

DESAIN PONDASI TELAPAK BERDASARKAN UJI CPT DI DAERAH KUTA, BALI

I Gusti Ngurah Putu Dharmayasa¹⁾ dan Dewa Ayu Nyoman Ardi Utami¹⁾

1) Jurusan Teknik Sipil, Universitas Pendidikan Nasional, Denpasar, Bali

ngurah.dharmayasa@gmail.com

ABSTRACT

Rapid exploitation of land in Bali, especially in the Kuta area due to the development of tourism, makes it difficult to obtain land and the price is expensive. The impact of maximum land use is the influence on the structure of the building to be built. The building structure component which affected is the foundation. Due to the very tight density of the building, it is necessary to consider the shallow foundation design that was widely used in the Kuta area. If the foundation receives an eccentric load, it will be more dangerous for the building if it does not fit between the load received and the size of the foundation being made. This would be disastrous in case of a construction failure due to a design error, so it was desirable to do research on the design of the shallow foundation with an eccentric load on the buildings located in the Kuta tourist area to obtain an adequate shallow foundation design based on the soil data and structural load will be built. To analyze the bearing capacity of the soil and the design of the foundation, it is necessary to provide data from land investigation in the field. Land investigation in the field was conducted with CPT. The result of analysis of 2-storey building structure resulted axial load (P) was 25750.88 kg, moment about the X axis (M_x) was 2529.70 kgm and moment about the Y axis (M_y) was 2929.65 kgm. The dimensions of the footing are 1.5 m x 1.5 m and the thickness (t) was 580 mm. Minimum pressure on foundation (q_{min}) was 6.238 t/m² and the maximum pressure on foundation (q_{max}) was 17.583 t/m². For bending reinforcement was used 19 mm diameter reinforcing steel with a distance of 150 mm.

Keywords: bearing capacity, eccentric load, footing foundation,

ABSTRAK

Penggunaan lahan yang sangat pesat di daerah Bali terutama di daerah Kuta karena perkembangan pariwisata, menyebabkan sulitnya untuk memperoleh lahan dan harganya mahal. Dampak dari pemanfaatan lahan secara maksimum adalah pengaruh pada struktur bangunan yang akan dibangun. Komponen struktur yang dipengaruhi adalah desain pondasi. Karena posisi bangunan yang sangat rapat perlu memperhatikan desain pondasi telapak yang banyak digunakan di daerah Kuta. Apabila pondasi menerima beban tidak terpusat (eksentris), akan sangat berbahaya bagi bangunan jika tidak sesuai antara beban yang diterima dan ukuran pondasi yang dibuat. Hal ini akan menimbulkan bencana jika terjadi kegagalan konstruksi akibat kesalahan desain, sehingga sangat perlu dilakukan penelitian mengenai desain pondasi telapak dengan beban tidak simetris terhadap bangunan-bangunan yang berada di daerah wisata Kuta untuk memperoleh desain pondasi telapak yang memadai berdasarkan data tanah dan beban struktur yang akan dibangun. Untuk melakukan analisis terhadap daya dukung tanah dan desain pondasi diperlukan tersedianya data-data dari penyelidikan tanah di lapangan yaitu berupa penyondiran. Hasil analisis struktur bangunan 2 lantai dihasilkan beban aksial (P) = 25750.88 kg, momen arah X (M_x) = 2529.70 kgm dan momen arah Y (M_y) = 2929.65 kgm. Dimensi pondasi telapak yang memadai adalah 1.5 m x 1.5 m dengan tegangan minimum yang terjadi (q_{min}) = 6.238 t/m² dan tegangan maksimum (q_{maks}) = 17.583 t/m² serta tebal telapak (t) = 580 mm. Tulangan lentur yang memenuhi adalah diameter 19 mm dengan jarak 150 cm.

Kata kunci: daya dukung tanah, beban eksentris, pondasi telapak

1. PENDAHULUAN

Bali merupakan daerah tujuan pariwisata yang bertaraf internasional yang terus berkembang. Status ini memberikan banyak manfaat terutama dalam meningkatkan perekonomian masyarakat. Akibat dari perkembangan pariwisata ini juga menyebabkan pesatnya penggunaan lahan karena banyaknya pembangunan untuk penunjang pariwisata seperti hotel, penginapan dan restoran, maupun untuk tempat tinggal serta tempat usaha misalnya pertokoan.

Lahan yang terbatas dan mahal membuat para pemilik lahan memanfaatkan semaksimal mungkin lahan yang tersedia. Dampak dari pemanfaatan lahan secara maksimal adalah pengaruh pada struktur bangunan yang akan dibangun. Salah satu komponen struktur yang dipengaruhi adalah desain pondasi. Karena posisi bangunan yang sangat rapat perlu memperhatikan desain pondasi telapak yang banyak digunakan di daerah Kuta sehingga dapat menghindari kegagalan struktur sehingga bangunan yang dirancang dapat berdiri dengan aman dan kokoh.

Pondasi memegang peranan penting terhadap keamanan suatu bangunan, karena pondasi merupakan landasan atau struktur terbawah yang meneruskan beban bangunan ke lapisan tanah di bawahnya

agar bangunan agar dapat berdiri dengan kokoh, karena itu desain pondasi harus direncanakan dengan baik (Dharmayasa, 2017). Apalagi jika pondasi tersebut menerima beban tidak terpusat (eksentris), akan sangat berbahaya bagi bangunan jika tidak sesuai antara beban yang diterima dan ukuran pondasi yang dibuat. Hal ini akan menimbulkan bencana jika terjadi kegagalan konstruksi akibat kesalahan desain pondasi.

Dari uraian di atas sangat perlu dilakukan penelitian mengenai ketidak simetrisan pada beban pondasi pada bangunan-bangunan yang berada di daerah wisata Kuta untuk memperoleh desain pondasi telapak yang memadai berdasarkan data tanah dan beban struktur yang akan dibangun.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penyelidikan Tanah di Lapangan

Penyelidikan lapangan yang sering dilakukan untuk pekerjaan pondasi adalah pengujian sondir (CPT). Sondir (CPT) dilakukan dengan melakukan penetrasi oleh batang konus pada tanah yang diuji. Dari pengujian sondir ini diperoleh nilai tahanan yang terjadi pada batang konus ini. Hasil pengujian ini selanjutnya dianalisis sehingga diperoleh nilai daya dukung pada suatu lokasi atau lapisan tanah. Pengujian sondir ini banyak dilakukan karena

pelaksanaannya mudah karena dapat dilakukan dengan alat manual (Dharmayasa, 2017; Robertson, 2009).

2.2 Daya Dukung Pondasi Dangkal Berdasarkan Data Lapangan (Sondir)

Untuk pondasi dangkal pada tanah pasir maupun lempung menurut Meyerhorf (1976) dihitung dengan persamaan berikut (Fahriani dan Apriyanti, 2015):

$$q_u = \frac{q_c \times B}{40} \left(1 + \frac{D_f}{B} \right) \dots\dots\dots(1)$$

dengan:

q_{ult} = kapasitas dukung ultimit pondasi

q_c = nilai tahanan konus rata-rata dari sondir yaitu 0,5 meter diatas dan 1 meter dibawah pondasi

D_f = kedalaman pondasi

B = lebar pondasi

Berdasarkan penelitian dari Bowles (1983), maka persamaan untuk daya dukung pondasi telapak berdasarkan data sondir (CPT) adalah:

$$q_u = \frac{q_c}{30} \dots\dots\dots(2)$$

untuk $B \leq 1.2$ m

$$q_u = \frac{q_c}{50} \left(1 + \frac{0.3}{B} \right)^2 \dots\dots\dots(3)$$

untuk $B > 1.2$ m

dengan:

q_u = daya dukung tanah ultimit

q_c = nilai tahanan konus rata-rata

B = lebar pondasi

Setelah kita mendapatkan nilai daya dukung ultimit tanah (q_{ult}), langkah selanjutnya menghitung daya dukung ijin tanah (q_{all}). Pada perhitungan daya dukung biasanya diberikan faktor keamanan ($FS \geq 2$ untuk tanah pasir dan faktor keamanan ($FS \geq 3$ untuk tanah lempung (Redana, 2010).

$$q_a = \frac{q_{ult}}{SF} \dots\dots\dots(4)$$

dengan:

q_a = daya dukung ijin tanah

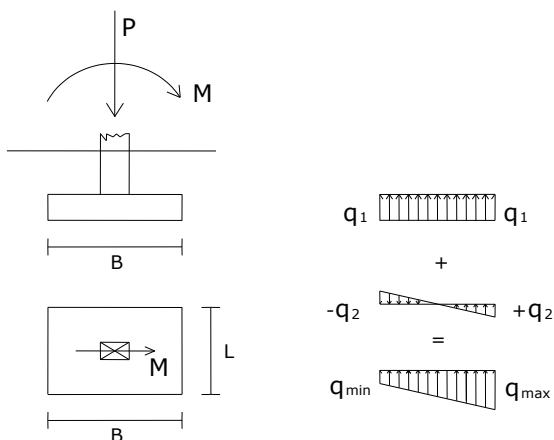
q_u = daya dukung tanah ultimit

SF = faktor keamanan diambil 3

2.3 Pondasi Dangkal

Dari beberapa tipe pondasi dangkal yang dibahas adalah mendesain pondasi telapak, karena pondasi telapak ini adalah pondasi dangkal yang paling sering dipakai untuk berbagai tipe tanah. Perancangan struktur pondasi didasarkan pada beban momen dan beban aksial yang terjadi sehingga mengakibatkan terjadinya gaya tekan pada dasar pondasi yang disalurkan ke tanah tanah. Dalam analisis ini, dianggap bahwa pondasi sangat kaku dan tekanan pondasi didistribusikan secara linier pada dasar pondasi.

2.4 Pondasi Dangkal Dengan Beban Sentris



Gambar 1. Pondasi Telapak dengan Beban Sentris

Tegangan tanah yang terjadi di bawah pondasi telapak dinyatakan dalam:

$$q_{maks} = \frac{P}{BL} + \frac{M}{\frac{1}{6}B^2L} \dots\dots\dots(5)$$

$$q_{min} = \frac{P}{BL} - \frac{M}{\frac{1}{6}B^2L} \dots\dots\dots(6)$$

dengan:

q_{maks} = tegangan maksimum di bawah dasar pondasi telapak

q_{min} = tegangan minimum yang terjadi di bawah dasar pondasi telapak

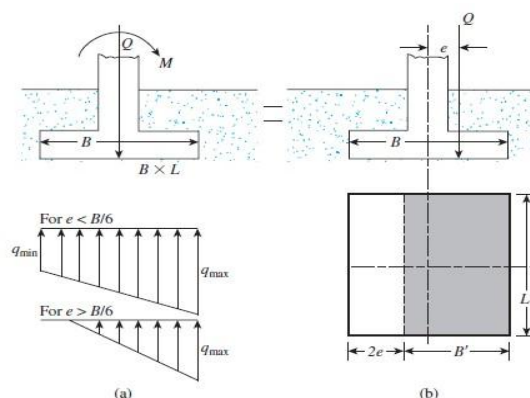
P = beban aksial

M = momen yang bekerja pada pondasi

B, L = lebar pondasi

Nilai $q_{minimum} \geq 0$, agar pada dasar pondasi terjadi tegangan desak saja karena tanah tidak bisa menerima tegangan tarik. (Gunawan, 1991).

2.5 Pondasi Dangkal Dengan Beban Tidak Sentris



Gambar 2. Detail Pengaruh Eksentrisitas Beban Satu Arah pada Pondasi Segi Empat

Berikut ini adalah langkah-langkah dari Meyerhof untuk menghitung beban batas dan faktor keamanan pada pondasi satu arah (Das, 1990):

1. Pada Gambar 2 (b) beban Q tidak bekerja pada pusat berat pondasi dengan jarak eksentrisitas:

$$e = \frac{M}{Q} \dots\dots\dots 7)$$

2. Tegangan yang terjadi di dasar pondasi:

$$q_{maks} = \frac{Q}{B.L} \left(1 + \frac{6.e}{B} \right) \dots\dots\dots(8)$$

$$q_{min} = \frac{Q}{B.L} \left(1 - \frac{6.e}{B} \right) \dots\dots\dots(9)$$

3. Jika $e = B/6$, maka $q_{min} = 0$.

Untuk $e > B/6$, maka q_{min} adalah negatif sehingga terjadi tegangan tarik pada dasar pondasi dan tanah tidak dapat menerima gaya tarik.

Untuk menghitung q_{max} digunakan persamaan:

$$q_{max} = \frac{4.Q}{3.L.(B - 2.e)} \dots\dots\dots(10)$$

4. Menentukan dimensi efektif:

Jika beban eksentris pada arah lebar atau arah x (B), maka:

$$B' = B - 2.e_x; \quad L' = L \dots\dots\dots(11)$$

Jika beban eksentris pada arah memanjang atau arah y (L), maka:

$$L' = L - 2.e_y; \quad B' = B \dots\dots\dots(12)$$

Nilai terkecil diantara L' dan B' merupakan lebar efektif pondasi.

5. Kapasitas dukung ultimit pondasi (q_u) berdasarkan data sondir sesuai persamaan 2 dan persamaan 3.

6. Beban batas total yang dapat diterima pondasi adalah:

$$Q_u = q_u \cdot A' \rightarrow A' = q_u \cdot (B') \cdot (L') \quad (13)$$

dengan A = luas efektif pondasi

7. Faktor keamanan daya dukung adalah:

$$FS = \frac{Q_{ult}}{Q} \dots\dots\dots(14)$$

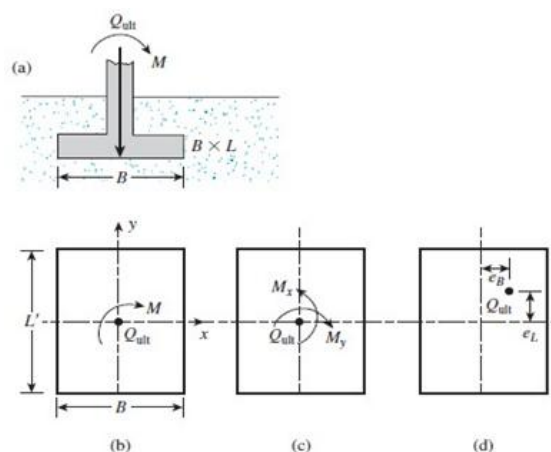
2.6 Pondasi Dangkal Dengan Beban Eksentrisitas Dua Arah

Suatu kondisi pada pondasi menerima beban vertikal batas maksimum (Q_{ult}) dan sebuah momen (M) seperti pada Gambar 3 (a) dan Gambar 3 (b). Untuk kondisi ini pondasi menerima beban momen arah x

(M_x) dan arah y (M_y) seperti pada Gambar 3 (c). Hal ini sama dengan suatu beban Q_{ult} yang diletakkan eksentris pada pondasi dengan $x = e_B$ dan $y = e_L$ seperti pada Gambar 3 (d), sehingga:

$$e_B = \frac{M_y}{Q_{ult}} \dots\dots\dots(15)$$

$$e_L = \frac{M_x}{Q_{ult}} \dots\dots\dots(16)$$



Gambar 3. Analisis Momen Dua Arah dari Pondasi Dangkal

Ada empat kondisi yang mungkin terjadi yang berhubungan dengan luas efektif A' , lebar efektif B' dan panjang efektif L' (Das, 1990):

1. Jika $eL/L \geq 1/6$ dan $eB/B \geq 1/6$, seperti Gambar 4 maka:

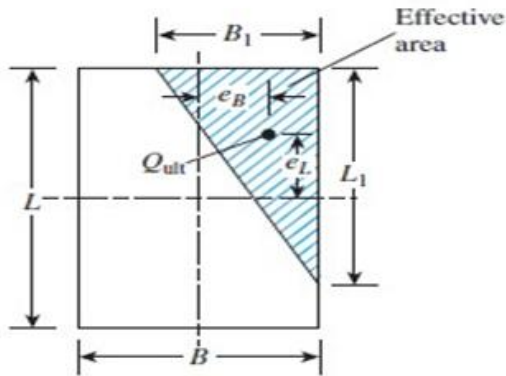
$$A' = 1/2 \times B' \times L' \dots\dots\dots(17)$$

$$B_1 = B \times \left(1,5 - \frac{3 \times e_B}{B} \right) \dots\dots\dots(18)$$

$$L_1 = L \times \left(1,5 - \frac{3 \times e_L}{L} \right) \dots\dots\dots(19)$$

Panjang efektif L' adalah nilai terbesar antara L_1 dan B_1 , maka lebar efektif:

$$B' = \frac{A'}{L'} \dots\dots\dots(20)$$



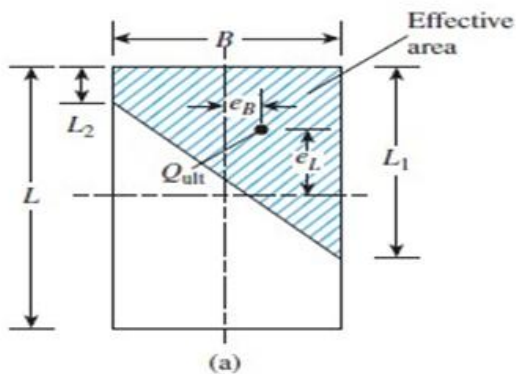
Gambar 4. Area Efektif untuk Kasus $e_L/L \geq 1/6$ dan $e_B/B \geq 1/6$

2. Jika $e_L/L < 0.5$ dan $0 < e_B/B < 1/6$, seperti gambar 5 maka luas efektif:

$$A' = \frac{1}{2} (L_1 + L_2) \times B \dots\dots\dots(21)$$

$$B' = \frac{A'}{L'} \dots\dots\dots(22)$$

dengan: $L' = L_1$ atau L_2 (dipakai yang terbesar antara L_1 dan L_2)



Gambar 5. Area Efektif untuk Kasus $e_L/L < 1/2$ dan $0 < e_B/B < 1/6$

3. Jika $e_L/L < 1/6$ dan $0 < e_B/B < 1/2$, seperti pada Gambar 6, maka luas efektif:

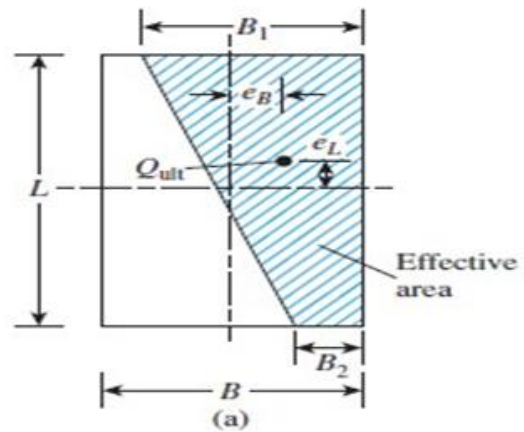
$$A' = \frac{1}{2} (B_1 + B_2) \times L \dots\dots\dots(23)$$

Panjang efektif:

$$L' = L \dots\dots\dots(24)$$

Lebar efektif:

$$B' = \frac{A'}{L} \dots\dots\dots(25)$$



Gambar 6. Area Efektif untuk Kasus $e_L/L < 1/6$ dan $0 < e_B/B < 1/2$

4. Jika $e_L/L < 1/6$ dan $e_B/B < 1/6$, seperti pada Gambar 7, maka luas efektif adalah:

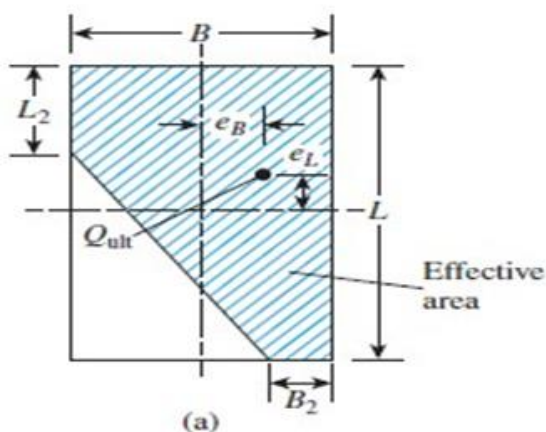
$$A' = L_2 \times B + \frac{1}{2} \times (B + B_2) \times (L - L_2) \dots\dots\dots(26)$$

Panjang efektif:

$$L' = L \dots\dots\dots(27)$$

Lebar efektif:

$$B' = \frac{A'}{L} \dots\dots\dots(28)$$



Gambar 7. Area efektif untuk kasus $eL/L < 1/6$ dan $eB/B < 1/6$

3. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian dan Pengambilan Data

Data tanah untuk analisis daya dukung pondasi telapak diambil dari wilayah Kuta dan daerah yang berdekatan dengan Kuta. Data dukung tanah dihitung berdasarkan dari hasil penyondiran (CPT).



Gambar 8. Daerah Penelitian
(Sumber: Google Map)

3.2 Rancangan Penelitian

Suatu penelitian perlu disusun suatu rencana atau proses pelaksanaan penelitian agar penelitian dapat memenuhi sesuai

tujuan yang akan dicapai. Rencana penelitian ini juga penting untuk mempersiapkan peralatan dan biaya yang diperlukan. Berikut ini adalah langkah – langkah penelitian yang akan dilakukan:

1. Penelitian daya dukung tanah dan desain pondasi diawali dengan mengidentifikasi masalah yang ada.
2. Selanjutnya diikuti dengan pengujian tanah di lapangan berupa uji sondir (CPT). Selanjutnya berdasarkan data tersebut dilakukan penghitungan daya dukung tanah ultimit (q_u) sesuai dengan persamaan 2 dan persamaan 3.
3. Setelah diperoleh nilai daya dukung tanah dilanjutkan dengan analisis beban struktur dengan menggunakan software analisis struktur, sehingga diperoleh beban maksimum yang bekerja pada pondasi. Analisis struktur dilakukan dengan analisis dinamik *Response Spectrum Analysis*. Spektrum gempa dihitung berdasarkan lokasi bangunan di Bali. Analisis pembebanan gempa berdasarkan SNI 1726:2012 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa

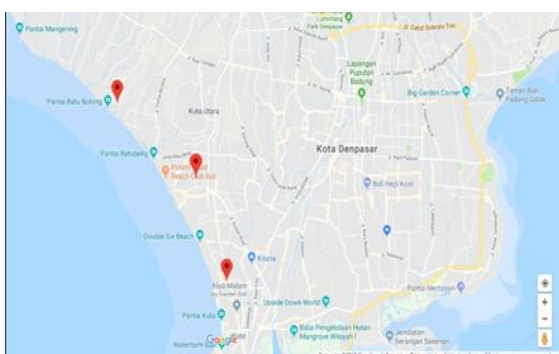
untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.

4. Beban struktur yang dihasilkan dari analisis struktur dipakai untuk mendesain pondasi sehingga dihasilkan ukuran pondasi yang memenuhi syarat. Perhitungan pondasi berdasarkan SNI 03-2847:2002 yaitu tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di daerah Kuta, Kabupaten Badung, Bali, yaitu di daerah Jalan Legian, di daerah Jalan Batu Bolong dan di daerah Jalan Pangkung Sari seperti ditunjukkan pada Gambar 9. Pada ketiga lokasi tersebut juga dilakukan pengujian dengan sondir (CPT).



Gambar 9. Lokasi Pengujian Sondir (CPT)
(Sumber: Google Map)

4.2 Penyelidikan Tanah di Lapangan

Penyelidikan tanah di lapangan berupa pengujian dengan sondir (CPT). Pengujian sondir (CPT) dilakukan di daerah Jalan Legian, Kuta yaitu pada titik 1 dan titik 2, di daerah Jalan Batu Bolong, Canggu, Kuta Utara yaitu pada titik 3 dan titik 4 serta lokasi pengujian tanah terakhir adalah di daerah Jalan Pangkung Sari, Petitenget, Kerobokan, Kuta Utara yaitu pada titik 5 dan titik 6. Hasil pengujian tanah pada daerah ini dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Rangkuman hasil sondir

No	Titik sondir	Kedalaman tanah keras	Nilai rata-rata konus (qc)
		(m)	(kg/cm ²)
1	S1	2.2	178.13
2	S2	2.2	182.50
3	S3	2.2	178.75
4	S4	2.0	176.38
5	S5	2.2	153.13
6	S6	2.0	159.63

Berdasarkan hasil penyelidikan tanah di lapangan dengan sondir (CPT), maka diperoleh hasil nilai daya dukung ijin (q_a) untuk tiga lokasi yaitu lokasi pertama di daerah Jalan Legian, lokasi kedua di daerah Jalan Batu Bolong dan yang ketiga di daerah Jalan Pangkung Sari. Nilai angka keamanan yang digunakan untuk perhitungan daya dukung ijin adalah (SF) = 3. Hasil daya dukung ijin tanah (q_{all}) pada kedalaman 1.6 m dirangkum dalam Tabel 2.

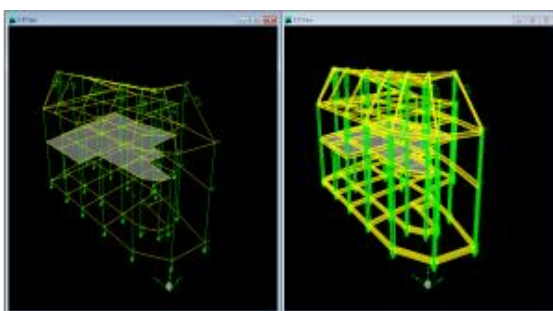
Tabel 2. Rangkuman Daya Dukung Ijin Tanah (q_{all}) pada Kedalaman 1.6

No	Titik sondir	q_c (kg/cm^2)	Nilai daya dukung ijin tanah (kg/cm^2), untuk berbagai ukuran pondasi (m)								
			0.6	0.8	1	1.2	1.4	1.5	1.6	1.8	2
1	S1	125.630	2.303	2.513	2.722	2.931	3.141	3.245	3.350	3.560	3.769
2	S2	141.250	2.590	2.825	3.060	3.296	3.531	3.649	3.767	4.002	4.238
3	S3	107.250	1.966	2.145	2.324	2.503	2.681	2.771	2.860	3.039	3.218
4	S4	128.250	2.351	2.565	2.779	2.993	3.206	3.313	3.420	3.634	3.848
5	S5	81.250	1.490	1.625	1.760	1.896	2.031	2.099	2.167	2.302	2.438
6	S6	112.130	2.056	2.243	2.429	2.616	2.803	2.897	2.990	3.177	3.364

4.3 Analisis Struktur

Analisis struktur dilakukan dengan software analisis struktur dengan pemodelan struktur tiga dimensi dan menggunakan analisis dinamik (*response spectrum analysis*). Struktur dirancang untuk mampu menahan gempa sesuai peraturan SNI 03-1726-2002 tentang Tatacara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung.

Elemen struktur balok, kolom dan pelat dari beton bertulang dengan mutu beton $f_c' = 20$ Mpa. Baja tulangan lentur digunakan baja dengan tegangan leleh $f_y = 390$ Mpa dan tulangan geser dengan tegangan leleh $f_y' = 240$ Mpa.



Gambar 10. Pemodelan Struktur dengan Software Analisis Struktur

Berikut ini adalah rangkuman beban aksial maksimum dan momen maksimum yang bekerja pada pondasi untuk setiap bangunan yang ditampilkan pada Tabel 3. Beban-beban struktur ini digunakan sebagai dasar perancangan pondasi (Dharmayasa, 2017)

Tabel 3. Rangkuman Beban Maksimum yang Bekerja pada Pondasi

No	Tipe Beban	Satuan	Beban Maksimum
1	Beban Aksial (P)	kg	25750.88
2	Momen Arah X (M_x)	kg m	2529.70
3	Momen Arah Y (M_y)	kg m	2929.65

4.4 Perhitungan Dimensi Pondasi

Berdasarkan hasil perhitungan struktur diperoleh gaya-gaya maksimum yang bekerja pada pondasi yaitu Beban aksial yang bekerja pada pondasi (P) = 25750.88 kg = 25.750 t. Beban momen arah x (M_x) = 2529.70 kg m = 2.529 t m. Beban momen arah y (M_y) = 2929.65 kg m = 2.929 t m. Ukuran telapak pondasi: $B = 1.5$ m dan $L = 1.5$ m. Ukuran kolom: $b = 30$ cm dan $h = 30$ cm. Kedalaman pondasi telapak

yang direncanakan adalah $(D_f) = 1.6 \text{ m}$. Nilai daya dukung tanah terkecil berdasarkan data sondir adalah dari titik 1 di Petitenget pada kedalaman 1.6 meter = $2.099 \text{ kg/cm}^2 = 20990 \text{ kg/m}^2 = 20.99 \text{ t/m}^2$. Mutu beton / kuat tekan beton (f'_c) = 20 Mpa = 2039.4 t/m^2 . Mutu baja tulangan/kuat leleh baja (f'_y) = 390 Mpa = 39768.3 t/m^2 .

Berikut ini adalah langkah-langkah untuk menghitung perencanaan desain pondasi telapak di daerah Kuta.

1. Cek nilai eksentrisitas:

$$e = \frac{B}{6} < e = \frac{M}{P}$$

$$e = \frac{B}{6} = \frac{1.2}{6} = 0.2 \text{ m}$$

$$e = \frac{M}{P} = \frac{2929.65}{25750.88} = 0.114 \text{ m}$$

Karena $e = 0.114 \text{ m} < B/6 = 0.2 \text{ m}$, maka tidak terjadi tegangan tarik pada dasar pondasi.

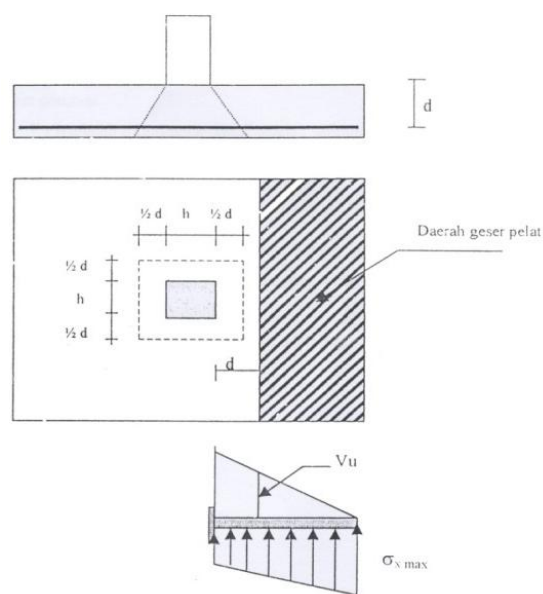
2. Cek tegangan tanah di dasar pondasi:

$$\begin{aligned} q_{\min} &= \frac{P}{B.L} \left(1 - \frac{6.e}{B} \right) \\ &= 6237.724 \text{ kg/m}^2 \\ &= 6.238 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_{\max} &= \frac{P}{B.L} \left(1 + \frac{6.e}{B} \right) \\ &= 17583 \text{ kg/m}^2 \\ &= 17.583 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

Daya dukung pondasi ijin (q_a) untuk lebar $1.5 \text{ m} \times 1.5 \text{ m}$ adalah $20.99 \text{ t/m}^2 > q_{\max} = 17.583 \text{ t/m}^2$, sehingga telah memenuhi syarat.

3. Cek Geser Lentur (Satu Arah)



Gambar 11. Penampang Kritis pada Pelat Pondasi pada Geser Satu Arah

Tebal pondasi yang dipakai (t) = 580 mm. Selimut beton pada bagian bawah pondasi $d' = 60 \text{ mm} = 6 \text{ cm}$.

Tebal efektif pelat pondasi (d):

$$\begin{aligned} d &= t - d' = 580 - 60 \\ &= 520 \text{ mm} = 0.52 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a &= \frac{B}{2} - \frac{b}{2} - d \\ &= \frac{1500}{2} - \frac{300}{2} - 520 \\ &= 80 \text{ mm} = 0.08 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_x &= q_{\min} + (B-a) \times \left(\frac{q_{\max} - q_{\min}}{B} \right) \\ &= 16.9778 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

Gaya tekan keatas oleh tanah:

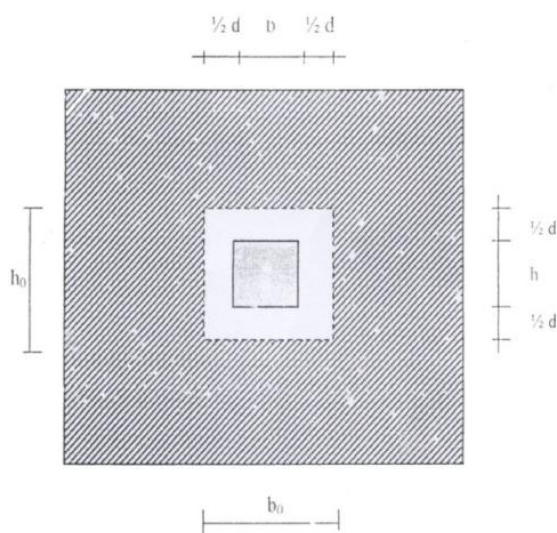
$$\begin{aligned} V_u &= [a \times B \times (q_{\text{mak}} + q_x)]/2 \\ &= [0.08 \times 1.5 \times (17.583 + 16.9778)]/2 \\ &= 2.0736 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

Gaya geser yang ditahan oleh beton:

$$\begin{aligned} \phi V_c &= \phi \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} B d \\ &= 4.403 \text{ t/m}^2 \\ \phi V_c &= 4.403 \text{ t/m}^2 > V_u = 2.0736 \end{aligned}$$

t/m² (telah memenuhi)

4. Kontrol Geser Dua Arah



Gambar 12. Daerah Geser Aksi Dua Arah pada Pelat Pondasi

Dimensi kolom: $b = 300 \text{ mm} = 0.3 \text{ m}$, $h = 300 \text{ mm} = 0.3 \text{ m}$

$$b_k + d = 0.3 + 0.52 = 0.82 \text{ m}$$

$$h_k + d = 0.3 + 0.52 = 0.82 \text{ m}$$

Gaya tekan keatas (geser pons)

$$\begin{aligned} V_u &= \left(B^2 - (b_k + d)(h_k + d) \right) \left(\frac{q_{\text{mak}} + q_{\text{min}}}{2} \right) \\ &= 18,790 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$\beta_c = \frac{h_k}{b_k} = \frac{0.3}{0.3} = 1$$

$$\begin{aligned} b_o &= 2 \times [(b_k + d) + (h_k + d)] \\ &= 3.28 \text{ m} \end{aligned}$$

Gaya geser yang ditahan beton

$$\begin{aligned} V_{c1} &= \left(1 + \frac{2}{\beta_c} \right) \left(\frac{\sqrt{f_c'} \times b_o \times d}{6} \right) \\ &= 38.512 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{c2} &= \left(2 + \frac{\alpha_s \times d}{b_o} \right) \left(\frac{\sqrt{f_c'} \times b_o \times d}{12} \right) \\ &= 43.365 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{c3} &= \frac{\sqrt{f_c'} \times b_o \times d}{3} \\ &= 25.675 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

Digunakan nilai yang terkecil yaitu $V_{c3} = 25.675 \text{ t/m}^2$

$$\begin{aligned} \phi V_c &= 0.75 \times 25.675 \\ &= 19.2561 \text{ t/m}^2 > V_u = 18.790 \text{ t/m}^2 \text{ (telah memenuhi)} \end{aligned}$$

5. Perhitungan Penulangan Pondasi

Jarak tegangan pada tanah

$$\begin{aligned} x &= \frac{B}{2} - \frac{h_k}{2} = \frac{1.5}{2} - \frac{0.3}{2} \\ &= 0.34 \text{ m} \end{aligned}$$

Tegangan yang terjadi pada tepi kolom:

$$\begin{aligned} q_x &= q_{\text{min}} + (B-x) \left(\frac{q_{\text{mak}} - q_{\text{min}}}{B} \right) \\ &= 16.580 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

Momen yang terjadi pada pelat pondasi akibat tegangan tanah:

$$\begin{aligned} M_u &= 0.5 \times q_x \times x^2 + \left(\frac{q_{\text{mak}} - q_x}{3} \right) \times x^2 \\ &= 0.997 \text{ tm} \end{aligned}$$

Faktor momen pemikul K dan

K_{maks} :

$$K = \frac{M_u}{\emptyset \times b \times d^2} = 4.609 \text{ t/m}^2$$

$$\begin{aligned} K_{\text{maks}} &= \frac{382.5 \times 0.85 \times (600 + f_y - 225 \times \beta_1) \times f_c'}{(600 + f_y)} \\ &= 16.352 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$K_{\text{mak}} > K$ (telah memenuhi)

Tinggi blok tegangan beton tekan persegi ekuivalen (a):

$$a' = \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times K}{0.85 \times f_c'}} \right) \times d$$

$$= 0.001384 \text{ m} = 1.3843 \text{ mm}$$

Luas tulangan ditentukan oleh kondisi:

$$\begin{aligned} A_s(1) &= \frac{0.85 \times f_c' \times a' \times b}{f_y} \\ &= 60.34 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Untuk mutu beton beton (f_c') \leq 31.36 Mpa

$$\begin{aligned} A_s(2) &= \frac{1.4 \times f_c' \times b \times d}{f_y} \\ &= 1866.667 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Untuk mutu beton beton (f_c') $>$ 31.36 Mpa

$$A_s(3) = \frac{f_c' \times b \times d}{4f_y}$$

Tulangan tarik yang digunakan (d) = 19 mm

Jarak tulangan (s):

$$\begin{aligned} s &= \frac{0.25 \times \pi \times d^2 \times 1000}{A_s} \\ &= 151.89 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

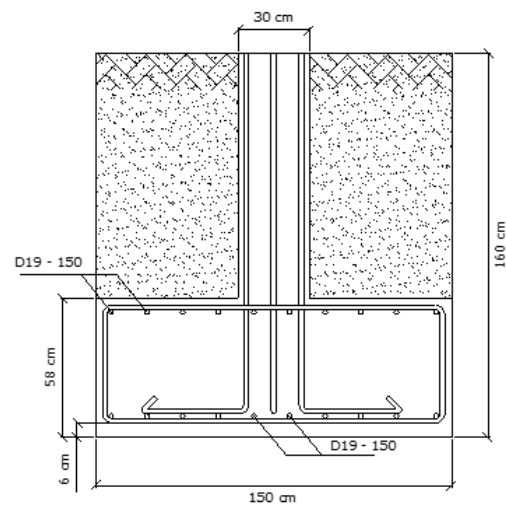
Digunakan tulangan tarik D19 dengan jarak 15 cm.

6. Kontrol kuat dukung pondasi:

$$\begin{aligned} P_u &= \emptyset \times 0.85 \times f_c' \times A_{\text{kolom}} \\ &= \emptyset \times 0.85 \times f_c' \times b \times h \\ &= 1071000 \text{ N} \\ &= 1071 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$P_{u,k} = 25751 \text{ kg} = 257.51 \text{ kN}$$

$P_u > P_{u,k}$ (telah memenuhi)



Gambar 13. Detail Penampang Pondasi

Selanjutnya untuk perhitungan dimensi pondasi dengan beban berbeda-beda hasilnya ditabelkan pada Tabel 4. Beban yang bekerja pada pondasi adalah beban akibat beban aksial (P) dan momen (M) dengan ukuran kolom $b = 30 \text{ cm} \times h = 30 \text{ cm}$.

Tabel 4. Rangkuman Perhitungan Pondasi Telapak

No	Beban Aksial (kg)	Momen (kg m)	Tebal pondasi (mm)	Ukuran Pondasi		Tegangan min (t/m ²)	Tegangan maks (t/m ²)	Tegangan ijin (t/m ²)	Luas tulangan (mm ²)	Tulangan pakai
				B (m)	L (m)					
1	25751	2929	580	1.50	1.50	6.238	17.583	20.990	1867	D19-150
2	24000	2700	550	1.40	1.40	6.341	19.279	20.313	1759	D19-160
3	22000	2500	525	1.35	1.35	5.975	19.402	19.974	1669	D19-170
4	20000	2300	495	1.30	1.30	5.553	19.466	19.635	1562	D19-180
5	18000	2100	470	1.26	1.26	5.039	19.068	19.365	1472	D19-190
6	16000	1900	445	1.21	1.21	4.493	18.935	19.026	1382	D19-200
7	14000	1700	415	1.17	1.17	3.859	18.264	18.755	1274	D16-150
8	12000	1500	385	1.12	1.12	3.160	17.813	18.417	1167	D16-170
9	10000	1300	355	1.10	1.10	2.404	15.939	18.281	1059	D16-190
10	8000	1100	325	1.00	1.00	1.400	17.103	17.604	951	D16-210

5. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Setelah melakukan analisis terhadap lokasi penelitian maka dapat dihasilkan kesimpulan yaitu:

1. Untuk kedalaman 1.6 meter dan ukuran pondasi telapak 1.5 m x 1.5 m diperoleh daya dukung tanah ijin minimum (q_a) berdasarkan pengujian sondir (CPT) adalah $2.099 \text{ kg/cm}^2 = 20990 \text{ kg/m}^2 = 20.99 \text{ t/m}^2$.
2. Posisi tanah keras untuk di lokasi penelitian berada di kedalaman antara 2 m – 2.2 m.
3. Analisis struktur terhadap model bangunan 2 lantai, yang telah dibangun di daerah Kuta, diperoleh beban aksial maksimum (P) pada pondasi adalah 25750.88 kg/m^2 , momen arah X (M_x) adalah 2529.70 kg m

dan momen pada arah Y (M_y) adalah 2929.65 kg m .

4. Berdasarkan beban yang bekerja pada pondasi maka eksentrisitas beban yang bekerja pada pondasi masih berada pada pusat berat pondasi sehingga tidak terjadi tegangan tarik pada tanah di bawah pondasi.
5. Dimensi pondasi telapak yang memadai untuk beban struktur yaitu beban aksial (P) = 25750.88 kg/m^2 , momen arah X (M_x) = 2529.70 kg m dan momen pada arah Y (M_y) = 2929.65 kg m adalah $1.5 \text{ m} \times 1.5 \text{ m}$ dengan tebal telapak (t) = 580 mm .
6. Tulangan lentur yang memenuhi adalah diameter 19 mm dengan jarak 150 cm .

5.2 Saran-saran

Beberapa hal yang perlu dilakukan dalam penyempurnaan penelitian ini:

- 1 Perlu dilakukan penelitian di wilayah yang lebih luas, sehingga akan dihasilkan data-data yang lebih akurat.
- 2 Penelitian terhadap pondasi telapak ini perlu dilakukan untuk mencegah terjadinya bencana karena akan berdampak pada perkembangan pariwisata di Bali khususnya dan keamanan masyarakat secara lebih luas.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi atas bantuan hibah dosen pemula.

7. DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional.(2012). *SNI 1726-2012: Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Bandung.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). *SNI 03-2847-2002: Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Bandung.
- Bowles, J. E. (1983). *Analisa dan Disain Pondasi Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Das, B.M. (1990). *Principles of Foundation Engineering Second Edition*. Boston: PWS-KENT Publising Company.
- Dharmayasa, I. G. N. P. (2017). Analisis Daya Dukung Pondasi Dangkal pada Tanah Lunak di Daerah Dengan Muka Air Tanah Dangkal (Studi Kasus pada Daerah Suwung Kauh). *PADURAKSA*, 3(2), 22-44.
- Dharmayasa, I. G. N. P. (2017). *Comparison Of Single Bored Pile Bearing Capacity Based on CPT and SPT*. In Proceeding of The 1st Warmadewa University International Conference on Architecture and Civil Engineering, 120-126. Denpasar: Warmadewa University.
- Fahriani, F., & Apriyanti, Y. (2015). Analisis Daya Dukung Tanah dan Penurunan Pondasi Pada Daerah Pantai Utara Kabupaten Bangka. *Jurnal Profil*, 3(2).
- Gunawan, R. (1991). *Pengantar Teknik Fondasi Cetakan Kelima*. Yogyakarta: Kanisius.
- Redana, I W. (2010). *Teknik Pondasi*. Denpasar: Universitas Udayana.
- Robertson, P. K. (2009). Interpretation of cone penetration tests - a unified approach. *Canadian Geotechnical Journal*, 46(11), 1337-1355.