

ANALISIS “PONDASI DALAM” PADA BANGUNAN MASJID 3 (TIGA) LANTAI (STUDI KASUS : MASJID MAN 3, SLEMAN, DI. YOGYAKARTA)

Oleh: Indra Suharyanto

Abstrak.: Pembahasan pembebanan maksimal pondasi pancang pada Gedung Masjid 3 Lantai MAN 3 Sleman ini menggunakan SAP2000. Dari hasil analisis SAP2000 diperoleh beban maksimal sebesar 274,87 kN. Hasil ini selanjutnya digunakan untuk menghitung tekanan pada dasar pondasi (q_{max}) sebagai perbandingan besar kapasitas dukung tanah. Dari hasil pembahasan didapatkan Data Pile Pancang dengan diameter 0,60 m, panjang tiang pancang 10,00 m dan kuat tekan beton tiang pancang (f_c') 25 MPa. Dari hasil pembahasan didapatkan Ukuran Pilecap dengan tebal pilecap 0,50 m, lebar pilecap arah x 2,00 m, lebar pilecap arah y 1,00 m, tulangan lentur arah x D16-200, tulangan lentur arah y D16-200 dan tulangan susut \emptyset 12-200.

Kata kunci: Pondasi Dalam, Pile Pancang, Daya Dukung Pondasi, SAP2000

1. PENDAHULUAN

Dalam setiap bangunan, diperlukan pondasi sebagai dasar bangunan yang kuat dan kokoh. Hal ini disebabkan pondasi sebagai dasar bangunan harus mampu memikul seluruh beban bangunan dan beban lainnya yang turut diperhitungkan, serta meneruskannya kedalam tanah sampai kelapisan atau kedalaman tertentu. Bangunan teknik sipil secara umum meliputi dua bagian utama yaitu struktur bawah (*sub structure*) dan struktur atas (*upper structure*). Struktur atas didukung oleh struktur bawah sebagai pondasi yang berinteraksi dengan tanah dan akan memberikan keamanan bagi struktur atas. Struktur bawah sebagai pondasi juga secara umum dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam. Pemilihan jenis pondasi ini tergantung kepada jenis struktur atas, apakah termasuk konstruksi beban ringan atau beban berat dan juga jenis tanahnya. Untuk konstruksi beban ringan dan kondisi lapisan permukaan yang cukup baik, biasanya jenis pondasi dangkal sudah cukup memadai. Tetapi untuk konstruksi beban berat (*high-rise building*) biasanya jenis pondasi dalam adalah menjadi pilihan, dan secara umum permasalahan perencanaan pondasi dalam lebih rumit dari pondasi dangkal.

Sering sekali perhitungan-perhitungan teoritis yang ada mengenai daya dukung pondasi dalam, terutama yang menggunakan data uji hasil pengujian laboratorium memberikan perkiraan daya dukung yang lebih kecil dari kenyataan yang dapat dipikul tiang. Tulisan ini menguraikan beberapa perhitungan – perhitungan teoritis yang ada, kendala-kendala yang dijumpai dalam mengaplikasikan rumusan-rumusan tersebut serta usaha-usaha yang dapat dilakukan untuk mengurangi ataupun mengatasi kendala – kendala tersebut sehingga diharapkan dapat memberikan perkiraan daya dukung teoritis yang lebih mendekati kenyataan di lapangan.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Fondasi adalah suatu bagian dari konstruksi bangunan yang berfungsi untuk menempatkan bangunan dan meneruskan beban yang disalurkan dari struktur atas ke tanah dasar pondasi yang cukup kuat menahannya tanpa terjadinya differential settlement

¹⁾ adalah staf pengajar Program Studi Teknik Sipil Universitas Cokroaminoto Yogyakarta

pada sistem strukturnya. Maka proses pembangunan fondasi harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan agar mampu dan aman dalam meneruskan beban dari atasnya dengan baik. Menurut Hardiyatmo (Teknik Fondasi I, 2002:79) fondasi diklasifikasikan menjadi dua yaitu:

a. Pondasi Dangkal

1) Pondasi Telapak (Spreade Footing)

Merupakan pondasi yang berdiri sendiri dalam mendukung kolom.

2) Pondasi Memanjang (Continous Footing)

Adalah fondasi yang digunakan untuk mendukung dinding memanjang atau digunakan untuk mendukung sederetan kolom-kolom yang berjarak sangat dekat, sehingga bila dipakai pondasi telapak sisi-sisinya akan berimpit satu sama lain.

3) Pondasi Rakit (Raft Foundation atau Mat Foundation)

Adalah fondasi yang digunakan untuk mendukung bangunan yang terletak pada tanah lunak, atau digunakan bila susunan kolom-kolom jaraknya sedemikian dekat disemua arahnya, sehingga bila dipakai pondasi telapak sisi-sisinya akan berimpit satu sama lain.

b. Pondasi Dalam

a. Pondasi Sumuran atau Kasion (Pier Foundation/Cassion)

Merupakan bentuk peralihan antara fondasi dangkal dan fondasi tiang, digunakan bila tanah dasar yang kuat terletak pada kedalaman yang relative dalam.

b. Pondasi Tiang (Pile Foundation)

2.2 Jenis Keruntuhan Pondasi

a. Keruntuhan geser tekan (shear compression failure)

Umumnya terjadi pada penampang tinggi dan bentangnya pendek (perbandingan a/d yang kecil), retak-retak miring yang tertentu, tidak mengakibatkan keruntuhan, tetapi menerus ke dalam daerah tekan, dengan demikian mereduksi ukuran daerah tekan sampai akhirnya daerah tekan runtuh akibat kombinasi dari tegangan-tegangan tekan dan geser.

b. Keruntuhan lentur setelah terjadinya retak miring

Umumnya dijumpai dalam unsur dengan a/d yang rendah, retak miring yang terbentuk pertama-tama tidak mengakibatkan keruntuhan atau mencegah penyaluran dari momen lentur batas teoritis. Jika menanam tulangan tarik mencukupi, keruntuhan di dalam daerah tekan tidak terjadi, maka tulangan tarik dapat mencapai kekuatan lelehnya.

c. Keruntuhan tarik diagonal (diagonal tension failure)

Keruntuhan tarik diagonal disebut juga keruntuhan geser, jenis keruntuhan ini umumnya dijumpai dalam unsur dengan a/d yang sedang (pertengahan). Plat runtuh dengan terbentuknya retak miring pada keempat sisi dari beban terpusat.

d. Keruntuhan lentur sebelum terbentuknya retak miring

Umumnya dijumpai dalam unsur dengan a/d yang besar, dimana retak miring tidak terjadi sebelum dicapainya kekuatan lentur. Keruntuhan geser diharapkan tidak terjadi sebelum unsur mencapai kekuatan lenturnya.

2.3 Sifat-Sifat Teknis Tanah

a. Klasifikasi Tanah

1) Batuan Dasar

Batuan ini menghujam sangat jauh kebawah sampai ke magma cair dan meluas dalam ukuran yang sangat besar dimana bagian yang paling bawah adalah batuan vulkanis yang terbentuk dari pendinginan magma lumer.

2) Batu Bongkahan

Batu bongkah adalah potongan-potongan besar batuan yang terpecahkan dari batu induk atau memuntahkannya dari gunung berapi. Batu bongkah mempunyai volume 0,5 m³ sampai 8 atau 10 m³ dan beratnya mulai dari setengah sampai beberapa ratus ton.

3) Kerikil yang lebih kecil

Pecahan batuan yang lebih kecil dari batu bongkah digolongkan kedalam batu-bulat (cobbles), kerakal (pebbles), kerikil (gravel), pasir, lanau (silt) dan koloida dalam ukuran-ukuran yang berbeda. Batu remukan (crushed) ialah kerikil yang dihasilkan dengan menghancurkan pecahan batu dari batu bongkah.

4) Lanau

Lanau dan tepung batuan dalam rentang ukuran partikel 0,074 mm sampai sehalus 0,001 mm merupakan produk sampingan yang rentang terhadap pelapukan batuan.

5) Lempung

Lempung merupakan suatu silikat hidro-aluminium yang kompleks dan mempunyai ukuran 0,002 mm bahkan bisa lebih halus lagi. Ukuran mineral lempung agak bertindihan (overlap) dengan ukuran lanau tetapi perbedaan hakiki antara keduanya ialah bahwa mineral lempung tidak lembam.

b. Angka Pori, Porositas dan Berat Volume Tanah.

- 1) Angka pori (e), didefinisikan sebagai perbandingan volume rongga pori ($V_V = V_a + V_w$) terhadap volume butiran padat (V_s) pada suatu volume bahan dan dinyatakan sebagai pecahan.

$$e = \frac{V_V}{V_s}$$

- 2) Berat volume butir padat atau tanah (γ_s):

$$\gamma_s = \frac{W_s}{V_s}$$

2.4 Penyelidikan Tanah

a. Pemboran (Drilling)

Pemboran merupakan bagian yang penting dari penyelidikan tanah, dari pemboran dapat diketahui lapisan-lapisan tanah di bawah lokasi rencana bangunan, dan dari lubang bor (boreholes) dapat diperoleh contoh-contoh tanah yang diperlukan untuk menyelidiki tanah selanjutnya di Laboratorium Mekanika Tanah.

b. Pengambilan Contoh Bahan Tanah

Pengambilan contoh bahan tanah dilakukan untuk mendapatkan contoh tanah tidak terusik (undisturbed soil sample) dan contoh tanah terusik (disturbed soil sample).

c. Pengujian Penetrasi

a. Pengujian penetrasi kerucut statis (Static Cone Penetration Test)

b. Pengujian penetrasi standar (Standard Penetration Test)

d. Uji Beban Plat

Plat beban berupa plat besi berbentuk lingkaran atau bujursangkar dengan diameter bervariasi dari 30 cm atau lebih besar lagi. Dimensi plat tergantung dari ketelitian hasil pengujian yang dikehendaki. Pada prinsipnya, bila ukuran plat mendekati atau sama dengan lebar fondasi sebenarnya, maka semakin teliti hasil yang diperoleh.

2.5 Daya Dukung

a. Teori Daya Dukung

Menurut Hardiyatmo (2002:294) analisa daya dukung tanah mempelajari kemampuan tanah dalam mendukung beban fondasi yang bekerja di atasnya. Bila tanah mengalami pembebanan seperti beban fondasi, tanah akan mengalami distorsi dan

penurunan. Jika beban ini berangsur-angsur ditambah, penurunan pun juga bertambah. Akhirnya, pada suatu saat terjadi kondisi dimana pada beban yang tetap, fondasi mengalami penurunan yang sangat besar. Kondisi ini menunjukkan bahwa keruntuhan daya dukung tanah telah terjadi.

Kapasitas dukung ijin (q_a) adalah tekanan yang maksimum yang dapat dibebani pada tanah, sedemikian rupa sehingga kedua persyaratan diatas terpenuhi.

a. Analisis Terzaghi

Ada tiga jenis keruntuhan geser pada pondasi yaitu keruntuhan geser umum (general shear failure), keruntuhan geser lokal (local shear failure), dan keruntuhan geser pons (punching shear failure).

Dari penjabaran keseimbangan statika Terzaghi mengemukakan rumus praktis untuk menghitung daya dukung tanah sebagai berikut:

- 1) Untuk fondasi memanjang
 $q_u = c N_c + p_o N_q + 0,5 \gamma B N_\gamma$
- 2) Untuk fondasi persegi
 $q_u = 1,3c N_c + p_o N_q + 0,4 \gamma B N_\gamma$

- 3) Untuk fondasi lingkaran
 $q_u = 1,3c N_c + p_o N_q + 0,3 \gamma B N_\gamma$

- 4) Untuk fondasi berbentuk empat persegi panjang
 $q_u = c N_c (1 + 0,3B/L) + p_o N_q + 0,5 \gamma B N_\gamma (1 - 0,2B/L)$

dengan notasi:

q_u = daya dukung tanah ultimit (kN/m²)

p_o = Df. γ = tekanan overburden akibat tanah diatas fondasi (kN/m²)

γ = berat volume tanah didasar fondasi (kN/m³)

Df = kedalaman fondasi (m)

c = kohesi tanah (kN/m²)

B = panjang fondasi (m)

L = lebar atau diameter fondasi (m)

b. Analisis Meyerhof

- 1) Untuk fondasi bujur sangkar atau memanjang, dengan lebar $B < 1,20$ m

$$q_a = \frac{q_c}{30} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

- 2) Untuk fondasi bujur sangkar atau fondasi memanjang, dengan lebar $B > 1,2$ m

$$q_a = \frac{qc}{50} \left(\frac{0,3}{B} \right)^2$$

B = lebar fondasi dalam meter

b. Tipe-tipe keruntuhan Pondasi

Untuk mempelajari perilaku tanah pada saat permulaan pembebanan sampai mencapai keruntuhan, dilakukan tinjauan terhadap suatu pondasi kaku pada kedalaman dasar fondasi yang tak lebih dari lebar fondasinya. Penambahan beban fondasi dilakukan secara berangsur-angsur

c. Beban Eksentris

Pengaruh beban vertical yang eksentris pada fondasi memanjang yang terletak di permukaan tanah kohesif ($\phi = 0$) dan tanah granuler ($c = 0$ dan $\phi = 35^\circ$), secara kuantitatif diperlihatkan Mayerhof (1953).

Kapasitas dukung ultimit fondasi dengan beban vertical eksentris (q_u) diperoleh dengan mengalikan kapasitas dukung ultimit dengan beban vertikal terpusat (q_u) dengan faktor reduksi R_e , yaitu :

$$q_u = R_e q_u$$

dengan:

$q-u'$ = kapasitas dukung ultimit pada beban vertikal eksentris

R_e = faktor reduksi akibat beban eksentris

q_u = kapasitas dukung ultimit untuk beban vertikal dipusat fondasi.

2.6 Analisis Tekanan Kontak

Tekanan kontak adalah tekanan yang bekerja antara dasar pondasi dan tanah dibawahnya. Tekanan ini digunakan untuk memeriksa keamanan terhadap daya dukung tanah.

2.7 Penurunan

Jika lapisan tanah mengalami pembebanan maka bagian tanah mengalami regangan atau penurunan (settlement), Regangan dalam tanah ini disebabkan oleh berubahnya susunan tanah maupun oleh pengurangan rongga pori air di dalam tanah tersebut. Jumlah dari regangan sepanjang kedalaman lapisan merupakan penurunan total tanahnya. Penurunan akibat beban adalah jumlah total dari penurunan segera (immediate settlement) dan penurunan konsolidasi (consolidation settlement).

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Data Dasar Perencanaan

1. Menentukan lokasi yang ditinjau
2. Mengumpulkan data
3. Menentukan nara sumber yang sesuai dengan masalah yang dibahas
4. Mencari referensi pendukung

3.2. Lokasi

Dalam penyusunan Proyek Akhir ini, yang digunakan sebagai objek penulisan adalah Masjid MAN 3 Sleman. Lokasi objek yang dikaji terletak di Yogyakarta.

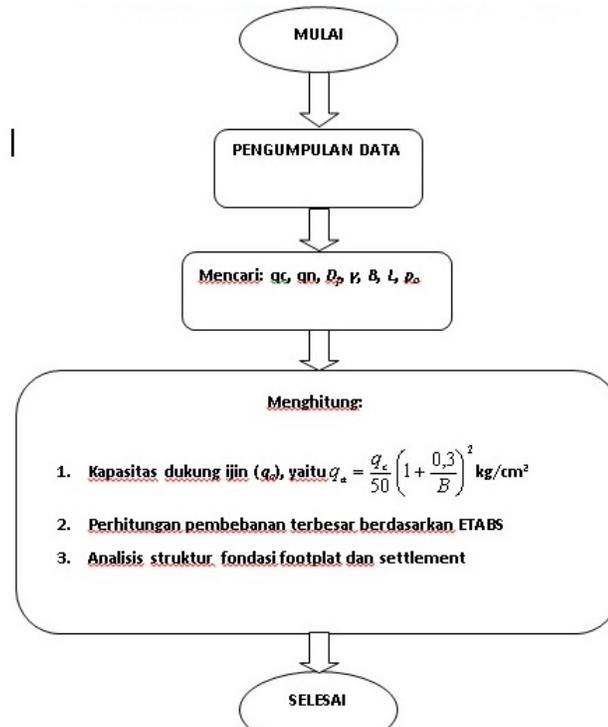
3.3. Objek Penulisan

Objek penulisan ini adalah analisis fondasi dalam, yaitu mengenai analisis struktur fondasi pada Gedung Masjid MAN 3 Sleman.

3.4. Pengumpulan Data

1. Gambar struktur bangunan
2. Data hasil perhitungan struktur
3. Data hasil uji tanah

3.5. Analisa Data

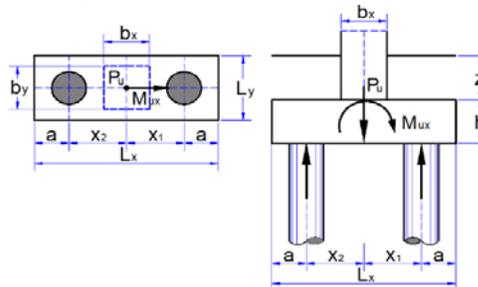


4. HASIL PERHITUNGAN

Dari hasil analisa didapat data bahan pancang sebagai berikut :

Jenis Tiang pancang = Beton bertulang tampang lingkaran
 Diameter Tiang (D) = 0,60 m
 Panjang tiang pancang (L) = 10,00 m
 Kuat tekan beton (fc') = 25 Mpa
 Berat beton (Wc) = 24kN/m³

Data susunan tiang pancang :



Arah X = 2 buah

Arah Y = 1 buah

Tengah Pile cap = 0 buah

Lebar pilecap arah x, Lx = 2,00 m

Lebar pilecap arah y, Ly = 1,00 m

Tebal pilecap = 0,50 m

Pembesian Pile cap :

Tulangan lentur arah X = D16-200

Tulangan lentur arah Y = D16-200

Tulangan susut arah X = Ø 12 – 200

Tulangan susut arah Y = Ø 12 – 200

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

- Analisis pembebanan maksimal pondasi pancang pada Gedung Masjid MAN 3 Sleman. Dari hasil analisis diperoleh beban maksimal sebesar 274,87 kN. Hasil ini selanjutnya digunakan untuk menghitung tekanan pada dasar pondasi (q_{max}) sebagai perbandingan besar kapasitas dukung tanah.
- Dari hasil analisis didapatkan Data Pile Pancang dengan diameter 0,60 m, panjang tiang pancang 10,00 m dan kuat tekan beton tiang pancang (f_c') 25 MPa.
- Dari hasil analisis didapatkan Ukuran Pilecap dengan tebal pilecap 0,50 m, lebar pilecap arah x 2,00 m, lebar pilecap arah y 1,00 m, tulangan lentur arah x D16-200, tulangan lentur arah y D16-200 dan tulangan susut \emptyset 12-200.

5.2. Saran

Untuk penelitian lebih lanjut sebaiknya perhitungan analisis pondasi tidak hanya pada satu titik pembebanan melainkan semua titik type pondasi yang digunakan pada pembangunan gedung tersebut. Sehingga semua titik akan diketahui besar pembebanan struktur, besar kapasitas tekanan pondasi dan besar penurunannya.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J. E., 1991, Analisis Dan Desain Pondasi, Jilid 2, Edisi Keempat, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Dewan Standardisasi Nasional. (2002). SNI 03-2847-2002 : Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (Beta Version). B : Dewan Standardisasi Nasional.
- Gunawan, R., 1993, Pengantar Teknik Fondasi, Kanisius, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 2007, Mekanika Tanah II, Edisi Keempat, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 2006, Teknik Fondasi I, Edisi Ketiga, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Saputra, L.A., 2009, Analisis Daya Dukung Tanah Terhadap Pondasi Footplat Pada Proyek Pembangunan Gedung Unit Bedah/ok RS. Mata Dr. YAP Prawirohusodo Yogyakarta.