

Diterima : 25 Oktober 2023 | Selesai Direvisi : 16 November 2023 | Disetujui : 29 November 2023 | Dipublikasikan : Desember 2023
DOI : <http://dx.doi.org/10.24853/jk.15.1.127-136>
Copyright © 2023 Jurnal Konstruksia
This is an open access article under the CC BY-NC licence (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Kapasitas Daya Dukung Pondasi Dangkal dengan Teori *Terzaghi* dan *Mayerhof*

Elpita Aisah¹, dan Fameira Dhiniati¹

¹Prodi Teknik Sipil, Institiut Teknologi Pagar Alam, Jl.Masik Siagim No. 75, Sumatera Selatan, 31521

Email korespondensi: dhiniati@gmail.com

ABSTRAK

Pondasi merupakan elemen penting dalam proses konstruksi bangunan yang bertugas untuk menyalurkan dan mendistribusikan beban dari struktur bangunan ke tanah dibawahnya. Pondasi dangkal adalah jenis pondasi yang sering digunakan dalam proyek bangunan sederhana hingga menengah, dalam pembangunan konstruksi gedung hal penting yang harus dilakukan adalah dengan menganalisis kapasitas daya dukung pondasi dangkal, karena untuk mempertimbangkan nilai keamanan struktural, karakteristik tanah, beban yang akan dipikul, serta perubahan lingkungan, analisis juga dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui besar nilai kapasitas dukung izin yang akan menerima beban bangunan tersebut. Pada penelitian ini metode yang dipakai adalah metode *Terzaghi* dan *Mayerhof*, dalam penelitian ini akan dilihat juga faktor bentuk dan kedalaman pondasi yang akan berpengaruh terhadap hasil dari perhitungan ini, akan memperlihatkan perbandingan nilai kapasitas daya dukung pondasi dangkal dan daya dukung pondasi yang diizinkan antara metode *Terzaghi* dan Metode *Mayerhof*. Adapun hasilnya menunjukkan untuk nilai Qall dengan nilai $D_f = 1,5$ m, $B = 1$ m, metode *Terzaghi* adalah $Q_{all} = 528,9$ KN, metode *Mayerhof* $Q_{all} = 2948,5$ KN kemudian untuk nilai $D_f = 2$ m dan, $B = 2,5$ m, metode *Terzaghi* $Q_{all} = 1364,3$ KN, untuk metode *Mayerhof* = 5068,4 KN, dan untuk $D_f = 3$ m, $B = 3$ m didapatkan nilai Q_{all} untuk metode *Terzaghi* $Q_{all} = 1677,8$ KN, metode *Mayerhof* $Q_{all} = 8730,7$ KN, dalam hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa nilai kapasitas daya dukung yang diizinkan pada pondasi dangkal untuk Metode *Mayerhof* selalu lebih besar dibandingkan dengan nilai Kapasitas daya dukung yang diizinkan pada metode *Terzaghi*, pada penelitian ini juga dapat dilihat bahwa semakin besar nilai lebar dan kedalaman pondasi, maka nilai kapasitas daya dukung yang diizinkan juga semakin besar.

Kata kunci: Kapasitas, Daya, Dukung, *Mayerhof*, Pondasi Dangkal, *Terzaghi*

ABSTRACT

Foundations are an important element in the building construction process whose task is to channel and distribute the load from the building structure to the ground below. Shallow foundations are a type of foundation that is often used in simple to medium building projects. In building construction, the important thing that must be done is to analyze the carrying capacity of shallow foundations, because to consider the structural safety value, soil characteristics, loads to be carried, and changes environment, analysis is also carried out with the aim of finding out the value of the carrying capacity of the permit that will accept the load of the building. In this research, the method used is the *Terzaghi* and *Mayerhof* method. In this research, we will also look at the shape and depth factors of the foundation which will influence the results of this calculation. We will show a comparison of the values of the shallow foundation bearing capacity and the allowable foundation bearing capacity between the methods. *Terzaghi* and the *Mayerhof* Method. The results show that for the Q_{all} value with a value of $D_f = 1.5$ m, $B = 1$ m, the *Terzaghi* method is $Q_{all} = 528.9$ KN, the *Mayerhof* method $Q_{all} = 2948.5$ KN then for the values $D_f = 2$ m and, $B = 2.5$ m, *Terzaghi* Q_{all} method = 1364.3 KN, for the *Mayerhof* method = 5068.4 KN, and for $D_f = 3$ m, $B = 3$ m, the Q_{all} value for the *Terzaghi*

Qall method = 1677.8 KN, Mayerhof Qall method = 8730.7 KN, In the results of this research, it can be concluded that the allowable bearing capacity value for shallow foundations for the Mayerhof method is always greater than the allowable bearing capacity value for the Terzaghi method. In this study it can also be seen that the greater the value of the width and depth of the foundation, the the permitted carrying capacity value also increases.

Keyword: Carrying, Capacity, Mayerhof, Shallow, Foundation, Terzaghi

1. PENDAHULUAN

Pondasi dangkal adalah jenis pondasi yang biasanya digunakan untuk mendukung struktur bangunan ringan atau bangunan dengan beban yang tidak terlalu berat [3]. Pondasi dangkal diletakkan di lapisan tanah yang relatif dangkal, tidak jauh dari permukaan tanah. Pondasi ini umumnya digunakan untuk bangunan rumah, garasi, pagar, atau struktur bangunan kecil lainnya [8]. Meskipun pondasi dangkal memiliki kelebihan dalam hal biaya dan kemudahan konstruksi, penting untuk memperhatikan kondisi tanah dan beban yang akan diberikan pada struktur bangunan [5].

Pemilihan jenis pondasi, termasuk pondasi dangkal, haruslah didasarkan pada studi dan analisis geoteknik yang menyeluruh untuk memastikan keselamatan dan keandalan struktur bangunan dalam jangka panjang. Jika terdapat keraguan atau tantangan dalam hal daya dukung tanah, biasanya direkomendasikan untuk menggunakan pondasi yang lebih dalam seperti pondasi tiang atau pondasi dalam lainnya [6].

Analisis kapasitas daya dukung pondasi dangkal atau *shallow foundation* adalah proses untuk menentukan apakah pondasi tersebut dapat menahan beban struktural yang diterapkan di atasnya dengan aman dan stabil. Jika tanah memiliki daya dukung yang buruk atau beban bangunan cukup besar, mungkin perlu dipertimbangkan penggunaan pondasi dalam yang lebih kuat dan stabil. Keputusan tentang jenis pondasi yang tepat harus dibuat berdasarkan analisis dan pertimbangan yang cermat [7].

Salah satu konstruksi bangunan pasar 1 lantai yang berlokasi di Pasar Mulak Sebingkai Kabupaten Lahat, meskipun bangunan hanya satu lantai namun menganalisis kapasitas daya dukung pondasi dangkal adalah satu hal penting untuk dilakukan, agar dapat menjadi dasar dalam proses pembangunan konstruksi tersebut. Tanah yang terletak dibawah konstruksi bangunan harus dapat memikul beban yang berada di atasnya agar tidak terjadi kegagalan geser dan penurunan pada tanah tersebut.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi nilai faktor daya dukung tanah, diantaranya adalah; kedalaman pondasi yang ditanam, bentuk pondasi, lebar pondasi serta letak muka air tanah juga berpengaruh. Pada penelitian ini peneliti melakukan "Analisis Kapasitas Daya Dukung Pondasi Dangkal (Studi Kasus Pasar Mulak Sebingkai)", dengan mempertimbangkan faktor kedalaman dan bentuk pondasi dengan Teori *Terzaghi* dan *Mayerhof*.

Tujuan

Analisis kapasitas daya dukung pondasi dangkal dilakukan untuk memastikan bahwa pondasi tersebut mampu menahan beban struktural yang diberikan oleh bangunan di atasnya dan menghindari terjadinya kegagalan pondasi. Tujuan utama dari analisis ini adalah untuk menentukan apakah pondasi yang direncanakan memiliki kapasitas daya dukung yang cukup untuk mendukung beban bekerja yang diharapkan tanpa menyebabkan penurunan yang berlebihan atau keruntuhan.

Manfaat

Diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat bermanfaat terutama dalam Keselamatan struktural: bahwa pondasi mampu menahan beban struktural dari bangunan dengan aman dan tidak ada risiko keruntuhan atau kegagalan structural, serta dapat menentukan dimensi dan jenis pondasi yang sesuai untuk bangunan tersebut. Ini membantu mencapai desain yang efisien dan ekonomis.



Gambar 1. Pondasi Dangkal

2. TINJAUAN PUSTAKA

Definisi pondasi

Pondasi merupakan suatu struktur bangunan yang terletak dibagian paling bawah (Sub Struktur) yang berfungsi meneruskan beban bangunan dari struktur yang paling atas (*Upper Structure*) ke bagian paling bawah sampai pada kedalaman tanah yang paling keras [9]. *Terzaghi* mendefinisikan pondasi dangkal sebagai berikut:

Apabila perbandingan antara kedalaman pondasi dan lebar pondasi lebih kecil atau sama ($D_f \leq B$), maka konstruksi pondasi yang diletakkan pada dasar tanah tersebut dapat dinamakan pondasi dangkal, Anggapan bahwa penyebaran tegangan pada struktur pondasi ke tanah dibawahnya yang berupa lapisan penyangga (*bearing stratum*) yang kuat lebih kecil atau sama dengan lebar pondasi [4].

Pada umumnya penentuan pondasi dangkal dapat dilihat secara fisik dari bentuk konstruksi pondasi, biasanya (tidak selalu) bentuk pondasi berupa empat persegi panjang atau bujur sangkar tetapi disebut juga pondasi tapak. Pondasi tapak dapat juga berupa pondasi tapak menerus atau pondasi tapak lingkaran/bulat [2].

Jenis-jenis pondasi dangkal

a. Pondasi batu kali

Pondasi batu kali mempunyai kekuatan yang baik dengan harga yang murah, umumnya jenis ini banyak digunakan dalam membangun rumah. Pondasi batu kali umumnya mempunyai tinggi 60 – 80 cm dengan lebar bawahnya 60 – 80 cm sedangkan atasnya 25 – 30 cm dengan bentuk trapesium. Pondasi batu kali juga dapat digantikan dengan beton, namun pastikan kualitas beton paling tidak K-250 hingga K-300.

b. Pondasi rollag bata

Jenis pondasi termasuk pondasi yang harganya mahal, karenanya pondasi rollag bata kini mulai ditinggalkan. Selain mahal, jenis pondasi ini juga membutuhkan waktu yang lebih lama dalam pembuatannya dan kekuatannya juga kurang baik. Sekarang ini, pondasi rollag bata diaplikasikan untuk menahan beban yang ringan seperti teras saja.

c. Pondasi plat beton lajur

Jenis pondasi plat beton lajur termasuk pondasi yang paling kuat karena seluruhnya terbuat dari beton bertulang. Selain itu dibandingkan pondasi batu kali, jenis ini juga membutuhkan biaya yang lebih murah. Pondasi plat beton lajur umumnya mempunyai lebar dengan ukuran 70 cm.

d. Pondasi sumuran

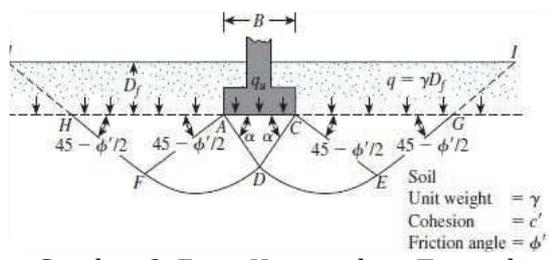
Pondasi sumuran juga sering disebut dengan *cyclob* beton, diameter beton yang digunakan sekitar 60-80 cm dengan kedalaman 1-2 m. Kemudian cor beton akan ditambahkan ke dalamnya dan dicampur dengan batu kali serta diberi besi pada bagian atasnya. Namun pondasi sumuran tidak banyak diminati karena membutuhkan banyak adukan beton dan *sloof* yang berukuran besar.

Kapasitas Daya Dukung Pondasi Dangkal didalam teknik pondasi terdapat bermacam-macam cara untuk menghitung besarnya kapasitas daya dukung pondasi dangkal, yang dapat disebut pionir dan paling terkenal dikemukakan oleh *Terzaghi* (1943), kemudian disusul oleh peneliti lainnya seperti: *Meyerhof*, *Hansen*, *Vesic* dan lainnya.

Adapun perhitungan kapasitas daya dukung tanah pada penelitian ini akan dibahas dengan teori *Terzaghi*, dan *Mayerhof*.

Kapasitas daya dukung Terzaghi

Analisis daya dukung didasarkan kondisi *general shear failure*, yang dikemukakan *Terzaghi* (1943) dengan anggapan pondasi berbentuk memanjang tak terhingga dengan lebar B dan terletak di atas tanah homogen [1].



Gambar 2. Zona Keruntuhan Terzaghi

Adapun persamaan kapasitas daya dukung pondasi dangkal dengan teori *Terzaghi* adalah sebagai berikut:

$$q_{ult} = c N_c + D_f \gamma N_q + 0,5 \gamma B N_\gamma \quad (1)$$

dengan q_{ult} = daya dukung ultimit/ batas, c = kohesi, D_f = kedalaman pondasi, B = lebar pondasi, γ = berat volume tanah, N_c , N_q , N_γ = faktor daya dukung tanah (Tabel 1.)

Untuk pondasi berbentuk bujur sangkar dan lingkaran, persamaan daya dukung batas yang disarankan oleh *Terzaghi* adalah sebagai berikut:

a. Pondasi bujur sangkar:
 $q_{ult} = 1,3 N_c + D_f \gamma N_q + 0,4 \gamma B N_\gamma \quad (2)$

b. Pondasi lingkaran:
 $q_{ult} = 1,3 c N_c + D_f \gamma N_q + 0,3 \gamma B N_\gamma \quad (3)$
 dengan B adalah diameter pondasi (untuk lingkaran)

Persamaan diatas digunakan dengan anggapan bahwa jenis keruntuhan tanah di bawah pondasi adalah keruntuhan geser umum (*general shear failure*). Sedangkan untuk kondisi keruntuhan geser setempat (*local shear failure*) persamaan untuk pondasi memanjang dinyatakan dengan:

$$q'_{ult} = c' N'_c + D_f \gamma N'_q + 0,5 \gamma B N'_\gamma \quad (4)$$

dengan $c' = 2/3c$ dan $\tan \phi' = 2/3 \phi$

Sedangkan daya dukung batas dari tanah untuk pondasi dengan bentuk bujur sangkar dan lingkaran untuk kondisi keruntuhan geser setempat adalah sebagai berikut:

a. Pondasi bujur sangkar:
 $q_{ult} = 1,3 c' N'_c + D_f \gamma N'_q + 0,4 \gamma B N'_\gamma \quad (5)$

b. Pondasi lingkaran:
 $q_{ult} = 1,3 c' N'_c + D_f \gamma N'_q + 0,3 \gamma B N'_\gamma \quad (6)$

Kapasitas daya dukung Mayerhof

Pada analisa daya dukung pondasi menurut *Mayerhof*, ada beberapa faktor yang mempengaruhinya, antara lain sifat-sifat tanah dan bentuk fondasi, faktor kedalaman dan faktor pembebanan, serta beban vertikal dan beban inkinasi. adapun kapasitas daya dukung menurut teori *Mayerhof*, akan diuraikan sebagai berikut:

$$q_{ult} = (S_c \cdot d_c \cdot I_c \cdot C \cdot N_c) + (S_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot N_q \cdot q) + (s_d \gamma \cdot i_\gamma \cdot 0,5 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma \gamma)$$

Faktor bentuk menurut *De Beer* (1997)

$$S_c = 1 + \left(\frac{B}{L} \frac{N_q}{N_c} \right)$$

$$S_q = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \tan \phi \quad (7)$$

$$S_\gamma = 1 - 0,4 \left(\frac{B}{L} \right)$$

Faktor kedalaman menurut *Hansen* (1970)

Untuk $\frac{D_f}{B} \leq 1$

$$d_c = 1 + 0,4 \frac{D_f}{B}$$

$$d_q = 1 + 2 \frac{D_f}{B} \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \quad (8)$$

$$d_\gamma = 1$$

Untuk $\frac{D_f}{B} > 1$

$$d_c = 1 + 0,4 \tan^{-1} \frac{D_f}{B}$$

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \tan^{-1} \frac{D_f}{B} \quad (9)$$

$$d_\gamma = 1$$

Faktor kemiringan *Mayerhof* (1963), dan *Hanna* dan *Mayerhof* (1981)

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\alpha}{90} \right)^2$$

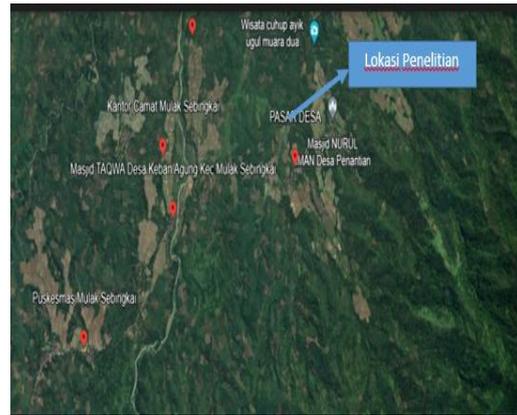
$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\alpha}{\phi} \right)^2 \quad (10)$$

dengan N_c , N_q = faktor-faktor kapasitas daya dukung Meyerhof, $N_q = e^{x \tan \phi} \tan^2 (45^\circ - \phi / 2)$, $N_c = (N_q - 1) \cot \phi$, $N_\gamma = (N_q - 1) \tan (1,4 \phi)$, S_i = faktor bentuk pondasi, d_i = faktor kedalaman pondasi

3. METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi penelitian

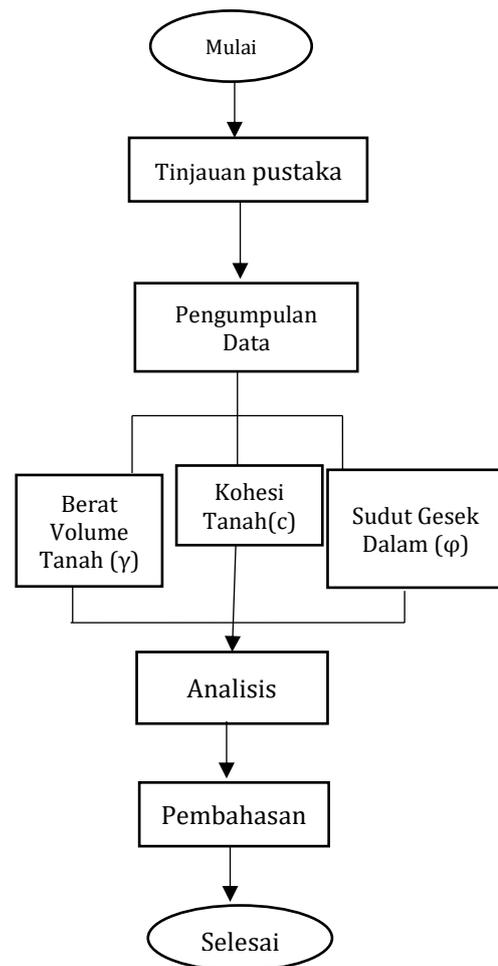
Adapun lokasi penelitian dilakukan di Pasar Mulak Sebingkai Kabupaten Lahat dengan titik koordinat $3^\circ 59'02''S$ $103^\circ 31'27''E$. untuk gambar lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 3. Lokasi Penelitian

Bagan alur penelitian

Dalam suatu penelitian bagan alur merupakan bagian penting dalam penelitian guna untuk berjalannya penelitian tersebut. Adapun bagan alur penelitian dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



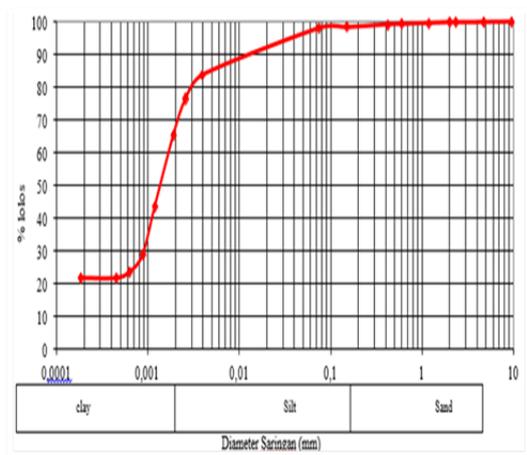
Gambar 4. Langkah-Langkah Penelitian

Metode pengumpulan data

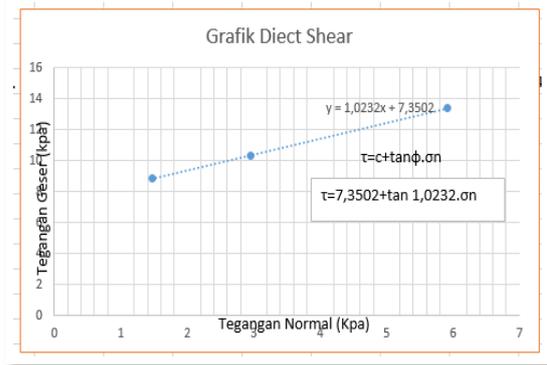
Data merupakan hal yang penting dalam melakukan suatu penelitian, adapun data-data yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain, data berat volume tanah yang dilakukan dengan melakukan uji laboratorium dengan mengikuti standar SNI 1965;2008, dan data analisa saringan dengan menggunakan standar SNI 3423;2008, serta pengujian *direct shear* dengan ASTM D 3080-90. Adapun data-data tersebut dapat dilihat pada Tabel 1, Gambar 5 dan Gambar 6 dibawah ini:

Tabel 1. Tabel Pengujian Berat Isi Tanah

| No. Test | Satuan | I | II |
|--|--------------------|--------|--------|
| Berat tanah + cincin | gr | 176,10 | 176,11 |
| Berat cincin | gr | 67,00 | 67,00 |
| Berat tanah | gr | 109,10 | 109,11 |
| Berat isi basah (g _m) | gr/cm ³ | 1,369 | 1,369 |
| Berat isi basah (g _m) rata-rata | gr/cm ³ | 1,369 | |
| Berat isi kering (g _d) rata-rata | gr/cm ³ | 0,954 | |



Gambar 5. Grafik *Particel Size Distribution*



Gambar 6. Grafik *Direct Shear Strenght*

Dari Tabel 1 diatas dapat dilihat nilai berat isi tanah γ sebesar 1,369 gr/cm³, dan untuk jenis tanah dapat diklasifikasikan sebagai tanah lempung berlanau berdasarkan analisa saringan dengan uji *hydrometer*, dan bisa dilihat pada Gambar 5, serta untuk nilai kohesi tanah sebesar 7,3502 Kpa dan nilai sudut geser dalam ϕ sebesar 45⁰.

4. DATA DAN ANALISA

Dalam menganalisa kapasitas daya dukung pondasi dangkal baik dengan teori *Terzaghi* ataupun denga teori *Mayerhof* itu diperlukan data-data yang dibutuhkan dalam perhitungan, adapapun data-data tersebut akan disajikan pada tabel 2 diawah ini:

Tabel 2. Rekapitulasi Data Penelitian

| Jenis Data | Nilai | Satuan |
|--------------------------------|-----------------|--------|
| Berat isi tanah (γ) | 0,137 | KPa |
| Kohesi tanah (c) | 7,350 | KPa |
| Sudut geser dalam (ϕ) | 45 ⁰ | KPa |
| Nc (<i>Terzaghi</i>) | 172,29 | - |
| Nq (<i>Terzaghi</i>) | 173,29 | - |
| N γ (<i>Terzaghi</i>) | 294,50 | - |
| Nc (<i>Mayerhof</i>) | 133,87 | - |

| Jenis Data | Nilai | Satuan |
|------------------------------|--------|--------|
| N _q (Mayerhof) | 134,87 | - |
| N _γ (Mayerhof) | 262,74 | - |

Setelah data-data didapatkan maka langkah selanjutnya adalah melakukan analisa kapasitas daya dukung pondasi dangkal dengan teori *Terzaghi* dan teori *Mayerhof*, selain data yang ditunjukkan pada Tabel 2 diatas, tahapan analisis ini juga membutuhkan beberapa data lain diantaranya, faktor bentuk dan kedalaman pondasi yang akan berpengaruh terhadap hasil dari perhitungan ini, yang nantinya akan memperlihatkan perbandingan nilai kapasitas daya dukung pondasi dangkal dan daya dukung pondasi yang diizinkan antara metode *Terzaghi* dan Metode *Mayerhof*. Adapun nilai faktor kedalaman D_f 1, sebesar 1,5 m, D_f 2 sebesar 2 m, D_f 3 sebesar 3 m dan bentuk B₁ sebesar 1 m, B₂ sebesar 2,5 m, dan B₃ sebesar 3 m. Adapun cara atau metode perhitungan dalam analisis akan diuraikan pada perhitungan dibawah ini.

Perhitungan kapasitas daya dukung pondasi dangkal teori *Terzaghi*

Dari data diatas didapatkan bahwa nilai kohesi tanah c sebesar 7,350 KPa, dan nilai berat isi tanah γ sebesar 0,137 KPa, dan nilai sudut gesek dalam didapatkan 45⁰, berdasarkan data sudut gesek dalam maka didapatkan nilai N_c sebesar 172,3 N_q sebesar 173,3 dan N_γ sebesar 297,5. Adapun ukuran pondasi adalah 1 x 1 m dengan kedalaman d_f sedalam 1,5 m. sehingga nilai kapasitas daya dukung pondasi dangkal dapat dianalisis dengan persamaan 2 diatas.

$$\begin{aligned}
 q_{ult} &= 1,3 c N_c + D_f \gamma N_q + 0,4 \gamma B N_\gamma \\
 &= 1,3 \times 7,350 \times 172,3 + 1,5 \times 0,137 \\
 &\quad \times 173,3 + 0,4 \times 0,137 \times 1 \times 297,5 \\
 &= 1698,242 \text{ Kpa}
 \end{aligned}$$

$$Q_{all} = \frac{Q_{ult} \times 1}{SF}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1698,242 \times 1}{2,5} \\
 &= 679,297 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Perhitungan kapasitas daya dukung pondasi dangkal teori *Mayerhof*

Dari data diatas didapatkan bahwa nilai kohesi tanah c sebesar 7,350 KPa, dan nilai berat isi tanah γ sebesar 0,137 KPa, dan nilai sudut gesek dalam didapatkan 45⁰, berdasarkan data sudut gesek dalam maka didapatkan nilai N_c sebesar 137,87 N_q sebesar 134,87 dan N_γ sebesar 262,74. Adapun ukuran pondasi adalah 1 x 1 m dengan kedalaman d_f sedalam 1,5 m. sehingga nilai kapasitas daya dukung pondasi dangkal dapat dianalisis dengan persamaan 7 diatas.

$$q_{ult} = s_c \cdot d_c \cdot C \cdot N_c + s_q \cdot d_q \cdot N_q \cdot q + s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot 0,5 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma$$

$$\begin{aligned}
 S_c &= 1 + \left(\frac{B}{L} \frac{N_q}{N_c} \right) \\
 &= 1 + \left(\frac{1}{1,5} \frac{134,87}{137,87} \right) \\
 &= 1,67
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_q &= 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \tan \phi \\
 &= 1 + \left(\frac{1}{1,5} \right) \tan 45^0 \\
 &= 1,66
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_\gamma &= 1 - 0,4 \left(\frac{B}{L} \right) \\
 &= 1 - 0,4 \left(\frac{1}{1,5} \right) \\
 &= 0,73
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d_c &= 1 + 0,4 \frac{D_f}{B} \\
 &= 1 + 0,4 \frac{1,5}{1} \\
 &= 1,6
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d_q &= 1 + 2 \frac{D_f}{B} \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \\
 &= 1 + 2 \frac{1,5}{1} \tan 45^0 (1 - \sin 45^0)^2
 \end{aligned}$$

$$d_\gamma = 1$$

$$\begin{aligned}
 q_{ult} &= s_c \cdot d_c \cdot C \cdot N_c + s_q \cdot d_q \cdot N_q \cdot q + s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot 0,5 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma \\
 &= (1,67 \times 1,6 \times 7,350 \times 137,87) + \\
 &\quad (1,66 \times 1 \times 134,87 \times 0,2055) \\
 &\quad + (0,73 \times 1 \times 0,5 \times 1 \times 0,137 \times \\
 &\quad 262,74) \\
 &= 2757,258 \text{ kPa}
 \end{aligned}$$

$$Q_{all} = q_{ult} \times B / sf$$

$$= 2757,258 \times 1/2,5 = 1102,903 \text{ kN}$$

Kemudian hasil analisis dengan teori *Terzaghi* dan *Mayerhof* selanjutnya akan dirangkum pada Tabel 3 dan Tabel 4 dibawah ini.

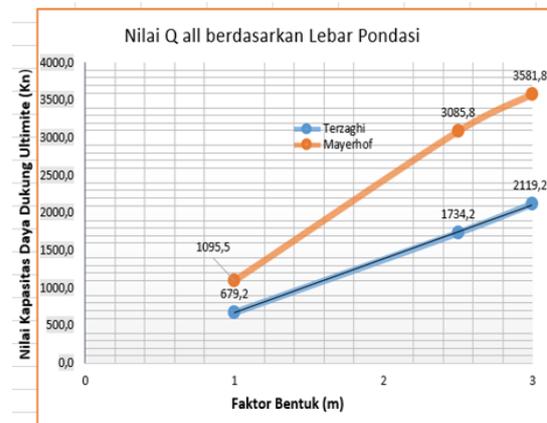
Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Kapasitas Daya Dukung Pondasi Dangkal Teori *Terzaghi*

| No | 1 | 2 | 3 | Satuan |
|-----------------------------|---------|---------|---------|--------|
| <i>Df</i> | 1,5 | 2 | 3 | m |
| <i>B</i> | 1 | 2,5 | 3 | m |
| ϕ | 45 | 45 | 45 | ° |
| γ | 0,137 | 0,137 | 0,137 | Kpa |
| <i>c</i> | 7,35 | 7,35 | 7,35 | Kpa |
| <i>Nc</i> | 172,29 | 172,29 | 172,29 | - |
| <i>Nq</i> | 173,29 | 173,29 | 173,29 | - |
| <i>Nγ</i> | 297,50 | 297,5 | 297,5 | - |
| <i>q_{ult}</i> | 1698,08 | 1734,16 | 1765,97 | Kpa |
| <i>Q_{all}</i> | 679,2 | 1734,2 | 2119,2 | KN |

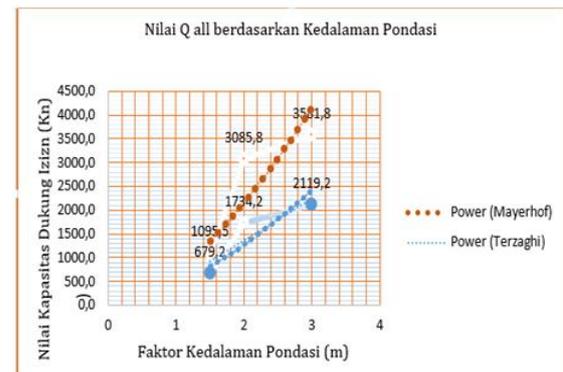
Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Kapasitas Daya Dukung Pondasi Dangkal Teori *Mayerhof*

| No | 1 | 2 | 3 | Satuan |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|
| <i>c</i> | 7,35 | 7,35 | 7,35 | Kpa |
| γ | 0,137 | 0,137 | 0,137 | KPa |
| <i>df</i> | 1,5 | 2 | 3 | m |
| <i>B</i> | 2 | 2,5 | 3 | m |
| ϕ | 45 | 45 | 45 | ° |
| <i>Nc</i> | 133,87 | 133,87 | 133,87 | - |
| <i>Nq</i> | 143,87 | 143,87 | 143,87 | - |
| <i>Nγ</i> | 262,74 | 262,74 | 262,74 | - |

| | | | | |
|------------------------|----------|----------|----------|-----|
| <i>Sc</i> | 0,7 | 0,5 | 0,6 | - |
| <i>Sq</i> | 1,255 | 1,479 | 1,383 | - |
| <i>Sy</i> | 0,7 | 0,5 | 0,6 | - |
| <i>dc</i> | 1,3 | 1,32 | 1,4 | - |
| <i>d</i> | 1,02 | 1,02 | 1,02 | - |
| <i>q</i> | | | | |
| <i>dy</i> | 1 | 1 | 1 | - |
| <i>q_{ult}</i> | 2757,258 | 3085,814 | 2984,806 | KPa |
| <i>Q_{all}</i> | 1102,9 | 3085,8 | 3581,8 | KN |



Gambar 7. Grafik Nilai Qall Berdasarkan Faktor Bentuk



Gambar 8. Grafik Nilai Qall Berdasarkan Faktor Kedalaman Pondasi

Berdasarkan Tabel 3 dan Tabel 4, dapat dilihat bahwa nilai kapasitas daya dukung yang diizinkan pada pondasi dangkal untuk nilai yang paling tinggi itu terletak pada perhitungan dengan Teori *Mayerhof* dan dengan kedalaman 3 m serta

lebar pondasi 3 m, yaitu sebesar 3581,8 kN, dan untuk nilai kapasitas daya dukung yang diizinkan untuk nilai yang paling kecil yaitu terletak pada perhitungan dengan Teori *Terzaghi* dengan kedalaman 1,5 m dan lebar pondasi 1 m yaitu sebesar 679,2 kN.

Berdasarkan Gambar 7 menjelaskan nilai faktor kapasitas daya dukung yang diizinkan berdasarkan faktor bentuk pondasi (*shape*) dimana nilai kapasitas daya dukung yang diizinkan Q_{all} untuk teori *Mayerhof* selalu lebih besar dibandingkan dengan teori *Terzaghi* dan gambar grafik 8 dengan faktor kedalaman pondasi df juga memperlihatkan bahwa nilai kapasitas daya dukung yang diizinkan Q_{all} untuk Teori *Mayerhof* juga lebih besar dibandingkan dengan Teori *Terzaghi*, hal ini dipengaruhi oleh perbedaan parameter pada perhitungan Teori *Mayerhof* dan Teori *Terzaghi*.

5. KESIMPULAN

Pada penelitian ini dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain:

1. Nilai kapasitas daya dukung ultimit q_{ult} yang mempunyai nilai paling tinggi berdasarkan faktor bentuk (*shape*) terletak pada $B = 2,5$ m dan kedalaman $df = 2$ m, yaitu sebesar 3085,814 Kpa dengan Teori *Mayerhof*.
2. Nilai kapasitas daya dukung ultimit q_{ult} yang paling kecil berdasarkan faktor bentuk (*shape*) terletak pada $B = 1$ m dan kedalaman $df = 1,5$ m, yaitu sebesar 1698,08 KPa dengan Teori *Terzaghi*.
3. Nilai kapasitas daya dukung yang diizinkan Q_{all} yang paling tinggi yaitu terletak pada pondasi dengan lebar $B = 3$ m dan $df = 3$ m dengan teori *Mayerhof* yaitu sebesar 3581,8 kN
4. Nilai kapasitas daya dukung yang diizinkan Q_{all} yang paling kecil yaitu terletak pada lebar pondasi $B = 1$ m dan kedalaman $df = 1,5$ m yaitu sebesar 679,2 kN
5. Pada perhitungan dengan Teori *terzaghi* perhitungan dilakukan dengan hanya mempertimbangkan parameter kohesi (c) tanah, sudut gesek dalam tanah (ϕ), berat volume tanah (γ), faktor kedalaman pondasi (df), faktor lebar pondasi (B) dan nilai kapasitas daya dukung tanah, sementara pada perhitungan dengan teori *Mayerhof* ada tambahan faktor dalam perhitungan selain parameter diatas yaitu, faktor bentuk (*shape*), faktor kedalaman (*deff*) dan faktor kemiringan (*inclination*), hal itulah yang menyebabkan perhitungan pada teori *Mayerhof* selalu mendapatkan nilai yang lebih besar dibandingkan dengan teori *Mayerhof*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Darwis. Mekanika Tanah. Andi 1-368 p.
- [2] Das BM. Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik. Penerbit Erlangga. 1995;1-300.
- [3] Dharmayasa IGNP. Analisis Daya Dukung Pondasi Dangkal pada Tanah Lunak di Daerah Dengan muka Air Tanah Dangkal (Studi Kasus Pada Daerah Suwung kauh). Paduraksa [Internet]. 2014;3(2):22-44. Available from: <https://www.ejournal.warmadewa.ac.id/index.php/paduraksa/article/view/261>
- [4] EE A, CC O. Finite Element Method of Stability Analysis and Stabilization of Gully Erosion Slopes - A Study of the Otampa Gu. J Civ Environ Eng. 2017;07(01):1-8.
- [5] Fauzi LA, Ikhyia I. Analisis Kapasitas Daya Dukung Pondasi Dangkal Tipe Menerus Pengaruh Kedalaman Tanah Keras. Reka Racana J Online Inst Teknol Nas. 2016;2(2):36-46.
- [6] Gulamanzaki I, Renaldi M, Zakaria Z, Sophian RI. Nilai Kapasitas Daya Dukung Dan Penurunan Pondasi Dangkal Pada Daerah X, Pulau

- Seram, Maluku. Geosci J. 2021;5(4):348-56.
- [7] Medio Agustian Nusantara. Analisa Daya Dukung Pondasi Dangkal Pada Tanah Lempung Menggunakan Perkuatan Anyaman Bambu Dan Grid Bambu Dengan Bantuan Program Plaxis. J Tek sipil dan Lingkungan. 2014;2.
- [8] Panyipatan D, Tanah Laut K, SELATAN Syakira Trisnafiah K, Prakoso Basuki J, Zakaria Z, Sophian I. Pola Daya Dukung Tanah Untuk Pondasi Dangkal. 1956;508-13.
- [9] Wibowo DE, Rahmadianto HW, Endaryanta E. Usaha Peningkatan Daya Dukung Tanah Lempung Menggunakan Layer Krikil, Anyaman Bambu dan Kombinasi Kolom-Layer Pasir. INERSIA INformasi dan Ekspose Has Ris Tek Sipil dan Arsit. 2021;17(1):47-56.