

REKAYASA PONDASI GEDUNG

**SEBAGAI BAGIAN STRUKTUR
DAN KONSTRUKSI BANGUNAN**



Dr. Ir. Drs. Edison H Manurung, ST, MT, MM, MH

Rekayasa Pondasi Gedung SEBAGAI BAGIAN STRUKTUR DAN KONSTRUKSI BANGUNAN



Dr. Ir. Drs. Edison H Manurung ST, MT, MM, MH
Asesor Sipil
TOT level 4 BNSP
Kaprodi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Mpu Tantular

**RABU
4 MARET
2026**

REGISTRASI GRATIS
WAKTU : **13.30 WIB - SELESAI**
Meeting ID : **820 2102 7095**
Passcode : **Gatensi1**



Curriculum vitae (CV)

Dr. Ir. Drs. Edison Hatoguan Manurung, ST, MT, MM, MH adalah dosen tetap Universitas Mpu Tantular Jakarta dari tahun 2000 sampai sekarang. Gelar Sarjana Pendidikan Teknik Bangunan diperoleh 1991, S1 Teknik Sipil tahun 1999, Gelar Magister Manajemen Keuangan 2006, Gelar Magister Hukum Perdata 2018 dan gelar Magister Teknik Desember 2017, Sarjana Profesi diperoleh 2020 dan S3 Ilmu Hukum 2022. Dari Tahun 1986-sekarang aktif di berbagai tenaga ahli di proyek pemerintah dan swasta. Menjabat Struktural sebagai Ka LPPM Universitas Mpu Tantular 2017-2023, Dewan Pengarah LPJK DKI 2016-2020, Narasumber di instansi, lembaga dan Asosiasi. Sejak Tahun 2023 sampai sekarang Kaprodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mpu tantular Jakarta. Sekretaris Team 9 Universitas 2020-2024. Tahun 2007-2010 sebagai Auditor Mutu Internal dari KAN, Verifikator L2DIKTI. Penerima Ambassador Peace dari UPF Asia Pasifik. Memiliki Sertifikat Keahlian Utama di bidang Teknik Sipil dan Manajemen dan Menjadi ASAESOR LSP/ BNSP di bidang Teknik dan Manajemen, serta TOT Level 4 BNSP.

edisonmanurung2010@yahoo.com, [SINTA ID : 6847274](https://doi.org/10.30605/sinta.v6i1.6847274)

Rekayasa pondasi gedung adalah cabang teknik sipil krusial yang merancang sistem penopang beban (tiang pancang, *bored pile*, atau tapak) untuk meneruskan beban struktur atas ke tanah keras secara stabil. Ini memastikan keamanan bangunan dari penurunan (*settlement*) dengan mempertimbangkan investigasi tanah, jenis struktur, dan beban, yang dibagi menjadi pondasi dangkal dan dalam

Berikut adalah poin-poin penting rekayasa pondasi dalam konteks struktur bangunan:

1. Fungsi dan Peran Utama

- a. **Penyalur Beban:** Memindahkan beban dari komponen struktur atas (kolom, balok, pelat) ke lapisan tanah yang kuat.
- b. **Stabilitas Struktural:** Mencegah penurunan tidak merata (*differential settlement*) dan kegagalan struktur.
- c. **Ketahanan Beban:** Mampu menahan beban vertikal (gravitasi) dan horizontal (gempa/angin)

2. Jenis-Jenis Pondasi

- a. **Pondasi Dangkal (Shallow Foundation)**: Digunakan untuk tanah keras di dekat permukaan dan beban ringan. Contoh: Pondasi tapak (*foot plate*), pondasi batu kali.
- b. **Pondasi Dalam (Deep Foundation)**: Digunakan jika tanah keras berada jauh di bawah permukaan dan beban bangunan berat. Contoh: Tiang pancang (*pile*), tiang bor (*bored pile*), dan caisson.

3. Tahapan Rekayasa Pondasi

- a. **Penyelidikan Tanah (*Soil Investigation*)**: Uji laboratorium dan lapangan (sondir, SPT) untuk mengetahui karakteristik tanah.
- b. **Analisis Beban Struktur**: Perhitungan total beban bangunan oleh ahli struktur.
- c. **Desain dan Pemodelan**: Pemilihan jenis, ukuran, dan kedalaman pondasi yang efisien.
- d. **Pelaksanaan Konstruksi**: Pemancangan atau pengeboran sesuai *shop drawing*.

4. Komponen Terkait dalam Konstruksi

- a. **Sloof:** Balok beton di atas pondasi untuk mengunci kolom dan meratakan beban ke pondasi.
- b. **Pile Cap:** Beton pengikat kepala tiang pancang untuk menyatukan kelompok tiang.

Pemilihan pondasi yang tepat, baik dangkal maupun dalam, sangat ditentukan oleh hasil uji tanah dan berat beban bangunan yang didukung

Rekayasa Pondasi

Secara umum bangunan sipil meliputi dua bagian utama yaitu struktur bawah dan struktur atas. Struktur bawah merupakan pondasi yang berinteraksi dengan tanah dan akan memberikan keamanan bagi struktur atas

Untuk konstruksi beban ringan dan kondisi lapisan permukaan yang cukup baik, biasanya jenis pondasi dangkal sudah cukup memadai untuk menopang bangunan.

Tetapi untuk konstruksi dengan beban berat (misalnya *high-rise building*) biasanya jenis pondasi dalam adalah menjadi pilihan, dan secara umum permasalahan perencanaan pondasi dalam lebih rumit dari pondasi dangkal.

PONDASI (1)

- ❖ Pondasi merupakan bagian yang penting pada bangunan dan suatu konstruksi yang terletak dibagian dasar atau bagian terendah pada suatu bangunan yang bergunanya /memiliki fungsi untuk memikul beban yang ada di atasnya untuk diteruskan secara merata kelapisan tanah. dan menjamin kedudukan mantapnya kedudukan suatu bangunan. pondasi tidak boleh bergeser baik secara vertikal maupun secara horizontal dan fungsi utamanya adalah untuk meneruskan beban dari struktur bangunan ke tanah.
- ❖ Pondasi 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 (perbedaan penurunan tanah) pada sistem strukturnya.
- ❖ Pondasi merupakan bagian paling bawah pada sebuah bangunan. Keberadaannya tentu menjadi hal yang harus paling dimatangkan, karena akan menopang seluruh beban bangunan. Semakin tinggi bangunan yang dibangun, tentunya semakin besar pula tekanan yang diberikan terhadap pondasi bangunan, sehingga pemilihan pondasi bangunan haruslah tepat karena mencakup keselamatan dan kekokohan sebuah rumah.

PONDASI (2)

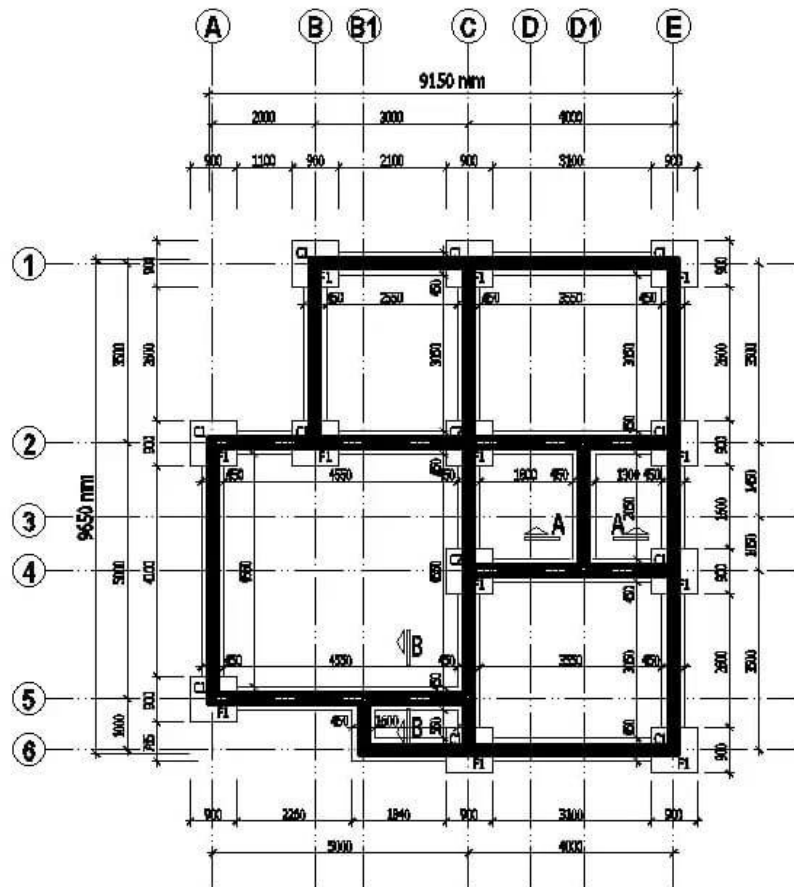
- ❖ **Pondasi** bangunan adalah konstruksi yang paling terpenting pada suatu bangunan. Karena pondasi berfungsi sebagai "*penahan seluruh beban (hidup dan mati) yang berada di atasnya dan gaya – gaya dari luar*".
- ❖ Pondasi merupakan bagian dari struktur yang berfungsi meneruskan beban menuju lapisan tanah pendukung dibawahnya. Dalam struktur apapun, beban yang terjadi baik yang disebabkan oleh berat sendiri ataupun akibat beban rencana harus disalurkan ke dalam suatu lapisan pendukung dalam hal ini adalah tanah yang ada di bawah struktur tersebut.
- ❖ **Beton bertulang** adalah material yang paling cocok sebagai pondasi untuk struktur beton bertulang maupun bangunan baja, jembatan, menara, dan struktur lainnya. Beban dari kolom yang bekerja pada pondasi ini harus disebar ke permukaan tanah yang cukup luas sehingga tanah dapat memikul beban dengan aman. Jika tegangan tekan melebihi tekanan yang diizinkan, maka dapat menggunakan bantuan tiang pancang untuk membantu memikul tegangan tekan pada dinding dan kolom pada struktur

Hal-hal yang harus di perhatikan untuk membuat rencana pondasi :

- ◊ Dasar pondasi harus diletakkan pada lapisan tanah asli yang keras,sehingga mengurangi resiko penurunan
- ◊ Hindari pemasangan pondasi sebagian pada tanah keras dan sebagian lagi pada tanah lunak.
- ◊ Pondasi harus dipasang menerus di bawah seluruh dinding bangunan dan dibawah kolom.
- ◊ Pondasi harus dibuat dari bahan yang awet berada didalam tanah dan kuat menahan gaya – gaya yang bekerja padanya.
- ◊ Perhatikan bentuk bidang tanah (datar,cekung,cembung,atau lereng)
- ◊ Hindarkan pondasi dari pengaruh luar, air tanah, cuaca panas dan dingin.
- ◊ Pondasi yang menerima beban berbeda harus dibuat terpisah.
- ◊ Keadaan permukaan air tanah pada suatu saat tertentu yang pasang surut sangat berbahaya bagi pondasi.

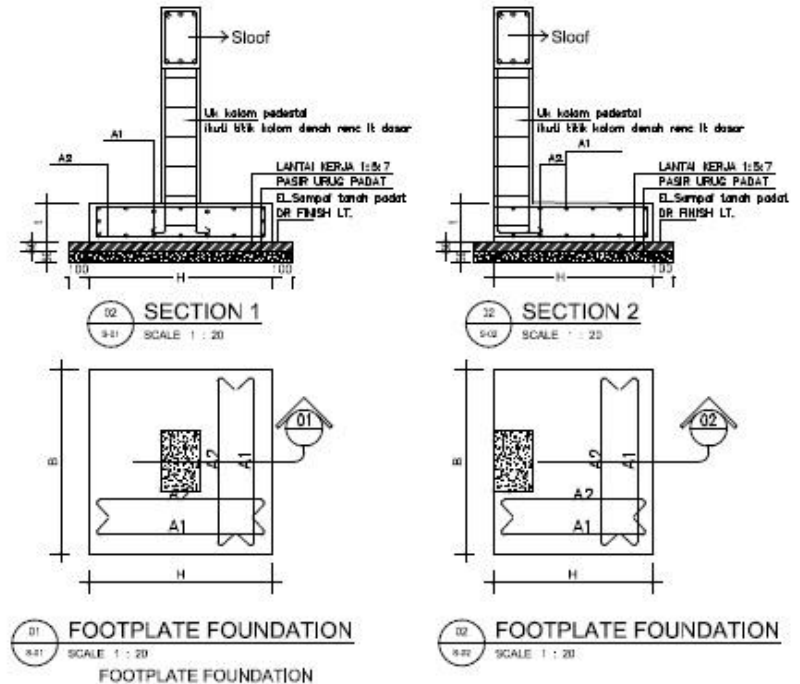
PERSYARATAN PERENCANAAN PONDASI

- ◊ Dengan memperhatikan faktor-faktor dalam pemilihan tipe pondasi terdapat juga Syarat-syarat umum dari pondasi yaitu :
- ◊ 1. Kedalaman harus memadai untuk menghindari pergerakan tanah lateral dari bawah pondasi khususnya untuk **pondasi telapak** dan **pondasi rakit**.
- ◊ 2. Kedalaman harus berada dibawah daerah perubahan volume musiman yang disebabkan oleh pembekuan, pencairan dan pertumbuhan tanaman.
- ◊ 3. Sistem harus aman terhadap penggulingan, rotasi, penggelinciran atau pergeseran tanah.
- ◊ 4. Sistem harus aman terhadap korosi atau kerusakan yang disebabkan oleh bahan berbahaya yang terdapat didalam tanah.
- ◊ 5. Sistem harus mampu beradaptasi terhadap beberapa perubahan geometri konstruksi atau lapangan selama proses pelaksanaan perlu dilakukan.
- ◊ 6. Metode pemasangan harus seekonomis mungkin.
- ◊ 7. Pergerakan tanah keseluruhan dan pergerakan diferensial harus dapat ditolerir dan elemen pondasi dan elemen bangunan atas.
- ◊ 8. Pondasi dan konstruksinya harus memenuhi syarat standar untuk perlindungan lingkungan



FOUNDATION LAYOUT

SCALE 1 : 100



01 FOOTPLATE FOUNDATION
SCALE 1 : 20

02 FOOTPLATE FOUNDATION
SCALE 1 : 20

TYPE	DIMENTION (cm)			REBAR	
	B	H	t	A1	A2
F1	70	130	35	Ø12-200 mm	Ø12-200 mm

RENCANA PONDASI

PEMILIHAN PONDASI BERDASAR DAYA DUKUNG TANAH

- Bila tanah keras terletak pada permukaan tanah atau 2-3 meter di bawah permukaan tanah maka jenis pondasinya adalah **pondasi dangkal**. (misal: **pondasi jalur, pondasi telapak atau pondasi strauss**).
- Bila tanah keras terletak pada kedalaman sekitar 10 meter atau lebih di bawah permukaan tanah maka jenis pondasinya adalah **pondasi tiang minipile, pondasi sumuran atau pondasi bored pile**.
- Bila tanah keras terletak pada kedalaman 20 meter atau lebih di bawah permukaan tanah maka jenis pondasinya adalah **pondasi tiang pancang atau pondasi bored pile**.

Standar daya dukung tanah menurut Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung tahun 1983 adalah :

Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983 (PPIUG 1983)

- ◈ Tanah keras (lebih dari 5 kg/cm²).
- ◈ Tanah sedang (2-5 kg/cm²)
- ◈ Tanah lunak (0,5-2 g/cm²)
- ◈ Tanah amat lunak (0-0,5 kg/cm²)

Kriteria daya dukung tanah tersebut dapat ditentukan melalui pengujian secara sederhana. Misal pada tanah berukuran 1 cm x 1 cm yang diberi beban 5 kg tidak akan mengalami penurunan atau ambblas maka tanah tersebut digolongkan tanah keras

Menurut Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung tahun 1983, standar daya dukung tanah dibagi menjadi: Tanah keras, daya dukung lebih dari 5 kg/cm².

Berapa daya dukung tanah?

Setelah jenis tanah diketahui, maka dilakukan pengolahan data lebih lanjut untuk mengetahui daya dukung tanah. **Daya dukung ultimit berkisar antara 76-80 kN/m² sementara daya dukung izin tanah berkisar antara 25-26 kN/m²**



Artinya bahwa adalah beban maksimum yang dapat dipikul tanah sebelum mengalami keruntuhan (gagal) adalah sebesar 76-80 kN/m², namun untuk kepentingan desain bangunan, beban yang dianggap aman untuk bekerja pada tanah tersebut hanya sebesar 25-26 kN/m²

Jenis-Jenis Pondasi Bangunan

1. Bentuk pondasi ditentukan oleh berat bangunan dan keadaan tanah disekitar bangunan, sedangkan kedalaman pondasi ditentukan oleh letak tanah padat yang mendukung pondasi. Jika terletak pada tanah miring lebih dari 10%, maka pondasi bangunan tersebut harus dibuat rata atau dibentuk tangga dengan bagian bawah dan atas rata.
2. Bentuk pondasi ditentukan oleh berat bangunan dan keadaan tanah disekitar bangunan, sedangkan kedalaman pondasi ditentukan oleh letak tanah padat yang mendukung pondasi. Jika terletak pada tanah miring lebih dari 10%, maka pondasi bangunan tersebut harus dibuat rata atau dibentuk tangga dengan bagian bawah dan atas rata. Jenis pondasi dibagi menjadi 2, yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam.

MACAM PONDASI MENURUT FUNGSI DAN PERLETAKANNYA

- ***Pondasi Titik***, adalah pondasi yang dibuat untuk meneruskan beban bangunan pada suatu titik tertentu, misalnya tepat dibawah kolom.
- ***Pondasi menerus/ memanjang***, adalah pondasi yang dibuat secara menerus dengan fungsi meratakan beban ke dalam tanah secara menerus pula dari beban yang ada di atasnya, misalnya pondasi pasangan batu kali untuk pagar halaman.
- ***Pondasi bidang***, adalah pondasi yang merupakan bidang dengan luas tertentu serta memberntuk semacam rakit (*raft*), misalnya pondasi yang dibuat pada tanah jelek sehingga luas pondasi sama dengan luas bangunan.

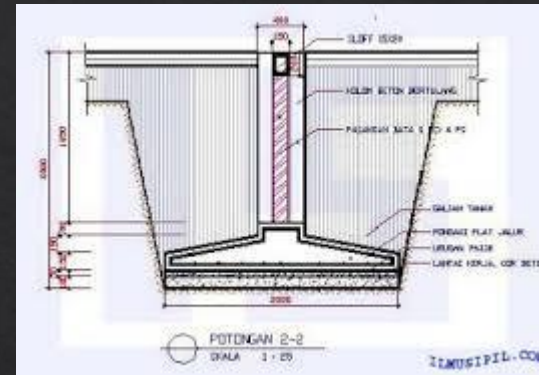
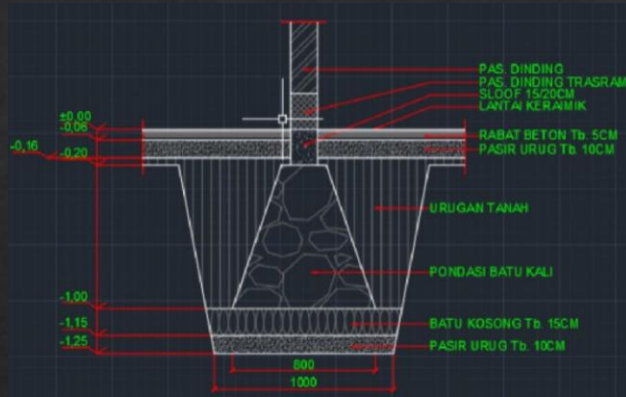
MACAM PONDASI MENURUT BAHAN YANG DIGUNAKAN

- 1. *Pondasi Pasangan Batu Kali***, adalah pondasi yang dibuat dari pasangan batu kali dengan menggunakan perekat atau spesie berupa campuran antara bahan pasir, semen/ PC, dan kapur. Pondasi batu kali ini mempunyai sifat kekuatan terhadap gaya tekan tetapi tidak mampu menahan beban tarikan, sehingga pondasi dari pasangan batu kali tidak kuat menahan momen. Pondasi ini hanya sesuai untuk lokasi dengan kondisi tanah cukup baik. Tanah dapat dikatakan mempunyai kondisi cukup baik apabila mempunyai daya dukung lebih dari 1kg/cm².

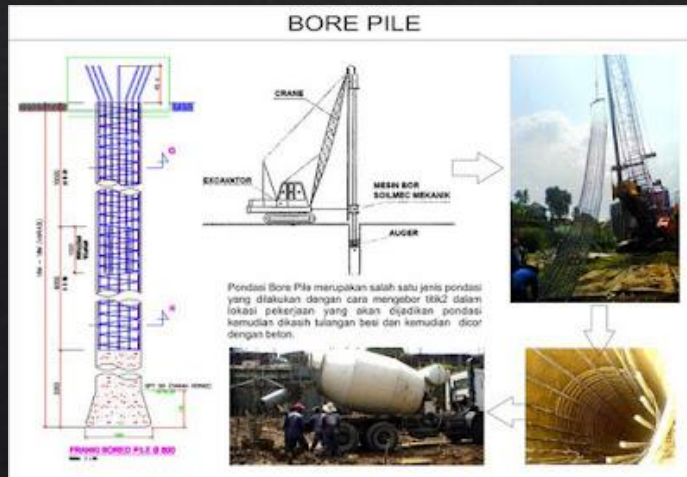
MACAM PONDASI MENURUT BAHAN YANG DIGUNAKAN

- 2. *Pondasi Beton Bertulang***, merupakan pondasi yang dibuat dari bahan beton bertulang. Pondasi ini mempunyai kekuatan atau tahanan terhadap gaya tekan dan tarik. Dengan demikian, maka pondasi ini mampu menahan momen hingga batas tertentu. Pondasi ini dapat dipasang di semua keadaan tanah, dengan catatan perlu dihitung luas tampangnya.
- 3. *Pondasi dengan bahan baja***, merupakan pondasi yang dibuat khusus untuk tiang pancang. Jenis pondasi ini tidak dapat berdiri sendiri, maka harus dikombinasikan dengan pondasi lain yang mempunyai permukaan cukup lebar.

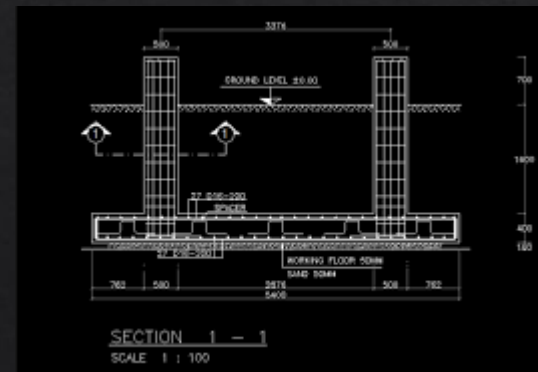
Berdasarkan kedalaman Pondasi dibedakan menjadi 3 :



Pondasi dangkal



Pondasi dalam



Pondasi setengah dalam



Dalam prakteknya dikenal dua klasifikasi pondasi :
pondasi dangkal dan pondasi dalam.

1. Pondasi Dangkal

Pondasi dangkal adalah pondasi yang tidak membutuhkan galian tanah terlalu dalam karena lapisan tanah dangkal sudah cukup keras, apalagi bangunan yang akan dibangun hanya rumah sederhana. Sedangkan pondasi dalam adalah pondasi yang membutuhkan pengeboran dalam karena lapisan tanah yang baik ada di kedalaman, biasanya digunakan oleh bangunan besar, jembatan, struktur lepas pantai, dsb.

Kekuatan pondasi dangkal ada pada luas alasnya, karena pondasi ini berfungsi untuk meneruskan sekaligus meratakan beban yang diterima oleh tanah. Pondasi dangkal ini digunakan apabila beban yang diteruskan ke tanah tidak terlalu besar. Misalnya, rumah sederhana satu lantai, dua lantai, bangunan ATM, pos satpam, dan sebagainya.

2. Pondasi Dalam

Pada pondasi tipe ini, beban diteruskan oleh kolom/tiang melalui perantara tumpuan (poer pondasi, rooster kayu/balok kayu ataupun beton bertulang) yang dipancangkan dalam tanah. Kedalaman tanah keras pada pondasi jenis ini mencapai 4 sampai 5 meter dari permukaan tanah.

Pondasi Dalam (Deep Foundations), adalah jenis pondasi yang dipakai pada kedalaman lebih dari 4,00 m dari permukaan tanah, dasar pondasi ini terletak cukup dalam dari permukaan tanah/atas.

Dikerjakan dengan peralatan berat dan tidak dapat dikerjakan oleh tenaga manusia.

Disebut pondasi dalam bila kedalaman pondasi dari muka tanah adalah sama atau lebih besar dari lima kali lebar pondasi ($D \geq 5B$)

- ❖ Ada banyak alasan seorang insinyur geoteknik akan merekomendasikan pondasi dangkal ke pondasi dalam, tetapi beberapa alasan umum adalah beban desain yang sangat besar, tanah yang buruk pada kedalaman dangkal, atau kendala situs (seperti garis properti).
- ❖ Ada istilah yang berbeda digunakan untuk menggambarkan berbagai jenis pondasi yang mendalam, termasuk tumpukan (yang analog dengan tiang), tiang jembatan (yang analog dengan kolom), poros dibor, dan caisson. Tumpukan umumnya didorong ke dalam tanah di situ; pondasi mendalam lainnya biasanya diletakkan di tempat dengan menggunakan penggalian dan pengeboran.
- ❖ Konvensi penamaan dapat bervariasi antara disiplin ilmu teknik dan perusahaan. Pondasi dalam dapat terbuat dari kayu, baja, beton bertulang dan beton pratekan.

Daya dukung tanah

- ❖ Untuk mengetahui letak/kedalaman tanah keras dan besar tegangan tanah/ daya dukung tanah, maka perlu diadakan penyelidikan tanah, yaitu dengan cara :
- ❖ **Pemboran (drilling)** : dari lubang hasil pemboran (bore holes), diketahui contoh-contoh lapisan tanah yang kemudian dikirim ke laboratorium mekanika tanah.
- ❖ **Percobaan penetrasi (penetration test)** : yaitu dengan menggunakan alat yang disebut sondir static penetrometer. Ujungnya berupa conus yang ditekan masuk kedalam tanah, dan secara otomatis dapat dibaca hasil sondir tegangan tanah (kg/cm^2).
- ❖ **Penyelidikan lapangan** pada dasarnya sama dengan uji penyelidikan tanah dan **penyelidikan** tanah hasil pengukuran di korelasikan dengan uji laboratorium. Uji **lapangan** menggunakan beberapa alat penyelidikan tanah al sondir, boring .

Perbedaan Pondasi Dangkal dan Pondasi Dalam

1. Pondasi Dangkal

- ❖ Pondasi dangkal adalah pondasi yang didirikan di dekat permukaan tanah. Umumnya pondasi dangkal berada di mana kedalaman pendirian kurang dari lebar pijakan atau kurang dari 3m. Hal ini sebenarnya bukan aturan teknisnya, tetapi hanya panduan dasar dalam membuat pondasi dangkal. Pada dasarnya, jika pemuatan permukaan atau kondisi permukaan lainnya akan mempengaruhi daya dukung fondasi, itulah sebabnya dinamakan pondasi dangkal.
- ❖ Pondasi dangkal digunakan ketika tanah permukaan cukup kuat dan kaku untuk mendukung beban yang cukup pekat. Pondasi dangkal pada umumnya tidak cocok dalam tanah yang lemah atau sangat kompresibel, seperti pengisian yang kurang padat, gambut, endapan lakustrin dan endapan aluvial, dan lain-lain.

◊ Pondasi dangkal juga memiliki beberapa tipe pondasi, berikut diantaranya:

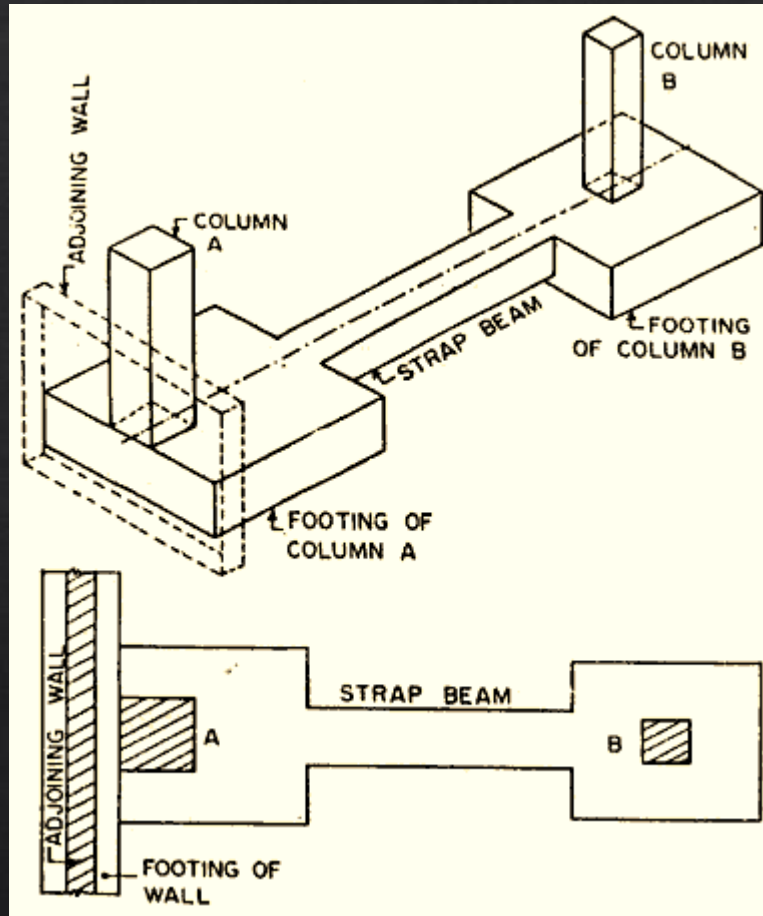
◊ A-Isolated

Digunakan untuk mendukung kolom tunggal. Jenis pondasi dangkal ini adalah salah satu jenis pondasi yang paling ekonomis dan digunakan ketika kolom diberi jarak pada jarak yang relatif jauh

◊ B-Isolated

Biasanya pondasi ini mendukung dua kolom, atau tiga kolom yang tidak berturut-turut. Pijakan gabungan digunakan ketika kolom penarik sangat dekat sehingga satu pijakan tidak dapat digunakan atau ketika satu kolom berada pada properti atau di dekatnya

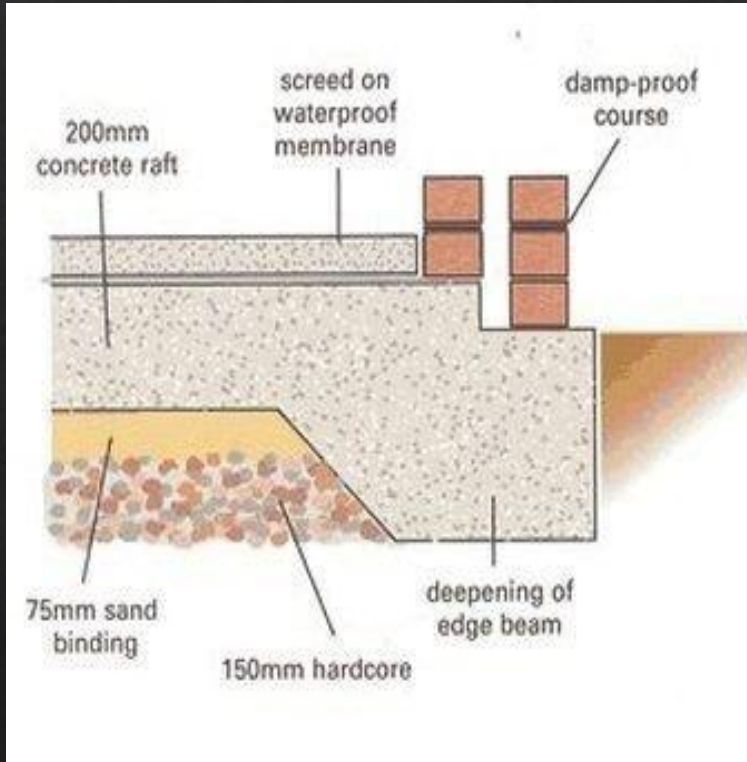
Cantiveler atau Strap Footings



- ◆ Tipe pondasi yang terdiri dari dua pijakan tunggal yang terhubung dengan balok atau tali dan mendukung dua kolom tunggal. Tipe ini menggantikan pijakan gabungan serta menjadikannya lebih ekonomis.

Wall Footings

◆ Pondasi yang digunakan untuk mendukung dinding struktural yang membawa beban untuk lantai lain atau untuk mendukung dinding nonstruktural.



Mat Footings

- ◈ Terdiri dari satu pijakan yang biasanya ditempatkan di bawah seluruh area bangunan. Mereka digunakan ketika daya dukung tanah rendah, beban kolom pondasi tunggal yang berat dan tidak dapat digunakan, pondasi yang tidak digunakan dan penyelesaian diferensial harus dikurangi.
- ◈ Mat Footings digunakan untuk menyebarkan beban dari struktur di atas area yang luas ke seluruh area struktur bangunan. Mereka digunakan ketika beban kolom atau beban struktural lainnya berdekatan dan pondasi pada individu bersinggungan.

3. Pondasi Dalam

- ❖ Pondasi dalam adalah pondasi yang didirikan sangat dalam di bawah permukaan tanah. Pondasi ini diperlukan karena daya dukung dasar mereka akan terpengaruh oleh kondisi permukaan. Jenis ini biasanya berada pada kedalaman lebih dari 3 meter di bawah permukaan tanah.
- ❖ Pondasi dalam dapat digunakan untuk memindahkan pemuatan ke strata yang lebih dalam dan lebih kompeten pada tanah yang dalam jika tidak cocok berada di dekat permukaan.
- ❖ Pondasi dalam digunakan ketika ada tanah yang lemah pada permukaannya atau ketika beban sangat tinggi, seperti gedung pencakar langit yang sangat besar. Sistem ini juga mendapatkan bantuan penahan dari tanah atau batuan yang berada jauh di dalam.

Rekayasa pondasi - 2 : Pondasi Dalam

- ❖ Dalam rekayasa pondasi - 2 yang dibahas adalah pondasi dalam yang umumnya digunakan gedung-gedung bertingkat tinggi.
- ❖ Pondasi dalam adalah pondasi yang ditanam didalam tanah dengan kedalaman tertentu yang berfungsi meneruskan beban bangunan ke dasar tanah. Pondasi dalam biasanya dipasang pada kedalaman lebih dari 3 m di bawah elevasi permukaan tanah.
- ❖ Pondasi dalam dapat digunakan untuk mentransfer beban ke lapisan yang lebih dalam untuk mencapai kedalaman yang tertentu sampai didapat jenis tanah yang mendukung daya beban struktur bangunan sehingga jenis tanah yang tidak cocok di permukaan tidak mempengaruhi struktur bangunan.

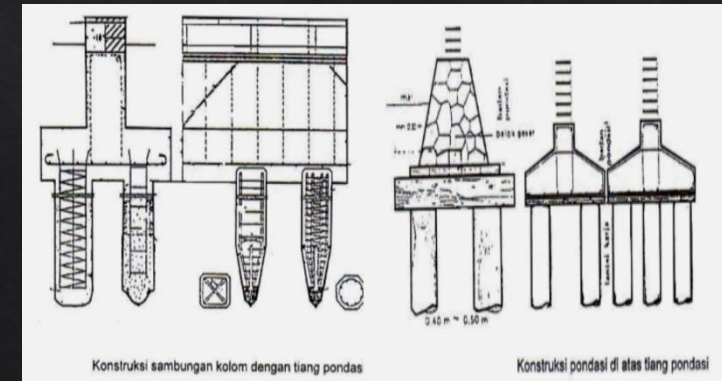
Pondasi dalam

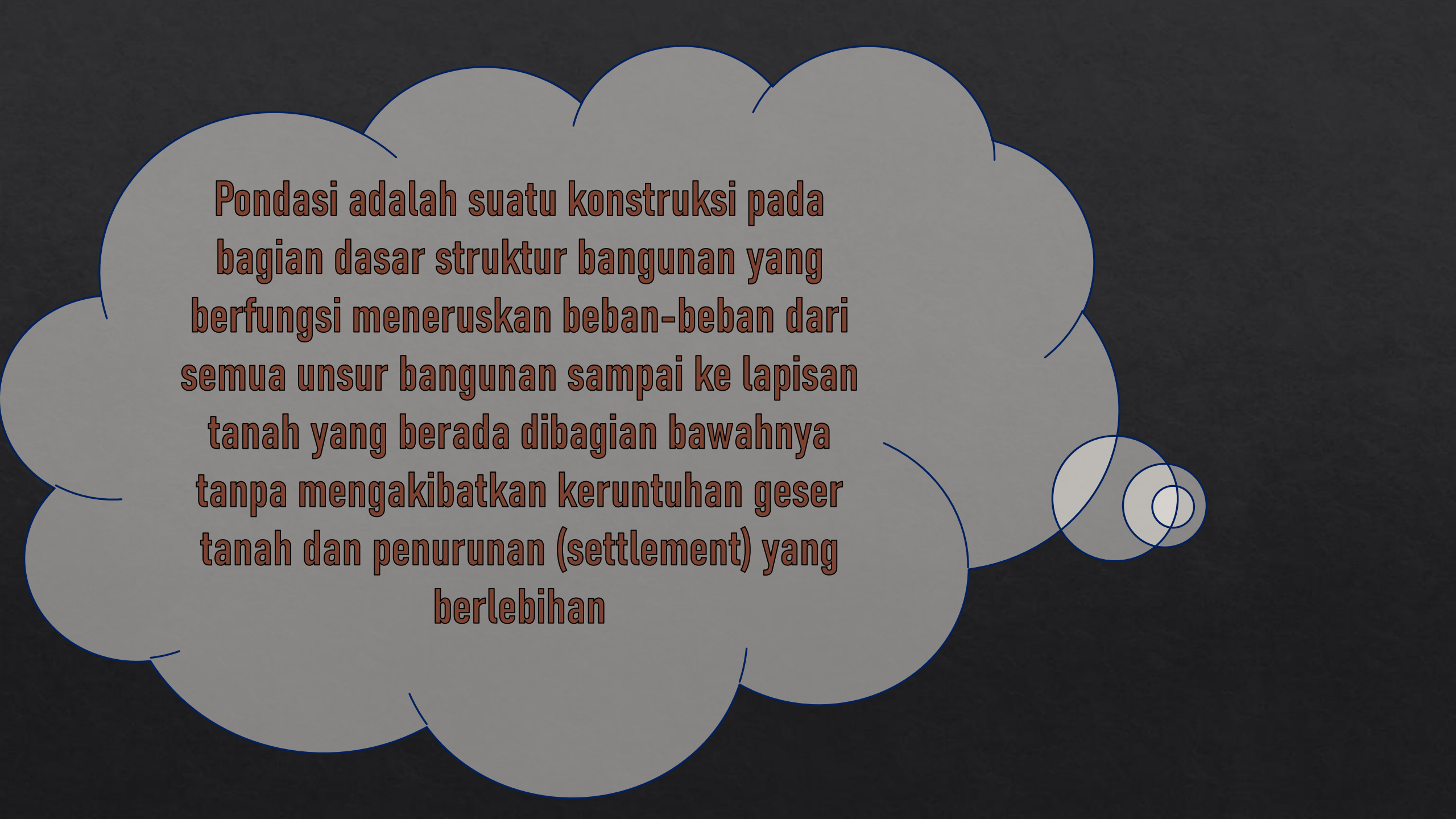
- ◆ **Dapat** digunakan untuk mentransfer beban ke lapisan yang lebih dalam untuk mencapai kedalaman yang tertentu sampai didapat jenis tanah yang mendukung daya beban struktur bangunan sehingga jenis tanah yang tidak cocok di dekat permukaan tanah dapat dihindari. Apabila lapisan atas berupa tanah lunak dan terdapat lapisan tanah yang keras yang dalam maka dibuat pondasi tiang pancang yang dimasukkan ke dalam sehingga mencapai tanah keras (**$D_f/B > 10 \text{ m}$**), tiang-tiang tersebut disatukan oleh poer/pile cap
- ◆ Pondasi ini juga dipakai pada bangunan dengan bentangan yang cukup lebar (jarak antar kolom 6m) dan bangunan bertingkat. **Yang termasuk didalam pondasi ini antara lain *pondasi tiang pancang, (beton, besi, pipa baja), pondasi sumuran, pondasi borpile dan lain-lain***

Pondasi Dalam dibagi menjadi :

1. Pondasi Tiang Pancang

2. Pondasi Bore Pile





Pondasi adalah suatu konstruksi pada bagian dasar struktur bangunan yang berfungsi meneruskan beban-beban dari semua unsur bangunan sampai ke lapisan tanah yang berada dibagian bawahnya tanpa mengakibatkan keruntuhan geser tanah dan penurunan (settlement) yang berlebihan

Klasifikasi Berdasarkan Kedalaman Pondasi

Berdasarkan letak dan kedalamannya, pondasi digolongkan menjadi 2 jenis :



Pondasi
Dangkal
(shallow
footing)

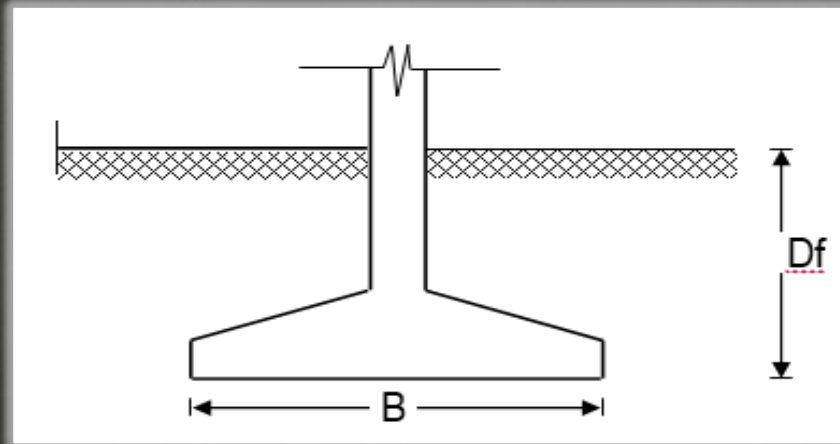


Pondasi
Dalam
(deep
footing)



Pondasi dangkal (shallow footing)

Pondasi yang mempunyai perbandingan antara kedalaman dengan lebar pondasi sekitar kurang dari 4m
 $(D_f/B < 4)$



Pondasi Dalam (Deep Footing)

Pondasi yang memiliki perbandingan antara kedalaman dengan lebar pondasi lebih dari sepuluh
 $(D_f/B \geq 10)$

Dilihat dari sistem penyaluran ada tiga jenis pondasi:

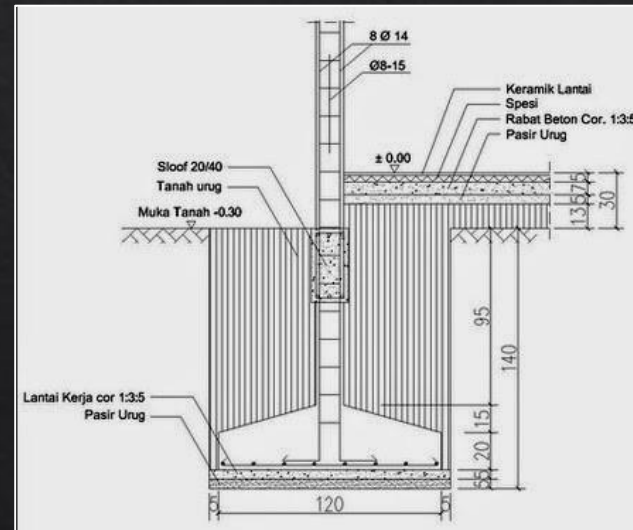
1) Pondasi menerus :

- Penyaluran beban dengan sistem garis / beban merata.
- Dibuat memanjang sepanjang dinding
- Contohnya Pondasi Pasangan Batu Kali Menerus dan Pondasi telapak menerus



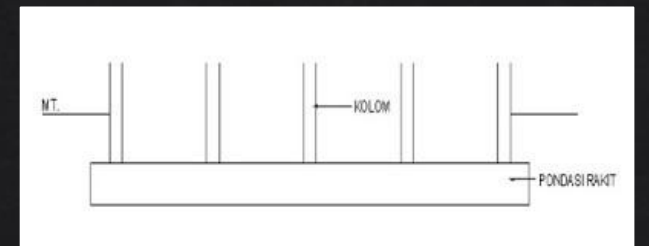
2) Pondasi Setempat:

- Penyaluran beban dengan sistem titik.
- Contohnya pondasi telapak dan pondasi umpak



3) Pondasi bidang :

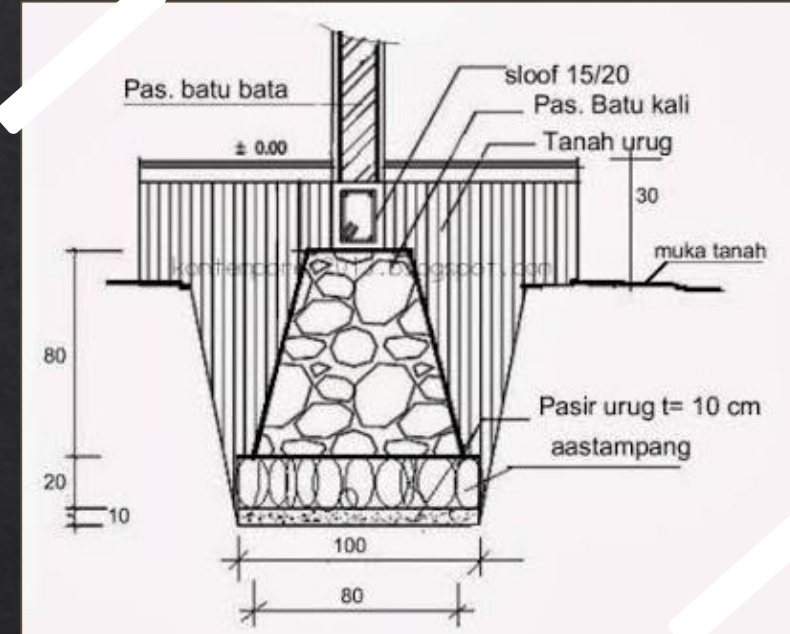
- Penyaluran beban dengan sistem bidang.
- Contohnya Pondasi rakit



Pondasi dangkal :

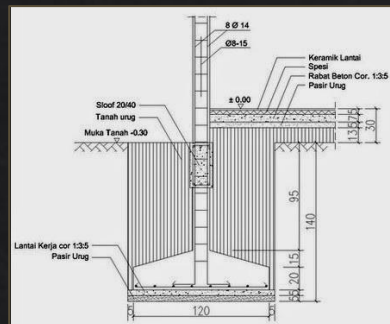
1. Pondasi Pasangan Batu Kali Menerus

- Banyak digunakan untuk rumah satu lantai
- Diatas pondasi dipasang balok sloof beton bertulang sebagai balok pengikat
- Beban bangunan umumnya dipikul oleh dinding dan diteruskan ke tanah melalui pondasi menerus sepanjang dinding bangunan.



2. Pondasi Telapak/Footplat

- Biasa digunakan untuk rumah satu atau dua lantai
- Terbuat dari beton bertulang
- Dasarnya berbentuk persegi panjang/persegi.
- Diletakan tepat pada kolom bangunan
- Semua beban bangunan diterima kolom dan langsung dilimpahkan pada pondasi.
- Pondasi ini mempunyai kekuatan atau tahanan terhadap gaya tekan dan tarik.



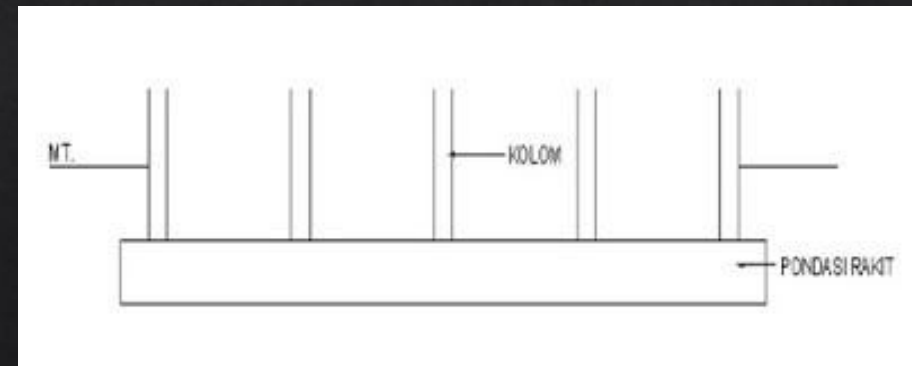
3. Pondasi Telapak Menerus

- Mirip seperti pondasi telapak, hanya saja dibuat memanjang sepanjang dinding.



4. Pondasi Rakit

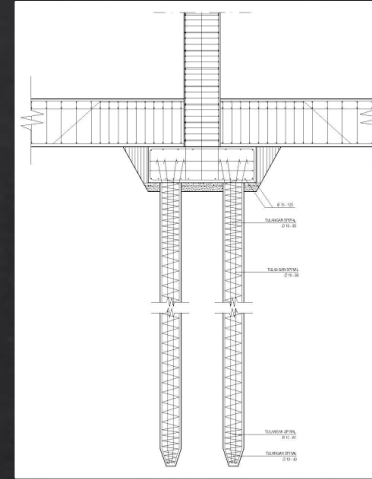
- Untuk mendukung kolom yang jaraknya terlalu berdekatan
- Terbuat dari pelat beton bertulang
- Dibuat untuk seluruh area struktur
- Pondasi ini dapat mengurangi penurunan setempat



Pondasi Dalam :

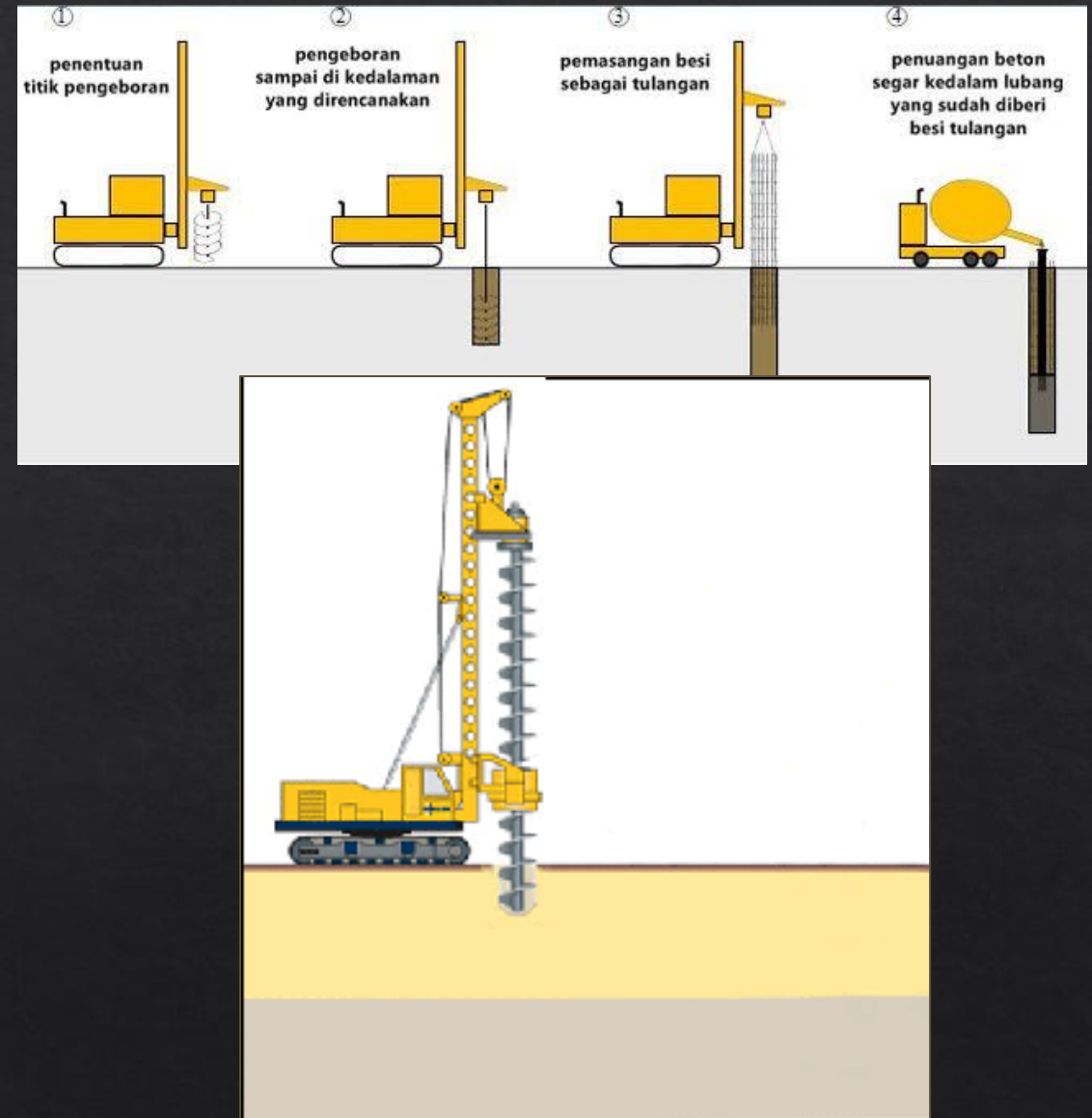
1. *Pondasi tiang pancang/Pile.*

- Menggunakan beton jadi yang langsung ditancapkan ketanah dengan mesin pemancang,
- Pile dapat terbuat dari bahan kayu, baja, beton atau kombinasi diantaranya, tergantung dari berat beban yang dipikul.
- Beban disalurkan dengan mekanisme pergeseran antara tanah dan pondasi (tiang), dan dukungan dari lapisan tanah keras



2. Pondasi caisson (bor pile);

- Pondasi ini dibuat dengan cara membuat lobang (di bor), lalu dilakukan pengecoran beton bertulang terhadap lobang yang sudah di bor
- Sistem pengeboran dapat dilakukan dalam berbagai cara baik manual maupun hidrolik
- Diameter dan kedalaman galian serta penulangan beton bertulang berdasarkan daya dukung tanah dan beban yang dipikul



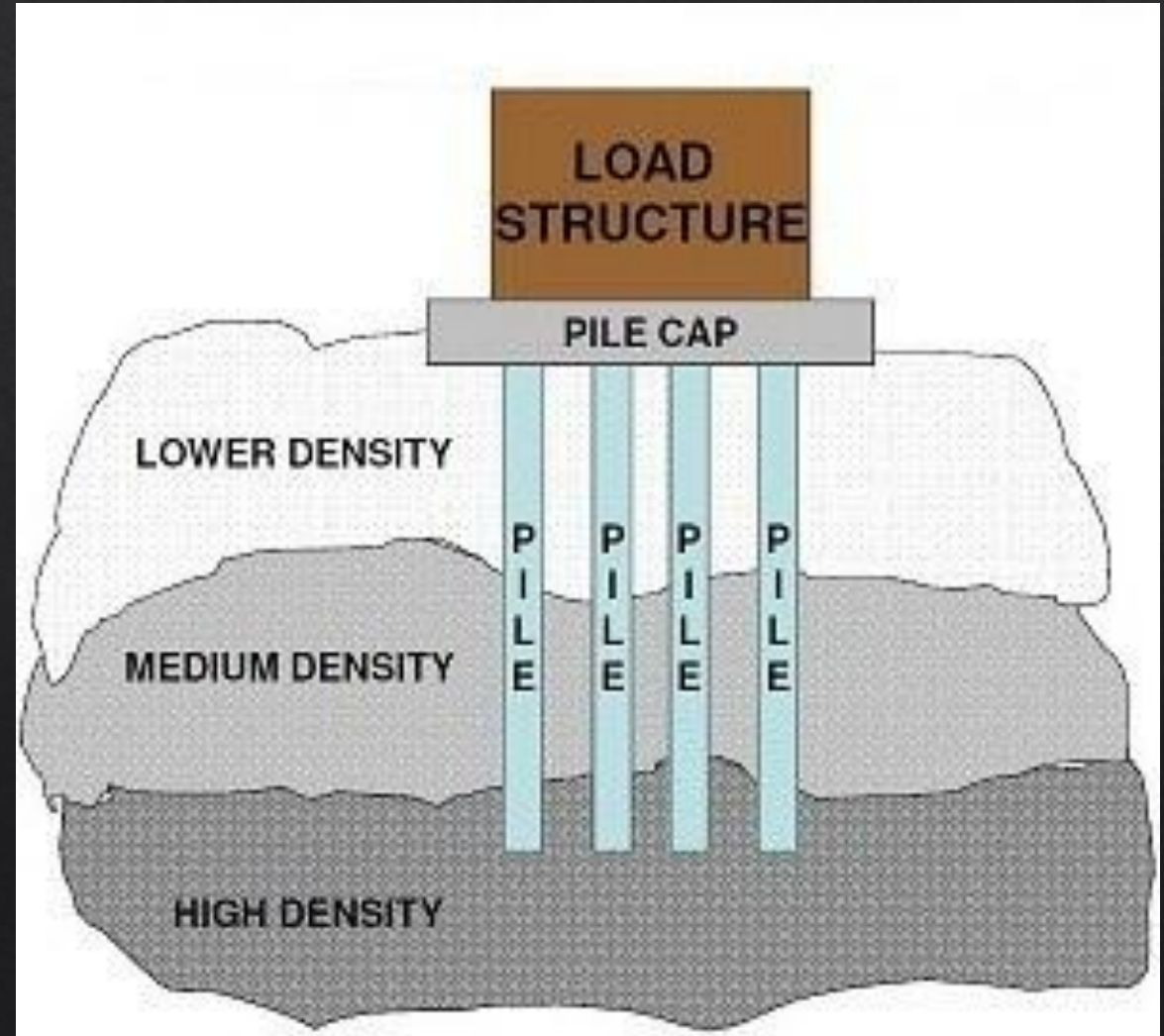
Soal

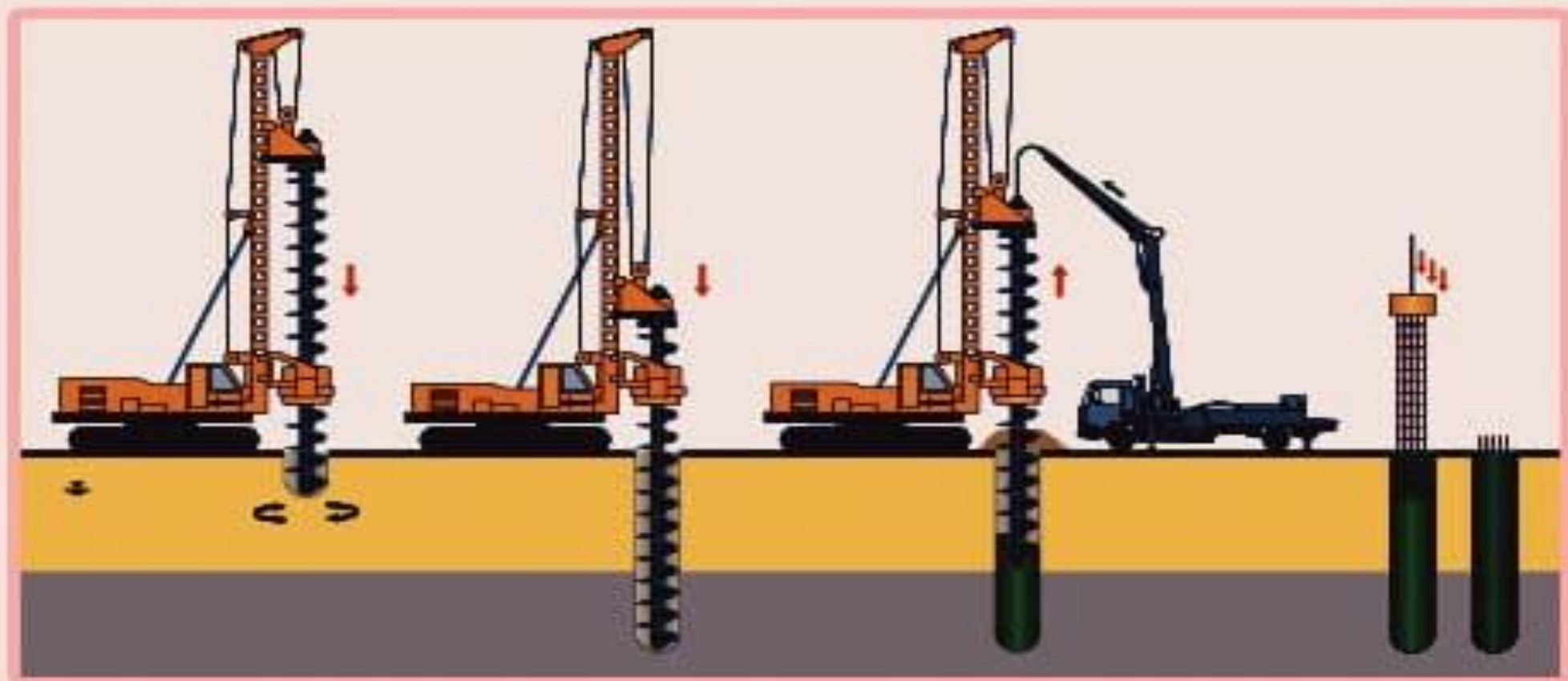
1. Jelaskan pengertian dari pondasi
2. Jelaskan perbedaan pondasi dangkal dan pondasi dalam
3. Sebutkan dan jelaskan pondasi dilihat dari sistem penyaluran bebannya
4. Sebutkan macam-macam pondasi dangkal
5. Sebutkan macam-macam pondasi dalam

Beberapa tipe Pondasi Tiang Pancang, berikut diantaranya :

Pondasi Tiang Pancang

- ♦ Merupakan jenis pondasi yang relatif panjang yang mengirimkan beban pondasi melalui lapisan tanah dengan daya dukung rendah ke tanah yang lebih dalam atau lapisan batuan yang memiliki daya tahan tinggi.
- ♦ Perbedaan pondasi bored pile dan tiang pancang?
- ♦ **Perbedaan** yang mendasar dari segi metode pelaksanaan salah satunya yaitu jika pada **pondasi bored pile** dengan cara mengebor dahulu kemudian memasukkan tulangan lalu selanjutnya di cor sedangkan pada **driven pile** langsung **tiang pancang** di **pancang** menggunakan alat **pancang** sampai menemui tanah keras



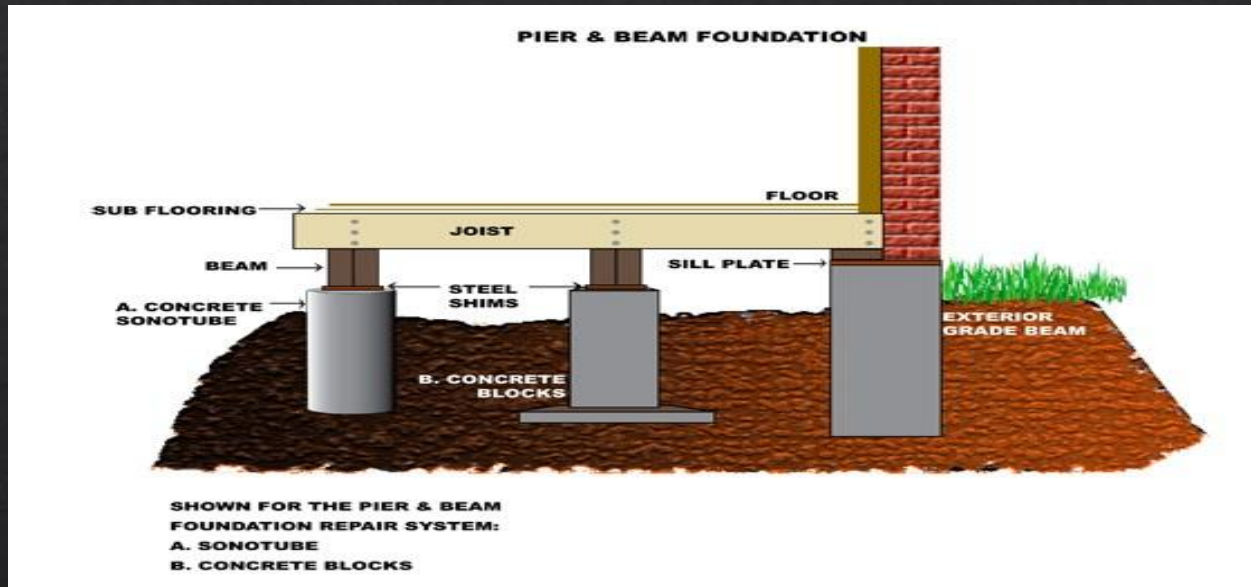


Pondasi Tiang Bor (Bored Pile)



Piers

- ◆ Ini adalah pondasi untuk membawa beban struktural berat yang dibangun dalam penggalian yang cukup dalam.



Caisson

Jenis bentuk pondasi dalam yang dibangun di atas permukaan tanah, kemudian tenggelam ke tingkat yang diperlukan dengan menggali

1. Pondasi Piers



- ◇ jenis-jenis pondasi dan fungsinya kedua yang cocok untuk digunakan adalah pondasi piers. Cara pemasangan dari pondasi ini adalah fokus pada penanaman setiap struktur dari pondasi ke dalam galian tanah yang sudah dibuat sebelumnya. Sehingga hal ini membuat biaya pemasangannya menjadi lebih murah.
- ◇ Sangat bertautan jauh dengan biaya untuk pemasangan pondasi pada umumnya. Bahkan bentuk dari pondasi ini juga cukup unik yakni beton dengan segi panjang maupun bulat. Anda bebas menentukan bentuk sesuai dengan kebutuhannya.

2. Pondasi Caissons



- ❖ Pondasi yang satu ini memiliki nama lain yakni pondasi bor. Biasanya pondasi ini dibangun pada kedalaman dari permukaan tanah dengan cara pengerukan dan juga pengeboran dalam tanahnya. Cara ini tentunya berbeda dengan kebanyakan pondasi pada umumnya sehingga sisi kekuatannya lebih terjamin.
- ❖ Kemudian pondasi ini akan dicor bersamaan dengan pondasi beton bertulang dari lubang yang sudah digali dengan cor. Inilah yang menjadi alasan mengapa pondasi ini menjadi alternatif yang cukup tepat untuk membuat rumah yang tahan dari struktur tanah yang kurang mendukung.

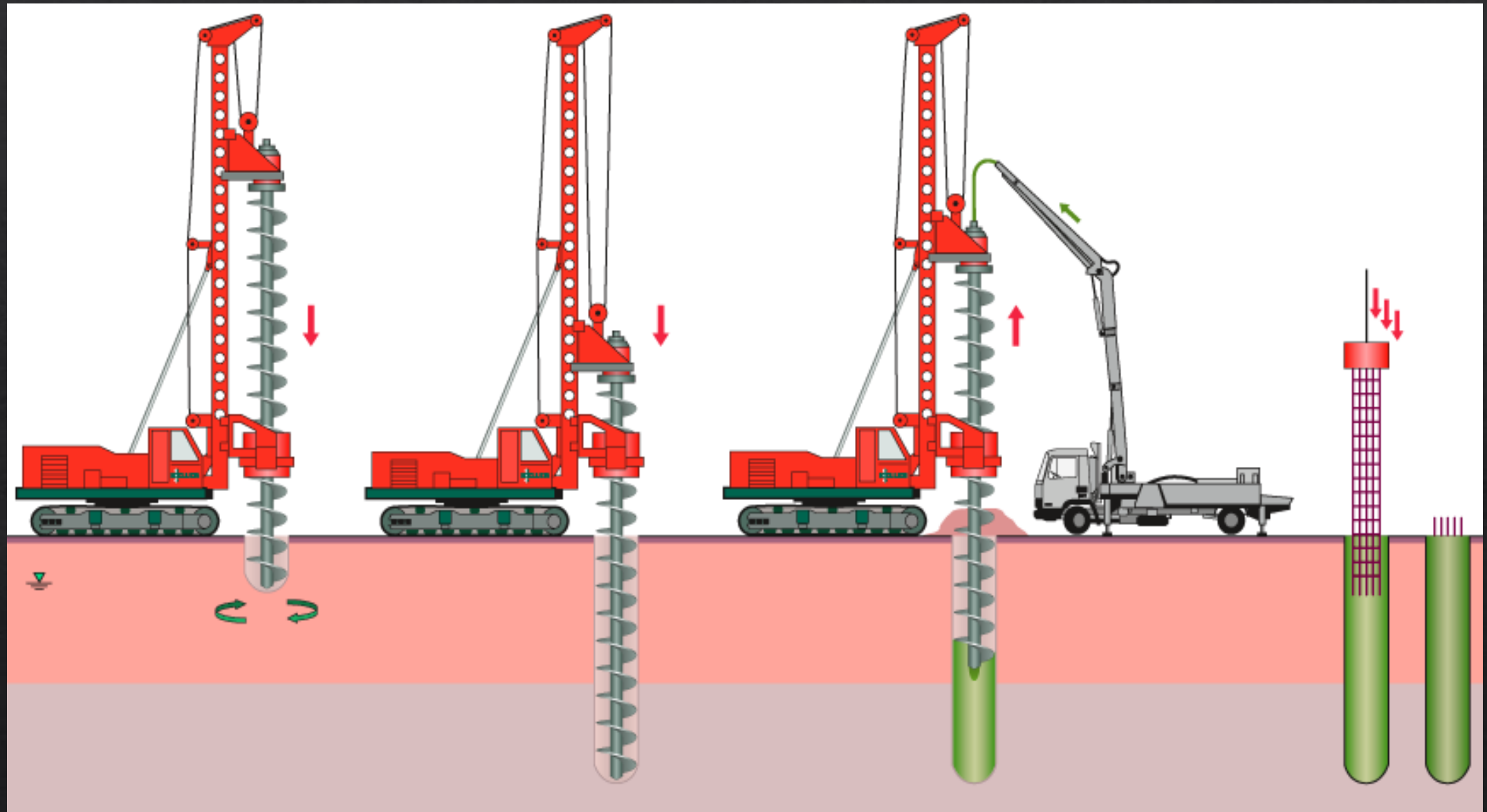
3. Pondasi Tiang Pancang



- ◈ Jenis pondasi ketiga yang bisa digunakan adalah pondasi tiang pancang. Unikunya pondasi yang satu ini tersusun dari beton yang sudah siap untuk dipasangkan sebagai pondasinya. Biasanya jenis pondasi seperti ini digunakan untuk tanah yang bertekstur lembek seperti area rawa dan juga tanah dengan kandungan air tinggi.
- ◈ Pada intinya, **pondasi tiang pancang** adalah **tiang** yang dimasukan ke dalam tanah sehingga mencapai kedalaman tertentu. **Tiang-tiang** tersebut ditancap ke dalam tanah dengan sebuah mesin pemancan
- ◈ Ada banyak bahan untuk pondasi yang biasanya digunakan seperti kayu ulin, kayu besi, baja dan juga besi bertulang. Bahan-bahan ini merupakan pilihan komponen struktur yang cukup kuat untuk menopang beban dari bangunannya

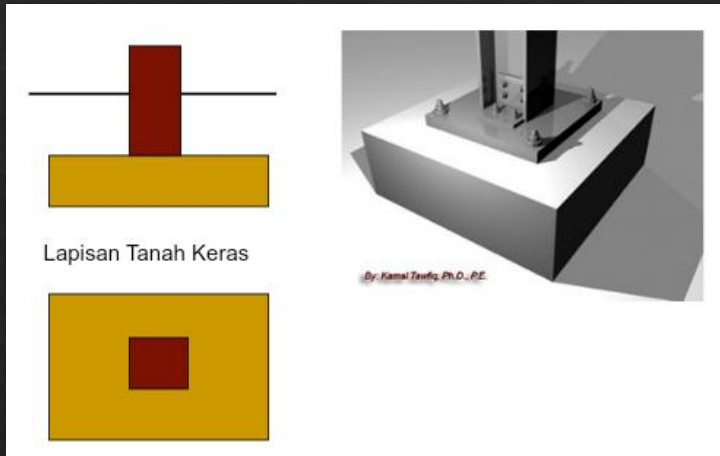
JENIS PONDASI TIANG PANCANG





Jenis-Jenis Pondasi Dangkal (telapak, rakit, menerus)

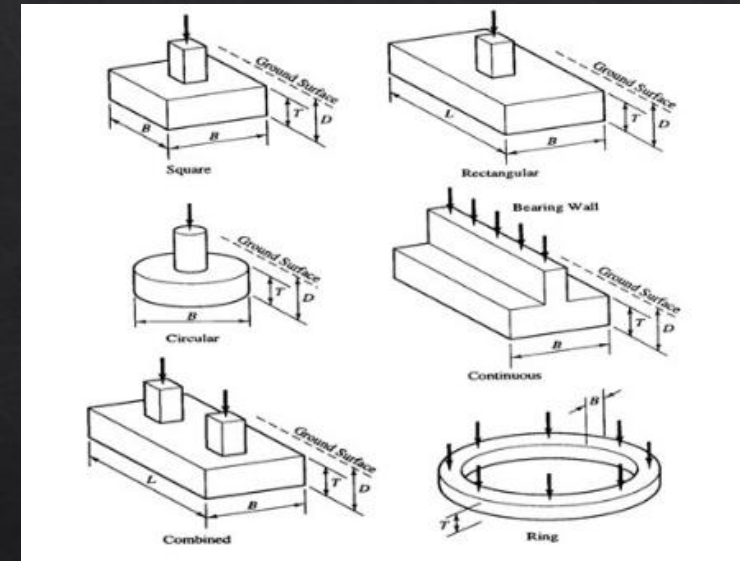
1. Pondasi Telapak



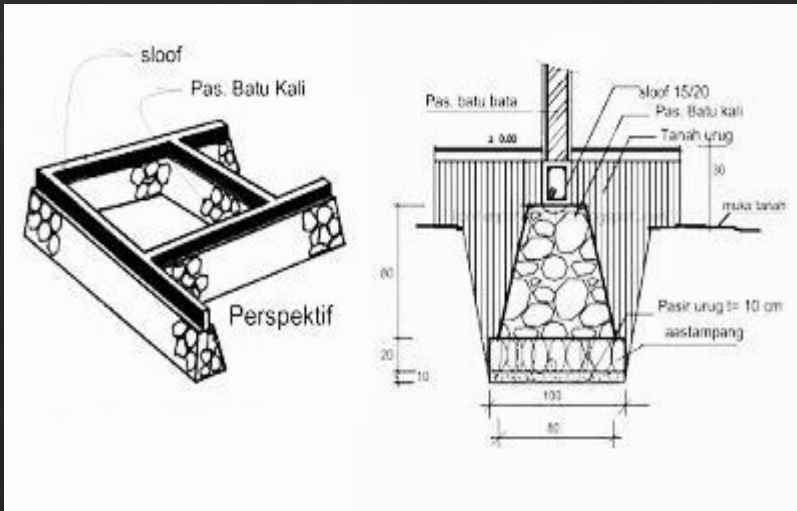
Pondasi Telapak

Adalah pondasi untuk mendukung beban titik seperti kolom praktis, tiang kayu pada rumah sederhana atau pada titik kolom struktural.

Bentuk-Bentuk Pondasi Telapak :



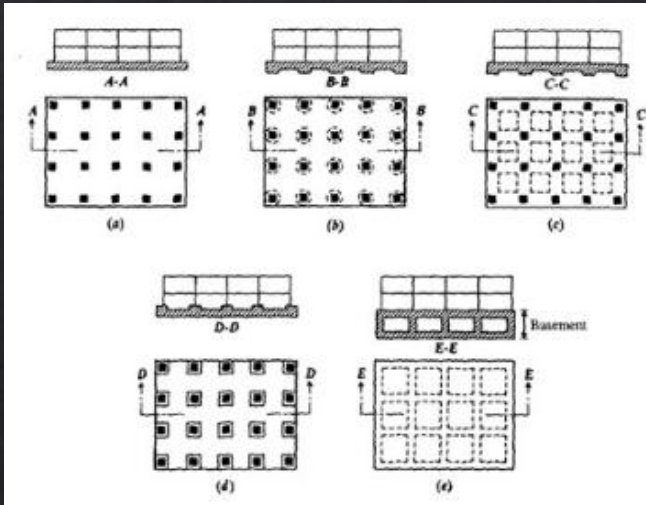
2. Pondasi Menerus



Pondasi Menerus

adalah jenis pondasi yang digunakan untuk mendukung beban memanjang, baik untuk mendukung beban dinding atau beban kolom dimana penempatan kolom dalam jarak yang dekat dan fungsional kolom terlalu mendukung beban berat. (ex : P. batu kali, P. batu bata)

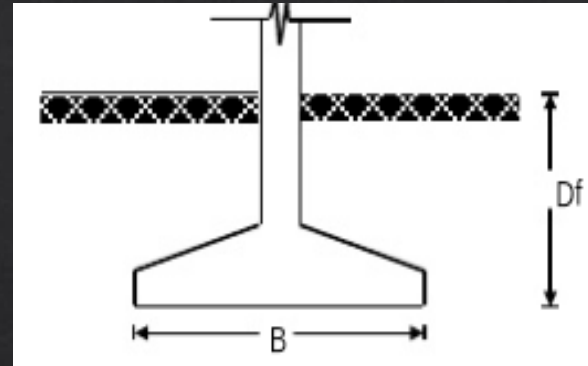
3. Pondasi Rakit



Pondasi Rakit

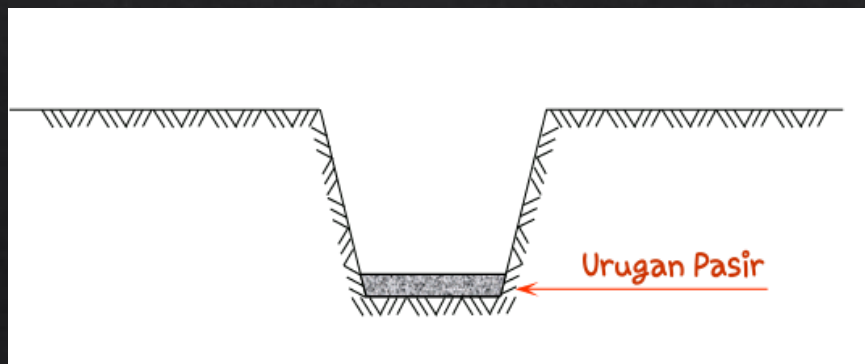
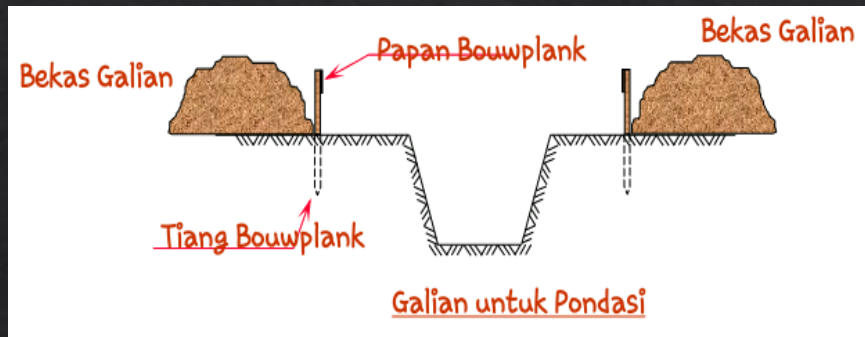
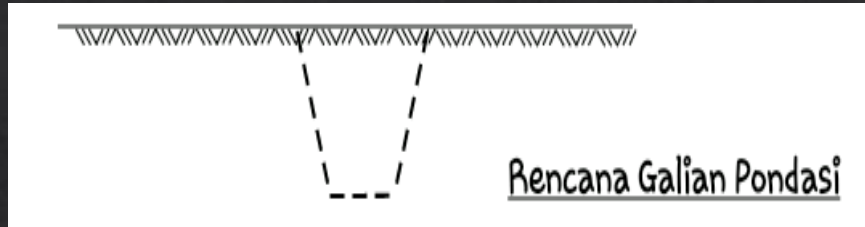
Adalah pondasi yang biasanya digunakan untuk tanah dengan keadaan lunak.

Syarat Pondasi Dangkal



1. Perbandingan antara kedalaman dengan lebar pondasi sekitar kurang dari 4 ($D_f/B < 4$)
2. Penurunan tanah yang disebabkan oleh beban masih dalam batas yang diizinkan
3. Keruntuhan geser dari tanah dimana pondasi berada tidak terjadi

Metode Pelaksanaan



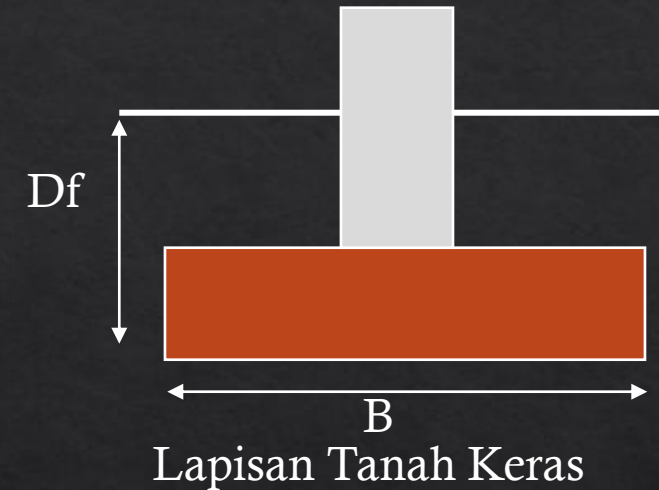
Urugan pasir :

1. Pasir urug diratakan pada dasar galian dan disiram air untuk mendapatkan kelembaban yang optimum untuk pemadatan.
2. Padatkan pasir urug tersebut dengan memakai alat stamper.
3. Jika diperlukan ulangi langkah 1 dan 2 sehingga didapat tebal pasir urug yang direncanakan.

PERENCANAAN PONDASI DANGKAL

Secara garis besar macam pondasi terbagi atas dua:

1. Dipilih pondasi dangkal jika $D/B < 1$
2. Dipilih pondasi dalam jika $D/B > 4 - 5$



Pondasi dangkal dibuat jika

- a. lapisan tanah yang baik (kondisi lapisan tanah keras)
- b. berada cukup dangkal
- c. Tidak melebihi 2 meter

Setelah dilakukan penyelidikan dilanjutkan dengan perhitungan dayadukung tanah di lokasi tempat bangunan akan dibangun.

Daya dukung tanah adalah kemampuan tanah untuk memikul tekanan atau beban maksimum yang diizinkan untuk bekerja pada pondasi.

$$\text{Tegangan tanah yang diizinkan } q_{\text{all}} = \frac{\text{Daya Dukung Batas } (q_{\text{ult}})}{\text{Faktor Keamanan (SF)}}$$

- a. Untuk memenuhi syarat keamanan, disarankan faktor aman terhadap keruntuhan akibat beban maksimum sama dengan 3.
- b. Untuk struktur kurang penting faktor aman boleh diambil kurang dari 3.

Faktor aman 3 adalah sangat penting untuk menanggulangi ketidakpastian kondisi tanah dasar.

“Tanah Menahan Pondasi, Berarti Tanah
Memikul Beban Pondasi Yang Berarti Bahwa
Tanah Harus Mempunyai Kemampuan Memikul
Beban (Daya Dukung)”

Untuk menentukan besarnya kemampuan tanah dalam memikul beban (daya dukung tanah), dapat didekati dengan persamaan sbb:

TERZAGHI
(1943)

MEYERHO
F
(1951)

PERENCANAAN
PONDASI
DANGKAL

MENURUT TERZAGHI (1943)

Metode yang paling sering digunakan adalah metode dari Terzaghi. Analisis daya dukung didasarkan kondisi general shear failure dan local shear failure

MENURUT TERZAGHI (1943)

General shear failure

$$q_{ult} = c N_c + D_f \gamma N_q + 0,5 \gamma B N_\gamma$$

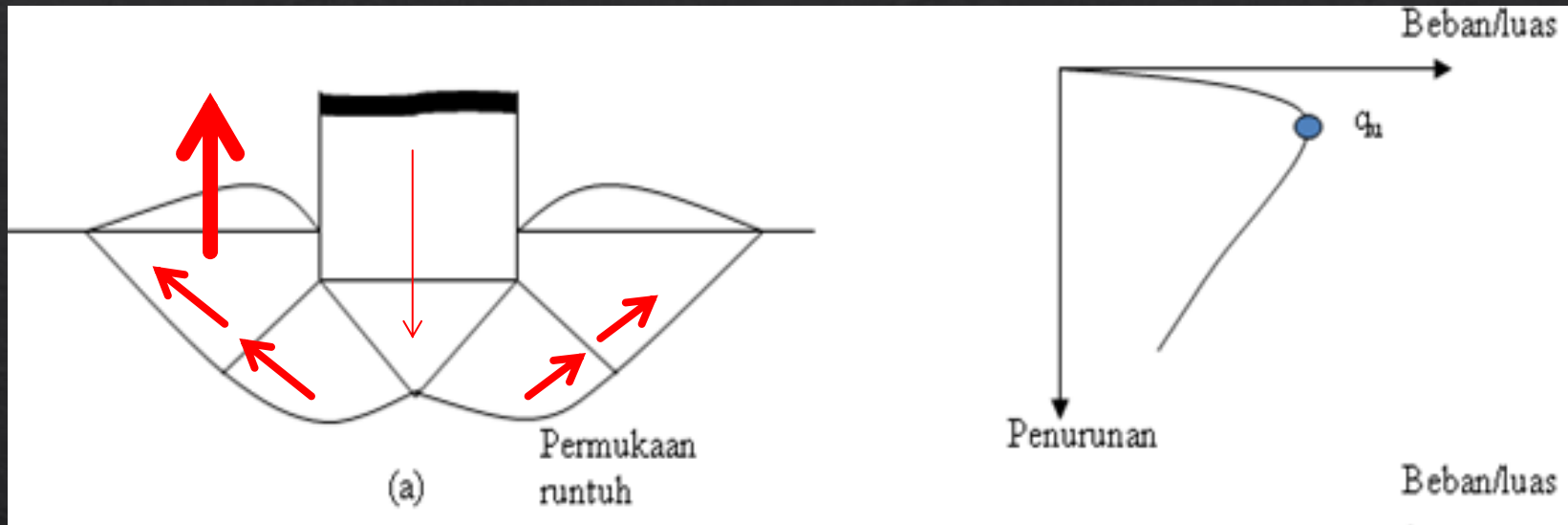
q_{ult} = daya dukung ultimit/ batas
 c = kohesi .
 D_f = kedalaman pondasi
 B = lebar pondasi
 γ = berat volume tanah
 N_c, N_q, N_γ = faktor daya dukung tan

local shear failure

$$q'_{ult} = c' N'_c + D_f \gamma N'_q + 0,5 \gamma B N'_\gamma$$

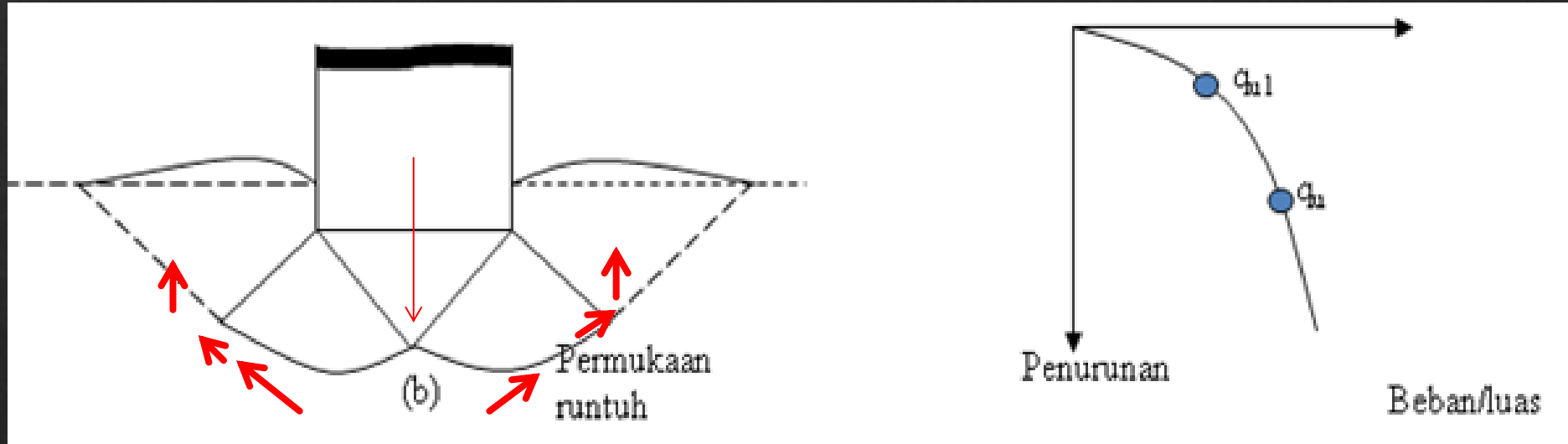
dengan $c' = 3/2 c$ dan
 $\tan \phi' = 3/2$

Keruntuhan geser umum (general shear failure)



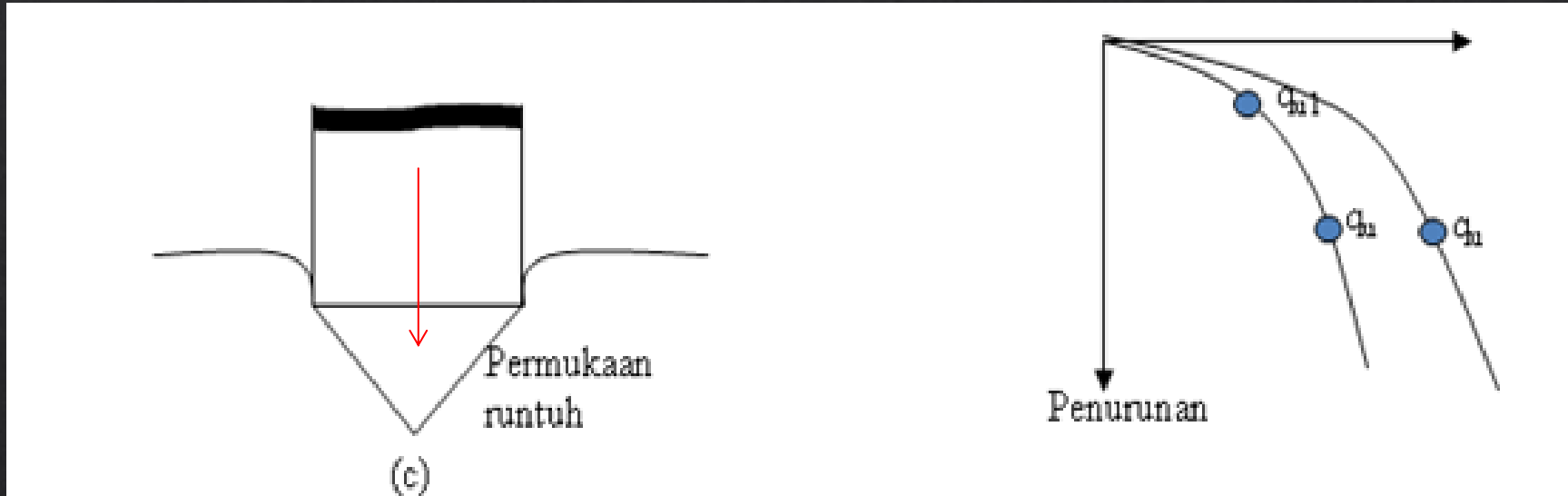
- Keruntuhan terjadi gerakan massa tanah ke arah luar /keatas
- Keruntuhan geser umum terjadi dalam waktu yang relatif mendadak, diikuti penggulingan pondasi
- Keruntuhan geser umum dapat terjadi pada tanah yang tidak mudah mampat dan memiliki kuat geser tinggi (mis. Pasir)
- $D_r > 67 \%$
- $\phi > 28$

Keruntuhan geser local (local shear failure)



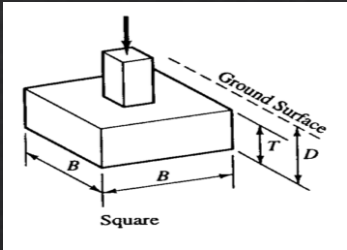
- Keruntuhan geser lokal hampir sama dengan keruntuhan geser umum
- Bidang runtuh yang terbentuk tidak sampai mencapai permukaan tanah
- terdapat sedikit pengembangan tanah disekitar pondasi namun tidak terjadi penggulingan pondasi
- $30 \% < D_r < 67 \%$
- $\phi \leq 28^\circ$

Keruntuhan geser penetrasi (penetration failure)



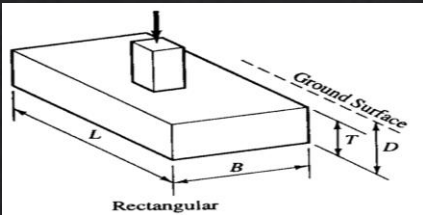
- Keruntuhan geser tanah tidak terjadi akibat beban pondasi hanya menembus dan menahan tanah kesamping yang menyebabkan pemampatan tanah didekat pondasi
- Keruntuhan ini dapat terjadi pada pasir sangat longgar/lepas
- $D_r < 30 \%$

MENURUT TERZAGHI (1943)



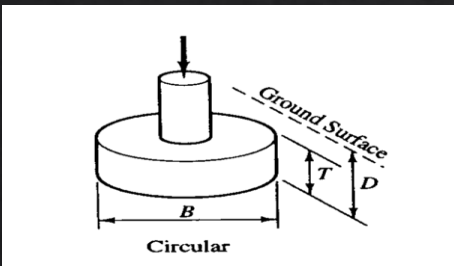
Pondasi Menerus :

$$\begin{aligned}\sigma_{ult} &= \alpha \cdot c \cdot N_c + D_f \cdot \gamma_1 \cdot N_q + \beta \cdot B \cdot \gamma_2 \cdot N_\gamma \\ &= 1 \cdot c \cdot N_c + D_f \cdot \gamma_1 \cdot N_q + 0,5 \cdot B \cdot \gamma_2 \cdot N_\gamma\end{aligned}$$



Pondasi Bujur Sangkar :

$$\begin{aligned}\sigma_{ult} &= \alpha \cdot c \cdot N_c + D_f \cdot \gamma_1 \cdot N_q + \beta \cdot B \cdot \gamma_2 \cdot N_\gamma \\ &= 1,3 \cdot c \cdot N_c + D_f \cdot \gamma_1 \cdot N_q + 0,4 \cdot B \cdot \gamma_2 \cdot N_\gamma\end{aligned}$$



Pondasi Lingkaran:

$$\begin{aligned}\sigma_{ult} &= \alpha \cdot c \cdot N_c + D_f \cdot \gamma_1 \cdot N_q + \beta \cdot B \cdot \gamma_2 \cdot N_\gamma \\ &= 1,3 \cdot c \cdot N_c + D_f \cdot \gamma_1 \cdot N_q + 0,3 \cdot B \cdot \gamma_2 \cdot N_\gamma\end{aligned}$$

Dengan :

C = kohesi

Df = Kedalaman pondasi

B = Lebar Pondasi

γ_1 = Berat volume tanah disamping pondasi

γ_2 = Berat volume tanah dibawah pondasi

N_c, N_q, N_γ = Faktor daya dukung tanah

MENURUT TERZAGHI (1943)

ϕ (°)	General Shear Failure			Local Shear Failure		
	N_c	N_q	N_γ	N'_c	N'_q	N'_γ
0	5,7	1,0	0,0	5,7	1,0	0,0
5	7,3	1,6	0,5	6,7	1,4	0,2
10	9,6	2,7	1,2	8,0	1,9	0,5
15	12,9	4,4	2,5	9,7	2,7	0,9
20	17,7	7,4	5,0	11,8	3,9	1,7
25	25,1	12,7	9,7	14,8	5,6	3,2
30	37,2	22,5	19,7	19,0	8,3	5,7
34	52,6	36,5	35,0	23,7	11,7	9,0
35	57,8	41,4	42,4	25,2	12,6	10,1
40	95,7	81,3	100,4	34,9	20,5	18,8
45	172,3	173,3	297,5	51,2	35,1	37,7
48	258,3	287,9	780,1	66,8	50,5	60,4
50	347,6	415,1	1153,2	81,3	65,6	87,1

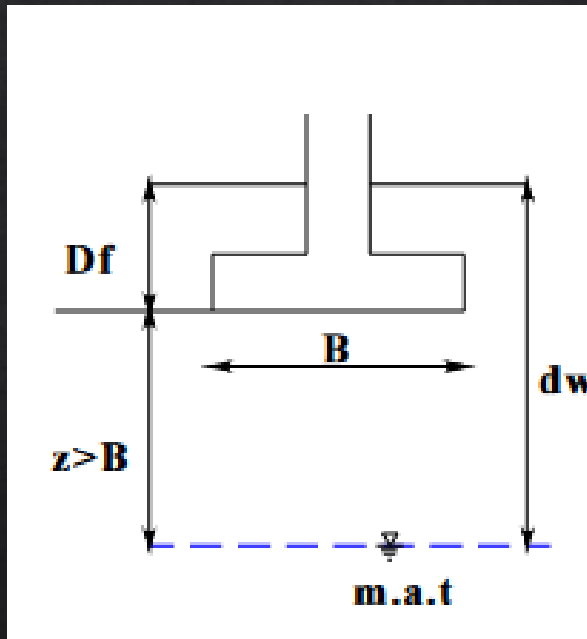
MENURUT TERZAGHI (1943)

BEARING CAPACITY FACTORS FOR GENERAL SHEAR

ANGLE OF FRICTION ϕ (DEGREES)	TERZAGHI			MEYERHOF			HANSEN		
	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q	N_γ
0	5.70	1.00	0.00	5.10	1.00	0.00	5.10	1.00	0.00
2	6.30	1.22	0.18	5.63	1.20	0.01	5.63	1.20	0.01
4	6.97	1.49	0.38	6.19	1.43	0.04	6.19	1.43	0.05
5	7.34	1.64	0.50	6.49	1.57	0.07	6.49	1.57	0.07
6	7.73	1.81	0.62	6.81	1.72	0.11	6.81	1.72	0.11
8	8.60	2.21	0.91	7.53	2.06	0.21	7.53	2.06	0.22
10	9.60	2.69	1.21	8.34	2.47	0.37	8.34	2.47	0.39
12	10.76	3.29	1.70	9.28	2.97	0.60	9.28	2.97	0.63
14	12.11	4.02	2.23	10.37	3.59	0.92	10.37	3.59	0.97
15	12.86	4.45	2.50	10.98	3.94	1.13	10.98	3.94	1.18
16	13.68	4.92	2.94	11.63	4.34	1.37	11.63	4.34	1.43
18	15.52	6.04	3.87	13.10	5.26	2.00	13.10	5.26	2.08
20	17.69	7.44	4.97	14.83	6.40	2.87	14.83	6.40	2.95
22	20.27	9.19	6.61	16.88	7.82	4.07	16.88	7.82	4.13
24	23.36	11.40	8.58	19.32	9.60	5.72	19.32	9.60	5.75
25	25.13	12.72	9.70	20.72	10.66	6.77	20.72	10.66	6.76
26	27.09	14.21	11.35	22.25	11.85	8.00	22.25	11.85	7.94
28	31.61	17.81	15.15	25.80	14.72	11.19	25.80	14.72	10.94
30	37.16	22.46	19.73	30.14	18.40	15.67	30.14	18.40	15.07
32	44.04	28.52	27.49	35.49	23.18	22.02	35.49	23.18	20.79
34	52.64	36.50	36.96	42.16	29.44	31.15	42.16	29.44	28.77
35	57.75	41.44	42.40	46.12	33.30	37.15	46.12	33.30	33.92
36	63.53	47.16	51.70	50.59	37.75	44.43	50.59	37.75	40.05
38	77.50	61.55	73.47	61.35	48.93	64.07	61.35	48.93	56.17
40	95.66	81.27	100.39	75.31	64.20	93.69	75.31	64.20	79.54
42	119.67	108.75	165.69	93.71	85.37	139.32	93.71	85.37	113.96
44	151.95	147.74	248.29	118.37	115.31	211.41	118.37	115.31	165.58
45	172.29	173.29	294.50	133.87	134.87	262.74	133.87	134.87	200.81
46	196.22	204.19	426.96	152.10	158.50	328.73	152.10	158.50	244.65
48	258.29	287.85	742.61	199.26	222.30	526.45	199.26	222.30	368.67
50	347.51	415.15	1153.15	266.88	319.06	873.86	266.88	319.06	568.57

PENGARUH MUKA AIR TANAH PADA DAYA DUKUNG

1. Jika muka air tanah sangat dalam jika dibandingkan lebar pondasi ($z > B$)



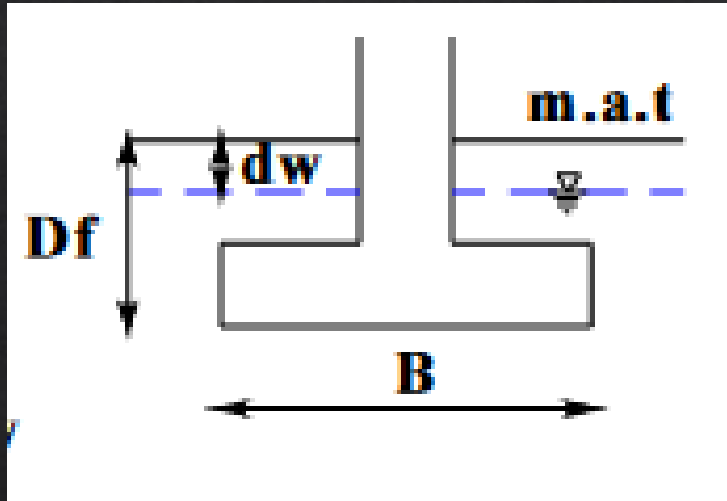
$$\sigma_{ult} = \alpha \cdot c \cdot N_c + D_f \cdot \gamma_b \cdot N_q + \beta \cdot \gamma_b \cdot B \cdot N_\gamma$$

Pond. Menerus	: $\alpha = 1$	$\beta = 0,5$
Pond. Bujur sangkar	: $\alpha = 1,3$	$\beta = 0,4$
Pond. Lingkaran	: $\alpha = 1,3$	$\beta = 0,3$

γ_b = berat volume tanah basah

PENGARUH MUKA AIR TANAH PADA DAYA DUKUNG

2. Jika muka air tanah terletak di atas:



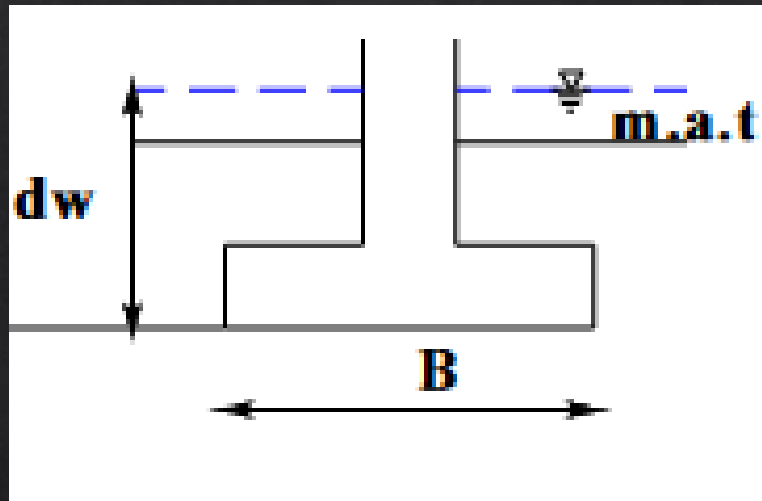
$$\sigma_{ult} = \alpha \cdot c \cdot N_c + [\gamma' (D_f - d_w) + \gamma \cdot d_w] N_q + \beta \cdot \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma$$

Pond. Menerus	: $\alpha = 1$	$\beta = 0,5$
Pond. Bujur sangkar	: $\alpha = 1,3$	$\beta = 0,4$
Pond. Lingkaran	: $\alpha = 1,3$	$\beta = 0,3$

$\gamma' = \text{berat volume tanah efektif} = \gamma - \gamma_{\text{air}}$

PENGARUH MUKA AIR TANAH PADA DAYA DUKUNG

3. Jika muka air tanah berada di dasar pondasi ($d_w=0$)



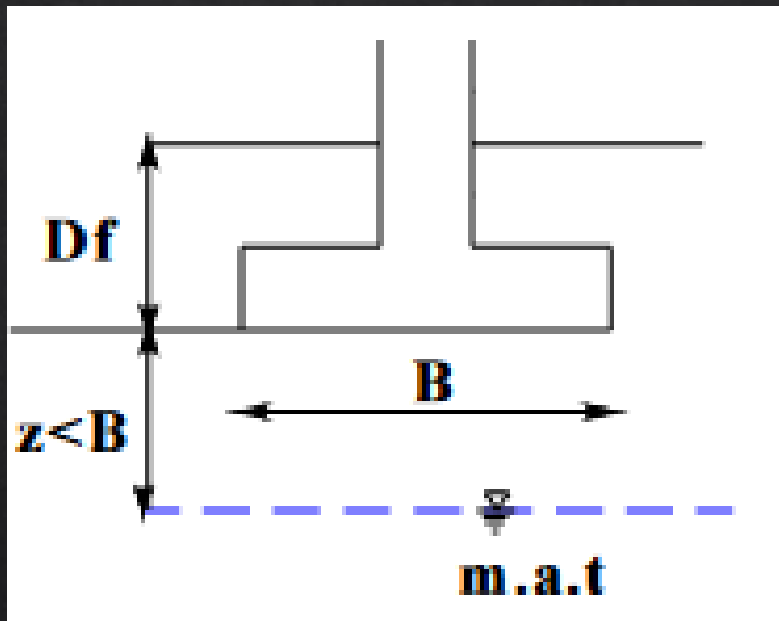
$$\sigma_{ult} = \alpha \cdot c \cdot N_c + D_f \cdot \gamma' N_q + \beta \cdot \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma$$

Pond. Menerus	: $\alpha = 1$	$\beta = 0,5$
Pond. Bujur sangkar	: $\alpha = 1,3$	$\beta = 0,4$
Pond. Lingkaran	: $\alpha = 1,3$	$\beta = 0,3$

d_w = kedalaman muka air tanah dari permukaan
 γ' = berat volume tanah efektif = $\gamma - \gamma_{air}$

PENGARUH MUKA AIR TANAH PADA DAYA DUKUNG

4. Jika muka air tanahnya terletak pada kedalaman z dari bawah dasar pondasi ($z < B$),



$$q_{ult} = c N_c + D_f \gamma_b N_q + 0,5 \gamma_r B N_\gamma$$

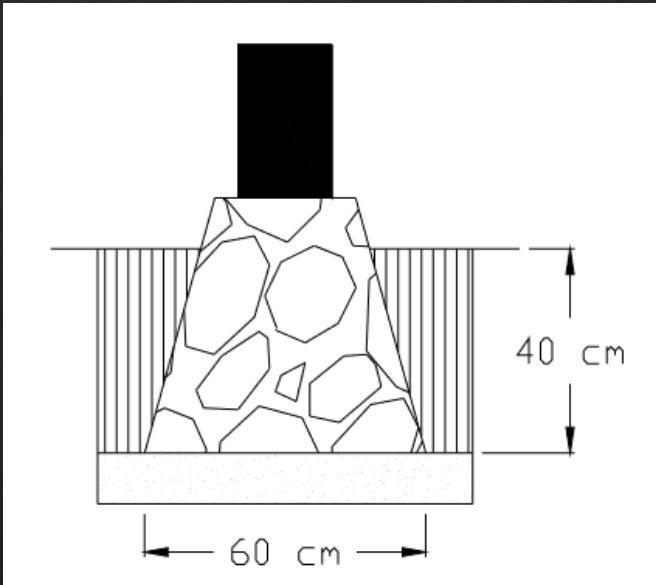
$$\sigma_{ult} = \alpha \cdot c \cdot N_c + D_f \cdot \gamma_b \cdot N_q + \beta \cdot \gamma_r \cdot B \cdot N_\gamma$$

Pond. Menerus	: $\alpha = 1$	$\beta = 0,5$
Pond. Bujur sangkar	: $\alpha = 1,3$	$\beta = 0,4$
Pond. Lingkaran	: $\alpha = 1,3$	$\beta = 0,3$

γ_b = berat volume tanah basah

γ_r = berat volume tanah rata – rata = $\gamma' + (z/B)(\gamma - \gamma')$

Contoh 1



Pada suatu bangunan direncanakan dengan pondasi menerus seperti pada gambar.

Hitunglah daya dukung tanah, bila angka keamanan (safety faktor)= 2.5

$$\phi = 25^\circ$$

$$c = 1.2 \text{ t/m}^2$$

$$D_f = 40 \text{ cm} = 0.4 \text{ m}$$

$$B = 60 \text{ cm} = 0.6 \text{ m}$$

$$\gamma = 1.6 \text{ t/m}$$

Karena $\phi = 25^\circ < 28^\circ$, maka digunakan rumus Terzaghi untuk kondisi local shear failure.

ϕ (°)	General Shear Failure			Local Shear Failure		
	N_c	N_q	N_γ	N'_c	N'_q	N'_γ
0	5,7	1,0	0,0	5,7	1,0	0,0
5	7,3	1,6	0,5	6,7	1,4	0,2
10	9,6	2,7	1,2	8,0	1,9	0,5
15	12,9	4,4	2,5	9,7	2,7	0,9
20	17,7	7,4	5,0	11,8	3,9	1,7
25	25,1	12,7	9,7	14,8	5,6	3,2
30	37,2	22,5	19,7	19,0	8,3	5,7
34	52,6	36,5	35,0	23,7	11,7	9,0
35	57,8	41,4	42,4	25,2	12,6	10,1
40	95,7	81,3	100,4	34,9	20,5	18,8
45	172,3	173,3	297,5	51,2	35,1	37,7
48	258,3	287,9	780,1	66,8	50,5	60,4
50	347,6	415,1	1153,2	81,3	65,6	87,1

$$\phi = 25^\circ$$

$$c = 1.2 \text{ t/m}^2$$

$$D_f = 40 \text{ cm} = 0,4 \text{ m}$$

$$B = 60 \text{ cm} = 0,6 \text{ m}$$

$$\gamma = 1.6 \text{ t/m}$$

Dari tabel daya dukung Terzaghi untuk kondisi local shear failure diperoleh:

$$N'_c = 14,8$$

$$N'_q = 5,6$$

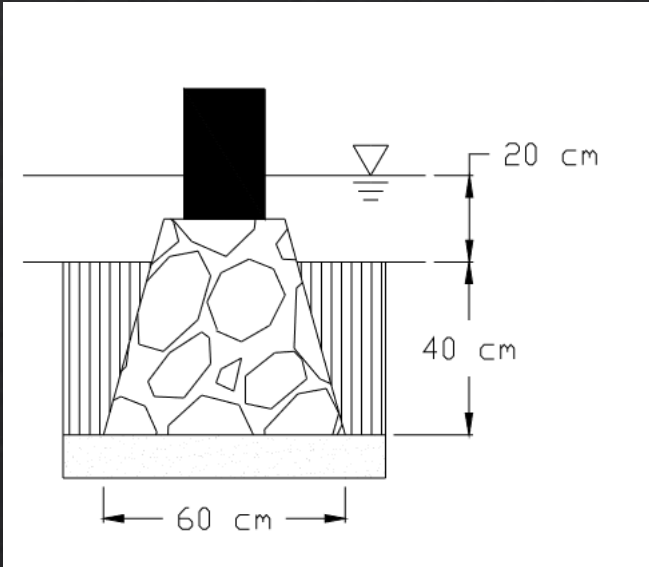
$$N'_\gamma = 3,2$$

$$\begin{aligned} q'_{ult} &= c' N'_c + D_f \gamma N'_q + 0,5 \gamma B N'_\gamma \\ &= (1,2 \times 2/3 \times 14,8) + (0,4 \times 1,6 \times 5,6) + (0,5 \times 1,6 \times 0,6 \times 3,2) \\ &= 16,96 \text{ t/m} \end{aligned}$$

Daya dukung tanah yang diijinkan:

$$\begin{aligned} q'_{all} &= SF / q'_{ult} \\ &= 16,96 / 2,5 \\ &= 6,784 \text{ t/m} \end{aligned}$$

Contoh 2



Pada suatu bangunan direncanakan dengan pondasi menerus terendam seperti pada gambar. Hitunglah daya dukung tanah, bila angka keamanan (safety faktor) = 2.5

$$\phi = 25^\circ$$

$$c = 1,2 \text{ t/m}^2$$

$$D_f = 40 \text{ cm} = 0,4 \text{ m}$$

$$B = 60 \text{ cm} = 0,6 \text{ m}$$

$$\gamma = 1,6 \text{ t/m}^3$$

$$\gamma_w = 1 \text{ t/m}^3$$

Karena $\phi = 25^\circ < 28^\circ$, maka digunakan rumus Terzaghi untuk kondisi local shear failure.

ϕ (°)	General Shear Failure			Local Shear Failure		
	N_c	N_q	N_γ	N'_c	N'_q	N'_γ
0	5,7	1,0	0,0	5,7	1,0	0,0
5	7,3	1,6	0,5	6,7	1,4	0,2
10	9,6	2,7	1,2	8,0	1,9	0,5
15	12,9	4,4	2,5	9,7	2,7	0,9
20	17,7	7,4	5,0	11,8	3,9	1,7
25	25,1	12,7	9,7	14,8	5,6	3,2
30	37,2	22,5	19,7	19,0	8,3	5,7
34	52,6	36,5	35,0	23,7	11,7	9,0
35	57,8	41,4	42,4	25,2	12,6	10,1
40	95,7	81,3	100,4	34,9	20,5	18,8
45	172,3	173,3	297,5	51,2	35,1	37,7
48	258,3	287,9	780,1	66,8	50,5	60,4
50	347,6	415,1	1153,2	81,3	65,6	87,1

$$\phi = 25^\circ$$

$$c = 1,2 \text{ t/m}^2$$

$$D_f = 40 \text{ cm} = 0,4 \text{ m}$$

$$B = 60 \text{ cm} = 0,6 \text{ m}$$

$$\gamma = 1,6 \text{ t/m}^3$$

$$\gamma_w = 1 \text{ t/m}^3$$

$$N'_c = 14,8$$

$$N'_q = 5,6$$

$$N'_\gamma = 3,2$$

$$\sigma_{ult} = \alpha \cdot c \cdot N_c + D_f \cdot \gamma' N_q + \beta \cdot \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma$$

$$\text{Pond. Menerus} : \alpha = 1 \quad \beta = 0,5$$

$$\gamma' = \gamma - \gamma_w = 1,6 \text{ t/m}^3$$

$$= 1,6 - 1$$

$$= 0,6 \text{ t/m}^3$$

$$q'_{ult} = c' N'_c + D_f \gamma' N'_q + 0,5 \gamma' B N'_\gamma$$

$$= (1,2 \times 2/3 \times 14,8) + (0,4 \times 0,6 \times 5,6) + (0,5 \times 0,6 \times 0,6 \times 3,2)$$

$$= 11,84 + 1,344 + 0,576$$

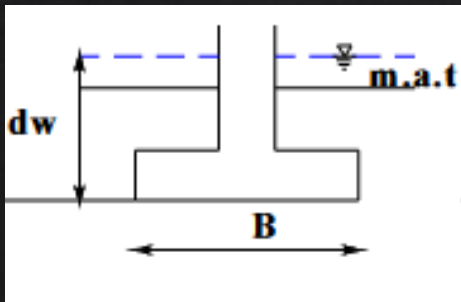
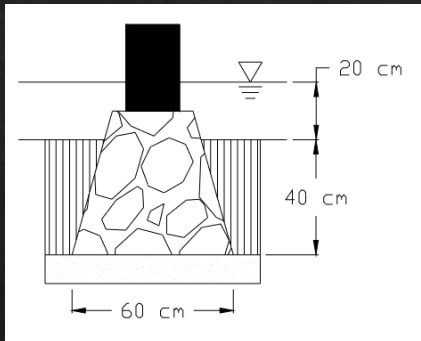
$$= 13,76 \text{ t/m}^2$$

Daya dukung tanah yang diijinkan:

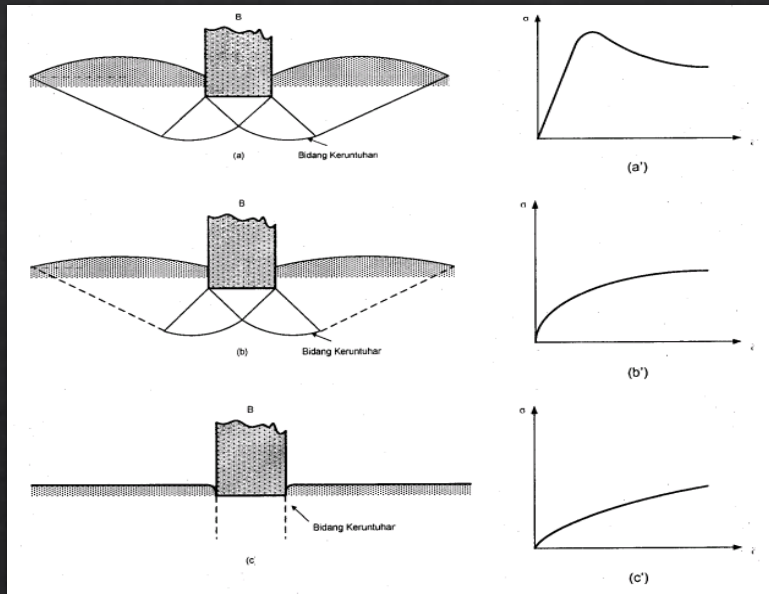
$$q'_{all} = SF / q'_{ult}$$

$$= 13,76 / 2,5$$

$$= 5,504 \text{ t/m}^2$$



Pola Keruntuhan Tanah di Bawah Pondasi (K. Geser umum, K. geser lokal, K. Geser pons)



1. Keruntuhan geser umum

Keruntuhan ini biasanya terjadi pada lapisan pasir padat atau lapisan lempung kaku. Bidang kelongsoran terjadi mulai dari dasar pondasi sampai ke permukaan tanah di sekitar pondasi dan keruntuhan terjadi secara tiba-tiba.

2. Keruntuhan geser lokal

Pola keruntuhan ini dapat terjadi pondasi yang terletak di atas lapisan pasir yang kurang padat atau lapisan tanah lempung yang tidak terlalu kaku. Bidang kelongsoran yang terjadi tidak merambat sampai ke permukaan tanah, namun pondasi akan turun secara tiba-tiba bila beban pondasi melampaui kekuatan kritisnya

3. Keruntuhan geser pons

Pola keruntuhan setempat ini ditandai dengan terjadinya penurunan yang cukup besar tanpa adanya kerusakan tanah disekitar pondasi. Keruntuhan ini dapat terjadi pada tanah jenis pasir lepa dan tanah lempung yang memiliki rasio kekuatan maksimum dalam kondisi tidak terganggu dan kekuatan residu relatif tinggi.

Daya Dukung Pondasi

◆ Persamaan Daya Dukung Terzaghi

Pondasi Memanjang

$$q_u = c N_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$$

Pondasi Bujur Sangka

$$q_u = 1,3 c N_c + p_0 N_q + 0,4 \gamma B N_\gamma$$

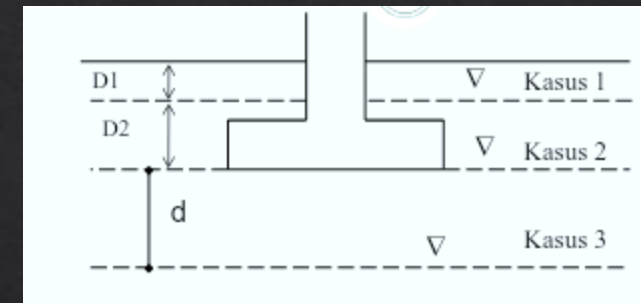
Pondasi Lingkaran

$$q_u = 1,3 c N_c + p_0 N_q + 0,3 \gamma B N_\gamma$$

Pondasi Empat Persegi Panjang

$$q_u = c N_c \left(1 + \frac{0,3 B}{L}\right) + p_0 N_q + 0,5 \gamma B N_\gamma \left(1 - \frac{0,2 B}{L}\right)$$

Pengaruh Muka Air Tanah



Kasus 1 :

$$q = \gamma (D_f - z) + \gamma' z$$

Kasus 2 :

$$q = \gamma D_f$$

Kasus 3 :

$$q = \gamma D_f$$

di mana , z = jarak muka air tanah ke dasar pondasi

Tabel faktor daya dukung pondasi menurut terzaghi

Daya Dukung Izin

$$q_{all} = q_u / FS$$

Nilai FS = 4-6, 2-2,5

Sudut Geser-dalam ϕ°	N_c	N_q	N	K_p
0	5.7	1.0	0.0	10.8
5	7.3	1.6	0.5	12.2
10	9.6	2.7	1.2	14.7
15	12.9	4.4	2.5	18.6
20	17.7	7.4	5.0	25.0
25	25.1	12.7	9.7	35.0
30	37.2	22.5	19.7	52.0
34	52.6	36.5	36.0	
35	57.8	41.4	42.4	82.0
40	95.7	81.3	100.4	141.0
45	172.3	173.3	297.5	298.0
48	258.3	287.9	780.1	
50	347.5	415.1	1153.2	800.0

Daya Dukung Meyerhof

$$Q_u = S_c.d_c.i_c.c.N_c + S_q.d_q.i_q.p_0.N_q + S_\gamma.d_\gamma.i_\gamma.0,5B.\gamma.N_\gamma$$

Tabel faktor daya dukung dan faktor koreksi menurut Meyerhof

Faktor	ϕ°	Kohesi, c	Wedge, γ	Surcharge, q
Daya dukung		N_c	N_γ	N_q
	$\phi = 0$	5.14	0.00	1.00
	$\phi > 0$	$(N_q - 1) \cot \phi$	$(N_q - 1) \tan(1.4\phi)$	$N_\phi e^{\pi \tan \phi}$
Bentuk pondasi dengan eksentrisitas s (Gambar 3.5a)		ζ_{cs}	$\zeta_{\gamma s}$	ζ_{qs}
	$\phi = 0$	$1 + 0.2N_\phi \frac{B'}{L'}$	1.0	1.0
	$\phi > 10$	$1 + 0.2N_\phi \frac{B'}{L'}$	$1 + 0.1N_\phi \frac{B'}{L'}$	$1 + 0.1N_\phi \frac{B'}{L'}$
	$0 < \phi \leq 10$	$1 + 0.2N_\phi \frac{B'}{L'}$	Interpolasi linier $0^\circ - 10^\circ$	Interpolasi linier $0^\circ - 10^\circ$

Faktor	ϕ°	Kohesi, c	Wedge, γ	Surcharge, q
Inklinasi gaya i (Gambar 3.5c)		ζ_{ci}	$\zeta_{\gamma i}$	ζ_{qi}
	$\phi = 0$	$\left(1 - \frac{\theta}{90}\right)$	1.00	$\left(1 - \frac{\theta}{90}\right)$
	$\phi > 0$	$\left(1 - \frac{\theta}{90}\right)^2$	$\left(1 - \frac{\theta}{\phi}\right)^2 ; \theta \leq \phi$ 0 ; $\theta > \phi$	$\left(1 - \frac{\theta}{90}\right)^2$
Kedalaman d		ζ_{cd}	$\zeta_{\gamma d}$	ζ_{qd}
	$\phi = 0$	$1 + 0.2(N_\phi)^{0.5} \frac{D}{B}$	1.00	1.00
	$\phi > 0$	$1 + 0.2(N_\phi)^{0.5} \frac{D}{B}$	$1 + 0.1(N_\phi)^{0.5} \frac{D}{B}$	$1 + 0.1(N_\phi)^{0.5} \frac{D}{B}$
	$0 < \phi \leq 10$	$1 + 0.2(N_\phi)^{0.5} \frac{D}{B}$	Interpolasi linier $0^\circ - 10^\circ$	Interpolasi linier $0^\circ - 10^\circ$

Di mana :

$K = D/b$ untuk pondasi dengan $D < B$

$K = \tan^{-1}(D/B)$ untuk pondasi engan $B < D$, k dalam radians

Kelebihan perumusan daya dukung

Terzaghi

- ◆ Pondasi dengan $D/B \leq 1.0$ yang menumpu pada lempung yang sangat kohesif
- ◆ Daya dukung dihitung relatif lebih cepat dibanding metode yang lain

Meyerhof

- ◆ Pondasi secara umum, karena memperhitungkan semua faktor koreksi (bentuk, eksentrisitas, kedalaman, kemiringan)

Contoh Soal :

Pondasi telapak empat persegi panjang ($2 \times 1,5\text{m}$) Terletak pada kedalaman 1 m dari muka tanah. Beban kolom arah vertikal dengan garis kerja beban di pusat pondasi. Dari uji triaksial didapat $\phi = 35^\circ$, $c' = 30\text{ kN/m}^2$, $\gamma = 18\text{ kN/m}^2$ dan permukaan air sangat dalam. Dengan $FS = 3$, berapakah beban kolom maksimum (P_{maks}) yang dari keruntuhan daya dukung tanah menurut (1) Terzaghi dan (2) Meyerhof

1. Cara Terzaghi

Penyelesaian :

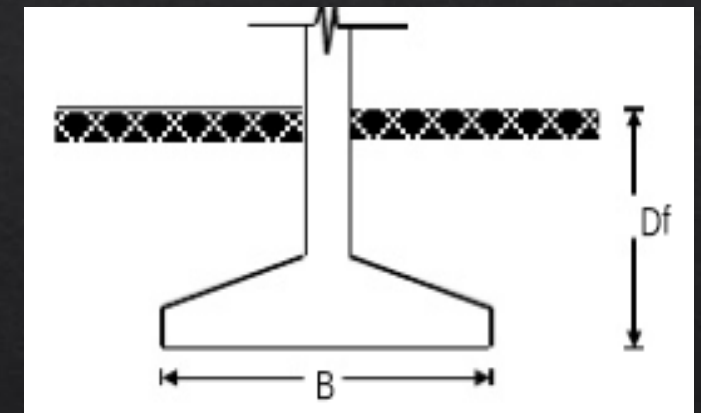
Dari tabel Faktor daya dukung pondasi menurut terzaghi dengan $\phi = 35^\circ$, didapat

$$N_c = 57,8 \quad N_q = 41,4 \quad N_\gamma = 42,4$$

Kapasitas daya dukung pondasi empat persegi panjang :

$$\begin{aligned} q_u &= c \cdot N_c (1 + 0,3 B/L) + \gamma \cdot D_f \cdot N_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma (1 - 0,2 B/L) \\ &= 30 \cdot 57,8 \cdot (1 + 0,3 \cdot 1,5/2) + 18 \cdot 1 \cdot 41,4 + \frac{1}{2} \cdot 18 \cdot 1,5 \cdot 42,4 (1 - 0,2 \cdot 1,5/2) \\ &= 2507,455\text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_{un} &= q_u - D_f \cdot \gamma \\ &= 2507,45 - (1 \cdot 18) = 2489,455\text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$



1,5 m

1 m

Beban kolom maksimum yang aman terhadap keruntuhan

$$Q_{all} = \frac{Q_u}{FS} = \frac{q_{un}}{FS} \cdot A = \frac{2489,455}{3} \cdot (2 \times 1,5) = 2489,455 \text{ kN/m}^2$$

2. Cara Meyerhof

Penyelesaian

Beban vertikal 0° maka $I_c = I_q = I_r = 1$

$\theta = 35^\circ$ maka $N_c = 46,12$ $N_q = 33,30$ $N_r = 37,15$

faktor bentuk untuk $\theta > 10^\circ$

$$S_c = 1 + 0,2 (B/L) \tan^2 \left(45 + \frac{\theta}{2} \right) = 1,56$$

$$S_q = S_r = 1 + 0,1 (B/L) \tan^2 \left(45 + \frac{\theta}{2} \right) = 1,47$$

Faktor kedalaman untuk $\theta > 10^\circ$

$$d_c = 1 + 0,2 (D_f/B) \tan^2 \left(45 + \frac{\theta}{2} \right)^{1/2} = 1,3$$

$$q_d = r_d = 1 + 0,1 (D_f/B) \tan^2 \left(45 + \frac{\theta}{2} \right)^{1/2} = 1,9$$

ϕ	N_c	N_q	N_r	ϕ	N_c	N_q	N_r	ϕ	N_c	N_q	N_r
0	5.14	1.00	0.00	17	12.34	4.77	1.66	34	42.16	29.44	31.15
1	5.38	1.09	0.002	18	13.10	5.26	2.00	35	46.12	33.30	37.15
2	5.63	1.20	0.01	19	13.93	5.80	2.40	36	50.59	37.75	44.43
3	5.90	1.31	0.02	20	14.83	6.40	2.87	37	55.63	42.92	53.27
4	6.19	1.43	0.04	21	15.82	7.07	3.42	38	61.35	48.93	64.07
5	6.49	1.57	0.07	22	16.88	7.82	4.07	39	67.87	55.96	77.33
6	6.81	1.72	0.11	23	18.05	8.66	4.82	40	75.31	64.20	93.69
7	7.16	1.88	0.15	24	19.32	9.60	5.72	41	83.86	73.90	113.99
8	7.53	2.06	0.21	25	20.72	10.66	6.77	42	93.71	85.38	139.32
9	7.92	2.25	0.28	26	22.25	11.85	8.00	43	105.11	99.02	171.14
10	8.35	2.47	0.37	27	23.94	13.20	9.46	44	118.37	115.31	211.41
11	8.80	2.71	0.47	28	25.80	14.72	11.19	45	133.88	134.88	262.74
12	9.28	2.97	0.60	29	27.86	16.44	13.24	46	152.10	158.51	328.73
13	9.81	3.26	0.74	30	30.14	18.40	15.67	47	173.64	187.21	414.32
14	10.37	3.59	0.92	31	32.67	20.63	18.56	48	199.26	222.31	526.44
15	10.98	3.94	1.13	32	35.49	23.18	22.02	49	229.93	265.51	674.91
16	11.63	4.34	1.38	33	38.64	26.09	26.17	50	266.89	319.07	873.84

$$P_0 = D_f \cdot \gamma = 1 \cdot 18 = 18 \text{ kN/m}^2$$

Daya dukung (q_u) ;

$$\begin{aligned} q_u &= S_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot c \cdot N_c + S_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot p_0 \cdot N_q + S_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot 0,5 B \cdot \gamma \cdot N_\gamma \\ &= 1,56 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 30 \cdot 46,12 + 1,47 \cdot 1,9 \cdot 18 \cdot 33,30 + 1,47 \cdot 1,9 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 1,5 \cdot 18 \cdot 37,15 \\ &= 4082,14 \text{ kn/m}^2 \end{aligned}$$

$$q_{un} = q_u - D_f \cdot \gamma = 4064,14 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{all} = \frac{q_u}{FS} = \frac{q_{un}}{FS} \cdot A = \frac{4064,14}{3} \cdot (2 \times 1,5) = 4064,14 \text{ kN/m}^2$$

TERIMA KASIH