

SHEAR STRENGTH OF SOIL, BEARING CAPACITY AND FOUNDATION

Oleh : Taufik Dwi Laksono

Abstract

Loading mechanism continued by a foundation is vertical burden and laboring momen at foundation, is mostly arrested by energy support the (bearing capacity) foundation land; ground of at foundation base, and burden level off most arrested by resistance shift the (sliding resistance) from foundation base.

Foundation function is to continue the superstructure burden to geology surface without abysmal of the land;ground pressure ability. Hence for desain of peaceful foundation have to consider the security to failure shift the land;ground and energy Capacities support the land;ground to avoid the happening of abundant degradation.

In chosening foundation to be used at one particular work, require to be paid attention to by whether that foundation suited for circumstance in field or not, things required to become the consideration is circumstance of land;ground of foundation and boundaries of effect of structure for (superstruktur) of like condition burden, nature of dynamic of building for and other.

Keyword: Foundation, energy support, shift land;ground.

I. PENDAHULUAN

Tanah mempunyai sifat untuk meningkatkan kepadatan dan kekuatan gesernya apabila mendapat tekanan. Apabila beban yang bekerja pada tanah pondasi telah melampaui daya dukung batasnya, dan tegangan geser yang ditimbulkan di dalam tanah pondasi melampaui ketahanan geser tanah pondasi maka akan berakibat keruntuhan geser dari tanah pondasi.

Pembangunan suatu konstruksi baik itu jembatan, bangunan gedung, jalan dan lainnya sangat dipengaruhi tanah yang akan digunakan. Manakala tanah tersebut sudah baik dan mampu untuk menahan semua beban yang akan bekerja padanya maka tanah tersebut siap untuk digunakan, akan tetapi apabila tanah tidak baik dan tidak mampu menahan beban di atasnya maka perlu dilakukan suatu perbaikan-perbaikan kepada tanah tersebut.

II. SHEAR STRENGTH OF SOIL (KEKUATAN GESER TANAH)

Menurut John N Cernica dalam buku “*Geotechnical Engineering: Foundation Design*”, kekuatan geser tanah sangat tergantung dengan 3 (tiga) komponen dasar berikut ini :

1. Tahanan geser antara butiran tanah
2. Kohesi pada permukaan butiran tanah

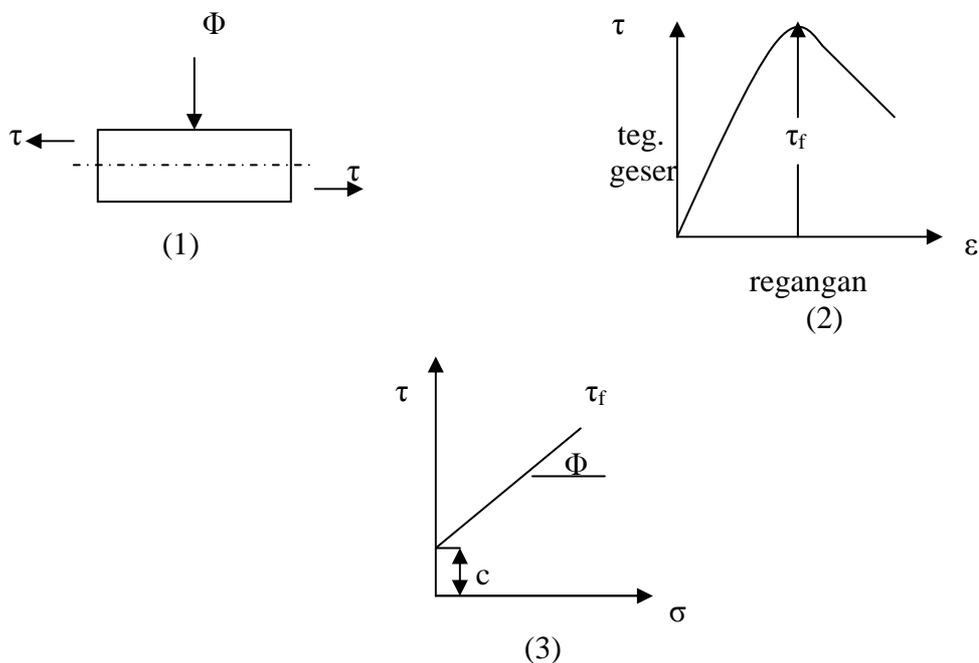
3. Ikatan antar partikel butiran tanah yang dapat mencegah terjadinya deformasi

Bukanlah hal yang mudah untuk memberikan gambaran tentang pengaruh ketiga komponen diatas terhadap kekuatan geser tanah. Hal ini dikarenakan ketiga komponen tersebut baik langsung maupun tidak langsung dapat mempengaruhi kekuatan geser tanah, belum lagi ketidakhomogenitas dan keseragaman dari karakteristik tanah tersebut.

Sebagai contoh adanya kandungan air dalam tanah, besarnya tekanan air pori, pergerakan air bawah tanah dan sebagainya.

Pada umumnya kekuatan geser tanah dipandang sebagai hambatan terhadap deformasi yang terjadi disebabkan oleh pemindahan geser partikel butiran tanah sepanjang permukaan tanah. Hal ini berarti bahwa kekuatan geser tanah tidak hanya dipandang semata-mata dalam kaitannya dengan kemampuan untuk menahan tekanan puncak, tetapi harus dipandang dalam konteks perubahan bentuk yang boleh dicapainya.

Kazuto Nakazawa dalam bukunya “ *Soil Mechanics and Foundation Engineering*” memberikan sedikit gambaran tentang perhitungan kekuatan geser tanah :



Dari gambar dapat terlihat bahwa bila gaya geser bekerja pada permukaan dimana bekerja pula tegangan normal, seperti terlihat pada gambar 1, maka harga τ akan membesar akibat deformasi hingga mencapai harga batas seperti terlihat pada gambar 2, bila harga batas yang diperoleh ini digambarkan dengan σ yang berbeda-beda,

maka diperoleh suatu garis lurus yang memperlihatkan karakteristik kekuatan dari tanah seperti terlihat pada gambar 3.

Dari keterangan diatas, maka kekuatan geser tanah dapat dihitung dengan rumus :

$$\tau_f = c + \sigma \tan \Phi$$

dimana,

τ_f = kekuatan geser tanah

c = kohesi tanah yang sebenarnya

σ = Tegangan normal yang bekerja

Rumus diatas dipergunakan untuk keadaan tekanan total, yaitu tekanan air pori ditambah tekanan efektif. Adapun tekanan air pori adalah tekanan yang dipikul oleh air pori, sedangkan tekanan efektif adalah tekanan yang bekerja pada butir-butir tanah. Sering kali tanah dibagi dalam tanah yang kohesif dan tanah yang tidak kohesif. Bilamana tanah berada dalam keadaan tidak jenuh, meskipun tanah itu tidak kohesif, maka sifat kohesi itu kadang-kadang dapat terlihat sebagai tegangan permukaan dari air yang terdapat dalam pori-pori. Jadi, kekuatan geser tanah berubah-ubah sesuai dengan jenis dan kondisi tanah itu.

Pada tanah yang kohesif, permeabilitas air adalah sangat kecil sehingga air pori sulit disingkirkan. Dengan demikian maka pada jenis tanah kohesif, diperlukan waktu yang lama untuk mencapai keadaan sampai beban luar yang bekerja itu bekerja sepenuhnya sebagai tegangan efektif.

Sebagai contoh adalah pembuatan tanggul untuk pembangunan jalan atau tanggul sungai, maka perlu diperhitungkan bahwa pembuatan tanggul itu akan mengakibatkan peningkatan tekanan total lapisan lempung di bawah. Tetapi yang segera meningkat pada pembuatan tanggul itu adalah tekanan air pori dan tidak akan mengakibatkan peningkatan tegangan geser. Tegangan geser nanti meningkat setelah tegangan efektif mulai meningkat sewaktu tekanan air pori itu menurun. Adapun rumus Kekuatan geser tanahnya menjadi :

$$\tau_f = c' + \sigma' \tan \Phi'$$

dengan :

$\sigma' = \sigma - u$, u adalah tegangan air pori

Kegunaan nilai kekuatan geser tanah antara lain diperlukan untuk menghitung daya dukung tanah atau untuk menghitung tekanan tanah yang bekerja pada tembok penahan tanah

III. BEARING CAPACITY (KAPASITAS DAYA DUKUNG)

Kapasitas daya dukung menyatakan tahanan geser tanah untuk melawan penurunan akibat pembebanan yaitu tahanan geser yang dapat dikerahkan oleh tanah di sepanjang bidang-bidang gesernya. Karenanya, dapat dikatakan bahwa kapasitas daya dukung ditentukan oleh sifat tanah dan dimensi pondasi yang digunakan.

Braja M. Das dalam bukunya "*Principles of Foundation Engineering*" menyatakan Kemampuan tanah untuk menahan gaya geser tanah disebut kapasitas daya dukung ultimit (q_u). Dalam mendesain suatu pondasi dipergunakan kapasitas daya dukung yang diizinkan atau *allowable bearing capacity* (q_a). Yang mana q_a diperoleh dengan membagi kapasitas daya dukung ultimit dengan faktor aman atau $q_a = q_u/F$.

Besarnya kapasitas daya dukung yang digunakan untuk mendesain pondasi erat hubungannya dengan besar kecilnya deformasi tanah dan efeknya terhadap bangunan bagian atas. Karenanya, dalam merencanakan pondasi selalu terkait dengan 2(dua) hal, yaitu :

1. Memilih kapasitas daya dukung yang relevan dengan batasan penurunan (pondasi aman), dan
2. Minimnya dana yang dikeluarkan (faktor ekonomi selalu menjadi bagian dalam pengambilan keputusan, karena biasanya kendala keterbatasan dana menjadi penghambat yang paling sering terjadi)

Seringkali beban pondasi langsung diteruskan ke permukaan tanah, kecuali untuk tanah yang memiliki kualitas yang buruk, perlu dilakukan perbaikan agar memiliki kapasitas daya dukung yang memadai sehingga bangunan yang berada di atasnya aman.

Banyak penyelidikan telah dilakukan beberapa abad lampau mengenai kapasitas daya dukung, seperti oleh Prandtl, Terzaghi, Taylor, Meyerhof, Vesic, Hanson dan masih banyak lagi.

Hitungan kapasitas daya dukung harus selalu mempertimbangkan sifat-sifat permeabilitas tanah. Untuk tanah yang berpermeabilitas rendah, analisis kapasitas daya dukung dalam keadaan kritis terjadi pada kondisi jangka pendek atau segera sesudah selesai pelaksanaan, untuk itu perhitungan kapasitas daya dukung didasarkan pada kondisi tak terdrainasi (*undrained*) dengan menggunakan parameter-parameter tegangan total (c dan Φ). Sedangkan untuk tanah yang berpermeabilitas tinggi atau sangat lolos air, karena air dapat terdrainasi segera sesudah penerapan bebannya, maka didasarkan pada kondisi terdrainasi (*drained*) yaitu dipakai parameter-parameter tegangan efektif (c' dan Φ').

Dengan perhitungan : $c' = 2/3 c$ dan $\Phi' = \text{arc tg}(2/3 \text{tg } \Phi)$

John N. Cernica dalam bukunya “*Geotechnical Engineering: foundation Design*” menyatakan kegagalan daya dukung atau keruntuhan pondasi pada umumnya disebabkan oleh kegagalan tanah dalam mendukung pondasi yang salah satunya disebabkan karena pergeseran. Terdapat 3(tiga) kategori keruntuhan yang terjadi yaitu:

1. *General Shear Failure* (keruntuhan umum)

Keruntuhan umum ini biasanya disebabkan oleh kepadatan tanah yang relatif rendah, bidang slip yang terjadi di dasar pondasi diteruskan ke permukaan tanah sehingga hambatan geser bekerja secara penuh sepanjang permukaan tanah

2. *Local Shear Failure* (keruntuhan lokal)

Keruntuhan lokal ini diteruskan dari dasar pondasi ke seluruh sisi-sisi yang berhubungan dengan dasar pondasi itu. Hambatan geser bekerja secara penuh hanya sebatas pada bagian permukaan yang runtuh

3. *Punching Shear Failure* (keruntuhan tumbukan)

Kondisi ini umumnya terjadi pada tanah lepas dan sangat padat, keruntuhan ini tidaklah mudah untuk dideteksi, secara umum, keruntuhan yang terjadi disekitar pondasi adalah keruntuhan vertikal, keruntuhan horisontal hanya sebagian-sebagian.

IV. FOUNDATION (PONDASI)

John N. Cernica dalam bukunya “*Geotechnical Engineering: foundation Design*” menyatakan bahwa pada umumnya struktur yang didukung oleh tanah, baik itu bangunan, jembatan dan lainnya dibedakan menjadi 2(dua) bagian yaitu superstructure atau bangunan bagian atas dan bagian yang menghubungkan bangunan bagian atas dengan tanah yang sering disebut dengan Pondasi

Pondasi adalah bagian terendah dari bangunan yang menahan bangunan di atasnya dan meneruskan beban bangunan ke tanah atau batuan yang ada dibawahnya.

Fungsi pondasi adalah untuk meneruskan beban bangunan bagian atas kepada permukaan lapisan tanah tanpa melampaui kemampuan tekanan tanah tersebut. Karenanya untuk mendesain pondasi yang aman harus mempertimbangkan keamanan terhadap :

1. Kegagalan geser tanah dan

2. Kapasitas daya dukung tanah untuk menghindari terjadinya penurunan yang berlebihan

Dalam memilih pondasi yang akan digunakan pada suatu pekerjaan, perlu diperhatikan apakah pondasi itu cocok untuk keadaan di lapangan atau tidak, hal-hal yang perlu menjadi pertimbangan adalah :

- a. Keadaan tanah pondasi
- b. Batasan-batasan akibat struktur di atasnya (superstructure) seperti kondisi beban, sifat dinamis bangunan atas dan lainnya

Menurut Kazuto Nakazawa dalam bukunya *Soil Mechanics and Foundation Engineering*, Keadaan tanah pondasi merupakan keadaan yang paling penting untuk diketahui, karenanya jenis-jenis pondasi yang sesuai dengan keadaan tanah pondasi yang bersangkutan dapat dilihat sebagai berikut :

1. Bila tanah pendukung pondasi terletak pada permukaan tanah atau 2-3 meter dibawah permukaan tanah, maka pondasi yang digunakan adalah pondasi telapak (*Spread Foundation*)
2. Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman sekitar 10 meter di bawah permukaan tanah, maka pondasi yang digunakan adalah pondasi tiang atau pondasi tiang apung (*Floating Pile Foundation*)
3. Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman sekitar 20 meter di bawah permukaan tanah, maka pondasi yang digunakan adalah pondasi kaison terbuka dan kaison tekanan
4. Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman sekitar 30 meter di bawah permukaan tanah, maka pondasi yang digunakan adalah kaison terbuka, tiang baja atau tiang yang dicor di tempat
5. Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman lebih dari 40 meter di bawah permukaan tanah, maka yang paling baik digunakan adalah tiang baja dan tiang beton yang dicor di tempat

Pada prinsipnya mekanisme pembebanan yang diteruskan pondasi adalah beban vertikal dan momen yang bekerja pada pondasi, sebagian besar ditahan oleh daya dukung (*bearing capacity*) tanah pondasi pada dasar pondasi, dan beban mendatar sebagian besar ditahan oleh hambatan geser (*sliding resistance*) dari dasar pondasi

DAFTAR PUSTAKA

Braja M. Das, 1990, *Principles Of Foundation Engineering*, PWS- KENT Publishing Company, Boston

John N. Cernica, 1995, *Geotechnical Engineering: foundation Design*, John Wiley & Sons, New York

Kazuto Nakazawa, 2005, *Soil Mechanics and Foundation Engineering*