

# ANALISIS DAYA DUKUNG PONDASI PADA PERENCANAAN GUDANG MENGGUNAKAN METODE TERZAGHI

Erlia Sofiana<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Erlia Sofiana, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya..  
Email : [erliasofiana.21052@mhs.unessa.ac.id](mailto:erliasofiana.21052@mhs.unessa.ac.id)

## *Abstrak*

Pada suatu pembangunan, pondasi merupakan struktur yang penting karena berfungsi sebagai penompang pada bangunan tersebut. Pondasi menahan beban – beban dari atas, sehingga struktur bawah jika terjadi sesuatu (gempa, dsb) tidak boleh gagal terlebih dahulu. Oleh karena itu pondasi harus direncanakan dengan tepat agar tercapai suatu kestabilan dan keamanan, karena pondasi menahan beban dari struktur atasnya yang melalui kolom dengan nilai tegangan yang diizinkan sesuai nilai daya dukung tanah. Dengan kondisi tanah yang berbeda dalam hal ini kedalaman yang berbeda dan dengan adanya muka air tanah yang dangkal mempengaruhi perencanaan pondasi, maka dari itu diperlukan analisis daya dukung tanah. Tujuan dari penulisan ini yaitu untuk mengetahui nilai  $Q_{izin}$  daya dukung tanah dan tulangnya dengan menggunakan metode terzaghi. Nilai daya dukung tanah menggunakan metode Terzaghi adalah 78,293 kN/m<sup>2</sup>.

**Kata Kunci:** Daya Dukung Tanah, Pondasi, Terzaghi

## *Abstract*

*In a development, the foundation is an important structure because it functions as a support for the building. The foundation withstands loads from above, so that the lower structure if something happens (earthquake, etc.) cannot fail first. Therefore, the foundation must be planned properly in order to achieve stability and security, because the foundation holds the load from the superstructure that passes through the column. with the allowable stress value according to the soil bearing capacity. With different soil conditions, in this case different depths and with a shallow groundwater table affecting the planning of the foundation, therefore it is necessary to analyze the bearing capacity of the soil. The purpose of this paper is to find out the  $Q_{izin}$  value of the bearing capacity of the soil and its reinforcement using the Mayerhof method. The value of soil bearing capacity using the Terzaghi method is 78,293 kN/m<sup>2</sup>.*

**Keywords:** Soil Bearing Capacity, Foundation, Terzaghi.

## PENDAHULUAN

Seluruh konstruksi bangunan sipil selalu bergantung pada tanah yang berfungsi sebagai penopangnya. Hal ini menyebabkan kondisi dasar tanah memiliki peranan yang penting karena dapat berpengaruh pada kestabilan dan keamanan konstruksi di atasnya (Akbar, 2019). Setiap tanah di lokasi yang berbeda pasti memiliki karakteristik tanah yang berbeda-beda, baik dalam jenis material

pada tanah tersebut, kepadatan tanah, ataupun tingkat kelembaban atau kadar air pada tanah itu sendiri. Perbedaan karakteristik tanah tersebut dapat mempengaruhi kekuatan tanah dalam menopang beban bangunan. Jika daya dukung tanah tidak mencukupi, maka dapat memungkinkan tanah tersebut mengalami penurunan (*settlement*) atau bisa terjadi kegagalan struktur yang lebih besar.

Salah satu unsur yang memiliki peranan penting yaitu pondasi yang merupakan bagian dari struktur bawah bangunan yang berperan penting dalam menyalurkan beban dari struktur atas sampai ke lapisan tanah bawahnya (Candra et al., 2018). Pondasi juga menjadi penghubung diantara struktur bangunan dengan tanah dasar, sehingga kekuatan dari pondasi sangat menentukan kekuatan bangunan secara keseluruhan. Perencanaan pondasi yang tepat dapat menjamin pendistribusian beban dapat terbagi merata dan dapat mencegah kerusakan yang terjadi akibat perbedaan daya dukung tanah.

Secara garis besar, pondasi diklasifikasikan dalam 2 jenis kategori, yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam (Kusumah & Hartono, 2018). Dalam perencanaan pembangunan pemilihan jenis pondasi sangat dipengaruhi oleh besarnya beban bangunan serta berdasarkan kemampuan tanah pada lokasi pembangunan. Pondasi dangkal merupakan pondasi yang lebih cocok untuk bangunan berbeban ringan sampai sedang pada tanah keras yang dekat permukaan, seperti pondasi telapak, pelat, jalur dan sumuran, karena pelaksanaan pondasi dangkal cenderung praktis dan biayanya rendah. Sedangkan untuk pondasi dalam seperti tiang pancang, *bore pile* dan *caisson* dapat digunakan untuk bangunan dengan beban besar contohnya gedung bertingkat tinggi, jembatan dan bangunan di tanah lunak. Dalam pemilihan jenis pondasi yang digunakan harus berdasarkan hasil investigasi tanah yang akurat dan tidak boleh sembarangan, karena dapat mengakibatkan kesalahan menghitung dan menyebabkan kegagalan struktur bangunan.

Secara teoritis, para ahli mekanika tanah telah mengembangkan metode perhitungan pondasi yang tepat agar dapat memastikan pondasi dapat menahan beban struktur, khususnya pada pondasi dangkal. Metode yang digunakan dalam menganalisa daya dukung tanah diantara lain yaitu *Mayerhof*, *Terzaghi*, *Hansen*, *Vesic* dan lainnya (Akbar, 2019).

Masing-masing metode memiliki rumus dan asumsi dasar yang berbeda-beda, oleh karena itu terdapat perbedaan keterbatasan dalam penerapannya. Tujuan dari analisa pondasi ini adalah untuk menentukan daya dukung tanah yang paling optimal. Dimana daya dukung yang diperlukan adalah yang dapat menahan beban struktur dengan aman, stabil serta dapat memastikan bahwa penurunan pondasi yang terjadi masih dalam batas toleransi.

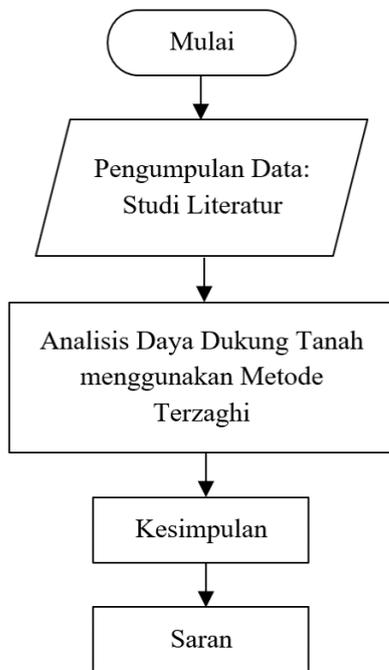
Salah satu bangunan yang membutuhkan perhatian dalam menganalisa daya dukung pondasi yaitu bangunan gudang. Bangunan Gudang umumnya memiliki karakteristik bentang luas serta struktur yang cukup besar. Salah satu metode yang digunakan dalam menganalisa daya dukung tanah

pada bangunan Gudang ini adalah metode terzaghi. Metode terzaghi ini menghitung daya dukung ultimit (*ultimate bearing capacity*) dan daya dukung izin (*allowable bearing capacity*) serta faktor kedalaman pondasi, lebar pondasi, dan karakteristik tanah, sehingga perhitungan yang dihasilkan dalam kondisi aktual di lapangan (Chairullah, 2016).

Berdasarkan penjabaran diatas, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui daya dukung tanah pada bangunan gudang menggunakan metode terzaghi sebagai dasar perhitungan dalam perancangan pondasi gudang. Analisis ini bertujuan untuk memastikan bahwa pondasi yang telah direncanakan dapat menahan beban struktur secara merata atau menyeluruh. Berdasarkan penelitian ini, diharapkan hasil perencanaan pondasi dapat memenuhi standar aspek teknis dan kestabilan struktur serta bangunan gudang dapat dibangun dengan kuat dan aman dalam jangka panjang.

## METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif, dimana metode ini fokus pada pengolahan data numerik menggunakan pendekatan matematis sesuai kaidah mekanika tanah. Data yang dianalisis meliputi karakteristik tanah dengan menggunakan rumus dari metode mayerhof. Selain itu, penelitian ini juga menggunakan metode studi literatur untuk mendukung analisa metode kuantitatif. Literatur yang digunakan diperoleh dari buku-buku teknik sipil, jurnal ilmiah serta standar-standar teknis yang relevan. Data Perencanaan dalam penelitian ini diperoleh dari tugas rekayasa pondasi yang diberikan oleh dosen mata kuliah terkait. Seluruh tahapan dilaksanakan secara sistematis agar dapat menghasilkan perencanaan pondasi yang aman dan akurat. Berikut adalah proses penelitian yang disajikan dalam bentuk diagram alir penelitian:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

## KAJIAN PUSTAKA

### Kapasitas Dukung Tanah Pondasi Dangkal

Pada tahap perencanaan struktur bangunan diperlukan kapasitas dukung tanah yang memadai untuk menjamin keamanan dan kestabilan pada pondasi bangunan. Dalam Menghitung kapasitas dukung tanah sangatlah krusial untuk mengetahui sejauh mana tanah mampu menahan beban dari pondasi serta seluruh bangunan di atasnya, guna mencegah terjadinya keruntuhan struktur. Kapasitas ini dibatasi oleh nilai *ultimate bearing capacity* ( $q_{ult}$ ), yaitu kondisi saat tanah mulai mengalami keruntuhan. Dalam perencanaan struktur, yang digunakan adalah *allowable bearing capacity* ( $q_a$ ), yaitu hasil pembagian  $q_{ult}$  dengan faktor keamanan yang umumnya bernilai 3 sebagai acuan untuk menentukan jenis pondasi yang sesuai Menurut Kusumah & Hartono (2018) Rumus untuk menentukan daya dukung yaitu:

$$q_a = \frac{q_{ult}}{FS} \dots\dots\dots [1]$$

Keterangan:

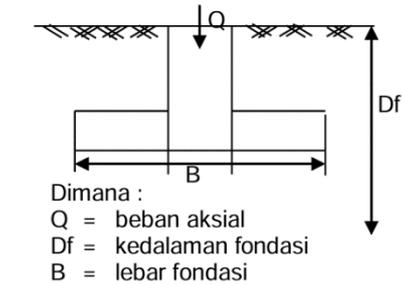
$q_a$  = Daya dukung izin

$q_{ult}$  = Daya dukung ultimate

$FS$  = Faktor keamanan

Menurut Terzaghi 1943 dalam Muda (2016) Pondasi dangkal ditandai dengan kedalamannya yang relatif kecil, yakni kedalaman pondasi ( $D_f$ ) kurang dari atau sama dengan lebar pondasi ( $B$ ). Artinya, bagian bawah pondasi tidak menembus terlalu dalam ke dalam tanah, karena lapisan tanah di dekat permukaan sudah mampu menahan beban bangunan secara efektif. Secara prinsip, pondasi dangkal dirancang untuk mentransfer beban dari struktur atas ke tanah di bawahnya secara langsung

dan merata. Tegangan atau tekanan yang ditransmisikan ke tanah tidak menyebar melewati batas lebar pondasi itu sendiri, sehingga penyebaran beban masih berada dalam zona yang aman dan stabil.



Gambar 2. Skema pondasi dangkal

### Pengaruh Muka Air Tanah

Muka air tanah memiliki pengaruh yang signifikan terhadap desain dan kinerja pondasi. Jika muka air tanah memiliki posisi terlalu dekat dengan permukaan tanah, kapasitas tanah dalam menahan beban struktur bisa menurun, terutama pada tanah berbutir halus seperti tanah lempung. Hal ini

disebabkan oleh naiknya tekanan air pori yang melemahkan kohesi antar partikel tanah, sehingga menyebabkan tanah menjadi kurang stabil saat menahan beban. Selain itu, peletakan pondasi yang terlalu dekat dengan muka air tanah dapat memperbesar potensi terjadinya penurunan tanah (*settlement*) dan longsor, terutama ketika bangunan struktur menerima beban dinamis atau saat terjadi gempa bumi. Dari aspek pelaksanaan konstruksi, tingginya muka air tanah dapat menjadi hambatan besar, terutama pada pekerjaan pondasi dalam seperti tiang pancang atau *bore pile*. Kehadiran air yang merembes ke dalam area galian dapat mengganggu proses instalasi pondasi, sehingga diperlukan upaya seperti *dewatering* untuk menurunkan sementara muka air tanah. Kondisi ini dapat menyebabkan durasi pekerjaan menjadi lebih lama dan biaya pelaksanaan meningkat.

Menurut Akbar (2019) Terdapat tiga kondisi yang berbeda-beda yang menunjukkan bagaimana muka air tanah (*ground water table*) bisa mempengaruhi daya dukung tanah, tiga kondisi tersebut yaitu:

- Kondisi I

Jika muka air tanah berada pada kedalaman tertentu di atas dasar pondasi (jarak  $D$ ), maka tekanan tanah efektif ( $q$ ) pada pondasi harus dihitung dengan mempertimbangkan pengaruh air tanah. Rumus yang digunakan adalah:

$$q = \gamma (D_f - D) \gamma' D \dots\dots\dots [2]$$

Dengan rumus berat volume efektif tanah:

$$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w \dots\dots\dots [3]$$

Dimana:

$\gamma$  = berat volume tanah  
 $\gamma'$  = berat volume efektif tanah  
 $\gamma_{sat}$  = berat tanah jenuh  
 $\gamma_w$  = berat air  
 $D_f$  = Kedalaman pondasi dari permukaan  
 $D$  = Jarak muka air tanah dari dasar pondasi  
 Dengan ini, berat tanah ( $\gamma$ ) pada daya dukung harus diganti dengan berat volume efektif ( $\gamma'$ ) jika pengaruh air tanah signifikan.

• **Kondisi II**

Jika muka air tanah berada tepat di dasar pondasi, maka nilai tekanan  $q$  akan setara dengan hasil perkalian antara berat volume tanah ( $\gamma$ ) dan kedalaman pondasi ( $D_f$ ). Namun demikian, pada komponen ketiga dalam rumus daya dukung tanah, nilai berat volume tanah ( $\gamma$ ) perlu digantikan dengan berat volume efektif ( $\gamma'$ ).

• **Kondisi III**

Jika muka air tanah berada pada kedalaman tertentu di bawah dasar pondasi, maka nilai tekanan  $q$  tetap dihitung sebagai hasil perkalian antara berat volume tanah ( $\gamma$ ) dan kedalaman pondasi ( $D_f$ ). Namun, untuk perhitungan pada suku ketiga dalam rumus kapasitas dukung tanah, nilai berat volume tanah ( $\gamma$ ) harus diganti dengan berat volume rata-rata ( $\gamma_{rata-rata}$ ). Rumus yang digunakan sebagai berikut:

$$\gamma_{rata-rata} = \frac{1}{B} [\gamma D + \gamma' (B-D)] \text{ (untuk } D \leq B) \dots [4]$$

$$\gamma_{rata-rata} = \gamma \text{ (untuk } D > B) \dots [5]$$

**Analisa Metode Terzaghi**

Metode Terzaghi berlandaskan pada prinsip bahwa tanah bisa mengalami kegagalan geser ketika menahan beban dari struktur di atasnya. Dalam formulasi yang telah kembangkan, nilai kapasitas dukung ultimit tanah ( $q_{ult}$ ) ditentukan dengan memperhitungkan tiga faktor utama, yaitu:

- Kontribusi dari kohesi tanah ( $c$ )
- Tekanan vertikal akibat kedalaman pondasi  
 $q = \gamma D_f$
- Pengaruh berat tanah di atas bidang keruntuhan yang dipengaruhi oleh lebar pondasi ( $B$ ).

Sebagai faktor-faktor daya dukung yang bergantung pada nilai sudut geser dalam tanah ( $\phi$ ). Menurut Terzaghi 1943 dalam penelitian Rahmad (2019) mengklasifikasikan bahwa rumus daya dukung pondasi dibagi menjadi beberapa bentuk geometri seperti persegi, lingkaran, dan memanjang (*strip*), yang masing-masing memerlukan penyesuaian koefisien, Rumus yang dimaksud, yaitu:

- Pada kondisi tanah yang mengalami keruntuhan geser secara umum (*general shear failure*)
  - 1) Pondasi menerus dengan lebar ( $B$ )  
 $q_{ult} = c N_c + \gamma D_f N_q + 1/2 \gamma B N_\gamma \dots [6]$

- 2) Pondasi lingkaran dengan jari-jari ( $R$ )  
 $q_{ult} = 1,3 c N_c + \gamma D_f N_q + 0,6 \gamma R N_\gamma \dots [7]$
- 3) Pondasi bujur sangkar dengan sisi ( $B$ )  
 $q_{ult} = 1,3 c N_c + \gamma D_f N_q + 0,4 \gamma R N_\gamma \dots [8]$
- 4) Pondasi persegi empat ( $B \times L$ )  
 $q_{ult} = c N_c (1 + 0,3 B/L) + \gamma D_f N_q + 1/2 \gamma B N_\gamma (1 - 0,2 B/L) \dots [9]$

Dimana:

$q_{ult}$  = Daya dukung maksimum

$c$  = Kohesi tanah

$\gamma$  = Berat isi tanah

$B$  = Lebar pondasi

$L$  = Panjang pondasi

$D_f$  = Kedalaman pondasi

$N_c, N_q, N_\gamma$  = Faktor koefisien daya dukung yang besarnya tergantung harga sudut geser tanah dapat dilihat pada tabel 1.

- Pada tanah yang mengalami keruntuhan geser setempat (*local shear failure*), nilai kohesi ( $c$ ) perlu diubah dan disesuaikan menjadi  $c' = \frac{2}{3} c$  dan sudut geser dalam ( $\phi$ ) diubah menjadi  $\phi' = \tan^{-1} (\frac{2}{3} \tan \phi)$ . Berdasarkan nilai  $c'$  dan  $\phi'$  tersebut, kemudian diperoleh faktor-faktor daya dukung yang sesuai untuk kondisi keruntuhan lokal:  $N'_c, N'_q, N'_\gamma$

- 1) Pondasi menerus dengan lebar ( $B$ )  
 $q'_{ult} = c' N'_c + \gamma D_f N'_q + 1/2 \gamma B N'_\gamma \dots [10]$
- 2) Pondasi lingkaran dengan jari-jari ( $R$ )  
 $q_{ult} = 1,3 c' N'_c + \gamma D_f N'_q + 0,6 \gamma R N'_\gamma \dots [11]$
- 3) Pondasi bujur sangkar dengan sisi ( $B$ )  
 $q_{ult} = 1,3 c' N'_c + \gamma D_f N'_q + 0,4 \gamma R N'_\gamma \dots [12]$
- 4) Pondasi persegi empat ( $B \times L$ )  
 $q_{ult} = c' N'_c (1 + 0,3 B/L) + \gamma D_f N'_q + 1/2 \gamma B N'_\gamma (1 - 0,2 B/L) \dots [13]$

Table 1. Faktor kapasitas daya dukung (umum)

Ø'	Nc	Nq	Ny	Kpy	Ø'	Nc	Nq	Ny
0	5.70	1.00	0.00	10.80	26	27.09	14.21	11.15
1	6.00	1.10	0.10	12.02	27	29.24	15.90	12.85
2	6.30	1.22	0.20	12.22	28	31.61	17.81	14.81
3	6.62	1.35	0.29	12.13	29	34.24	19.98	17.09
4	6.97	1.49	0.39	12.08	30	37.16	22.46	19.73
5	7.34	1.64	0.49	12.20	31	40.41	25.28	22.80
6	7.73	1.81	0.61	12.51	32	44.04	28.52	26.42
7	8.15	2.00	0.75	12.96	33	48.09	32.23	30.74
8	8.60	2.21	0.90	13.50	34	52.64	36.50	36.00
9	9.09	2.44	1.06	14.09	35	57.75	41.44	42.44
10	9.60	2.69	1.25	14.70	36	63.53	47.16	50.32
11	10.16	2.98	1.45	15.34	37	70.07	53.80	59.90
12	10.76	3.29	1.67	16.03	38	77.50	61.55	71.34
13	11.41	3.63	1.93	16.79	39	85.97	70.61	84.76
14	12.11	4.02	2.21	17.64	40	95.66	81.27	100.39
15	12.86	4.45	2.54	18.60	41	106.81	93.85	118.93
16	13.68	4.92	2.91	19.67	42	119.67	108.75	142.28
17	14.56	5.45	3.33	20.84	43	134.58	126.50	174.44
18	15.52	6.04	3.81	22.12	44	151.95	147.74	222.62
19	16.56	6.70	4.36	23.51	45	172.29	173.29	297.50
20	17.69	7.44	4.97	25.00	46	196.22	204.19	411.70
21	18.92	8.26	5.67	26.62	47	224.55	241.80	574.31
22	20.27	9.19	6.47	28.39	48	258.29	287.85	780.10
23	21.75	10.23	7.39	30.35	49	298.72	344.64	995.28
24	23.36	11.40	8.46	32.54	50	347.51	415.15	1153.15
25	25.13	12.72	9.70	35.00	51	406.82	503.38	1203.34

Table 2. Faktor kapasitas daya dukung (setempat)

Ø'	Nc'	Nq'	Ny'	Kpy'	Ø'	Nc'	Nq'	Ny'	Kpy'
0	5.70	1.00	0.00	10.80	18.01	15.53	6.05	3.82	22.14
1	5.90	1.07	0.06	11.77	18.76	16.30	6.54	4.22	23.17
2	6.10	1.14	0.13	12.15	19.52	17.13	7.07	4.66	24.27
3	6.30	1.22	0.20	12.22	20.28	18.03	7.66	5.16	25.44
4	6.51	1.30	0.26	12.17	21.05	18.99	8.31	5.71	26.70
5	6.74	1.39	0.32	12.10	21.83	20.03	9.03	6.32	28.07
6	6.97	1.49	0.39	12.08	22.62	21.16	9.82	7.02	29.57
7	7.22	1.59	0.46	12.14	23.41	22.39	10.69	7.81	31.21
8	7.47	1.70	0.53	12.29	24.21	23.72	11.67	8.70	33.04
9	7.74	1.82	0.62	12.52	25.02	25.18	12.75	9.73	35.06
10	8.02	1.94	0.70	12.82	25.84	26.77	13.97	10.91	37.31
11	8.32	2.08	0.80	13.16	26.67	28.51	15.32	12.27	39.79
12	8.63	2.22	0.91	13.54	27.51	30.42	16.85	13.82	42.53
13	8.96	2.38	1.02	13.94	28.36	32.53	18.56	15.60	45.53
14	9.31	2.55	1.14	14.35	29.22	34.87	20.50	17.64	48.81
15	9.67	2.73	1.27	14.78	30.09	37.45	22.70	19.99	52.40
16	10.06	2.92	1.41	15.23	30.98	40.33	25.21	22.72	56.37
17	10.47	3.13	1.56	15.70	31.87	43.53	28.06	25.90	60.83
18	10.90	3.36	1.73	16.20	32.77	47.13	31.34	29.69	65.92
19	11.36	3.61	1.91	16.74	33.69	51.17	35.11	34.26	71.84
20	11.85	3.88	2.10	17.33	34.62	55.73	39.48	39.83	78.82
21	12.37	4.17	2.32	17.97	35.56	60.91	44.54	46.67	87.06
22	12.92	4.48	2.56	18.68	36.52	66.80	50.46	55.05	96.69
23	13.51	4.82	2.83	19.44	37.49	73.55	57.41	65.21	107.71
24	14.14	5.20	3.13	20.28	38.47	81.31	65.60	77.36	119.99
25	14.81	5.60	3.45	21.18	39.46	90.30	75.34	91.70	133.38

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan daya dukung tanah menurut Terzaghi dilakukan dengan mempertimbangkan sejumlah parameter tanah, antara lain kohesi (c), sudut geser dalam ( $\phi$ ), dan berat jenis tanah ( $\gamma$ ), serta faktor geometrik dari pondasi itu sendiri seperti lebar, panjang, dan kedalaman pondasi. Untuk hasil perhitungan yang mencerminkan kondisi sebenarnya di lapangan, perhitungan ini dilakukan dengan menyesuaikan parameter-parameter tersebut

terhadap data tanah lokal serta asumsi teknis yang relevan. Di bawah ini disajikan data perencanaan yang digunakan dalam perhitungan kapasitas daya dukung pondasi dengan pendekatan Terzaghi:

- Jenis pondasi = Pondasi menerus
- Lebar pondasi (B) = 1,5 m
- Panjang pondasi (L) = 1,25 m
- Kohesi tanah (c) = 30 kN/m<sup>2</sup>
- Kedalaman ( $D_f$ ) = 1 m
- Sudut geser ( $\phi$ ) = 1°
- Muka air ( $D_1$ ) = 0,5 m
- *Safety factor* = 3
- Berat isi tanah ( $\gamma$ ) = 1,4 kN/m<sup>3</sup>
- $\gamma_{sat}$  = 1,6 kN/m<sup>3</sup>
- $\gamma_w$  = 1,4 kN/m<sup>3</sup>
- Tanah jenuh ( $D_2=D_f - D_1$ ) = 0,5 m
- Tambahan beban  $q_1$  = 0 (dianggap tidak ada)

Sedangkan untuk kapasitas daya dukung dalam keruntuhan geser umum untuk nilai sudut geser ( $\phi$ ) 1° dapat dilihat pada tabel 1, dimana diperoleh:

- $N_c = 6.00$
- $N_q = 1.10$
- $N_\gamma = 0.10$

Pada tahap penyelesaian dalam mencari keruntuhan geser menyeluruh yang pertama dihitung adalah tekanan tanah di atas dasar pondasi (*overburden pressure*) berdasarkan data perencanaan diatas perhitungan yang dilakukan sebagai berikut:

$$q = D_1 \cdot \gamma_t + D_2 \cdot (\gamma_{sat} - \gamma_w) + q_1$$

$$= (0,5 \cdot 1,4) + (0,5 \cdot (1,6 - 1,4)) + 0$$

$$= 0,7 + (0,5 \cdot 0,2) + 0$$

$$= 0,7 + 0,1$$

$$= 0,8 \text{ kN/m}^2$$

Setelah nilai *overburden pressure* (q) diperoleh, langkah berikutnya yaitu menghitung daya dukung ultimate ( $q_{ult}$ ). Perhitungan ini mengacu pada teori daya dukung terzaghi yang telah dimodifikasi dan memperhitungkan 3 komponen utama (komponen kohesi, komponen *surcharge* (q) dan komponen lebar pondasi. Perhitungan yang dilakukan sebagai berikut:

$$Q_{ult} = 1,3 \cdot c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0,5 \cdot B \cdot (\gamma_{sat} - \gamma_w) \cdot N_\gamma$$

$$= (1,3 \cdot 30 \cdot 6,00) + (0,8 \cdot 1,10) + (0,5 \cdot 1,5 \cdot (1,6 - 1,4) \cdot 0,10)$$

$$= 234 + 0,88 + 0,015$$

$$= 234,895 \text{ kN/m}^2$$

Setelah didapatkan nilai daya dukung ultimit sebesar 234,895 kN/m<sup>2</sup>, tahap berikutnya adalah menghitung daya dukung yaitu kapasitas tanah maksimum yang dapat digunakan secara aman dalam perencanaan pondasi. Perhitungan nilai ini dilakukan dengan membagi  $Q_{ult}$  terhadap faktor keamanan (FS), yang biasanya digunakan sebesar 3 untuk kondisi tanah standar. Perhitungan yang dilakukan sebagai berikut:

$$Q_{izin} = \frac{Q_{ult}}{FS} = \frac{234,895 \text{ kN/m}^2}{3} = 78,293 \text{ kN/m}^2$$

Setelah dilakukan perhitungan daya dukung izin ( $Q_{izin}$ ), langkah terakhir yang dilakukan adalah dengan menghitung total daya dukung pondasi aktual ( $Q$ ), yaitu dengan cara hasil kali antara  $Q_{izin}$  dan luas pondasi ( $A$ ). Perhitungan ini dilakukan untuk memastikan kapasitas daya dukung pondasi mencukupi untuk menahan beban struktur di atasnya.

Perhitungan yang dilakukan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Q &= Q_{izin} \times A \\ &= 78,298 \text{ kN/m}^2 \times (1,5 \text{ m} \times 1,25 \text{ m}) \\ &= 78,298 \text{ kN/m}^2 \times 1,875 \text{ m}^2 \\ &= 146,799 \text{ kN} \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan, diperoleh hasil perhitungan daya dukung ultimate ( $Q_{ult}$ ) dengan nilai 234,895 kN/m<sup>2</sup>, perhitungan daya dukung izin ( $Q_{izin}$ ) dengan nilai 78,293 kN/m<sup>2</sup> dan daya dukung aktual ( $Q$ ) dengan nilai 146,799 kN. Kemudian dilakukan kontrol terhadap daya dukung tanah untuk memastikan bahwa tekanan yang ditimbulkan oleh beban struktur yang diteruskan melalui pondasi tidak melebihi nilai daya dukung izin tanah yang telah ditetapkan. Berikut kontrol daya dukung izin:

• **Cek apakah beban  $Q$  melebihi  $Q_{izin}$**

Diketahui:  $Q = 146,799$

Kn

$$A = 1,5 \text{ m} \times 1,25 \text{ m} = 1,875 \text{ m}^2$$

Maka,

$$\begin{aligned} \frac{Q}{A} &\leq Q_{ijin} \\ \frac{146,799 \text{ kN}}{1,875 \text{ m}^2} &\leq 78,293 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \end{aligned}$$

$$78,293 \text{ kN/m}^2 \leq 78,293 \text{ kN/m}^2 \text{ (OK!!!)}$$

Karena tekanan yang dihitung tidak melebihi daya dukung izin, berarti tanah masih mampu menahan beban dari struktur tanpa melampaui batas izin.

• **Kontrol daya dukung ultimate:**

$$\frac{Q}{A} \leq Q_{ijin}$$

$$78,293 \text{ kN/m}^2 \leq 234,895 \text{ kN/m}^2 \text{ (OK!!!)}$$

Karena tekanan yang terjadi jauh di bawah daya dukung ultimate, maka struktur berada pada kondisi sangat aman.

Hasil dari perhitungan menunjukkan bahwa tekanan yang ditimbulkan oleh beban struktur pada pondasi adalah sebesar 78,293 kN/m<sup>2</sup>. Nilai ini tidak melebihi daya dukung izin tanah yang juga sebesar

78,293 kN/m<sup>2</sup>. Kondisi ini menunjukkan bahwa pondasi mampu mentransfer beban struktur ke tanah tanpa melampaui batas aman yang telah ditentukan. Dengan demikian, tanah masih berada dalam kondisi stabil dan aman untuk mendukung beban bangunan yang direncanakan. Selain itu, ketika dibandingkan dengan nilai daya dukung ultimate tanah sebesar 234,895 kN/m<sup>2</sup>, tekanan aktual berada jauh di bawah nilai tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa struktur memiliki margin keamanan yang tinggi terhadap risiko keruntuhan tanah secara keseluruhan. Status "OK" pada kedua kontrol ini menandakan bahwa desain pondasi telah memenuhi syarat kestabilan teknis. Artinya, pondasi tidak akan menyebabkan penurunan tanah berlebihan atau keruntuhan, serta dapat menjamin keselamatan dan umur layan struktur di atasnya.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dijelaskan, dapat disimpulkan bahwa pondasi bangunan gudang yang direncanakan telah memenuhi kriteria teknis dan keamanan struktur. Perhitungan kapasitas daya dukung pondasi menggunakan metode Terzaghi menunjukkan bahwa nilai daya dukung ultimate ( $Q_{ult}$ ) sebesar 234,895 kN/m<sup>2</sup>, dan daya dukung izin ( $Q_{izin}$ ) sebesar 78,293 kN/m<sup>2</sup>, sedangkan tekanan aktual yang ditimbulkan oleh beban struktur adalah 78,293 kN/m<sup>2</sup>. Hasil ini menunjukkan bahwa tekanan yang ditransmisikan ke tanah tidak melebihi daya dukung izin maupun daya dukung ultimit tanah, yang berarti pondasi yang direncanakan aman dari risiko keruntuhan akibat beban berlebih. Analisis kontrol terhadap tekanan tanah dan *overburden pressure* juga menunjukkan bahwa seluruh parameter masih berada dalam batas aman. Dengan demikian, baik dari segi perhitungan matematis maupun dari evaluasi parameter geoteknik yang mempertimbangkan kondisi muka air tanah, kohesi tanah, sudut geser dalam, dan berat jenis tanah, pondasi ini dapat dikategorikan aman dan layak untuk menopang beban bangunan gudang. Perencanaan ini telah memenuhi standar teknis yang berlaku dan mampu menjamin kestabilan struktur dalam jangka panjang.

## REFERENSI

Akbar, R. (2019). Analisis Perbandingan Daya Dukung Tanah pada Pondasi Dangkal dengan

Menggunakan Metode Terzaghi, Meyerhof, Hansen, dan Metode Elemen Hingga.

- Candra, A. I., Yusuf, A., & F, A. R. (2018). Studi Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pada Pembangunan Gedung Lp3M Universitas Kadiri. *Jurnal CIVILA*, 3(2), 166.
- Chairullah, B. (2016). Analisa Daya Dukung Pondasi Dengan Metoda Spt, Cpt, Dan Meyerhof Pada Lokasi Rencana Konstruksi Pltu Nagan Raya Provinsi Aceh. *Teras Jurnal : Jurnal Teknik Sipil*, 3(1), 15–24.
- Kusumah, H., & Hartono. (2018). Analisa Daya Dukung dan Penurunan Tanah erhadap Pondasi Telapak di Pembangunan Ruko Jl Pelabuhan II Kota Sukabumi. *Santika*, 8(2), 275–283.
- Muda, A. (2016). Analisis Daya Dukung Tanah Fondasi Dangkal Berdasarkan Data Laboratorium. *Jurnal ITEKNA*, 16(1), 1–6.