aligned}
 q_u &= 1,3 c N_c + D \cdot \gamma \cdot N_q + 0,4 \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \\
 &= 1,3 \cdot 0,70 \cdot 30,14 + 3,00 \cdot 2,65 \cdot 18,40 + 0,4 \cdot 2,65 \cdot 1,5 \cdot 22,40 \\
 &= 209,32 \text{ KN/m}^2 \\
 &= 21,35 \text{ t/m}^2 \\
 Q_a &= q_u / SF \\
 &= 21,35 \text{ t/m}^2 / 3 \\
 &= 7,12 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

Tabel 2. Seluruh Perhitungan daya dukung tanah S-01

Metode	qa (ton/m ²)
Meyerhof	6,24
Schermann	12,44
Terzaghi	7,12

Cone Penetration Test (Sondir) S-02

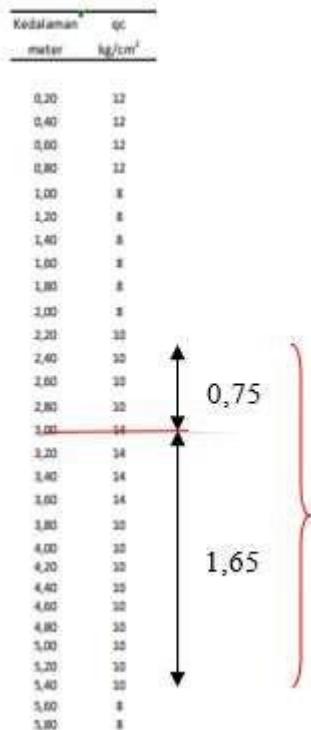
Perhitungan daya dukung tanah sebagai berikut :

Menghitung nilai konus rata-rata

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar} &: 1,5 \text{ m} \\
 \text{Kedalam} &: 3,0 \text{ m} \\
 \text{Batas atas data} &: 0,5 B = (0,5) (1,5 \text{ m}) \\
 &= 0,75 \text{ m (dari dasar pondasi ke atas)} \\
 \text{Batas bawah data} &: 1,1 B = (1,1) (1,5 \text{ m}) \\
 &= 1,65 \text{ m (dari dasar pondasi ke bawah)}
 \end{aligned}$$

Menghitung qc rata-rata

Perhatikan Gambar 4.2 di bawah., berarti :



$$qc = \frac{8+10+10+10+8+8+8+8+8+8+8+10+10+10+10+10+8}{18} = 8,89 \text{ kg/cm}^2$$

- Metode Meyerhof
Untuk lebar pondasi (B) > 1,22 m

$$\begin{aligned} \text{all(net)} &= \frac{qc}{25} \left(\frac{3,28 B + 1}{3,28 B + 1,5} \right)^2 \\ &= \frac{0,515}{25} \left(\frac{3,28 \cdot 1,5}{3,28 \cdot 1,5 + 1} \right)^2 \\ &= 0,515 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 5,15 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

- Metode Schermann
Bagi pondasi Persegi, tanah lempung (kohesif), persamaan yang di gunakan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} qu &= 5 + 0,34 qc \text{ kg/cm}^2 & 2.6 \\ &= 5 + 0,34 \cdot 8,89 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 8,022 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 80,22 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

Beban izin dengan faktor keamanan 3

$$\begin{aligned} Q_{\text{izin}} &= q_u / SF \\ &= 80,22 \text{ ton} / 3 \\ &= 26,74 \text{ ton} \end{aligned}$$

- Metode Terzaghi

Berat Volume Tanah γ

Berdasarkan tabel 2.5 dengan hasil sondir tabel 4.2 dimana pada kedalaman 3,00 meter adalah tanah dengan liat lempung (Clay and loam and loam soils), berarti :

$$\begin{aligned} \gamma &= 2,68 \text{ sampai } 2,75 \\ &= \frac{2,68+2,75}{2} \\ &= 2,72 \end{aligned}$$

Kohesi c

Berdasarkan 4.2 dimana pada kedalaman 3,00 meter $qc = 8$, berarti :

$$\begin{aligned} c &= \frac{qc}{zv} \\ &= \frac{8}{20} \\ &= 0,40 \end{aligned}$$

Sudut geser dalam ϕ

Berdasarkan tabel 2.4 dengan hasil sondir tabel 4.2 dimana pada kedalaman 3,00 meter adalah tanah dengan Pasir lanau (slity sand), berarti :

$$\begin{aligned} \Phi &= 25^\circ \text{ sampai } 30^\circ \\ &= 27,5^\circ (28^\circ) \end{aligned}$$

Dengan sudut geser dalam $\Phi = 28^\circ$, berarti nilai N_c, N_q dan N_γ dapat ditentukan dengan melalui tabel 2.6, yaitu :

$$\begin{aligned} N_c &= 25,80 \\ N_q &= 14,72 \\ N_\gamma &= 16,72 \end{aligned}$$

Persamaan Terzaghi bagi pondasi persegi

$$\begin{aligned} qu &= 1,3 c N_c + D \cdot \gamma \cdot N_q + 0,4 \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \\ &= 1,3 \cdot 0,40 \cdot 25,80 + 3,00 \cdot 2,72 \cdot 14,72 + 0,4 \cdot 2,72 \cdot 1,5 \cdot 16,72 \\ &= 160,55 \text{ KN/m}^2 \\ &= 16,37 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} qa &= qu/SF \\ &= 16,37 \text{ t/m}^2 / 3 \\ &= 5,46 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

Tabel 3. Seluruh Perhitungan daya dukung tanah S-02

Metode	qa (ton)
Meyerhof	5,15
Schermann	26,74
Terzaghi	5,46

Perbandingan Analisa Daya Dukung Tanah Dengan Dari Data Sondir/Cone Penetration Test (CPT)

Perbandingan hasil Analisa Daya Dukung Tanah Dengan dari data Sondir/Cone Penetration Test (CPT) dengan menggunakan metode Meyerhof, Schermann, Bowles dan Terzaghi, bisa terlihat melalui tabel 4. berikut :

Tabel 4. Perbandingan hasil Analisa Daya Dukung Tanah Dengan dari data Sondir/Cone Penetration Test (CPT)

Titik	qi (ton)		
	Metode Meyerhof	Metode Schermann	Metode Terzaghi
5,46S-01	6,24	12,44	7,12
S-02	5,15	26,74	4,46

Sesuai dengan tujuan penelitian dan rumusan masalah, untuk melakukan perbandingan daya dukung tanah melalui hasil penelitian di lapangan yaitu Sondir/Cone Penetration Test (CPT). Bisa terlihat melalui tabel 4. bahwa dalam perhitungan daya dukung dengan menggunakan Metode Meyerhof, Scherman dan Terzaghi, terdapat perbedaan antara nilai daya dukung tanah dari ketiga metode tersebut yang dimana hasil dari metode Schermann lebih unggul.

4. KESIMPULAN

Sesuai dengan hasil Analisi Perbandingan Perhitungan Daya Dukung Tanah Melalui hasil Uji Sondir/Cone Penetration Test (CPT) Pada Proyek Gedung KPPN Tanjung Balai, dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut :

- Besar daya dukung tanah dari data Sondir/Cone Penetration Test (CPT), bisa terlihat melalui tabel berikut.

Titik	q _i (ton)		
	Metode Meyerhof	Metode Schermann	Metode Terzakhi
5,46S-01	6,24	12,44	7,12
S-02	5,15	26,74	4,46

Melalui hasil analisa keempat metode diatas, perhitungan daya dukung dengan menggunakan Metode Meyerhof, Scherman dan Terzakhi, terdapat perbedaan antara nilai daya dukung tanah dari keempat metode tersebut yang dimana hasil dari metode Schermann lebih unggul.

DAFTRA PUSTAKA

- [1] Prayogo, K. d. (2016). “Penyelidikan Struktur Dan Karakteristik Tanah Untuk Desain Pondasi Irradiator Gamma Kapasitas 2 MCI”. Perangkat Nuklir, Vol.10, No.1, 29-40.
- [2] Hakam, A. (2008). “Rekayasan Pondasi”. Padang: Cv. Bintang Gravika.
- [3] Hardiyatno, H. (2011). “Analisis dan Perancangan Pondasi 1”. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- [4] Gunawan, R. (1990). “Pengantar Teknik Pondasi”. Yogyakarta: Kanisius.a.
- [5] Bela, K. R. (2022). “Penyelidikan Tanah Menggunakan Metode Uji Sondir”. Teknik Sipil, Vol.2, No.1, 50-58.