

**KAJIAN PENURUNAN FONDASI
RAKIT DI ATAS TANAH LEMPUNG
BERPASIR DI GEDUNG
DITRESKRIMSUS POLDA BALI**

**Putu Agus Adi Cahaya Putra¹⁾, I Nengah
Sinarta^{2,*)}, I Ketut Nudja S.³⁾**

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas
Teknik dan Perencanaan, Universitas
Warmadewa,

agusadi416@gmail.com

²Magister Rekayasa Infrastruktur dan
Lingkungan, Universitas Warmadewa,
inengahsinarta@gmail.com

³Program Studi Teknik Sipil, Fakultas
Teknik dan Perencanaan, Universitas
Warmadewa,
nudja54@gmail.com

ABSTRAK

Fondasi merupakan bagian dari bangunan yang meneruskan beban yang ditopang ke dalam tanah. Bangunan bertingkat tinggi biasanya dibangun menggunakan fondasi dalam seperti tiang pancang, tetapi ada juga bangunan tinggi yang dibangun menggunakan fondasi dangkal seperti fondasi rakit. Fondasi rakit berfungsi menyebarkan beban dari struktur ke tanah di bawahnya yang terdiri dari pelat tunggal yang meluas. Pada Gedung Ditreskrimsus Polda Bali yang memiliki area basement yang difungsikan sebagai lahan parkir, terkait dengan hal tersebut dilakukan pemilihan penggunaan pondasi rakit meskipun nilai SPT > 10 dan kedalaman dibawah 3.5 m adalah tanah lempung berpasir yang padat. Analisis yang digunakan yaitu dengan analisa tegangan yang terjadi dari total gaya aksial yang terjadi pada setiap kolom dibagi total luas rencana fondasi rakit, dengan solusi tersebut diharapkan bangunan menjadi lebih stabil terhadap penurunan segera. Berdasarkan hasil analisa diperoleh

dimensi pondasi rakit 23.65 m x 48.65 m, tebal pelat 350 mm dan tebal pada bagian kritis bawah kolom yaitu 900 mm. Pondasi rakit yang direncanakan sudah aman dari geser pons. Tegangan dasar pondasi maksimum sebesar 82 kN/m² masih lebih kecil dari daya dukung tanah yaitu sebesar 335.09 kN/m². Penurunan segera yang terjadi sebesar 13.63 mm lebih kecil dari batas penurunan maksimum yaitu sebesar 65 mm.

Kata Kunci : Fondasi rakit, nilai SPT, penurunan segera

ABSTRACT

The foundation is the part of the building that transmits the load that is supported into the ground. High-rise buildings are usually built using deep foundations such as piles, but there are also tall buildings built using shallow foundations such as raft foundations. The raft foundation serves to spread the load from the structure to the ground below which consists of a single extending slab. The raft foundation designed in several previous studies was for soft soil with an SPT value of < 10. In the Ditreskrimsus Polda Bali Building which has a basement area and will function as a parking lot, related to this, the selection of the use of raft foundations is carried out even though the SPT value is > 10 and the depth is below 3.5 m is dense sandy loam soil. The planned raft foundation in this building is a raft foundation with thickening at the bottom of the column. The analysis used is a stress analysis that occurs from the sum of all axial forces that occur in each column divided by the total area of the raft foundation plan, with this solution it is expected that the building will become more stable against immediate settlement. Based on the analysis, the dimensions of the raft foundation are 23.65 m x 48.65 m, the plate thickness is 350 mm and the thickness

at the critical bottom of the column is 900 mm. The planned raft foundation is safe from the shearing of the puncher. The maximum foundation stress of 82 kN/m^2 is still smaller than the soil bearing capacity of 335.09 kN/m^2 . The immediate settlement of 13.63 mm is still smaller than the maximum settlement of 65 mm.

Keyword : Raft foundation, SPT value, immediate settlement

1. PENDAHULUAN

Struktur bangunan terdiri beberapa sistem struktur yaitu; Upper Struktur, Super Struktur dan sistem terbawah disebut Sub Struktur sebagai sistem konstruksi sebagai penerus gaya-gaya di atasnya menuju tanah dan konstruksinya disebut fondasi (Evlin & Sinarta, 2022). Fondasi adalah komponen terbawah dari bangunan yang menyalurkan seluruh beban ke tanah dibawahnya (Bowles, 1997). Fondasi dirancang untuk mengirimkan beban ke tanah tanpa melebihi daya dukung amannya, untuk mencegah terjadinya penurunan struktur yang berlebihan ke batas yang dapat ditoleransi, meminimalkan penurunan yang tidak merata, dan untuk mencegah terjadinya geser dan guling, pengaruh muka air tanah akibat adanya infiltrasi air perlu diperhatikan dalam analisa perubahan kuat geser tanah (Sinarta, Wahyuni, & Aryastana, 2021). Pemilihan fondasi sangat penting dan menjadi bagian yang harus diperhatikan dalam merencanakan struktur bangunan, seiring berkembangnya zaman terdapat banyak tipe fondasi, salah satu contohnya adalah fondasi rakit (Pamungkas & Harianti, 2013). Sebagai salah satu fondasi dangkal, fondasi rakit yang berupa pelat tunggal yang meluas berfungsi menyalurkan beban dari struktur menuju tanah dibawahnya.

Fondasi rakit lebih ekonomis serta dapat menghemat biaya penggalian dan penulangan beton. Fondasi rakit biasanya juga dipakai untuk ruang-ruang bawah

tanah (*basement*) yang dalam, baik untuk menyebarkan beban kolom menjadi distribusi tekanan yang lebih seragam dan untuk memberikan lantai buat ruang bawah tanah yang seringkali dimanfaatkan sebagai tempat parkir atau ruang penyimpanan utilitas (Mentang, 2013).

Fondasi rakit dirancang dalam beberapa penelitian sebelumnya adalah untuk tanah lunak dengan nilai $\text{SPT} < 10$ dan dalam analisa struktural di rancang pada kolom struktur yang menerima beban aksial terbesar dan sistem fondasi rakit digunakan dimana tanah dasar memiliki kapasitas dukung rendah dengan beban struktur yang masif, serta lebih dari 50% luas ditutupi oleh fondasi telapak konvensional.

Pada analisis dan kajian kali ini dilakukan pada Gedung Ditreskrimsus Polda Bali merupakan gedung yang memiliki area *basement* yang akan difungsikan sebagai lahan parkir, terkait dengan hal tersebut dilakukan pemilihan penggunaan pondasi rakit meskipun nilai $\text{SPT} > 10$ dan kedalaman dibawah 3,5 m adalah tanah lempung berpasir yang padat. Analisis juga dilakukan dengan analisa tegangan yang terjadi dari jumlah semua gaya aksial yang terjadi pada setiap kolom dibagi total luas rencana fondasi rakit, dengan solusi tersebut diharapkan bangunan menjadi lebih stabil terhadap penurunan segera. Pada analisis dan kajian diasumsikan fondasi rakit rancangan yang digunakan adalah elastis.

1.1 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “bagaimana penurunan fondasi rakit di atas tanah lempung berpasir di Gedung Ditreskrimsus Polda Bali?”

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah menganalisa penurunan segera yang terjadi pada fondasi rakit diatas tanah lempung berpasir.

1.3 Urgensi Penelitian

Nilai urgensi penelitian ini adalah memberikan kajian tentang penurunan yang terjadi pada fondasi rakit diatas tanah lempung berpasir, sehingga dapat menjadi sekaligus referensi dalam perencanaan struktur gedung khususnya pada bagian *sub structure* yaitu fondasi rakit oleh para pelaku di dunia konstruksi maupun akademis.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam analisis berdasarkan atas referensi-referensi teks book dan jurnal-jurnal ilmiah serta standard-standard yang berlaku di Indonesia. Adapun beberapa standar yang digunakan seperti SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2019, 2019), SNI 1727:2020 tentang Beban Desain Minimum dan Kriteria terkait untuk

Bangunan Gedung dan struktur lain (SNI 1727:2020, 2020) dan SNI 1726:2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung (SNI 1726:2019, 2019)

2.1 Kapasitas Dukung Fondasi Rakit

Metode untuk menghitung kapasitas daya dukung fondasi rakit yaitu metode Terzaghi (1943) dengan asumsi keruntuhan geser menyeluruh, dengan persamaan:

$$q_{ult} = c.N_c.Sc + q.N_q + 0,5.\gamma.B.N_\gamma.S_\gamma \dots (1)$$

dengan q_{ult} = kapasitas dukung tanah, c = kohesi tanah, N_c = faktor kapasitas daya dukung Terzaghi, Sc = faktor bentuk fondasi, q = *effective overburden pressure*, N_q = faktor kapasitas daya dukung Terzaghi, γ = berat jenis tanah, B = lebar fondasi, N_γ = faktor kapasitas daya dukung Terzaghi, S_γ = faktor bentuk fondasi.

Tabel 1.

Faktor Bentuk Fondasi

Faktor	Menerus	Lingkaran	Segi Empat
Sc	1.0	1.3	1.3
S γ	1.0	0.6	0.8

Tabel 2.

Faktor Kapasitas Daya Dukung Terzaghi

ϕ	Nc	Nq	Ny
0°	5.7	1.0	0.0
5°	7.3	1.6	0.5
10°	9.6	2.7	1.2
15°	12.9	4.4	2.5
20°	17.7	7.4	5.0
25°	25.1	12.7	8.7
30°	37.2	27.5	19.7
35°	57.8	41.4	42.4

ϕ	Nc	Nq	Ny
40°	95.7	81.3	100.4

2.2 Tegangan Dasar Pondasi Rakit

Menurut penyebaran tegangan pada dasar pondasi dapat dihitung menggunakan persamaan berikut (Hardiyatmo, 2014):

$$q = \frac{Q}{A} \pm \frac{\Sigma M_x \cdot y}{I_x} + \frac{\Sigma M_y \cdot x}{I_y} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

Q= total beban fondasi, A= luas total fondasi, M_x = momen terhadap sumbu x, M_y = momen terhadap sumbu y, I_x = momen inersia terhadap sumbu x, I_y = momen inersia terhadap sumbu y, x= absis kolom yang bersangkutan terhadap sumbu x

fondasi, dan y= absis kolom yang bersangkutan terhadap sumbu y fondasi.

2.3 Penurunan Segera

Penurunan segera dihitung berdasarkan sebagai berikut (Hardiyatmo, 2014) :

$$S_i = \frac{q \cdot B}{E} (1 - \mu^2) I_p \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

S_i = penurunan segera, q= tekanan dasar fondasi, B= lebar fondasi, E= modulus elastis tanah, μ = angka poisson, dan I_p = faktor pengaruh.

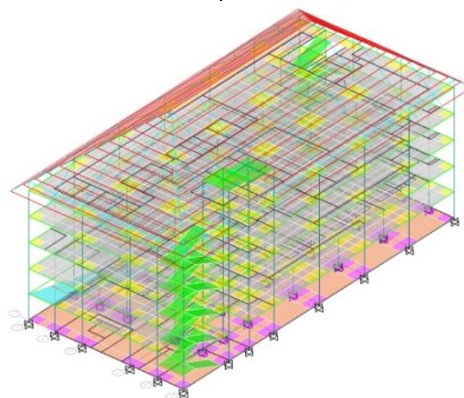
Tabel 3.
Batas Penurunan Maksimum

Jenis Pondasi	Batas Penurunan Maksimum (mm)
Pondasi terpisah pada tanah lempung	65
Pondasi terpisah pada tanah pasir	40
Pondasi rakit pada tanah lempung	65-100
Pondasi rakit pada tanah pasir	40-65

2.4 Pemodelan dan Pembebanan

Pemodelan struktur dilakukan menggunakan ETABS v.18, kemudian struktur tersebut dibebani beban yang sudah

dihitung meliputi beban mati, beban hidup, beban hujan, beban angin dan beban gempa (SNI 1727:2020, 2020).



Gambar 1.
Pemodelan Struktur

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Analisis:

Data Pondasi

Total beban fondasi, Q	= 89895.44 kN
Lebar pondasi. B	= 23.65 m
Panjang pondasi. L	= 48.65 m
Luas pondasi. A	= 1150.57 m ²
Tebal pondasi. h	= 350 mm
Tebal bagian kritis. h'	= 900mm

Data Tanah

Berat volume tanah (γ)	= 16.17 kN/m ³
Kohesi tanah (c)	= 7 kN/m ²
Sudut geser dalam (Φ)	= 36.1°
Nc	= 66.14
Nq	= 50.18
Ny	= 55.16
Df	= 3.85 m
Faktor pengaruh (I_p)	= 0.912
Modulus elastisitas (E)	= 30000 kN/m ²

3.1 Kapasitas Dukung Fondasi Rakit

Menurut penyebaran tegangan pada dasar pondasi dapat dihitung menggunakan persamaan berikut (Hardiyatmo, 2014):

$$\sigma_{ult} = c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0,5B \cdot \gamma \cdot N_\gamma$$

$$\sigma_{ult} = 7 \cdot 66.14 + 1.92 \cdot 50.18 + 0.5 \cdot 1 \cdot 16.17 \cdot 55.16 = 1005.28 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{all} = \frac{\sigma_{ult}}{SF} = \frac{1005.28}{3} = 335.09 \text{ kN/m}^2$$

3.2 Tegangan Dasar Fondasi Rakit

Menurut penyebaran tegangan pada dasar pondasi dapat dihitung menggunakan persamaan berikut (Hardiyatmo, 2014):

$$\text{Momen Inersia Sumbu y (Iy)} = \frac{1}{12} \cdot L \cdot B^3 = \frac{1}{12} \cdot 48.65 \cdot 23.65^3 = 226933.41 \text{ m}^4$$

$$\text{Momen Inersia Sumbu x (Ix)} = \frac{1}{12} \cdot B \cdot L^3 = \frac{1}{12} \cdot 23.65 \cdot 48.65^3 = 53628.42 \text{ m}^4$$

Mencari eksentrisitas beban

$$x' = \frac{Q_1 \cdot x'_1 + Q_2 \cdot x'_2 + Q_3 \cdot x'_3 + \dots}{Q}$$

$$x' = 24.161 \text{ m}$$

$$e_x = \left| x' - \frac{L}{2} \right| = \left| 24.161 - \frac{48.65}{2} \right| = 0.164 \text{ m}$$

$$x' = \frac{Q_1 \cdot y'_1 + Q_2 \cdot y'_2 + Q_3 \cdot y'_3 + \dots}{Q}$$

$$y' = 11.94 \text{ m}$$

$$e_y = \left| y' - \frac{B}{2} \right| = \left| 11.94 - \frac{23.65}{2} \right| = 0.115 \text{ m}$$

Menghitung momen akibat eksentrisitas beban

$$M_x = Q \cdot e_y = 89895.44 \cdot 0.115 = 10366.73 \text{ kN.m}$$

$$M_y = Q \cdot e_x = 89895.44 \cdot 0.164 = 14746.99 \text{ kN.m}$$

Menghitung persamaan tegangan

$$q = \frac{Q}{A} \pm \frac{M_y \cdot x}{I_y} \pm \frac{M_x \cdot y}{I_x}$$

$$q = \frac{89895.44}{1150.57} \pm \frac{14746.99 \cdot x}{226933.41} + \frac{10366.73 \cdot y}{53628.42}$$

$$q = 78.13 \pm 0.065x + 0.193y$$

Dimana x dan y adalah variabel dari titik pusat terhadap kolom-kolom, maka diperoleh:

$$x = 24.325 \text{ m}$$

$$y = 11.825 \text{ m}$$

$$q = 78.13 \pm 0.065x + 0.193y$$

$$q_{max} = 82.0 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{min} = 74.26 \text{ kN/m}^2$$

Syarat:

$$\sigma_{all} \geq q_{max}$$

$$335.09 \text{ kN/m}^2 \geq 82 \text{ kN/m}^2 \text{ (Memenuhi)}$$

3.3 Penurunan Segera

Penurunan segera dihitung sebagai berikut (Hardiyatmo, 2014):

$$q_n = |q_{max} - D_f \cdot \gamma_b|$$

$$q_n = |82 - 3,85 \cdot 16,17| = 19.74 \text{ kN/m}^2$$

$$S_i = \frac{q_n \cdot B}{E} (1 - \mu^2) I_w$$

$$S_i = \frac{19.74 \cdot 23.65}{30000} (1 - 0.2^2) \cdot 0.912$$

$$S_i = 0.01363 \text{ m} = 13.63 \text{ mm}$$

Batas maksimum penurunan pondasi rakit yaitu 40-65 mm

Syarat:

$S_i < 65 \text{ mm}$

13.63 mm < 65 mm (Memenuhi)

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa penurunan segera yang terjadi sebesar 13.63 mm masih lebih kecil dari penurunan maksimum yaitu sebesar 65 mm.

5. DAFTAR PUSTAKA

Bowles, J. (1997). *Analisis Dan Desain Pondasi*. Jakarta : Erlangga.

Evlin, D., & Sinarta, I. (2022). Prestressed beam system due to the addition of a long-span beam in building infrastructure. *Journal of Infrastructure Planning and Engineering (JIPE)*, Volume 1, Issue 1, April 2022, pp. 27 - 32, 32.

Hardiyatmo, H. C. (2014). *Analisis Dan Perancangan Fondasi I*. Yogyakarta: Press.

Mentang, O. S. (2013). Analisis Penurunan Pada Pondasi Rakit Jenis Pelat Rata Dengan Metode Konvensional. *Jurnal Sipil Statik Vol.1 No.11*, Oktober 2013.

Pamungkas , A., & Harianti, E. (2013). *Desain Pondasi Tahan Gempa*. Yogyakarta: ANDI Yogyakarta.

Sinarta, I., Wahyuni, P., & Aryastana, P. (2021). Analysis of discharge and area of the debris flow based on geological structural and rainfall levels in the slopes of Mount Abang, Kintamani. 7.

SNI 1726:2019. (2019). *SNI 1726:2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

SNI 1727:2020. (2020). *SNI 1727:2020 Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan*

Gedung dan Struktur lain. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

SNI 2847:2019. (2019). *SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.



Copyright© by the authors. Licensee Jurnal Ilmiah MITSU, Indonesia. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike (CC BY-NC-SA 4.0) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)