

**STUDI DESAIN PONDASI RAKIT (RAFT FONDATION) DENGAN
MENGUNAKAN METODE KEKAKUAN KONVENSIONAL PADA
PEMBANGUNAN GEDUNG MEOTEL DAFAM JEMBER**

(Studi Gedung Meotel Dafam Jember, Kec. Sumpersari, Kab. Jember

Adi Sugianto

Dosen Pembimbing :

Arief Alihudien, ST., MT; Ilanka Cahya Dewi, ST., MT

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Jl. Karimata No. 49 Jember

ABSTRACT

The foundation is a part of the construction of a building that functions to lay down buildings and carry on the building load on the ground that is strong enough to support it. The raft foundation is a raft-shaped concrete plate that extends throughout the bottom of the building, to spread the column load into a more uniform pressure distribution and to provide the floor for the basement.

Study of the foundation in the building was carried out by collecting various data in the field such as plan drawings, soil data, concrete quality etc. collection of land data is obtained from the results of laboratory tests in the form of SPT results data. From the data we use the software tool PLAXIS 2D version 8.2 to determine the maximum carrying capacity of the raft foundation which is reviewed against the load acting on the foundation.

Based on the results of the analysis in this study, the carrying capacity of the raft foundation soil is able to carry the load and the moment that works on the foundation, the total decrease that occurs on the raft foundation is relatively small from the maximum allowable total reduction, so it is declared safe the ability of the raft foundation in the building has deflection that occurs is relatively small so it is still able to withstand column loads. As well as Differential settlement (difference in decline) that occurred in the foundation of the Jember Dafam Meotel Development project more than 0.5 so that the Rakit foundation was classified as rigid and the probability of a differential settlement occurring was very small

Keywords: Raft Foundation, Carrying Capacity, Deflection

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perencanaan suatu bangunan meliputi perencanaan bangunan atas dan perencanaan bangunan bawah, perencanaan bangunan atas meliputi bagian struktur dari bangunan yang ada diatas permukaan tanah seperti kerangka pemikul bangunan tersebut. Sedangkan untuk bangunan bawah adalah bagian bangunan yang ada di bawah permukaan tanah, dalam hal ini bangunan yang dimaksud adalah pondasi.

Pondasi berfungsi untuk mendukung seluruh beban bangunan dan meneruskan beban bangunan tersebut kedalam tanah dibawahnya. Suatu sistem pondasi harus dapat menjamin, harus mampu mendukung beban bangunan diatasnya, termasuk gaya-gaya luar seperti gaya angin, gempa dan lain-lain.

Bangunan bertingkat tinggi didukung oleh pondasi dalam, seperti pondasi tiang pancang atau pondasi sumuran. Tetapi banyak juga bangunan bertingkat yang saat ini didukung oleh pondasi dangkal seperti pondasi rakit. Pondasi ini berupa plat beton besar yang berfungsi meneruskan beban melalui sekumpulan kolom atau dinding ke lapisan tanah di bawahnya.

Sebagai bahan studi Gedung Meotel Dafam Jember merupakan gedung yang terdiri dari 1 Lantai Semi Basement, 1 Lantai Ground Floor, 1 Lantai Upper Ground dan 6 lantai Hotel kamar, dengan struktur atas adalah struktur beton dan lantai dari beton. Dari data hasil pengujian pengeboran, maka disimpulkan letak tanah keras berada dikedalaman 8 meter sampai 14 meter, pengambilan sampel tanah menggunakan *SPT*

(*Standar Penetration Test*). Dengan struktur bawah menggunakan pondasi Bored Pile dengan jenis diameter yang berbeda. Beban-beban yang bekerja pada gedung Meotel Dafam Jember khususnya struktur atas memiliki beda tinggi bangunan maupun beban yang berbeda disetiap bangunan, Hal ini mengakibatkan terjadi penurunan yang tidak seragam pada pondasi tersebut. Berkaitan dengan hal tersebut, penulis akan mendesain ulang perencanaan struktur bawah menggunakan pondasi rakit dengan metode kekakuan konvensional. Hal ini di sebabkan keuntungan yang di dapat dari pondasi rakit yaitu penurunan tanah pada bangunan menjadi seragam atau mengurangi efek penurunan diferensial.

Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana daya dukung tanah dibawah pondasi rakit?
2. Bagaimana distribusi beban kolom dibawah pondasi rakit ?
3. Bagaimana tebal struktur pondasi rakit yang memenuhi syarat kekakuan ?
4. Bagaimana penurunan tanah dibawah pondasi rakit ?

Tujuan Penulisan

Adapun tujuan penulisan dalam studi desain pembangunan Meotel Dafam Jember ini adalah :

1. Mengetahui perhitungan daya dukung dibawah pondasi rakit dengan menggunakan metode kekakuan konvensional.
2. Mengetahui distribusi beban kolom dibawah pondasi rakit

3. Mengetahui tebal struktur pondasi rakit yang memenuhi syarat kekakuan konvensional
4. Mengetahui penurunan yang terjadi pada tanah dibawah pondasi rakit

Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil pada perencanaan ini dapat ditinjau dari dua segi yaitu :

1. Secara teoritis, perencanaan gedung Meotel Dafam Jember ini diharapkan dapat menambah pengetahuan di bidang perencanaan struktur bawah, khususnya dalam perencanaan pondasi rakit dengan menggunakan metode kekakuan konvensional
2. Secara praktis, perencanaan gedung Meotel Dafam Jember ini diharapkan dapat dipakai sebagai referensi bagi perencana yang lain dan mahasiswa

Batasan Masalah

Untuk menghindari meluasnya pembahasan, perencanaan gedung Meotel Dafam Jember ini dibatasi pada masalah – masalah berikut :

1. Pembebanan konstruksi bagian atas diperoleh dari data sekunder dilokasi penelitian.
2. Desain perencanaan struktur bawah menggunakan pondasi rakit metode kekakuan konvensional.
3. Tidak merencanakan perhitungan shear wall dinding basement.
4. Tidak melakukan perhitungan RAB (Rencana Anggaran Biaya).

TINJAUAN PUSTAKA

Perencanaan Bangunan atas dan perencanaan bangunan bawah, perencanaan bangunan atas meliputi bagian struktur dari Bangunan yang ada diatas permukaan tanah seperti kerangka pemikul bangunan tersebut. Sedangkan untuk bangunan bawah adalah bagian bangunan yang ada di bawah permukaan tanah, dalam hal ini bangunan yang dimaksud adalah pondasi.

Kekuatan Tanah Sebagai Dasar Pondasi

Keadaan kekuatan tanah sebagai dasar pondasi tergantung pada susunan dan struktur tanah

- a. Ketebalan terutama lapisan yang akan menerima beban pondasi,
- b. Tegangan tanah (s) yang diizinkan,

Karakteristik Tanah

Hasil penyelidikan tanah yang dilaporkan oleh *Soil Engineer* antara lain :

- a. Analisis daya dukung tanah.
- b. Besar nilai SPT
- c. Hasil tes laboratorium tanah
- d. Analisis daya dukung tiang pondasi

Penyelidikan Tanah

Penyelidikan tanah dilakukan dengan beberapa cara, yakni :

1. Sondir
2. Deep Boring
3. Standar Penetration Test

Macam – macam Pondasi

1. *Pondasi Dangkal*
 - a. Pondasi telapak
 - b. Pondasi memanjang
 - c. Pondasi rakit
2. *Pondasi Dalam*
 - a. Pondasi sumuran
 - b. Pondasi tiang

Jenis – jenis Pondasi Rakit

- a. Pelat rata
- b. Pelat yang ditebalkan di bawah kolom
- c. Balok dan pelat
- d. Pelat dengan kaki tiang
- e. Dinding ruang bawah tanah sebagai bagian pondasi telapak

Daya Dukung

Bila daya dukung dihasilkan berdasar pada percobaan penetrasi (SPT), maka kita boleh menggunakan persamaan dan untuk setiap penurunan yang diizinkan, kira-kira 2 inci atau 50 mm sebagai

$$q_a = \frac{N_{55}}{F_2} K_d$$

Dimana q_a = tekanan dukung yang diizinkan untuk $S_0 = 50$ mm atau penurunan sebesar 2 inci, Kpa atau Ksf. Ambil $F_2 = 0.08$ untuk SI; 4 untuk satuan Fps; $K_d = 1 + 0.33 D/B < 1.33$. dengan data penetrasi kerucut persamaan yang disesuaikan dan dilipat duakan untuk pondasi

Pondasi telapak, maka daya dukung dapat diperkirakan sebagai

$$q_u = \frac{q_c}{20} K_d \text{ (satuan } q_c)$$

Desain Struktur Pondasi Rakit dengan Metode Konvensional (Conventional Rigid Method)

Metode ini digunakan pada kondisi berikut:

- a. Pondasi sangat kaku

- b. Pengaturan jarak antara kolom atau beban kolom yang tidak lebih dari 20%

Penurunan (Settlement)

Pondasi rakit biasanya digunakan dimana penurunan mungkin merupakan suatu masalah, seperti pada sebuah tempat yang mengandung endapan yang tidak menentu atau lensa bahan kompresibel, batu-batu yang bergantung, dan lain sebagainya.

1. Efek pembentangan yang berasal dari
 - a. Kekakuan pondasi rakit
 - b. Kontribusi kekakuan bagian bangunan atas tanah kepada pondasi rakit.
2. Membiarkan penurunan yang agak lebih besar, umpamanya 50 mm sebagai pengganti 25 mm

Menurut komite 336:

Tabel Syarat Penurunan Diferensial yang Diharapkan

K_r	Penurunan diferensial yang diharapkan
0	$0,5 \times \Delta H$ untuk dasar panjang $0,35 \times \Delta H$ untuk dasar persegi empat siku-siku
0,5	$0,1 \times \Delta H$
>0,5	Pondasi rakit kaku; tidak ada penurunan diferensial.

Desain Akhir Pondasi Rakit

Asumsi yang digunakan pada metode konvensional adalah:

1. Pondasi rakit sangat kaku
2. Tegangan tanah terdistribusi pada garis yang lurus atau secara linear
3. Tidak ada penurunan differensial yang terjadi

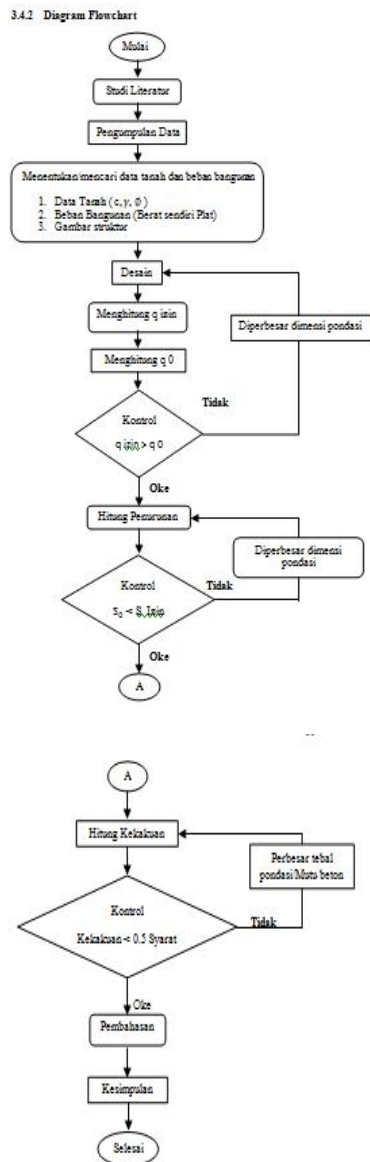
METODOLOGI PENELITIAN

Bahan

Bahan yang perlu dipersiapkan dalam penelitian ini adalah :

1. Beban struktur
2. Mutu beton yang digunakan
3. Mutu baja yang digunakan
4. Diameter dan kuat tarik tulangan yang digunakan
5. Lokasi proyek menurut peta penyebaran gempa Indonesia

Flow Chart



ANALISA DAN PEMBAHASAN

Perpindahan Total

Berdasarkan hasil perhitungan pada tinjauan 1 (satu) oleh program Plaxis mendapatkan nilai sebagai berikut.

Perpindahan total

$$= 26.36 \times 10^{-3} \text{ meter}$$

$$= 0.026 \text{ meter}$$

$$= 2.6 \text{ cm}$$

Perpindahan Vertikal Pelat

Hasil analisa perpindahan vertikal pelat pada tinjauan 1 (satu) oleh program Plaxis sebagai berikut :

$$= -17.61 \times 10^{-3}$$

$$= -0.017 \text{ meter}$$

$$= -1.7 \text{ cm}$$

Perpindahan Horizontal pelat

Hasil analisa perpindahan Horizontal pelat pada tinjauan 1 (satu) oleh program Plaxis sebagai berikut :

$$= 1.55 \times 10^{-3} \text{ meter}$$

$$= 0.00155 \text{ meter}$$

$$= 0.155 \text{ cm}$$

Momen Lentur Pelat

Hasil analisa momen lentur pelat pada tinjauan 1 (satu) oleh program Plaxis sebagai berikut :

$$= 561.36 \text{ KNm/m}$$

Perpindahan Total

Berdasarkan hasil perhitungan pada tinjauan 2 (satu) oleh program Plaxis mendapatkan nilai sebagai berikut.

Perpindahan total

$$= 17.55 \times 10^{-3} \text{ meter}$$

$$= 0.0175 \text{ meter}$$

$$= 1.75 \text{ cm}$$

Perpindahan Vertikal Pelat

Hasil analisa perpindahan vertikal pada pelat pada tinjauan 2 (satu) oleh program Plaxis sebagai berikut :

$$= -5.40 \times 10^{-3}$$

$$= -0.0054 \text{ meter}$$

$$= -0.54 \text{ cm}$$

Perpindahan Horisontal pelat

Hasil analisa perpindahan Horisontal pada pelat pada tinjauan 2 (dua) oleh program Plaxis sebagai berikut :

$$= -190 \times 10^{-6} \text{ meter}$$

$$= 0.000190 \text{ meter}$$

$$= 0.019 \text{ cm}$$

Momen Lentur Pelat

Hasil analisa momen lentur pada pelat pada tinjauan 2 (dua) oleh program Plaxis sebagai berikut :

$$= 352.01 \text{ KNm/m}$$

Kontrol Penurunan Total

Dari dua tinjauan tersebut dapat dikontrol total penurunan maksimum sesuai dengan tabel dibawah ini , sehingga batas penurunan maksimum pondasi rakit pada pembangunan gedung meotel dafam jember 76-127mm

1. Tinjauan 1 perpindahan total 2.6 cm < total penurunan maksimum dan penurunan dif erensial yang diizinkan

2. Tinjauan 2 perpindahan total 1.75 cm < total penurunan maksimum dan penurunan dif erensial yang diizinkan

Kontrol Lentutan

1. Kontrol lentutan pada pelat
Lentutan pelat tinjauan 1 kolom
 $= 1.7 \text{ cm} < 2.7$

$$= 6500 / 240 = 27.08 \text{ mm}$$

$$= 2.7 \text{ cm}$$

1. Kontrol lentutan pada pelat
Lentutan pelat tinjauan 2 kolom
 $= 0.54 \text{ cm} < 3.22$

$$= 7750 / 240 = 32.29 \text{ mm}$$

$$= 3.22 \text{ cm}$$

Kontrol differensial settlement pada pelat

1. Kontrol differensial settlement pada tinjauan 1

$$K_r = \frac{EI_b}{E_s B^3} = \frac{23.96 \times 10^{-3}}{17.68 \times 10^{-3}} = 1.35$$

2. Kontrol differensial settlement pada tinjauan 2

$$K_r = \frac{EI_b}{E_s B^3} = \frac{8.97 \times 10^{-3}}{5.40 \times 10^{-3}} = 1.8$$

differential settlement > 0.5 maka kekakuan pelat lebih besar dari pada kekakuan tanah sehingga pelat sangat kaku dan tidak terjadi differential settlement

Kontrol Geser Pons

Kontrol Geser Pons terhadap tinjauan 1

$$V_c = \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) \times \frac{1}{6} \sqrt{f_c} \times b_o \times d$$

$$V_c = \left(1 + \frac{2}{5/3}\right) \times \frac{1}{6} \sqrt{29.05} \times 6144 \times 836$$

$$= 10149732.9 \text{ N}$$

$$V_c = \left(\frac{as d}{bo} + 2 \right) \times \frac{1}{12} \overline{f'c} \times bo \times d$$

$$V_c = \left(\frac{40 \times 836}{6144} + 2 \right)$$

$$\times \frac{1}{12} \sqrt{29.05} \times 6144 \times 836$$

$$= 17170395.8 \text{ N}$$

$$V_c = \frac{1}{3} \overline{f'c} \times bo \times d$$

$$V_c = \frac{1}{3} \sqrt{29.05} \times 6144 \times 836$$

$$= 9228036.38 \text{ N}$$

Jadi nilai V_c yang dipakai

$$V_c = 9228036 \text{ N}$$

$$= 9228.04 \text{ Kn}$$

Dimana

$$= 0.75$$

$$V_c = 0.75 \times 9228.03638$$

$$= 6921.03 \text{ Kn}$$

$$P_u = 6409.61 \text{ Kn} \quad \text{OK}$$

1. Perhitungan Momen Lentur pada pelat tinjauan 1

$$R_n = \frac{Mu}{\phi b d^2}$$

$$= \frac{561360000}{0.8 \times 1000 \times 436^2}$$

$$= 3.329E+00$$

$$m = \frac{F_y}{\phi f_c}$$

$$= \frac{350}{0.8 \times 29.05}$$

$$= 15.06$$

$$\text{perlu} = \frac{1}{m} \left\{ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right\}$$

$$= 0.0116$$

$$\text{min} = \frac{1.4}{350}$$

$$= 0.004$$

Karena p perlu $>$ dari P min

$$= 0.004 \quad \text{OK}$$

$$\text{Maka } p \text{ pakai} = p \text{ perlu}$$

$$= 0.0116$$

$$\text{As perlu} = p \text{ pakai} \times b \times d$$

$$= 0.0116 \times 1000 \times 436$$

$$= 5036 \text{ mm}$$

Jadi di pakai tulangan D28-100
6154.4 **OK**

Kontrol Geser Pons terhadap tinjauan 2

$$V_c = \left(1 + \frac{2}{\beta} \right) \times \frac{1}{6} \overline{f'c} \times bo \times d$$

$$V_c = \left(1 + \frac{2}{5/3} \right) \times \frac{1}{6} \sqrt{29.05} \times 6150 \times 837$$

$$= 10177874 \text{ N}$$

$$V_c = \left(\frac{as d}{bo} + 2 \right) \times \frac{1}{12} \overline{f'c} \times bo \times d$$

$$= \left(\frac{40 \times 837}{6150} + 2 \right) \times \frac{1}{12} \sqrt{29.05} \times 6150 \times 837$$

$$= 17228288 \text{ N}$$

$$V_c = \frac{1}{3} \overline{f'c} \times bo \times d$$

$$V_c = \frac{1}{3} \sqrt{29.05} \times 6144 \times 837$$

$$= 9253621.8 \text{ N}$$

Jadi nilai V_c yang dipakai

$$V_c = 9253621.79 \text{ N}$$

$$= 9253.62 \text{ Kn}$$

Dimana

$$= 0.75$$

$$V_c = 0.75 \times 9253.62$$

$$= 6940.21 \text{ Kn}$$

$$P_u = 6409.61 \text{ Kn} \quad \mathbf{OK}$$

Perhitungan Momen Lentur pada pelat 2

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2}$$

$$= \frac{352010000}{0.8 \times 1000 \times 412^2}$$

$$= 2.586\text{E}+00$$

$$m = \frac{F_y}{\phi f_c}$$

$$= \frac{350}{0.8 \times 29.05}$$

$$= 15.06$$

$$\text{perlu} = \frac{1}{m} \left\{ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right\}$$

$$= 0.0079$$

$$\text{min} = \frac{1.4}{350}$$

$$= 0.004$$

Karena $p \text{ perlu} > \text{ dari } P \text{ min}$
 $= 0.004 \quad \mathbf{OK}$

Maka $p \text{ pakai} = p \text{ perlu}$
 $= 0.0079$

$A_s \text{ perlu} = p \text{ pakai} \times b \times d_y$
 $= 0.0079 \times 1000 \times 412$
 $= 3239 \text{ mm}$

Jadi di pakai tulangan D28-100
6154.4 $\quad \mathbf{OK}$

Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil studi penelitian yang telah kami laksanakan dan juga dari analisa

diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Penurunan total yang terjadi pada pondasi rakit proyek pembangunan Meotel Dafam Jember relatif kecil dari penurunan total maksimum yang diizinkan.
2. Kemampuan pondasi Rakit pada proyek Pembangunan Meotel Dafam Jember memiliki lendutan yang relatif kecil sehingga masih mampu menahan beban kolom.
3. Penurunan Perbedaan yang terjadi pada pondasi rakit pada proyek Pembangunan Meotel Dafam Jember lebih dari 0.5 sehingga pondasi Rakit tergolong kaku dan kemungkinan terjadi differential settlement sangatlah kecil

Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan pada penelitian ini adalah

1. Penggunaan aplikasi plaxis 2D diperlukan dalam analisis perencanaan struktur bawah seperti pondasi yang lebih detail sehingga hasilnya lebih spesifik.
2. Harus lebih teliti terhadap satuan dalam menginput data serta dalam menginput data-data dalam perangkat lunak.

DAFTAR PUSTAKA

Joseph E. Bowles, "ANALISIS dan DESAIN PONDASI Jilid 1. Jakarta : Penerbit Erlangga

Priyono, P. (1994). Diktat Kuliah Struktur Beton 2 (Berdasarkan SNI 03 – 2874 – 2002). Universitas Muhammadiyah Jember, Jember.

Braja M. Das, Principles of Foundation Engineering. Civil Engineering Department. The University of Texas at El Paso.

Persyaratan Perencanaan Geoteknik sesuai SNI 8460:2017

SNI (Standart Nasional Indonesia) Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002)

Braja M. Das. Principles of Foundation Engineering Seventh Edition 2011. Mat Foundation