

Analisis Penurunan Segera pada Pondasi Telapak Berdasarkan Nilai Daya Dukung Terzaghi, Meyerhof, Brinch Hansen, dan Vesic

Egidius Kalogo¹, Krisantos Ria Bela^{2*} dan Paulus Sianto³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandira,
Jln. San Juan No. 1 Penfui Timur Kupang-NTT-Indonesia

Email: krisantos_bela@yahoo.com

Dikirim: 16 September 2020

Direvisi: 2 Desember 2020

Diterima: 20 Januari 2021

ABSTRAK

Pondasi telapak merupakan pondasi yang berdiri sendiri dalam mendukung sebuah kolom serta meneruskan beban yang bekerja menuju ke tanah dasar. Apabila dalam mendesain suatu pondasi tidak mencapai tanah keras, maka akan terjadi penurunan. Untuk mengetahui penurunan yang terjadi pada pondasi telapak, maka harus dilakukan perhitungan daya dukung tanah terlebih dahulu. Adapun teori daya dukung tanah yang sering digunakan yaitu teori Terzaghi, Meyerhof, Brinch Hansen, dan Vesic. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai daya dukung kemudian dilakukan perhitungan penurunan segera yang terjadi pada pondasi telapak. Penelitian ini akan diselesaikan dengan cara melakukan pengujian sampel tanah di laboratorium. Adapun sampel tanah yang akan digunakan yaitu pada ruas Jalan Amabi Oebufu Kecamatan Oebobo Kota Kupang. Berdasarkan hasil perhitungan nilai daya dukung dan penurunan segera untuk pondasi telapak berukuran $2\text{m} \times 2\text{m}$ pada titik A dengan jenis tanah adalah lempung kepasiran, Terzaghi memperoleh nilai daya dukung terkecil yaitu $129,77 \text{ kg/cm}^2$ dengan penurunan segera yang terjadi adalah $0,6540 \text{ m}$. Untuk titik B, dengan jenis tanah adalah Limestone/tanah putih, nilai daya dukung terendah juga dimiliki oleh Terzaghi yaitu $758,95 \text{ kg/cm}^2$ dengan penurunan segera yang terjadi adalah $1,4953 \text{ m}$. Untuk titik C dengan jenis tanah adalah lempung kepasiran, nilai daya dukung terendah dimiliki oleh Meyerhof yaitu $444,75 \text{ kg/cm}^2$ dengan penurunan segera yang terjadi adalah $2,2412 \text{ m}$. Dan untuk titik D dengan jenis tanah adalah lempung kepasiran, nilai daya dukung terendah dimiliki oleh Terzaghi yaitu $283,14 \text{ kg/cm}^2$ dengan penurunan segera yang terjadi adalah $1,4269 \text{ m}$. Untuk angka keamanan yang dipakai adalah $(FS) = 2$.

Kata kunci: penurunan segera, pondasi telapak, daya dukung tanah

1. PENDAHULUAN

Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) khususnya Kota Kupang sepuluh tahun terakhir ini terjadi peningkatan pembangunan yang sangat pesat mulai dari gedung-gedung seperti hotel, sekolah, kampus, toko, dan tempat-tempat hiburan lainnya, dibangun guna mengakomodir kebutuhan masyarakat. Masyarakat akan sejahtera, perekonomian akan maju dan juga kehidupan sosial semakin dinamis jika didukung dengan infrastruktur yang baik; seperti struktur bagian bawah (pondasi) yang sangat berfungsi sebagai penopang berdirinya gedung tersebut. Pondasi dapat didefinisikan sebagai struktur bagian bawah bangunan yang berhubungan langsung dengan tanah, atau bagian bangunan yang terletak dibawah permukaan tanah yang mempunyai fungsi memikul beban bangunan lain di atasnya (Yusti dan Fahrani, 2014). Pondasi telapak merupakan pondasi yang berdiri sendiri dalam mendukung sebuah kolom serta meneruskan beban yang bekerja menuju ke tanah dasar, di mana pondasi telapak dapat digunakan apabila keadaan tanah dipermukaannya cukup keras. Kapasitas daya dukung pondasi telapak harus lebih besar dari beban yang bekerja sehingga dapat menahan bangunan secara aman. Besarnya kapasitas daya dukung tanah terhadap pondasi tergantung dari sifat-sifat teknis tanah, kedalaman, dimensi pondasi, dan besarnya dapat dihitung berdasarkan karakteristik kuat geser tanah yang diperoleh dari hasil pengujian tanah di lapangan (Bela, 2018). Dalam perencanaan pondasi telapak terlebih dahulu harus diperhitungkan terhadap kekuatan tanah dalam memikul beban pondasi. Kekuatan tanah atau disebut juga kuat geser tanah merupakan kekuatan maksimum atau kekuatan ultimit yang ditanggung oleh massa tanah sebelum mengalami keruntuhan (Hardiyatmo, 2002). Apabila dalam mendesain suatu pondasi tidak mencapai tanah keras, maka akan terjadi penurunan yang tidak merata sehingga mengakibatkan kerusakan pada bangunan. Penurunan (*settlement*) pondasi yang terletak pada tanah berbutir halus yang jenuh dapat dibagi menjadi 3 komponen, yaitu

penurunan-segera (*immediate settlement*), penurunan konsolidasi primer, dan penurunan konsolidasi sekunder. Penurunan segera terjadi pada tanah berbutir kasar dan tanah berbutir halus kering (tidak jenuh) setelah beban bekerja. Penurunan ini bersifat elastis, dalam praktek sangat sulit diperkirakan besarnya penurunan ini. Penurunan segera ini banyak diperhatikan pada pondasi bangunan yang terletak pada tanah granuler atau tanah berbutir kasar.

Kota Kupang pada umumnya memiliki 3 jenis tanah yaitu *limestone* (tanah putih), *bobonaro clay* dan lempung kepasiran. Di kawasan perkotaan kota kupang, kawasan dengan struktur tanah *bobonaro clay* lebih banyak digunakan sebagai budidaya pertanian/perkebunan, sedangkan bangunan perumahan/permukiman terbangun biasanya berada pada kawasan yang didominasi oleh *limestone* dan lempung kepasiran. Topik penelitian ini adalah tentang penurunan segera. Struktur tanah *limestone* cenderung lebih stabil dibandingkan *bobonaro clay* dan lempung kepasiran. Potensi penurunan ada pada jenis tanah *bobonaro clay* dan lempung kepasiran. Itulah mengapa penelitian ini lebih difokuskan pada tanah di kawasan permukiman untuk menghindari resiko terjadinya penurunan. Salah satu kawasan cepat tumbuh dan berkembang adalah pada koridor Jalan Amabi Oeufu Kecamatan Oebobo Kota Kupang dan sampel penelitian diambil pada koridor tersebut. Dalam melakukan perhitungan daya dukung, peneliti menggunakan teori daya dukung menurut Terzaghi, Meyerhof, Brinch Hansen, dan Vesic. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penurunan segera yang terjadi pada pondasi telapak berdasarkan nilai daya dukung Terzaghi, Meyerhof, Brinch Hansen, dan Vesic kemudian dilakukan perbandingan untuk mengetahui nilai daya dukung yang sesuai pada kondisi tanah di Kota Kupang khususnya pada ruas Jalan Amabi Oeufu Kecamatan Oebobo Kota Kupang.

2. METODE PENELITIAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Martini (2009) tentang analisis daya dukung tanah pondasi dangkal dengan beberapa metode. Hasilnya menunjukkan bahwa, pada perhitungan daya dukung tanah untuk pondasi memanjang, bujur sangkar, empat persegi panjang dan lingkaran dengan beban sentris, Metode Terzaghi dan Ohsaki memiliki nilai daya dukung tanah yang hampir sama. Metode Hansen dan Vesic juga memiliki nilai yang cenderung sama, hanya Meyerhof yang memiliki nilai yang berbeda sendiri. Untuk beban miring, metode Hansen, Vesic dan Meyerhof mempunyai nilai yang cenderung berbeda. Tetapi metode Hansen dan Vesic pada variasi lebar fondasi (*B*) pada fondasi bujur sangkar dan lingkaran yaitu *B* > 0,5 m terjadi penurunan nilai daya dukung tanah dan pada *B* ≥ 1,5 m meningkat kembali nilainya.

2.1 Persamaan Daya Dukung Terzaghi

Menurut Terzaghi dalam Muda (2016), Untuk menghitung nilai kapasitas dukung pondasi berbentuk bujur sangkar, dapat kita lihat pada Persamaan 2.1.

$$q_u = 1.3cN_c + D_f \gamma N_q + 0.4 \gamma B N_\gamma \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana:

- q_u = Daya Dukung Ultimit untuk Pondasi (ton/m²)
- c = kohesi tanah (ton/m²)
- D_f = Kedalaman Pondasi (m)
- γ = Berat volume tanah (ton/m³)
- $P_0 = D_f \gamma$ = Tekanan overburden pada dasar pondasi (ton/m²)
- N_c, N_q, N_γ = Faktor daya dukung Terzaghi

Dengan syarat daya dukung ijin netto (q_{net}), dapat dihitung seperti pada Persamaan 2.2.

$$q_{net} = \frac{q_{ult}}{FS} \dots\dots\dots (2.2)$$

Di mana angka keamanan (FS) ≥ 2

2.2 Persamaan Daya Dukung Mayerhof

Menurut Mayerhof dalam Bela (2018), Persamaan kapasitas dukung dengan mempertimbangkan bentuk pondasi, kemiringan beban dengan kuat geser tanah di atas pondasi dapat dihitung sesuai dengan Persamaan 2.3.

$$q_u = S_c d_c i_c c N_c + S_q d_q i_q P_0 N_q + S_\gamma d_\gamma i_\gamma 0.5 B \gamma N_\gamma \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana:

q_u	= Kapasitas Daya Dukung Ultimit (ton/m^2)
$N_c N_q N_\gamma$	= Faktor Daya Dukung Mayerhof
$S_c S_q S_\gamma$	= Faktor bentuk pondasi
$d_c d_q d_\gamma$	= Faktor kedalaman pondasi
$i_c i_q i_\gamma$	= Faktor Kemiringan beban
B	= Lebar Pondasi (m)
$P_o = D_f \gamma$	= Tekanan Overburden pada dasar pondasi (ton/m^2)
D_f	= Kedalaman Pondasi (m)
γ	= Berat volume tanah (ton/m^3)

2.3 Persamaan Daya Dukung Brinch Hansen

Teori Brinch Hansen mengenai persamaan daya dukung pada dasarnya sama dengan Terzaghi. Yang membedakan adalah Brinch Hansen memperhatikan pengaruh bentuk pondasi, kedalaman pondasi, inklinasi beban, inklinasi dasar dan inklinasi permukaan tanah. Untuk tanah dengan sudut geser dalam $\phi > 0$, Brinch Hansen menyarankan persamaan daya dukung ultimit seperti pada Persamaan 2.4.

$$q_u = \frac{Q_u}{B'L} = S_c d_c i_c b_c g_c c N_c + S_q d_q i_q b_q g_q P_o N_q + S_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma 0.5 B' \gamma N_\gamma \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana:

Q_u	= Beban vertikal ultimit (kN)
L'	= Panjang efektif pondasi (m)
B'	= Lebar efektif pondasi (m)
γ	= Berat volume tanah (kN/m^3)
c	= kohesi tanah (kN/m^2)
$P_o = D_f \gamma$	= Tekanan Overburden pada dasar pondasi (kN/m^2)
$S_c S_q S_\gamma$	= Faktor-faktor bentuk pondasi
$d_c d_q d_\gamma$	= Faktor-faktor kedalaman pondasi
$i_c i_q i_\gamma$	= Faktor-faktor kemiringan beban
$b_c b_q b_\gamma$	= Faktor-faktor kemiringan dasar
$g_c g_q g_\gamma$	= Faktor-faktor kemiringan permukaan
$N_c N_q N_\gamma$	= Faktor-faktor kapasitas daya dukung Hansen

Untuk lempung jenuh ($\phi = 0$), Brinch Hansen menyarankan persamaan daya dukung ultimit seperti pada persamaan 2.5. Hansen menganalisa daya dukung dalam kondisi *plane strain* seperti yang dilakukan Meyerhof dimana analisa ini hanya dapat digunakan apabila pondasi berbentuk memanjang tak berhingga.

$$q_u = 5.14 c_u (1 + S_c' + d_c' - i_c' - b_c' - g_c') + P_o \dots\dots\dots (2.5)$$

2.4 Persamaan Daya Dukung Vesic

Vesic (1963) menganalisa daya dukung tanah berdasarkan prinsip superposisi yang diperoleh dari beberapa peneliti, yaitu:

- a. $q_q = P_o \cdot N_q$ dengan nilai $N_q = e^{(\pi \tan \phi)} \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right)$
- b. $q_c = c \cdot N_c$ dengan nilai $N_c = (N_q - 1) \cot \phi$
- c. $q_g = 0.5 B_g N_g$ dengan nilai $N_g = 2(N_q + 1) \tan \phi$

Superposisi dari ketiga persamaan tersebut adalah $q_u = q_c + q_q + q_g$. Dengan mensubstitusikan nilai dari tiga persamaan di atas maka diperoleh nilai daya dukung seperti pada persamaan 2.6.

$$q_u = c N_c + P_o N_q + 0.5 B \gamma N_\gamma \dots\dots\dots (2.6)$$

Analisa daya dukung Vesic memperhitungkan faktor kedalaman pondasi, kemiringan dan eksentrisitas beban, kemiringan dasar dan kemiringan permukaan seperti halnya Brinch Hansen. Analisa ini dinyatakan selengkapnya pada persamaan 2.7.

$$q_u = \frac{Q_u}{B'L} = S_c d_c i_c b_c g_c c N_c + S_q d_q i_q b_q g_q P_o N_q + S_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma 0.5 B' \gamma N_\gamma \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana:

- Q_u = Beban vertikal ultimit, dapat miring dan eksentris (kN)
- B = lebar pondasi (m)
- L' = Panjang efektif pondasi (m)
- B' = Lebar efektif pondasi (m)
- γ = Berat volume tanah (kN/m³)
- c = kohesi tanah (kN/m²)
- $P_o = D_f \gamma$ = Tekanan Overburden pada dasar pondasi (kN/m²)
- $S_c S_q S_\gamma$ = Faktor-faktor bentuk pondasi
- $d_c d_q d_\gamma$ = Faktor-faktor kedalaman pondasi
- $i_c i_q i_\gamma$ = Faktor-faktor kemiringan beban
- $b_c b_q b_\gamma$ = Faktor-faktor kemiringan dasar
- $g_c g_q g_\gamma$ = Faktor-faktor kemiringan permukaan
- $N_c N_q N_\gamma$ = Faktor-faktor kapasitas daya dukung Vesic

2.5 Penurunan segera

Penurunan segera terjadi pada tanah berbutir kasar dan tanah berbutir halus kering (tidak jenuh) terjadi segera setelah beban bekerja. Penurunan ini bersifat elastis, dalam praktek sangat sulit diperkirakan besarnya penurunan ini. Penurunan segera ini banyak diperhatikan pada fondasi bangunan yang terletak pada tanah granuler atau tanah berbutir kasar dan dinyatakan oleh:

$$S_i = \frac{qB}{E} (1 - \mu^2) I_p \dots\dots\dots (2.8)$$

Dengan:

- S_i = Penurunan segera (m)
- q = Tekanan pada dasar fondasi (kN/m²)
- B = Lebar fondasi (m)
- E = Modulus elastisitas tanah (kN/m²)
- μ = rasio Poisson
- I_p = faktor pengaruh

Menurut Bowles (1968) nilai poisson rasio (μ) yang dapat digunakan untuk tanah yang mengandung lempung kepasiran adalah 0.25 (Tanah A, Tanah C, dan Tanah D), sedangkan untuk tanah limestone/tanah putih, nilai poisson rasio (μ) yang digunakan adalah 0.15 (Tanah B). Untuk nilai faktor pengaruh yang digunakan adalah 0.82 karena jenis pondasi yang digunakan berupa bujur sangkar dan jenis perkerasannya adalah perkerasan kaku. Untuk Modulus elastisitas tanah, nilai yang digunakan adalah 30000 kN/m² untuk lempung kepasiran dan 80000 kN/m² untuk limestone/tanah putih (Bowles,1977).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Kadar Air Tanah

Tujuan dari pengujian kadar air adalah untuk memperoleh angka presentase dari kadar air yang dikandung oleh agregat. Adapun hasil pengujian kadar air untuk setiap lokasi pengambilan sampel sepanjang ruas Jalan Amabi Oebufu Kecamatan Oebobo Kota Kupang berbeda-beda yaitu untuk lokasi pengambilan sampel pada titik A, nilai kadar air rata-rata yang diperoleh adalah 17,18%, pada titik B, nilai kadar air rata-rata yang diperoleh adalah 5,30%, pada titik C, nilai kadar air rata-rata yang diperoleh adalah 18,14% dan pada titik D, nilai kadar air rata-rata yang diperoleh adalah 15,85%.

3.2 Pengujian Berat Jenis Tanah (Gs)

Tujuan dari pengujian berat jenis tanah (Gs) adalah untuk mengetahui perbandingan antara rho (ρ) suatu benda dengan rho (ρ) air pada temperatur dan volume yang sama untuk sampel tanah pasir yang lolos saringan 4,75 mm (No. 4) menggunakan alat piknometer. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, nilai berat jenis tanah yang diperoleh adalah nilai berat jenis tanah rata-rata di mana untuk lokasi pengambilan sampel pada titik A, nilai berat jenis rata-rata yang diperoleh adalah 2,66. Pada titik B, nilai berat jenis rata-rata yang diperoleh adalah 2,71. Pada titik C, nilai berat jenis rata-rata yang diperoleh adalah 2,68 dan pada titik D, nilai berat jenis rata-rata yang diperoleh adalah 2,68.

3.3 Pengujian Berat Volume Tanah

Tujuan dari pengujian berat volume tanah adalah untuk mengetahui Nilai berat isi tanah (basah) yaitu perbandingan antara berat tanah lembab asli per satuan volume, dalam gr/cm^3 . Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, maka berat volume tanah yang diperoleh dalam perhitungan adalah berat volume tanah rata-rata di mana untuk lokasi pengambilan sampel pada titik A, nilai berat volume tanah rata-rata yang diperoleh adalah $1,36 \text{ gram/cm}^3$. Pada titik B, nilai berat volume tanah rata-rata yang diperoleh adalah $1,45 \text{ gram/cm}^3$. Pada titik C, nilai berat volume tanah rata-rata yang diperoleh adalah $1,38 \text{ gram/cm}^3$ dan pada titik D, nilai berat volume tanah rata-rata yang diperoleh adalah $1,39 \text{ gram/cm}^3$.

3.4 Pengujian Geser Langsung

Maksud dari uji geser langsung adalah untuk memperoleh besarnya tahanan geser tanah pada tegangan normal tertentu. Tujuan dari pengujian geser langsung adalah untuk mengetahui nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ). Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ) yang diperoleh untuk lokasi pengambilan sampel pada titik A adalah kohesi (c) = $0,046 \text{ kg/cm}^3$ dan sudut geser dalam (ϕ) = $7,74^\circ$, pada titik B kohesi (c) = $0,087 \text{ kg/cm}^3$ dan sudut geser dalam (ϕ) = $23,72^\circ$, pada titik C kohesi (c) = $0,066 \text{ kg/cm}^3$ dan sudut geser dalam (ϕ) = $19,80^\circ$ dan pada titik D kohesi (c) = $0,046 \text{ kg/cm}^3$ dan sudut geser dalam (ϕ) = $15,58^\circ$.

3.5 Analisis Daya Dukung Menggunakan Metode Terzaghi

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan menggunakan metode Terzaghi, untuk pondasi telapak berbentuk bujursangkar dengan ukuran $2\text{m} \times 2\text{m}$ yang diletakan pada kedalaman 4 m dengan muka air tanah (MAT) > 5 m pada titik A, nilai daya dukung yang diperoleh adalah $129,77 \text{ kg/cm}^2$ dan penurunan segera yang terjadi adalah 0,6540 m. Pada titik B, nilai daya dukung yang diperoleh adalah $758,95 \text{ kg/cm}^2$ dan penurunan segera yang terjadi adalah 1,4953 m. Pada titik C, nilai daya dukung yang diperoleh adalah $456,90 \text{ kg/cm}^2$ dan penurunan segera yang terjadi adalah 2,3025 m. Dan pada titik D, nilai daya dukung yang diperoleh adalah $283,14 \text{ kg/cm}^2$ dan penurunan segera yang terjadi adalah 1,4269 m.

3.6 Analisis Daya Dukung Menggunakan Metode Meyerhof

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan menggunakan metode Meyerhof, untuk pondasi telapak berbentuk bujursangkar dengan ukuran $2\text{m} \times 2\text{m}$ yang diletakan pada kedalaman 4 m dengan muka air tanah (MAT) > 5 m pada titik A, nilai daya dukung yang diperoleh adalah $153,43 \text{ kg/cm}^2$ dan penurunan segera yang terjadi adalah 0,7732 m. Pada titik B, nilai daya dukung yang diperoleh adalah $808,02 \text{ kg/cm}^2$ dan penurunan segera yang terjadi adalah 1,5919 m. Pada titik C, nilai daya dukung yang diperoleh adalah $444,75 \text{ kg/cm}^2$ dan penurunan segera yang terjadi adalah 2,2412 m. Dan pada titik D, nilai daya dukung yang diperoleh adalah $878,10 \text{ kg/cm}^2$ dan penurunan segera yang terjadi adalah 4,4251 m. Untuk nilai daya dukung dan penurunan yang terjadi pada tanah D memiliki hasil yang sangat besar dikarenakan jenis tanahnya adalah lempung kepasiran dengan sudut geser dalamnya $15,58^\circ$, sedangkan modulus elastisitasnya kecil, sehingga analisa faktor bentuk pondasi menjadi meningkat yang menyebabkan nilai daya dukung dan penurunan menjadi besar.

3.7 Analisis Daya Dukung Menggunakan Metode Brinch Hansen

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan menggunakan metode Brinch Hansen, untuk pondasi telapak berbentuk bujursangkar dengan ukuran $2\text{m} \times 2\text{m}$ yang diletakan pada kedalaman 4 m dengan muka air tanah (MAT) > 5 m pada titik A, nilai daya dukung yang diperoleh adalah $177,78 \text{ kg/cm}^2$ dan penurunan segera yang terjadi adalah 0,8959 m. Pada titik B, nilai daya dukung yang diperoleh adalah $1288,57 \text{ kg/cm}^2$ dan penurunan segera yang terjadi adalah 2,5387 m. Pada titik C, nilai daya dukung yang diperoleh adalah $783,34 \text{ kg/cm}^2$ dan penurunan segera yang terjadi adalah 3,9475 m. Dan pada titik D, nilai daya dukung yang diperoleh adalah $480,56 \text{ kg/cm}^2$ dan penurunan segera yang terjadi adalah 2,4217 m.

3.8 Analisis Daya Dukung Menggunakan Metode Vesic

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan menggunakan metode Vesic, untuk pondasi telapak berbentuk bujursangkar dengan ukuran $2\text{m} \times 2\text{m}$ yang diletakan pada kedalaman 4 m dengan muka air tanah (MAT) > 5 m pada titik A, nilai daya dukung yang diperoleh adalah $182,92 \text{ kg/cm}^2$ dan penurunan segera yang terjadi adalah 0,9218 m. Pada titik B, nilai daya dukung yang diperoleh adalah $1355,03 \text{ kg/cm}^2$

dan penurunan segera yang terjadi adalah 2,6696 m. Pada titik C, nilai daya dukung yang diperoleh adalah 814,43 kg/cm² dan penurunan segera yang terjadi adalah 4,1042 m. Dan pada titik D, nilai daya dukung yang diperoleh adalah 497,26 kg/cm² dan penurunan segera yang terjadi adalah 2,5059 m.

3.9 Rekapitulasi Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil perhitungan nilai daya dukung dan penurunan segera yang terjadi pada pondasi telapak berukuran 2m x 2m dengan kedalaman pondasi adalah 4 m dan muka air tanah (MAT) > 5 m menggunakan Metode Terzaghi, Meyerhof, Brinch Hansen, dan Vesic pada Ruas Jalan Amabi Oebufu Kecamatan Oebobo Kota Kupang sebanyak 4 Titik dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

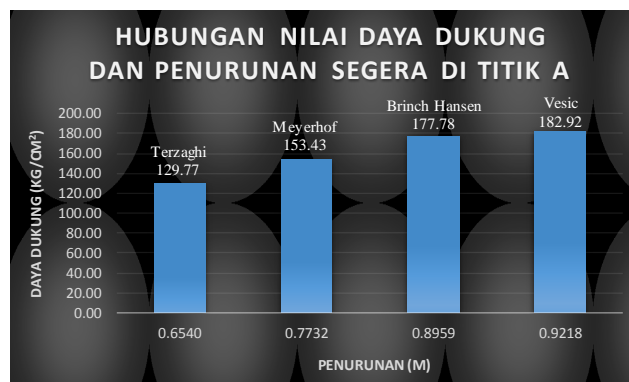
Tabel 1: Rekapitulasi Hasil Perhitungan Nilai Daya Dukung

Metode	Daya Dukung (kg/cm ²)			
	Titik A	Titik B	Titik C	Titik D
Terzaghi	129,77	758,95	456,90	283,14
Meyerhof	153,43	808,02	444,75	878,10
Brinch Hansen	177,78	1288,57	783,34	480,56
Vesic	182,92	1355,03	814,43	497,26

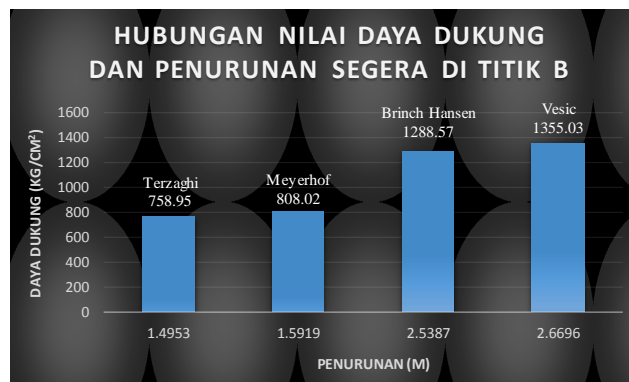
Tabel 2: Rekapitulasi Hasil Perhitungan Penurunan Segera

Metode	Daya Dukung (kg/cm ²)			
	Titik A	Titik B	Titik C	Titik D
Terzaghi	0,6540	1,4953	2,3025	1,4269
Meyerhof	0,7732	1,5919	2,2412	4,4251
Brinch Hansen	0,8959	2,5387	3,9475	2,4217
Vesic	0,9218	2,6696	4,1042	2,5059

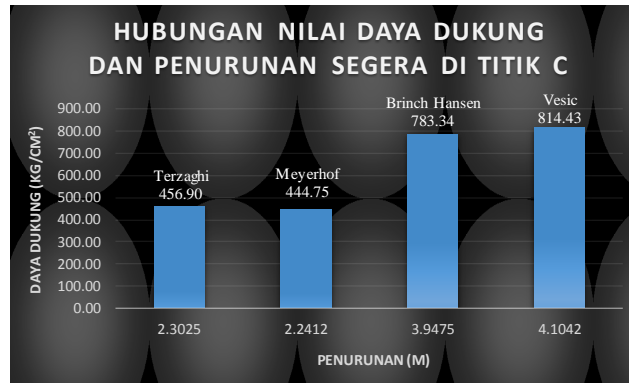
Dari hasil rekapitulasi di atas, dapat diplot dalam bentuk diagram batang agar kita dapat melihat dengan jelas perbedaan nilai daya dukung dan penurunan segera yang terjadi berdasarkan keempat metode diatas sesuai dengan lokasi pengambilan sampel di tiap titik penelitian.



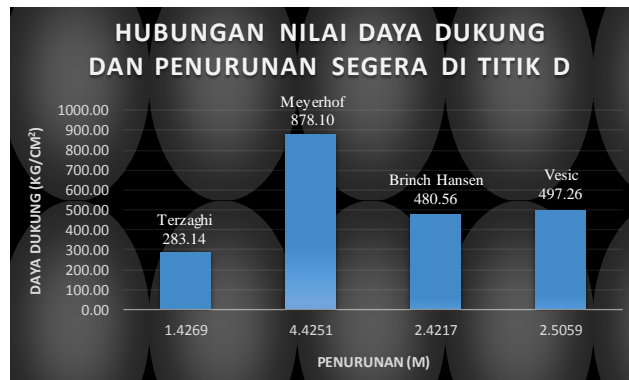
Gambar 1. Grafik Hubungan nilai Daya Dukung dan Penurunan Segera pada Titik A



Gambar 2. Grafik Hubungan nilai Daya Dukung dan Penurunan Segera pada Titik B



Gambar 3. Grafik Hubungan nilai Daya Dukung dan Penurunan Segera pada Titik C



Gambar 4. Grafik Hubungan nilai Daya Dukung dan Penurunan Segera pada Titik D

3.10 Analisis Hasil

Berdasarkan hasil perhitungan nilai daya dukung dan penurunan segera untuk pondasi telapak berukuran 2m × 2m yang diletakan pada kedalaman 4 m dengan muka air tanah (MAT) > 5 m pada titik A di lokasi penelitian dengan jenis tanah adalah lempung kepasiran, Terzaghi memperoleh nilai daya dukung terkecil yaitu 129,77 kg/cm² dengan penurunan segera yang terjadi adalah 0,6540 m. Untuk titik B, jenis tanah adalah *Limestone*/tanah putih, nilai daya dukung terendah juga masih dipimpin oleh Terzaghi yaitu 758,95 kg/cm² dengan penurunan segera yang terjadi adalah 1,4953 m. Untuk lokasi penelitian di titik C dengan jenis tanah adalah lempung kepasiran, nilai daya dukung terendah dimiliki oleh Meyerhof yaitu 444,75 kg/cm² dengan penurunan segera yang terjadi adalah 2,2412 m dan untuk lokasi penelitian di titik D dengan jenis tanah adalah lempung kepasiran, nilai daya dukung terendah kembali dimiliki oleh Terzaghi yaitu 283,14 kg/cm² dengan penurunan segera yang terjadi adalah 1,4269 m. Untuk angka keamanan yang dipakai adalah (FS) = 2.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah disampaikan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai daya dukung Terzaghi yang diperoleh pada lokasi penelitian tepatnya dititik A dengan jenis tanah yang dimiliki berupa lempung kepasiran adalah 129,77 kg/cm². Nilai daya dukung ini merupakan nilai daya dukung terkecil dibandingkan dengan nilai daya dukung yang dimiliki oleh Meyerhof, Brinch Hansen, dan Vesic yaitu 153,43 kg/cm², 177,78 kg/cm², dan 182,92 kg/cm². Sedangkan Faktor Keamanan yang dipakai adalah sama yaitu FK = 2. Untuk titik B dengan kondisi tanah *Limestone*/tanah putih, nilai daya dukung Terzaghi, Meyerhof, Brinch Hansen, dan Vesic adalah 758,95 kg/cm², 808,02 kg/cm², 1288,57 kg/cm², dan 1355,03 kg/cm². Nilai daya dukung terendah masih dimiliki oleh Terzaghi. Untuk titik C dengan kondisi tanah lempung kepasiran, nilai daya dukung Terzaghi, Meyerhof, Brinch Hansen, dan Vesic adalah 456,90 kg/cm², 444,75 kg/cm², 783,34 kg/cm², dan 814,43 kg/cm². Nilai daya dukung terendah dimiliki oleh Meyerhof. Sedangkan Untuk titik D dengan kondisi tanah lempung kepasiran, nilai daya dukung Terzaghi, Meyerhof,

Brinch Hansen, dan Vesic adalah 283,14 kg/cm², 878,10 kg/cm², 480,56 kg/cm², dan 497,26 kg/cm². Nilai daya dukung terendah dimiliki oleh Terzaghi. Hal ini menunjukkan bahwa, dengan menggunakan analisis daya dukung Terzaghi, selain rumusnya yang sederhana, nilai daya dukung tanah yang relatif lebih kecil dibanding metode yang lain, sehingga dapat dikatakan lebih aman.

2. Penurunan Segera yang terjadi pada pondasi telapak berukuran 2m × 2m yang diletakan pada kedalaman 4 m dengan muka air tanah (MAT) > 5 m pada titik A adalah 0,6540 m menurut Terzaghi, 0,7732 m menurut Meyerhof, 0,8959 m menurut Brinch Hansen, dan 0,9218 m menurut Vesic. Untuk titik B, penurunan segera yang terjadi adalah 1,4953 m menurut Terzaghi, 1,5919 m menurut Meyerhof, 2,5387 m menurut Brinch Hansen, dan 2,6696 m menurut Vesic. Untuk titik C, penurunan segera yang terjadi adalah 2,3025 m menurut Terzaghi, 2,2412 m menurut Meyerhof, 3,9475 m menurut Brinch Hansen, dan 4,1042 m menurut Vesic. Dan Untuk titik D, penurunan segera yang terjadi adalah 1,4269 m menurut Terzaghi, 4,4251 m menurut Meyerhof, 2,4217 m menurut Brinch Hansen, dan 2,5059 m menurut Vesic. Berdasarkan hasil yang telah diperoleh diatas menunjukkan bahwa penurunan yang paling minim terjadi adalah berdasarkan metode Terzaghi, sehingga dapat dikatakan lebih aman.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kementerian riset dan teknologi/badan riset dan inovasi nasional yang telah mendanai kegiatan penelitian ini melalui skema hibah Dosen Pemula tahun anggaran 2020, serta LPPM Universitas Katolik Widya Mandira yang telah memfasilitasi terlaksananya penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh anggota dan kordinator komunitas ilmiah mahasiswa “Geoteknik” Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandira atas keterlibatannya dalam kegiatan pengumpulan dan rekapitulasi data survey.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 1994. *Metode pengujian Berat Volume Tanah*. SNI 03-3637-1994.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. *Metode pengujian Berat Jenis Tanah*. SNI 1964-2008.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. *Metode pengujian Geser Langsung*. SNI 2813-2008.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. *Metode pengujian Kadar Air*. SNI 1965-2008.
- Bela, K.R. 2018. “Daya Dukung Pondasi Telapak Dengan *Plate Loading Test* Pada Tanah Pasir”. *Jurnal Spektran*, Vol. 6, No. 2, Juli 2018, Hal. 152 – 160.
- Bowles, J.E. 1968. *FOUNDATION ANALYSIS AND DESIGN*. International Student Edition. Tokyo: McGraw-Hill Kogakusha.
- Bowles, J.E., 1977. *Foundation Analysis and Design*. McGraw-Hill Kogakusha.
- Bowles, J.E. 1982. *Analisis dan Desain Fondasi*. Jilid 1. Edisi keempat. Jakarta: Erlangga.
- Hardiyatmo, H.C. 2002. *Teknik Fondasi I*. Edisi Kedua. Jakarta: PT. Gramedia
- Martini. 2009. “Analisis Daya Dukung Tanah Pondasi Dangkal dengan Beberapa Metode” (*majalah ilmiah mekanika teknik*). Palu: Universitas Tadulako .
- Muda, A. 2016. “Analisis Daya Dukung Tanah Fondasi Dangkal Berdasarkan Data Laboratorium”. *Jurnal INTEKNA*, Volume 16, No. 1, Mei 2016: 1-100.
- Vesic, A.S. 1963. *Ultimate Loads and Settlements of Deep Foundation in Sand*. *Proc. Symp. On Bearing Capacity and Settlement of Foundation*. Duke University
- Yusti, F. dan Fahriani, F. 2014. “Analisis Daya Dukung Tiang Pancang Diverifikasi Dengan Hasil Uji Pile Driving Analyzer Test dan Capway”. *Jurnal Fropil*. Vol 2 Nomor 1. Januari-Juni 2014.