

BAB II

TINJUAN PUSTAKA

2.1. Uraian Umum

Pondasi merupakan struktur bagian bawah bangunan yang berhubungan langsung dengan tanah dan suatu bagian dari konstruksi yang berfungsi menahan gaya beban di atasnya. Pondasi dibuat menjadi satu kesatuan dasar bangunan yang kuat yang terdapat dibawah konstruksi. Pondasi dapat didefinisikan sebagai bagian paling bawah dari suatu konstruksi yang kuat dan stabil (*solid*).

Dalam perencanaan pondasi untuk suatu struktur dapat digunakan beberapa macam tipe pondasi. Pemilihan pondasi berdasarkan fungsi bangunan atas (*upper structure*) yang akan dipikul oleh pondasi tersebut, besarnya beban dan beratnya bangunan atas, keadaan tanah dimana bangunan tersebut didirikan dan berdasarkan tinjauan dari segi ekonomi. Istilah struktur atas umumnya dipakai untuk menjelaskan sistem yang direkayasa yang membawa beban kepada pondasi atau struktur bawah.

Semua konstruksi yang direncanakan, keberadaan pondasi sangat penting mengingat pondasi merupakan bagian terbawah dari bangunan yang berfungsi mendukung bangunan serta seluruh beban bangunan tersebut dan meneruskan beban bangunan itu, baik beban mati, beban hidup dan beban gempa ke tanah atau batuan yang berada dibawahnya. Bentuk pondasi tergantung dari macam bangunan yang akan dibangun dan keadaan tanah tempat pondasi tersebut akan diletakkan, biasanya pondasi diletakkan pada tanah yang keras.

2.2. Dasar – Dasar Pemilihan Jenis Pondasi

Dalam pemilihan bentuk dan jenis pondasi yang memadai perlu diperhatikan beberapa hal yang berkaitan dengan pekerjaan pondasi tersebut. Ini karena tidak semua pondasi dapat dilaksanakan di semua tempat. Misalnya pemilihan jenis pondasi tiang pancang di tempat padat penduduk tentu tidak tepat walaupun secara teknis cocok dan secara ekonomis sesuai dengan jadwal kerjanya. Beberapa hal yang harus dipertimbangkan dalam penentuan jenis pondasi adalah :

1. Keadaan tanah yang akan dipasang pondasi :
 - a. Bila tanah keras terletak pada permukaan tanah 2 – 3 meter di bawah permukaan tanah maka pondasi yang dipilih adalah jenis pondasi dangkal (pondasi jalur atau pondasi tapak) dan pondasi strauss.
 - b. Bila tanah keras terletak pada kedalaman hingga 10 meter di bawah permukaan tanah maka jenis pondasi yang biasanya dipakai adalah pondasi tiang minipile atau pondasi tiang apung untuk memperbaiki tanah pondasi.
 - c. Bila tanah keras terletak pada kedalaman hingga 20 meter di bawah permukaan tanah maka jenis pondasi yang biasa dipakai adalah pondasi tiang pancang atau pondasi bor bilamana tidak boleh terjadi penurunan. Bila terdapat batu besar pada lapisan tanah, pemakaian kaison lebih menguntungkan.
 - d. Bila tanah keras terletak pada kedalaman hingga 30 meter di bawah permukaan tanah maka jenis pondasi yang dipakai adalah pondasi kaison terbuka tiang baja atau tiang yang dicor di tempat.

- e. Bila tanah keras terletak pada kedalaman hingga 40 meter di bawah permukaan tanah maka jenis pondasi yang dipakai adalah tiang baja dan tiang beton yang dicor di tempat.
2. Batasan – batasan akibat konstruksi di atasnya (*upper structure*) adalah kondisi struktur yang berada di atas pondasi juga harus diperhatikan dalam pemilihan jenis pondasi. Kondisi struktur tersebut dipengaruhi oleh fungsi dan kepentingan suatu bangunan, jenis bahan bangunan yang dipakai (mempengaruhi berat bangunan yang ditanggung pondasi), dan seberapa besar penurunan yang diijinkan terjadi pada pondasi.
 3. Faktor lingkungan merupakan faktor yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan di mana suatu konstruksi tersebut dibangun. Apabila suatu konstruksi direncanakan menggunakan pondasi jenis tiang pancang, tetapi konstruksi terletak pada daerah padat penduduk, maka pada waktu pelaksanaan pemancangan pondasi pasti akan menimbulkan suara yang mengganggu penduduk sekitar.
 4. Waktu pekerjaan, pengerjaan pondasi juga harus diperhatikan agar tidak mengganggu kepentingan umum. Pondasi tiang pancang yang membutuhkan banyak alat berat mungkin harus dipertimbangkan kembali apabila dilaksanakan pada jalan raya dalam kota yang sangat padat, karena akan menimbulkan kemacetan yang luar biasa.
 5. Biaya jenis pondasi juga harus mempertimbangkan besar anggaran biaya konstruksi yang direncanakan, tetapi harus tetap mengutamakan kekuatan dari pondasi tersebut agar konstruksi yang didukung oleh pondasi tetap berdiri dengan aman. Analisis

jenis pondasi yang tepat dan sesuai dengan kondisi tanah juga bisa menekan biaya konstruksi. Misal konstruksi struktur pada lokasi di mana kondisi tanah bagus dan cukup kuat bisa menggunakan pondasi telapak saja tidak perlu direncanakan menggunakan pondasi tiang. Atau penggunaan pondasi tiang pancang jenis precast yang membutuhkan biaya yang tinggi dalam bidang petaksanaan dan transportasi bisa diganti dengan pondasi tiang yang dicor di tempat dengan spesifikasi pondasi yang sama untuk menekan biaya.

2.3. Standart Penetration Test (SPT)

Standart penetration test (SPT), yaitu sebagai berikut :

2.3.1. Defenisi

Menurut SNI 4153:2008, *Standart Penetration Test* atau SPT adalah suatu metode uji yang dilaksanakan bersamaan dengan pengeboran untuk baik perlawanan dinamik tanah maupun pengambilan contoh terganggu dengan teknik penumbukan. Uji SPT terdiri atas uji pemukulan tabung belah dinding tebal ke dalam tanah, disertai pengukuran jumlah pukulan untuk memasukkan tabung belah.

2.3.2. Peralatan *standart penetration test*

Berdasarkan SNI 4153:2008, peralatan yang dibutuhkan pada pengujian SPT di lapangan, yaitu:

- a. Mesin bor yang dilengkapi dengan peralatannya.
- b. Mesin pompa yang dilengkapi dengan peralatannya.

- c. *Split barrel sampler*.
- d. Palu dengan berat 63,5 kg dengan toleransi meleset $\pm 1\%$.
- e. Alat penahan (*tripod*).
- f. Rol meter.
- g. Alat penyipat datar.
- h. Kerekan.
- i. Kunci-kunci pipa.
- j. Tali yang cukup kuat untuk menarik palu.
- k. Bahan bakar (bensin, solar).
- l. Bahan pelumas.
- m. Kantong plastik.
- n. Formulir untuk pengujian.
- o. Perlengkapan lain yang dibutuhkan.

2.3.3. Persiapan *standart penetration test*

Persiapan pengujian *standart penetration test* di lapangan berdasar SNI 4153:2008, yaitu:

- a. Memasang blok penahan (*knocking block*) pada pipa bor.
- b. Memberi tanda pada ketinggian sekitar 75 cm pada pipa bor yang berada di atas penahan.
- c. Membersihkan lubang bor pada kedalaman yang akan dilakukan pengujian dari bekas-bekas pengeboran.

- d. Memasang *split barrel sampler* pada pipa bor, dan pada ujung lainnya disambungkan dengan pipa bor yang telah dipasang blok penahan.
- e. Memasukkan peralatan uji SPT ke dalam dasar lubang bor atau sampai kedalaman pengujian yang diinginkan.
- f. Memberi tanda pada batang bor mulai dari muka tanah sampai ketinggian 15 cm, 30 cm dan 45 cm.

2.3.4. Prosedur *standart penetration test*

Prosedur uji SPT di lapangan berdasar SNI 4153:2008, yaitu:

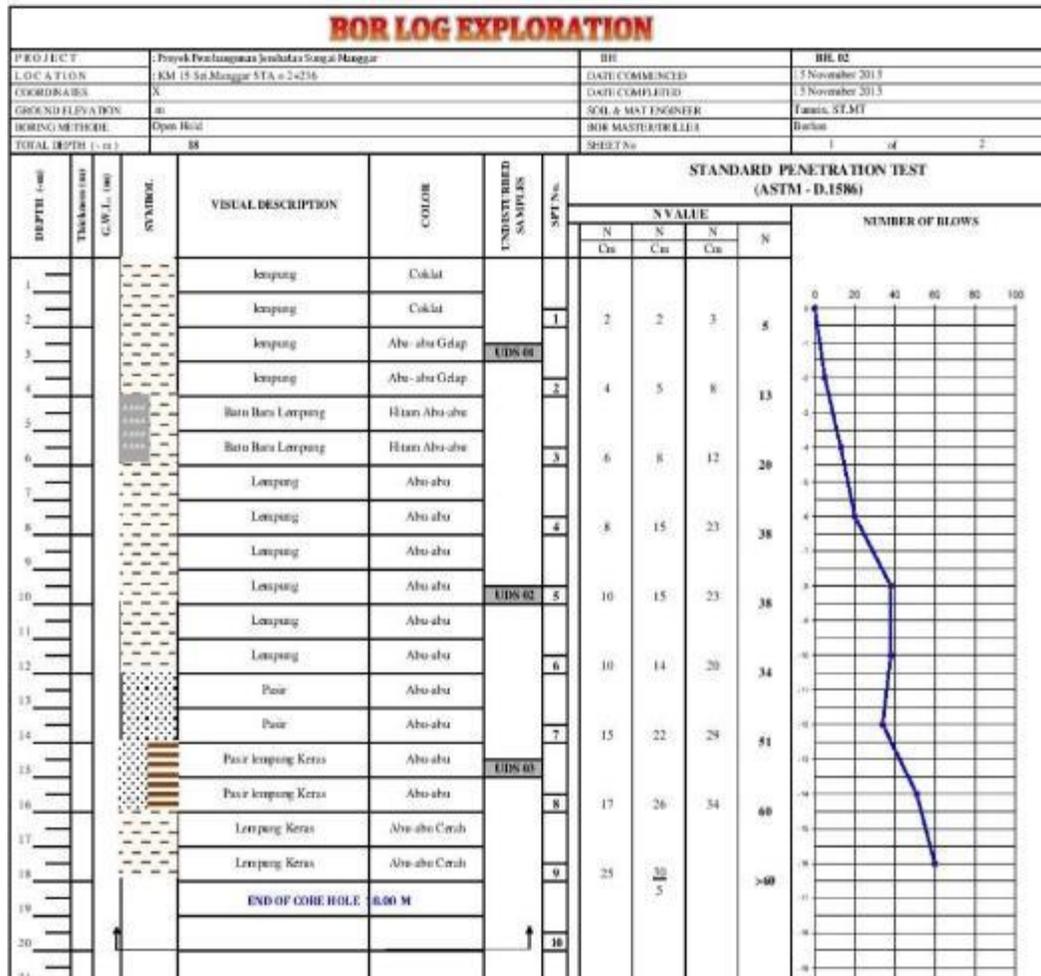
- a. Melakukan pengujian pada setiap perubahan lapisan tanah atau pada interval sekitar 1,50 m s.d 2,00 m atau sesuai keperluan.
- b. Menarik tali pengikat *hammer* sampai pada tanda yang telah dibuat sebelumnya (kira-kira 75 cm).
- c. Melepaskan tali sehingga palu jatuh bebas menimpa penahan.
- d. Mengulangi point (b) dan (c) berkali-kali sampai mencapai penetrasi 15 cm.
- e. Menghitung jumlah pukulan atau tumbukan N pada penetrasi 15 cm yang pertama.
- f. Mengulangi prosedur point (b), (c), (d) dan (e) sampai pada penetrasi 15 cm yang kedua dan ketiga.
- g. Mencatat jumlah pukulan N pada setiap penetrasi 15 cm: 15 cm pertama dicatat N1; 15 cm ke-dua dicatat N2; 15 cm ke-tiga dicatat N3; Jumlah pukulan yang dihitung adalah $N_2 + N_3$. Nilai N1 tidak diperhitungkan karena masih kotor bekas

pengeboran.

- h. Bila nilai N lebih besar daripada 50 pukulan, hentikan pengujian dan tambah pengujian sampai minimum 6 meter.
- i. Mencatat jumlah pukulan pada setiap penetrasi 5 cm untuk jenis tanah batuan.

2.3.5. Hasil *standart penetration test*

Hasil uji penetrasi lapangan berdasarkan SNI 4153:2008, dilaporkan dengan hasil *burlog* dari hasil pengeboran dalam bentuk formulir seperti pada gambar 2.1. pada formulir tersebut, dijelaskan letak kedalaman tanah keras dengan karakteristik tanahnya dan nilai N -SPT pada kedalaman tertentu. Nilai N -SPT tersebut dapat digunakan sebagai dasar pemilihan dan desain pondasi.



Gambar 2.1 Contoh formulir SPT

Sumber: Laporan Akhir Pengujian Dinamis Tiang Pancang Spun Oleh PT. Geo- Pondasi Testing

2.4. Macam - Macam Pondasi

Pondasi bangunan biasanya dibedakan atas dua bagian yaitu pondasi dangkal (*shallow foundation*) dan pondasi dalam (*deep foundation*), tergantung dari letak tanah kerasnya dan perbandingan kedalaman dengan lebar pondasi. Pondasi dangkal kedalamannya kurang atau sama dengan lebar pondasi ($D \leq B$) dan dapat digunakan jika lapisan tanah kerasnya terletak dekat dengan permukaan tanah. Sedangkan pondasi

dalam digunakan jika lapisan tanah keras berada jauh dari permukaan tanah. Untuk membantu memilih jenis pondasi, memberikan ketentuan yaitu:

1. Untuk pondasi dangkal, yaitu :

$$D/B \leq 4$$

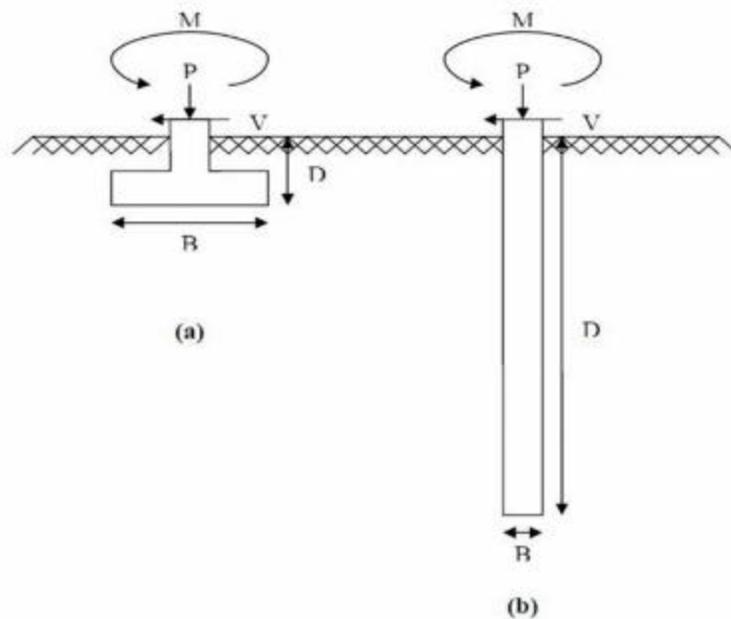
2. Untuk pondasi dalam, yaitu :

$$D/B > 4$$

Keterangan :

D = kedalaman pondasi

B = lebar pondasi



Gambar 2.2 Peralihan gaya pada pondasi (a. pondasi dangkal, b. pondasi dalam)
(sumber : Google)

Pemilihan jenis pondasi yang tepat, perlu diperhatikan apakah pondasi tersebut sesuai dengan berbagai keadaan tanah :

1. Bila tanah pendukung pondasi terletak pada permukaan tanah atau 2-3 meter di bawah permukaan tanah, dalam kondisi ini menggunakan pondasi telapak.
2. Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman sekitar 10 meter di bawah permukaan tanah, dalam kondisi ini menggunakan pondasi tiang apung.
3. Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman 20 meter di bawah permukaan tanah, maka pada kondisi ini apabila penurunannya diizinkan dapat menggunakan tiang geser dan apabila tidak boleh terjadi penurunannya, biasanya menggunakan tiang pancang. Tetapi bila terdapat batu besar pada lapisan antara pemakaian kaison lebih menguntungkan.
4. Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman sekitar 30 meter di bawah permukaan tanah dapat menggunakan kaison terbuka, tiang baja atau tiang yang dicor di tempat. Tetapi apabila tekanan atmosfer yang bekerja ternyata kurang dari 3 kg/cm² maka digunakan kaison tekanan.
5. Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman sekitar 40 meter di bawah permukaan tanah, dalam kondisi ini maka menggunakan tiang baja dan tiang beton yang dicor di tempat. (*Bowles, 1991*).

Pondasi dapat digolongkan berdasarkan kemungkinan besar beban yang harus dipikul oleh pondasi :

1. Pondasi dangkal digunakan bila letak tanah kerasnya berada dekat dengan permukaan tanah, yang kedalaman pondasi kurang atau sama dengan lebar pondasi

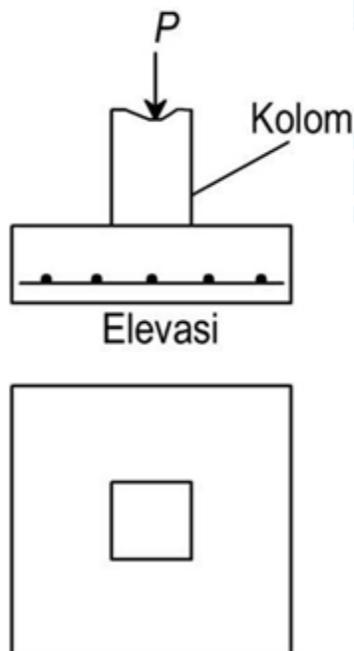
($D \leq B$). Pondasi dangkal terdiri dari : pondasi memanjang, pondasi telapak dan pondasi rakit.

2. Pondasi memanjang adalah jenis pondasi yang digunakan untuk mendukung beban memanjang atau beban garis, baik untuk mendukung beban dinding atau beban kolom dimana penempatan kolom dalam jarak yang dekat dan fungsional kolom tidak terlalu mendukung beban berat sehingga pondasi tapak tidak terlalu dibutuhkan. Pondasi jalur atau pondasi memanjang biasanya dapat dibuat dalam bentuk memanjang dengan potongan persegi ataupun trapesium. Biasanya digunakan untuk pondasi dinding maupun kolom praktis. Bahan untuk pondasi ini dapat menggunakan pasangan batu pecah, batu kali, cor beton tanpa tulangan dan dapat juga menggunakan pasangan batu bata dengan catatan tidak mendukung beban struktural.

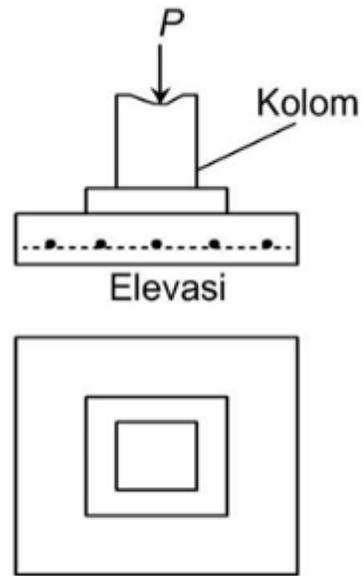


Gambar 2.3 Pondasi memanjang
(sumber : Google)

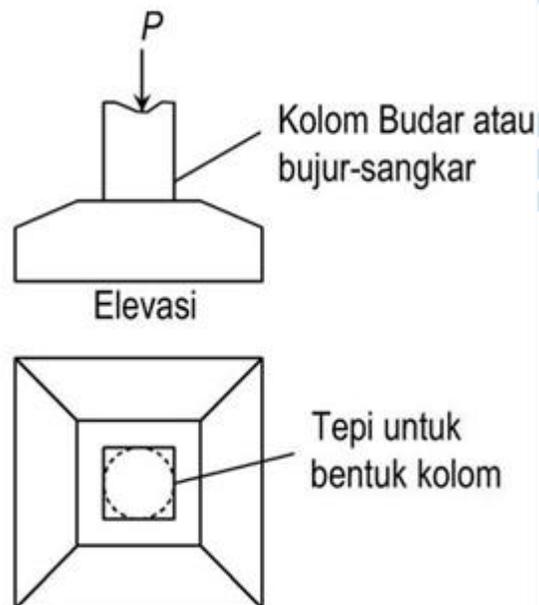
3. Pondasi telapak yang berdiri sendiri dalam mendukung kolom atau pondasi yang mendukung bangunan secara langsung pada tanah bilamana terdapat lapisan tanah yang cukup tebal dengan kualitas baik yang mampu mendukung bangunan itu pada permukaan tanah atau sedikit di bawah permukaan tanah. Pondasi telapak memiliki beberapa jenis, diantaranya : pondasi telapak sebar, pondasi telapak bertingkat, pondasi telapak dengan kemiringan, pondasi telapak dengan dinding, dan pondasi telapak dengan kaki (*Bowles*, 1988). Pondasi telapak yang memikul beban sebuah kolom tunggal dinamakan pondasi telapak sebar, karena fungsinya adalah untuk menyebarkan beban kolom secara lateral kepada tanah, supaya intensitas tegangan diturunkan ke suatu nilai yang dapat dipikul oleh tanah dengan aman.



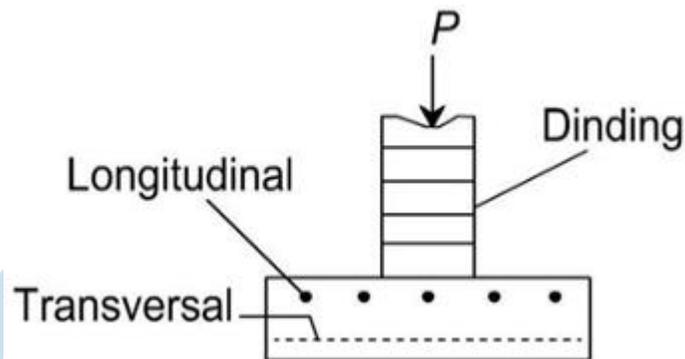
Gambar 2.4 Pondasi telapak sebar
(sumber : Google)



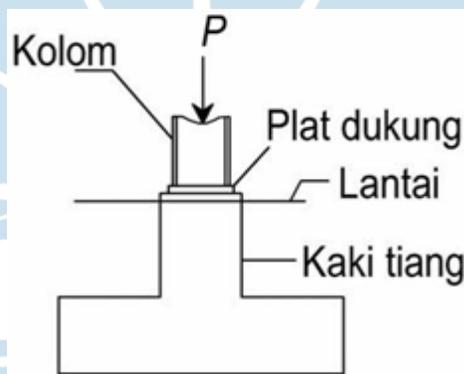
Gambar 2.5 Pondasi telapak bertingkat
(sumber : Google)



Gambar 2.6 Pondasi telapak dengan kemiringan
(sumber : Google)



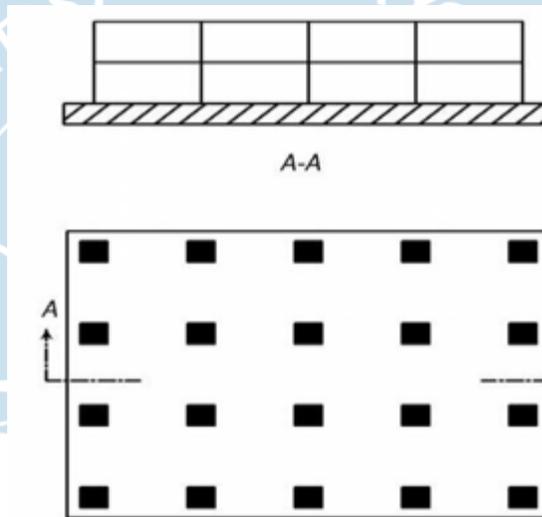
Gambar 2.7 Pondasi telapak dengan dinding
(sumber : Google)



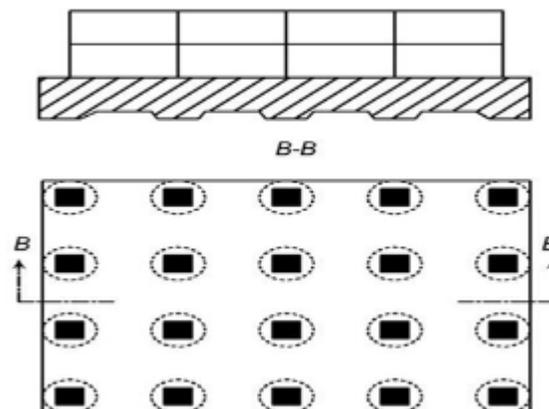
Gambar 2.8 Pondasi telapak dengan kaki
(sumber : Google)

4. Pondasi rakit (*raft foundation*) adalah sebuah pondasi rakit pelat beton yang besar, yang digunakan untuk mengantarai permukaan (*interface*) dari satu atau lebih kolom di dalam beberapa garis (lajur) dengan tanah dasar. Pondasi tersebut dapat meliputi seluruh atau hanya sebagian dari daerah pondasi (*Bowles, 1988*). Pondasi rakit boleh digunakan dimana tanah dasar mempunyai daya dukung yang rendah dan atau beban

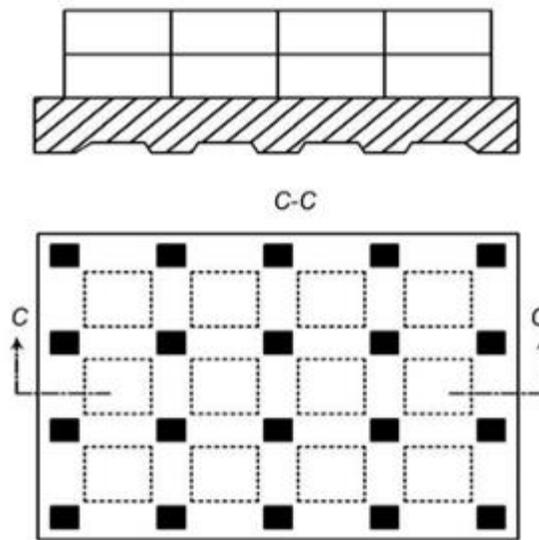
kolom yang begitu besar, sehingga lebih dari 50 persen dari luas, ditutupi oleh pondasi telapak secara konvensional. Ada beberapa jenis pondasi rakit diantaranya : pondasi rakit pelat rata, pondasi rakit pelat yang ditebalkan di bawah kolom, pondasi rakit balok dan pelat, pondasi rakit pelat dengan kaki tiang, dan dinding ruangan bawah tanah sebagai bagian pondasi telapak.



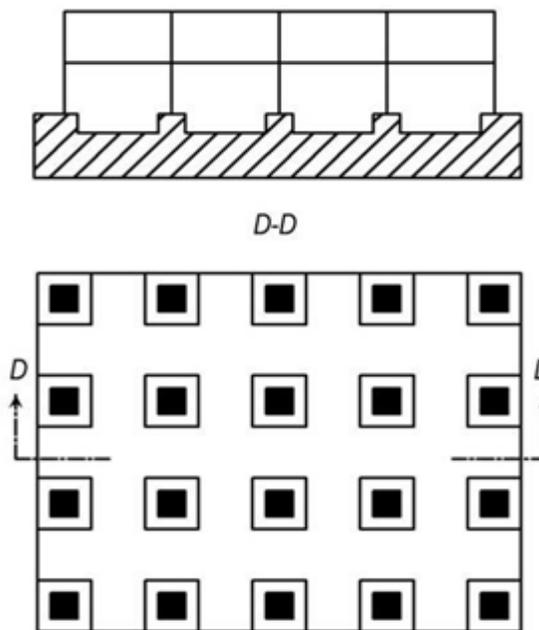
Gambar 2.9 Pondasi rakit pelat rata
(sumber : Google)



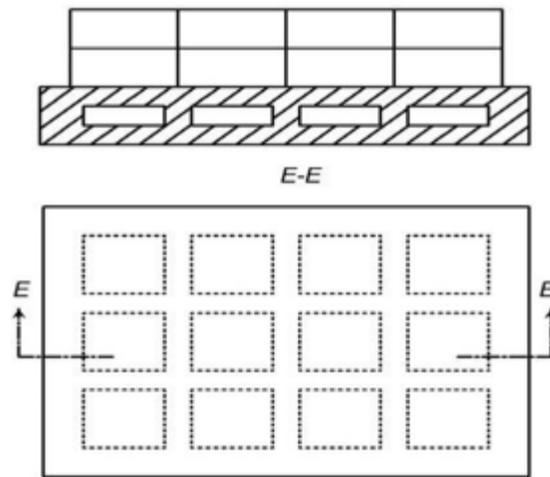
Gambar 2.10 Pondasi rakit pelat yang ditebalkan di bawah
(sumber : Google)



Gambar 2.11 Pondasi rakit balok dan pelat
(sumber : Google)

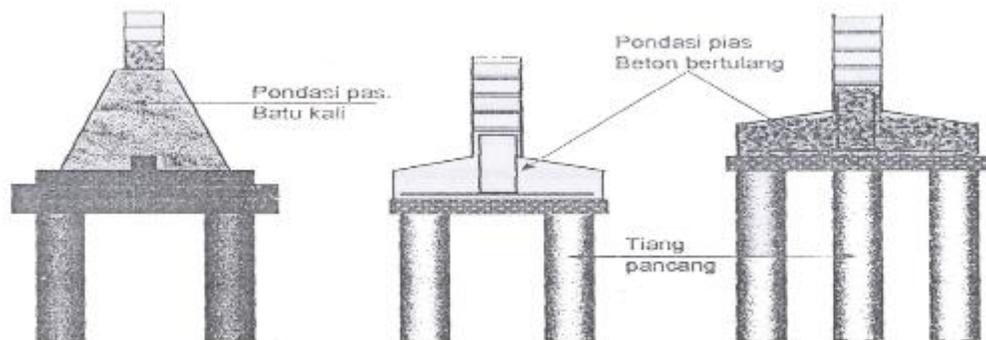


Gambar 2.12 Pondasi rakit pelat dengan kaki tiang
(sumber : Google)



Gambar 2.13 Pondasi rakit dinding bawah tanah sebagai bagian dari pondasi telapak
(sumber : Google)

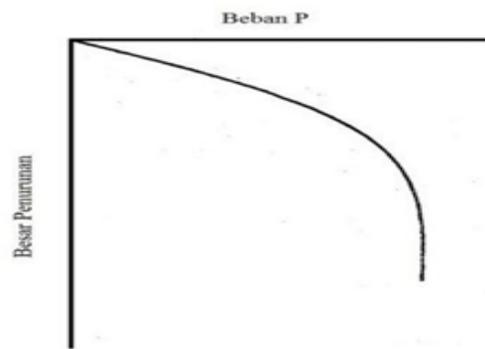
5. Pondasi tiang pancang menggunakan beton jadi yang ditancapkan langsung ke tanah dengan menggunakan mesin pemancang. Pondasi tiang pancang digunakan pada tanah lembek, tanah berawa dengan kondisi daya dukung tanah kecil, kondisi air tanah tinggi dan tanah keras pada posisi dangkal dalam.



Gambar 2.14. Pondasi tiang pancang
(sumber : Google)

2.5. Daya Dukung Tanah

Daya dukung tanah didefinisikan sebagai kekuatan maksimum tanah menahan tekanan dengan baik tanpa menyebabkan terjadinya *failure*. Sedangkan *failure* pada tanah adalah penurunan (*sattlement*) yang berlebihan atau ketidakmampuan tanah melawan gaya geser dan untuk meneruskan beban pada tanah. (Bowles, 1991)



Gambar 2.15 Daya dukung batas dari tanah pondasi

Gambar diatas menunjukkan bahwa apabila beban bekerja pada tanah pondasi dinaikkan maka penurunan akan meningkat dengan cepat setelah gaya telah mencapai gaya tertentu dan kemudian penurunan akan terus berlanjut, meskipun beban tidak ditambah lagi.