

**TUGAS AKHIR**

**TINJAUAN PERHITUNGAN DAN METODE PELAKSANAAN PEKERJAAN  
PONDASI PADA PROYEK PEMBANGUNAN KLENTENG HO TEK CHENG  
SIN DI PAAL 4 MANADO**

**Diajukan Sebagai Syarat untuk Menyelesaikan Studi**

**Program Studi Diploma – IV**

**Pada Jurusan Teknik Sipil**

**Oleh :**

**YUSUF R ASMURUF**

**NIM. 12 012 024**

**Dosen Pembimbing**

**PENDEKAR T. LONAN, ST, MT**  
**NIP. 197209011998031001**

**Dr. TAMPANATU P.F. SOMPIE, ST.,M.Eng,Mgmt**  
**NIP. 197110031997021001**



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI PENDIDIKAN TINGGI  
POLITEKNIK NEGERI MANADO  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
TAHUN 2016**

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Dimasa sekarang ini seiring dengan perkembangan teknologi yang semakin mengglobal dari waktu ke waktu terus terjadi kemajuan di segala bidang, lebih khususnya dalam bidang rekayasa bangunan.

Daerah Sulawesi Utara dan Manado khususnya ada begitu banyak pembangunan yang berlangsung di berbagai tempat. Dalam proses pembangunan ini, diperlukan suatu perhitungan dan metode pelaksanaan yang baik guna tercapainya perhitungan yang dibuat. Pada pembangunan Klenteng Ho Tek Cheng Sin paal 4, menggunakan struktur beton bertulang dengan jenis pondasi yaitu pondasi telapak.

Sebagai mahasiswa jurusan teknik sipil dalam konstruksi bangunan gedung dituntut untuk dapat menguasai perhitungan dan pelaksanaan suatu pekerjaan struktur gedung dengan baik, sehingga bisa memberikan rasa aman bagi penggunaanya.

Oleh sebab itu, maka penulis merasa tertarik untuk membahas dan memahami lebih jauh mengenai perhitungan kapasitas daya dukung maksimum pondasi terhadap beban yang bekerja di atasnya. Berdasarkan pemahaman di atas untuk membahas dalam penulisan tugas akhir ini dengan judul “ Tinjauan metode pelaksanaan dan perhitungan pondasi telapak “

Dilakukan perhitungan untuk meninjau apakah pondasi yang digunakan sudah mampu dan sesuai untuk menerima beban yang bekerja di atasnya.

### **1.2 Maksud dan Tujuan**

- a. Adapun maksud dari penulisan tugas akhir ini adalah :
  - Mengetahui kapasitas daya dukung maksimum pondasi terhadap beban yang bekerja di atasnya.
  - Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi Diploma -4 Jurusan Teknik Sipil di Politeknik Negeri Manado

- b. Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah :
- Melakukan perhitungan daya dukung maksimum pondasi terhadap beban yang bekerja di atasnya.

### **1.3 Pembatasan Masalah**

Karena permasalahan yang di angkat pada proyek pembangunan Gedung Klenteng Ho Tek Cheng Sin begitu luas maka untuk penulis Tugas Akhir hanya di batasi pada hal-hal berikut :

1. Gedung yang ditinjau adalah Klenteng Ho Tek Cheng Sin.
2. Struktur yang ditinjau hanya pada struktur bawah yaitu menghitung daya dukung maksimum pondasi terhadap beban yang bekerja di atasnya.
3. Beban yang bekerja dan yang di perhitungkan adalah beban gravitasi (beban mati dan beban hidup).
4. Hasil perhitungan daya dukung maksimum pondasi terhadap beban yang bekerja di atasnya pada pondasi telapak
5. Perhitungan dilakukan dengan cara manual
6. Dalam perhitungan ini tidak memperhitungkan beban gempa

### **1.4 Metode Penelitian**

Metode yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini, antara lain :

1. Pengumpulan data
  - ❖ Gambar Arsitektur
  - ❖ Bimbingan Tugas Akhir
  - ❖ Studi Literatur
2. Pengolahan data

### **1.5 Sistematika penulisan**

Untuk mendapatkan gambaran yang lebih luas, dan menyeluruh tentang isi Tugas Akhir ini, maka dimuat dalam keempat bab yang urutannya dapat dilihat pada sistematika penulisan.

BAB I	PENDAHALUAN	Berisikan tentang latar belakang, maksud dan tujuan penulisan, pembatasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan.
BAB II	DASAR TEORI	Pada bab ini menguraikan tentang ketentuan dan syarat-syarat teknis desain yang mengacu pada aturan standart pedoman dan manual yang ada di indonesia
BAB III	PEMBAHASAN	Pada bab ini menguraikan tentang perhitungan struktur bangunan gedung Klenteng Ho Tek Cheng Sin Paal 4
BAB IV	PENUTUP	Pada bab ini berisikan kesimpulan dan saran dari penulis tugas akhir mengenai perhitungan Pondasi pada pembangunan gedung Klenteng Ho Tek Cheng Sin Paal 4.

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 Pengertian Pondasi**

Dalam setiap konstruksi, seperti gedung, jembatan, jalan raya, terowongan, dinding penahan, menara, tanggul, harus mempunyai pondasi yang dapat mendukungnya. Pondasi harus diperhitungkan untuk dapat menjamin kestabilan Bangunan terhadap berat sendiri, beban - beban bangunan, gaya-gaya luar seperti : tekanan angin, gempa bumi, dan lain-lain. Disamping itu, tidak boleh terjadi penurunan melebihi batas yang diijinkan. Agar Kegagalan fungsi pondasi dapat dihindari, maka pondasi Bangunan harus diletakkan pada lapisan tanah yang cukup keras, padat, dan kuat mendukung beban bangunan tanpa menimbulkan penurunan yang berlebihan.

Pondasi adalah struktur bagian bawah yang umumnya terletak dibawah permukaan tanah yang berfungsi untuk meneruskan gaya yang diterimanya ke lapisan tanah pendukung (bearing layers).

Adapun beberapa pengertian pondasi dalam konstruksi, antara lain :

1. Suatu badan konstruksi bangunan yang memiliki fungsi untuk memindahkan beban/bobot/gaya yang ditimbulkan oleh bangunan yang ada diatasnya kedalam tanah.
2. Bagian bangunan yang menghubungkan bangunan tersebut dengan tanah, dimana tanah harus menerima beban dari bangunan tersebut (beban mati dan beban hidup) dan tugas pondasi untuk membagi beban itu sehingga tekanan tanah yang diizinkan (daya dukung) tidak terlewati.
3. Konstruksi yang diperhitungkan sedemikian rupa sehingga dapat menjamin kestabilan bangunan terhadap berat sendiri dan menghindari penurunan bangunan yang tidak merata.

Jadi, dapat disimpulkan bahwa pondasi merupakan bagian dari elemen bangunan yang berfungsi meletakkan dan meneruskan beban ke dasar tanah yang kuat mengimbangi dan mendukung (merespon) serta dapat menjamin kestabilan bangunan, paling tidak terhadap beratnya sendiri, beban yang bekerja serta beban gempa.

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. Pada pondasi tidak boleh terjadi penurunan pondasi setempat ataupun penurunan pondasi merata melebihi dari batas – batas tertentu, yaitu :

Jenis bangunan Penurunan maksimum :

1. Bangunan umum 2.54 Cm
2. Bangunan pabrik 3.81 Cm
3. Gudang 5.08 Cm
4. Pondasi mesin 0.05 Cm

Oleh karena itu, sebelum perencanaan pondasi dilakukan terlebih dahulu perlu mengetahui perilaku tanah baik sifat fisik maupun mekanis tanah. Dimana sifat fisik dan mekanisnya dapat diketahui dengan melakukan penyelidikan tanah yang meliputi penyelidikan dilapangan dan laboratorium, sehingga dari data-data hasil penyelidikan tanah tersebut dapat dipergunakan sebagai dasar dalam merekomendasikan sistem pondasi. Untuk maksud ini diperlukan pengertian yang mendalam mengenai metode pengujian tanah, batasan-batasan atau karakteristik dalam metode pengujian dan bagaimana menyimpulkan hasil-hasil yang diperoleh. Pekerjaan lapangan dalam penyelidikan tanah yang dilaksanakan meliputi pekerjaan Boring dan Standart Penetrasi Test (SPT). Hasil pekerjaan boring log yang akan memperlihatkan jenis lapisan tanah, letak lapisan tanah keras yang ditunjukkan dalam nilai SPT. Dari data hasil penyelidikan lapangan tersebut dijumpai jenis tanah yang dapat mendukung pondasi pada kedalaman 40 meter. Maka dapat ditentukan pondasi tiang pancang sebagai pendukung struktur yang bekerja di atasnya.

## **2.2 Jenis-jenis Pondasi**

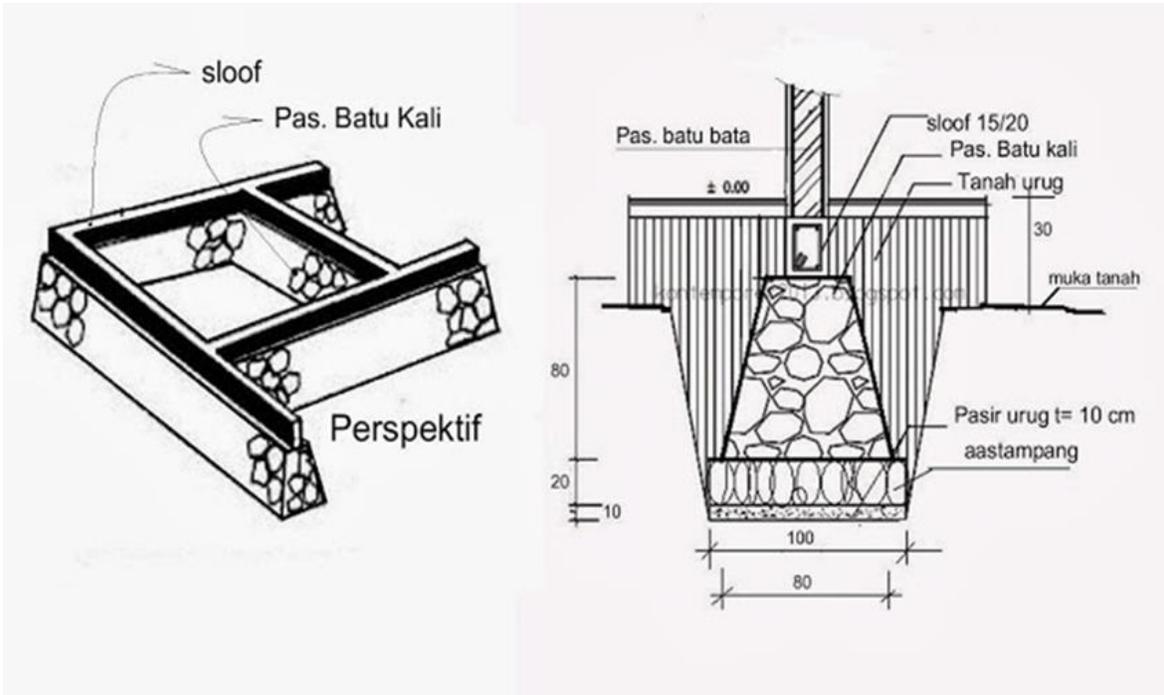
Secara garis besar pondasi dapat dibagi menjadi 2 jenis :

1. Pondasi Dangkal

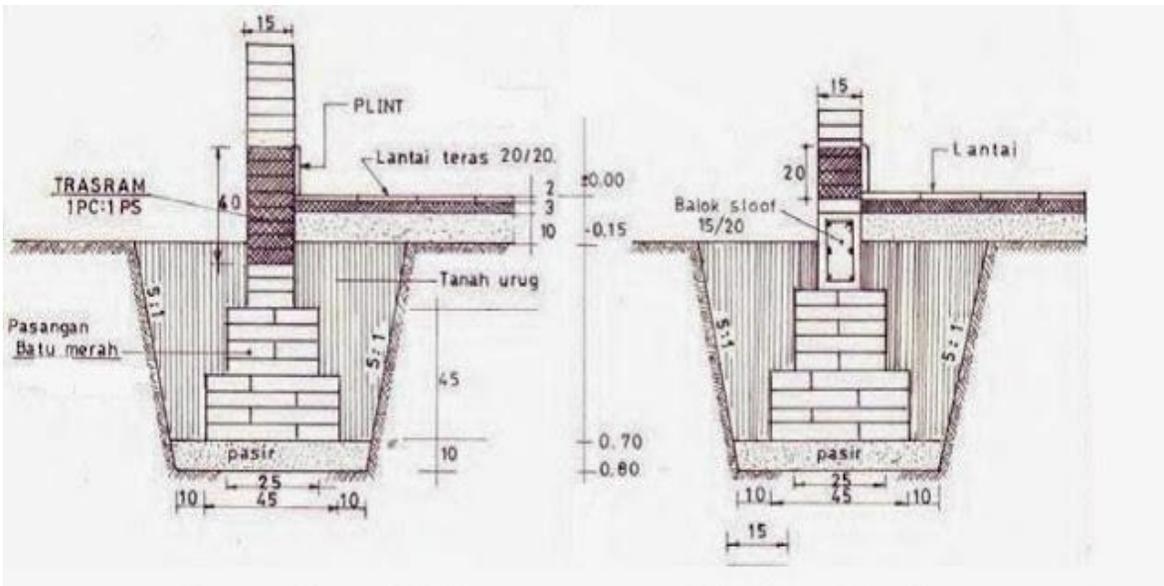
Pondasi jenis ini biasanya dilaksanakan pada tanah dengan kedalaman tanah tidak lebih dari 3 meter atau sepertiga dari lebar alas pondasi. Dengan kata lain, pondasi ini diterapkan pada tanah yang keras atau stabil yang mendukung struktur bangunan yang tidak terlalu berat dan tinggi, dengan kedalaman tanah keras kurang dari 3 meter. Pondasi dangkal tidak disarankan untuk dilaksanakan pada jenis tanah yang kurang stabil atau memiliki kepadatan tanah yang buruk, seperti tanah bekas rawa/gambut. Bila kondisi memaksa untuk dilaksanakan pada tanah yang kurang stabil, harus diadakan perbaikan tanah terlebih dahulu, dengan sistem memakai cerucup/tiang pancang yang ditanam dibawah pondasi

Pondasi dangkal terdiri dari :

- a. Pondasi Menerus



Gambar 1 : Pondasi Menerus Batu kali



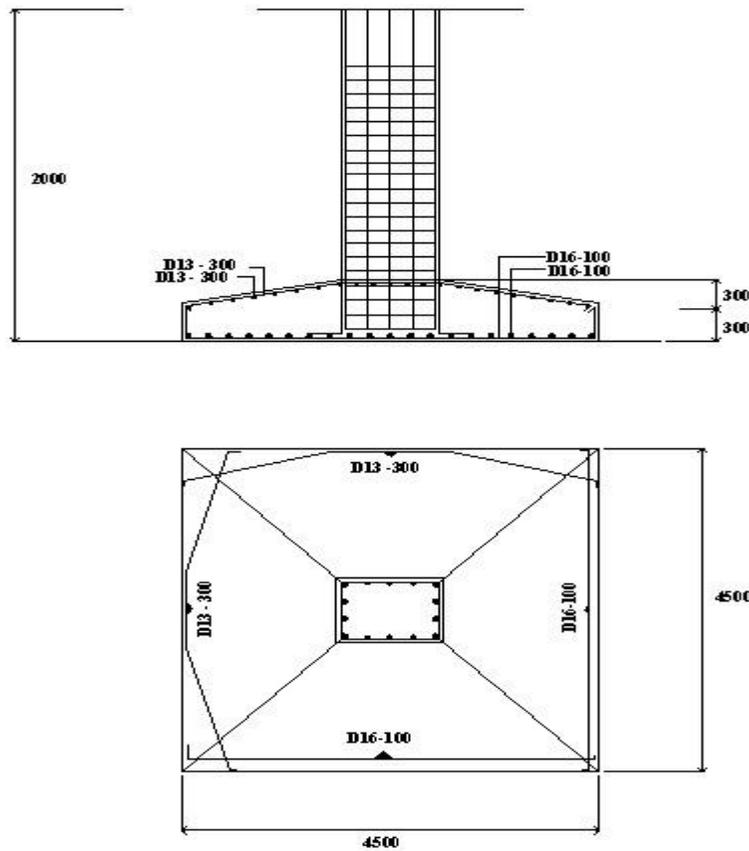
Gambar 2 : Pondasi Menerus Batu Bata

Pondasi menerus biasanya digunakan untuk mendukung beban memanjang atau beban garis, baik untuk mendukung beban dinding atau kolom dengan jarak yang dekat dan fungsional kolom tidak terlalu mendukung beban berat.

Pondasi menerus dibuat dalam bentuk memanjang dengan potongan persegi ataupun trapesium. Penggunaan bahan pondasi ini biasanya sesuai dengan kondisi lingkungan atau bahan yang tersedia di daerah setempat.

Bahan yang digunakan bisa dari batu kali, batu bata atau beton kosong/tanpa tulangan dengan adukan 1 pc : 3 Psr : 3 krl. Keuntungan memakai pondasi ini adalah beban bangunan dapat disalurkan secara merata, dengan catatan seluruh pondasi berdiri diatas tanah keras. Sementara kelemahan pondasi ini, biaya untuk pondasi cukup besar, memakan waktu agak lama dan memerlukan tenaga kerja yang banyak.

b. Pondasi Setempat

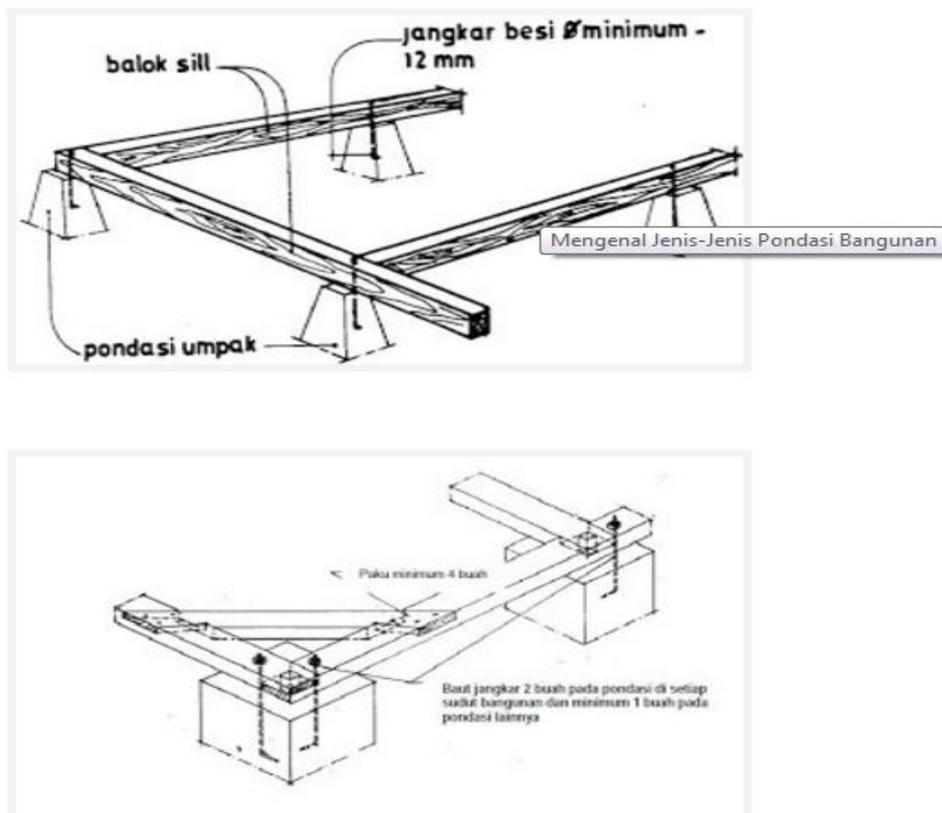


Gambar 3 : Pondasi Setempat

Pondasi ini dilaksanakan untuk mendukung beban titik seperti kolom praktis, tiang kayu pada rumah sederhana atau pada titik kolom struktural.

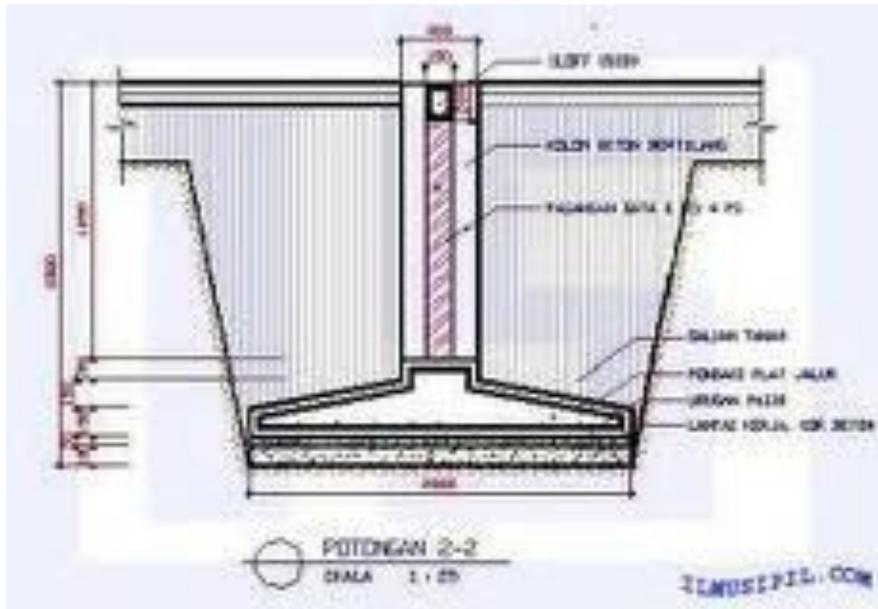
Contoh pondasi setempat :

- Pondasi ompak batu kali dilaksanakan untuk rumah sederhana
- Pondasi ompak beton dilaksanakan untuk rumah sederhana, rumah kayu pada rumah tradisional dan lain-lain.
- Pondasi plat setempat, jenis pondasi ini dapat juga dibuat dalam bentuk bertingkat atau haunched jika pondasi ini dibutuhkan untuk menyebarkan beban dari kolom berat. Pondasi pondasi tapak disamping diterapkan dalam pondasi dangkal dapat juga digunakan untuk pondasi dalam dapat dilaksanakan pada bangunan hingga dua lantai, tentunya sesuai dengan perhitungan mekanika.



Gambar 4 : Pondasi Umpak

c. Pondasi Telapak



Gambar 5 : Pondasi Telapak

Pondasi telapak adalah suatu pondasi yang mendukung bangunan secara langsung pada tanah pondasi, bilamana terdapat lapisan tanah yang cukup tebal dengan kualitas yang baik yang mampu mendukung bangunan itu pada permukaan tanah atau sedikit di bawah permukaan tanah.

a. Dalamnya pondasi telapak

Dalamnya pondasi telapak yang diperlukan, ditetapkan dengan mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut.

- 1) Kemiringan dasar sungai dan sifat terkikisnya.
- 2) Dalamnya tanah yang menimbulkan perubahan volume.
- 3) Tergantung dari apa yang tertanam di dalam tanah dan bangunan di dekatnya.
- 4) Muka air tanah.
- 5) Derajat dan besarnya ketebalan lapisan tanah pendukung.

b. Syarat perencanaan pondasi telapak

Pondasi telapak harus direncanakan sedemikian rupa sehingga keadaan-keadaan berikut ini dapat dipenuhi.

- 1) Struktur adalah stabil dalam arah vertikal, arah mendatar, dan terhadap guling.
- 2) Pergeseran bangunan harus lebih kecil dari nilai yang diizinkan bagi bangunan bagian atas.
- 3) Bagian-bagian pondasi harus memiliki kekuatan yang diperlukan.

d. Pondasi Konstruksi sarang laba-laba



Gambar 6 : Pondasi sarang Laba-laba

Pondasi ini merupakan pondasi dangkal konvensional, kombinasi antara sistem pondasi plat beton pipih menerus dengan sistem perbaikan tanah. Pondasi ini memanfaatkan tanah sebagai bagian dari struktur pondasi itu sendiri. Pondasi Sarang Laba-Laba dapat dilaksanakan pada bangunan 2 hingga 8 lantai yang didirikan diatas tanah dengan daya dukung rendah. Sedangkan pada tanah dengan daya dukung tinggi, bisa digunakan pada bangunan lebih dari 8 lantai.

Plat beton tipis menerus itu di bagian bawahnya dikakukan oleh rib-rib tegak tipis yang relatif tinggi, sehingga secara menyeluruh berbentuk kotak terbalik. Rib-rib tegak dan kaku tersebut diatur membentuk petak-petak segitiga dengan hubungan kaku (rigit). Rib-rib tersebut terbuat dari beton bertulang. Sementara rongga yang ada dibawah plat diantara rib-rib diisi dengan perbaikan tanah/pasir yang dipadatkan dengan baik, lapis demi lapis per 20 cm.

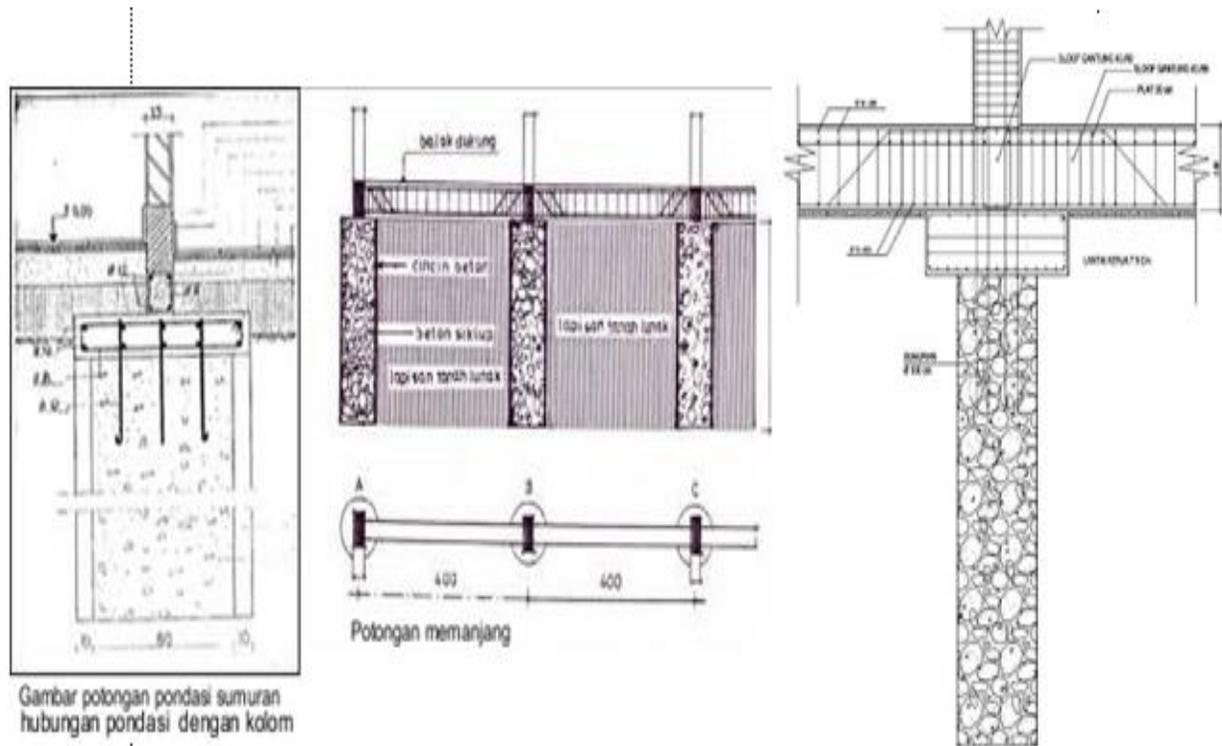
## 2. Pondasi Dalam

Pondasi dalam adalah pondasi yang didirikan permukaan tanah dengan kedalaman tertentu dimana daya dukung dasar pondasi dipengaruhi oleh beban struktural dan kondisi permukaan tanah. Pondasi dalam biasanya dipasang pada kedalaman lebih dari 3 m di bawah elevasi permukaan tanah. Pondasi dalam dapat dijumpai dalam bentuk pondasi tiang pancang, dinding pancang dan caissons atau pondasi kompensasi . Pondasi dalam dapat digunakan untuk mentransfer beban ke

lapisan yang lebih dalam untuk mencapai kedalam yang tertentu sampai didapat jenis tanah yang mendukung daya beban struktur bangunan sehingga jenis tanah yang tidak cocok di dekat permukaan tanah dapat di hindari.

Jenis-jenis Pondasi Dalam :

a. Pondasi Sumuran



Gambar potongan pondasi sumuran hubungan pondasi dengan kolom

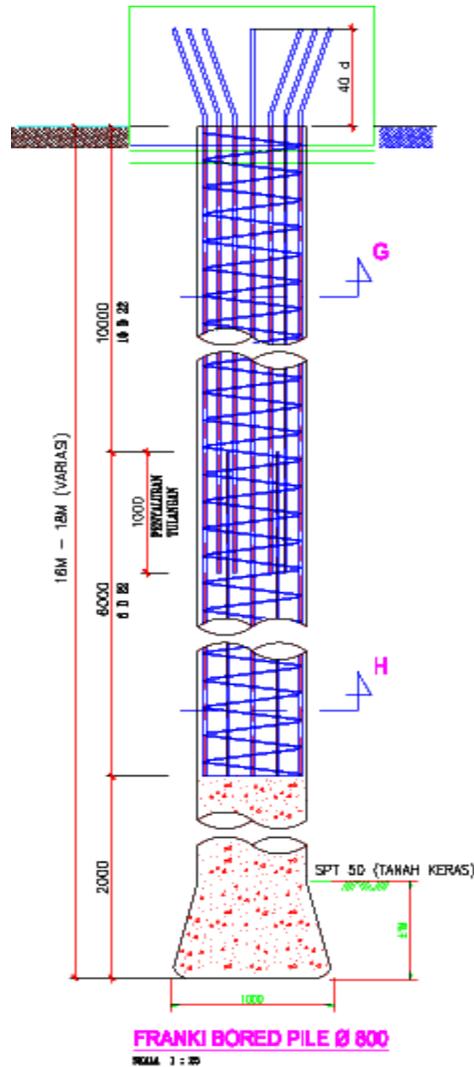
Gambar 7 : Pondasi sumuran

Pondasi sumuran adalah suatu bentuk peralihan antara pondasi dangkal dan pondasi tiang. Pondasi sumuran sangat tepat digunakan pada tanah kurang baik dan lapisan tanah kerasnya berada pada kedalaman lebih dari 3m. Diameter sumuran biasanya antara 0.80 - 1.00 m dan ada kemungkinan dalam satu bangunan diameternya berbeda-beda, ini di karenakan masing-masing kolom berbeda bebannya.

Disebut pondasi Sumuran, karena dalam pengerjaannya membuat lubang-lubang berbentuk sumur. Lobang ini digali hingga mencapai tanah keras atau stabil. Sumur-sumur ini diberi buis beton dengan ketebalan kurang lebih 10 cm dengan pembedaan. Dasar dari sumur dicor dengan ketebalan 40 cm sampai 1,00 m, diatas coran tersebut disusun batu kali sampai dibawah 1,00 m buis beton teratas. Ruang kosong paling atas dicor kembali dan diberi angker besi, yang gunanya untuk

mengikat plat beton di atasnya. Plat beton ini mirip dengan pondasi plat setempat, yang fungsinya untuk mengikat antar kolom yang disatukan oleh sloof beton.

b. Pondasi Bore Pile



Gambar 8 : Pondasi Bore Pile

Pondasi Bored Pile adalah bentuk Pondasi Dalam yang dibangun di dalam permukaan tanah dengan kedalaman tertentu. Pondasi di tempatkan sampai ke dalaman yang dibutuhkan dengan cara membuat lobang yang dibor dengan alat khusus. Setelah mencapai kedalaman yang disyaratkan, kemudian dilakukan pemasangan kesing/begisting yang terbuat dari plat besi, kemudian dimasukkan rangka besi pondasi yang telah dirakit sebelumnya, lalu dilakukan pengecoran terhadap lobang yang



Penggunaan pondasi tiang pancang sebagai pondasi bangunan apabila tanah yang berada dibawah dasar bangunan tidak mempunyai daya dukung (bearing capacity) yang cukup untuk memikul berat bangunan dan beban yang bekerja padanya Atau apabila tanah yang mempunyai daya dukung yang cukup untuk memikul berat bangunan dan seluruh beban yang bekerja berada pada lapisan yang sangat dalam dari permukaan tanah kedalaman lebih dari 8 meter.

Fungsi dan kegunaan dari pondasi tiang pancang adalah untuk memindahkan atau mentransfer beban-beban dari konstruksi di atasnya (super struktur) ke lapisan tanah keras yang letaknya sangat dalam.

Dalam pelaksanaan pemancangan pada umumnya dipancangkan tegak lurus dalam tanah, tetapi ada juga dipancangkan miring (battle pile) untuk dapat menahan gaya-gaya horizontal yang bekerja, Hal seperti ini sering terjadi pada dermaga dimana terdapat tekanan kesamping dari kapal dan perahu. Sudut kemiringan yang dapat dicapai oleh tiang tergantung dari alat yang digunakan serta disesuaikan pula dengan perencanaannya.

Tiang Pancang umumnya digunakan :

- Untuk mengangkat beban-beban konstruksi diatas tanah kedalam atau melalui sebuah stratum/lapisan tanah. Didalam hal ini beban vertikal dan beban lateral boleh jadi terlibat.
- Untuk menentang gaya desakan keatas, gaya guling, seperti untuk telapak ruangan bawah tanah dibawah bidang batas air jenuh atau untuk menopang kaki-kaki menara terhadap guling.
- Memampatkan endapan-endapan tak berkohesi yang bebas lepas melalui kombinasi perpindahan isi tiang pancang dan getaran dorongan. Tiang pancang ini dapat ditarik keluar kemudian.
- Mengontrol lendutan/penurunan bila kaki-kaki yang tersebar atau telapak berada pada tanah tepi atau didasari oleh sebuah lapisan yang kemampatannya tinggi.
- Membuat tanah dibawah pondasi mesin menjadi kaku untuk mengontrol amplitudo getaran dan frekuensi alamiah dari sistem tersebut.
- Sebagai faktor keamanan tambahan dibawah tumpuan jembatan dan atau pir, khususnya jika erosi merupakan persoalan yang potensial.

- Dalam konstruksi lepas pantai untuk meneruskan beban-beban diatas permukaan air melalui air dan kedalam tanah yang mendasari air tersebut. Hal seperti ini adalah mengenai tiang pancang yang ditanamkan sebagian dan yang terpengaruh oleh baik beban vertikal (dan tekuk) maupun beban lateral.

### 2.3 Fungsi Pondasi

Pondasi merupakan komponen/ struktur paling bawah dari sebuah bangunan, meski tidak terlihat secara langsung saat bangunan sudah selesai, namun secara fungsi struktur, keberadaan pondasi tidak boleh terabaikan. Perlu perencanaan yang matang, karena salah satu faktor yang mempengaruhi keawetan atau keamanan bangunan adalah pondasi.

Dalam menentukan jenis, ukuran, dan konstruksi pondasi harus memperhatikan jenis bangunan, beban bangunan, kondisi tanah, dan faktor-faktor lain yang berpengaruh secara langsung maupun tidak langsung.

Fungsi pondasi adalah *sebagai perantara untuk meneruskan beban struktur yang ada di atas muka tanah dan gaya-gaya lain yang bekerja ke tanah pendukung bangunan tersebut*. Dengan demikian, sebaiknya perlu perhitungan matang dan tidak hanya berdasar kebiasaan setempat. Karena sering ditemui, banyak yang membuat rumah hanya didasari dari kebiasaan masyarakat.

*Sebagai contoh:* Sebuah rumah sudah mengalami retak pada dindingnya, padahal konstruksinya sudah sangat kuat, mulai dari sloof, kolom, dinding, semua menggunakan konstruksi yang kuat. Tapi ada yang terlupakan, tanah yang dipergunakan untuk membangun rumah saat ini adalah bekas sawah, sehingga kondisi tanah belum stabil, sedangkan pondasi yang digunakan adalah pondasi yang biasa digunakan diwilayah tersebut.

Menurut Imam Subarkah fondasi berfungsi untuk menjamin kedudukan bangunan, mencegah bangunan turun (melesak) tidak rata yang menyebabkan pecah-pecah. Eduard Nawi (1998) menjelaskan bahwa fondasi berfungsi untuk meneruskan reaksi terpusat dari kolom dan dinding ataupun beban – beban lateral dari dinding penahan tanah ke tanah tanpa terjadinya penurunan pada system strukturnya dan tidak terjadi keruntuhan pada tanah.

### 2.4 Pengertian Kapasitas Daya Dukung

Analisis kapasitas dukung tanah mempelajari kemampuan tanah dalam mendung beban dari struktur-struktur yang terletak diatasnya. Kapasitas daya dukung menyatakan tahanan geser tanah untuk melawan penurunan akibat pembebanan akibat tahanan geser yang dapat dikerahkan oleh tanah di sepanjang bidang-bidang gesernya. Untuk memenuhi stabilitas jangka panjang perhatian harus

diberikan pada perletakan dasar pondasi. Pondasi harus di letakan pada kedalaman yang cukup untuk menanggulangi erosi permukaan gerusan kembang susut tanah dan gangguan tanah di sekitar pondasi.

Analisis-analisis kapasitas dukung dilakukan dengan cara pendekatan untuk memudahkan hitungan persamaan-persamaan yang dibuat dilakukan dengan jenis tanah, sifat dan bentuk bidang geser yang terjadi saat keruntuhan.

a. Keruntuhan Tanah

Keruntuhan tanah dapat di pengaruhi banyak factor, untuk mempelajarinya harus memperhatikan dan mengamati jalannya keruntuhan tersebut. Keruntuhan dibagi 3 yaitu :

1. Keruntuhan geser umum
2. Keruntuhan geser local
3. Keruntuhan penetrasi

b. Data Analisis Daya Dukung

Untuk menghitung daya dukung dapat dilakukan dengan analisis berdasarkan :

❖ Data uji laboratorium

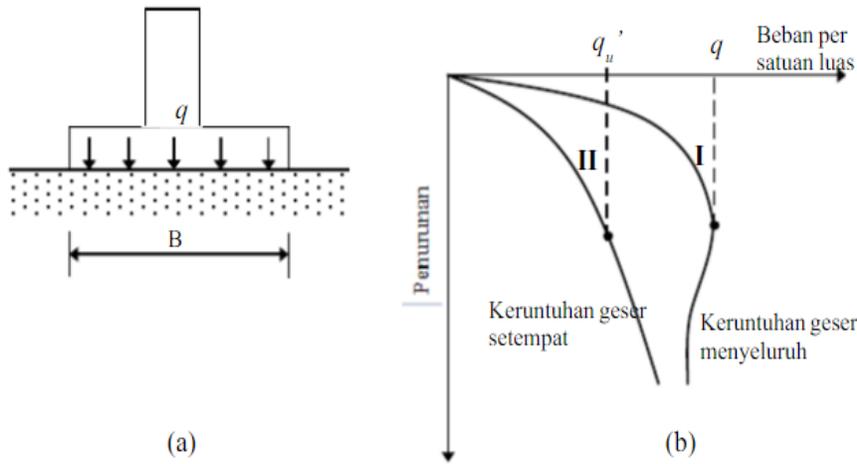
Teori Terzaghi  
Teori Meyerhoff  
Teori Brinch Hansen  
Teori Vesic

❖ Data uji lapangan

*Plate Bearing tes*  
*Cone penetration Test/CPT (sondir)*  
*Standard penetration Test/SPT*

Kapasitas daya dukung tanah (*bearing capacity*) adalah kekuatan tanah untuk menahan suatu beban yang bekerja padanya yang biasanya disalurkan melalui pondasi. Kapasitas daya dukung tanah batas ( $q_u = q_{uk} = \text{ultimate bearing capacity}$ ) adalah tekanan maksimum yang dapat diterima oleh tanah akibat beban yang bekerja tanpa menimbulkan kelongsoran geser pada tanah pendukung tepar di bawah dan sekeliling pondasi.

Konsep perhitungan daya dukung batas tanah dan bentuk keruntuhan geser dalam tanah dapat dilihat dalam model pondasi menerus dengan lebar (B) yang diletakkan pada permukaan lapisan tanah pasir padat (tanah yang kaku) seperti pada Gambar 1.3a. Apabila beban terbagi rata (q) tersebut ditambah, maka penurunan pondasi akan bertambah pula. Bila besar beban terbagi rata  $q = q_u$  ( $q_u = \text{daya dukung tanah batas}$ ) telah dicapai, maka keruntuhan daya dukung akan terjadi, yang berarti pondasi akan mengalami penurunan yang sangat besar tanpa penambahan beban q lebih lanjut seperti Gambar 1.3b. Hubungan antar beban dan penurunan ditunjukkan pada kurva I pada Gambar 1.3b. Untuk keadaan ini,  $q_u$  didefenisikan daya dukung batas dari tanah.



Gambar 10: Daya dukung batas tanah untuk kondisi dangkal  
 Model pondasi  
 Grafik hubungan antara beban dan penurunan

## 2.5 Pembebanan

Beban-beban pada struktur gedung dapat terdiri dari beban mati, beban hidup, beban angin, beban gempa, beban angin dan beban khusus lainnya seperti getaran mesin, beban kejut listrik, dan lain-lain. Beban-beban yang direncanakan akan bekerja dalam struktur gedung tergantung dari fungsi ruangan, lokasi, bentuk, kekakuan, massa dan ketinggian gedung itu sendiri. Jenis beban yang akan dipakai pada pembahasan kali ini adalah beban mati (DL) dan beban hidup (LL).

### 2.6.1 Beban Mati (DL)

Beban mati adalah beban yang berasal dari material yang digunakan pada struktur dan beban mati tambahan yang bekerja pada struktur.

Beban mati tambahan adalah beban yang berasal dari finishing lantai (keramik dan plesteran), beban dinding dan beban tambahan lainnya. Sebagai contoh berdasarkan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983):

Tabel 1. Intensitas Beban Mati

No.	Macam Beban Mati	Berat Beton
1	Beton bertulang	2400 kg/m <sup>3</sup>
2	Beban finishing ( keramik)	24 kg/m <sup>2</sup>
3	Beban ME	21 kg/m <sup>2</sup>
4	Beban plafond dan penggantung	18 kg/m <sup>2</sup>
5	Beban dinding	250 kg/m <sup>2</sup>
6	Adukan dari semen	21 kg/m <sup>2</sup>
7	Plesteran	21 kg/m <sup>2</sup>

### 2.6.2 Beban Hidup (LL)

Di dalam peraturan pembebanan telah ditetapkan bahwa fungsi suatu ruangan di dalam gedung akan membuat beban yang berbeda dengan kata lain beban hidup terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung dan di dalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat dipindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan gedung tersebut. Misal beban untuk gedung parkir tentu berbeda dengan beban untuk perkantoran dan lainnya.

Contoh beban hidup berdasarkan fungsi ruangan dari tabel 2.1 Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983):

Tabel 2. Intensitas Beban Hidup

No.	Macam Beban Hidup	Berat Beton
1	Parkir	400 kg/m <sup>2</sup>
2	Parkir lantai bawah	800 kg/m <sup>2</sup>
3	Lantai kantor	250 kg/m <sup>2</sup>
4	Lantai sekolah	250 kg/m <sup>2</sup>
5	Ruang pertemuan	400 kg/m <sup>2</sup>
6	Ruang dansa	500 kg/m <sup>2</sup>
7	Lantai olahraga	400 kg/m <sup>2</sup>

Selain itu untuk lebih jelasnya (Sunggono, 1995) dan pada tabel Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung (PPPRG 1987) hal 12 dapat dilihat contoh beban hidup pada lantai gedung.

Tabel 3. Beban hidup pada lantai Gedung

No	Lantai Gedung	Berat Beban
1.	Lantai dan tangga rumah tinggal sederhana gudang-gudang tidak penting yang bukan took, pabrik atau bengkel berat	125 kg/m <sup>2</sup>
2.	Lantai dan tangga rumah tinggal selain yang disebutkan pada butir 1.	200 kg/m <sup>2</sup>
3.	Lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, pertokoan, restoran, hotel, asrama dan rumah sakit.	250 kg/m <sup>2</sup>
4.	Tangga, bordes dan selain yang di sebutkan pada butir 3.	300 kg/m <sup>2</sup>
5.	Lantai ruang olahraga	400 kg/m <sup>2</sup>
6.	Lantai ruang dansa	500 kg/m <sup>2</sup>
7.	Lantai dan balkon interior ruang pertemuan selain yang disebut dibutir 1 sampai 6 seperti masjid, gereja, auditorium, ruang rapat, panggung penonton dengan tempat duduk menetap	400 kg/m <sup>2</sup>
8.	Tangga, bordes dan selain yang disebut dalam butir 5,6,7.	500 kg/m <sup>2</sup>
9.	Panggung penonton dengan tempat duduk tidak tetap, atau penonton berdiri.	500 kg/m <sup>2</sup>
10.	Ruang pelengkap untuk butir 3,5,6 dan 7.	250 kg/m <sup>2</sup>

## 2.7 Perhitungan Daya dukung pondasi

Banyak rumus yang dapat dipakai untuk mendisain Pondasi. Pilihan yang dipakai sangat tergantung dari kebiasaan seseorang dalam perencanaan pondasi dan data-data tanah yang tersedia. Kami hanya akan membatasi pada rumus pondasi dangkal dan pondasi dalam tunggal. Kedua jenis pondasi ini sering ditemui di lapangan.

Peck dkk membedakan pondasi dalam dan pondasi dangkal dari nilai kedalaman ( $Df/B$ ):

- $v Df/B > 4$  : Pondasi dalam
- $v Df/B \leq 1$  : Pondasi Dangkal

Dimana

Df : Nilai Kedalaman Pondasi

B : Lebar Pondasi

1. Menentukan daya dukung pondasi Dangkal

Daya dukung ultimit (ultimit bearing capacity/ult) didefinisikan sebagai beban maksimum per satuan luas dimana tanah masih dapat mendukung beban tanpa mengalami keruntuhan.

a. Perhitungan Bearing Capacity

Untuk perhitungan bearing capacity, salah satu alternatif menggunakan data sondir.

Berdasarkan rumus Meyerhoff, untuk bearing capacity pondasi dangkal dapat dihitung

Untuk pondasi setempat atau menerus dengan  $B > 1,2$  m.

$$q_a = \frac{q_c}{50} (1 + 1/B) \text{ kg/cm}^2$$

Dimana :

$q_c$  = Tahanan konus yang nilainya diambil dari nilai rata-rata interval  $B/2$  di atas alas pondasi sampai  $1,1 B$  di bawah alas pondasi.

B = Lebar pondasi

Q = Beban yang dapat dipikul pondasi

Tabel 4. Perkiraan Daya Dukung Tanah untuk pondasi dangkal berdasarkan data sondir S-1

Dimensi Pondasi (m)	Kedalaman	$q_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Daya Dukung Ijin ( $q_a$ ) (kg/cm <sup>2</sup> )	Q (kg)
1.5 x 1.5	1.0	14.69	0.296	6656
	2.0	66.92	1.347	30313
	3.0	104.29	2.100	47241
2.5 x 2.5	1.0	50.06	1.005	62824
	2.0	58.79	1.180	73776
	3.0	85.33	1.713	107093

b. Faktor keamanan pondasi telapak

Pada dasarnya untuk menentukan keamanan pondasi telapak terhadap tanah, pondasi telapak harus dihitung beberapa jenis faktor keamanan sebagai berikut

- Faktor Keamanan Daya Dukung ( $FK_{DD}$ )

Faktor Keamanan daya dukung pondasi telapak diperhitungkan terhadap perbandingan antara daya dukung ultimate tanah dan beban yang bekerja pada pondasi telapak dibagi dengan luasan dari pondasi telapak yang dapat dilihat sebagai rumus berikut:

$$FK_{DD} = \frac{q_{ult}}{q_a}$$

Dimana:

$FK_{DD}$  adalah faktor keamanan daya dukung dengan nilai 2,5 – 3

$q_{ult}$  adalah daya dukung ultimate tanah

$q_a$  adalah tegangan pondasi

- Faktor Keamanan Gesekan ( $FK_{gesek}$ )

Gesekan yang disebabkan oleh gaya geser atau gaya horizontal yang bekerja pada pondasi telapak harus diperhitungkan terhadap tahanan gesekan, dimana tahanan gesekan tergantung pada nilai N (beban maksimum yang bekerja pada pondasi telapak) dan koefisien gesekan tanah yang dapat dilihat pada Tabel 5. sebagai berikut:

Tabel 5. Koefisien Gesekan Antara Dasar dari Telapak Beton dan Tanah

Uraian	$\Delta$
Beton/batu karang	0,7 – 0,8
Beton/tanah berbatu	0,55
Beton/tanah berbatu dengan lumpur	0,45
Beton/lempung + lumpur	0,3 – 0,35

Dengan rumus sebagai berikut:

$$FK_{gesek} = \frac{\sum N \times \delta}{\sum H}$$

Dimana:

$FK_{gesek}$  tidak boleh  $< 1,5$

$\sum N$  adalah total beban vertikal terhadap dasar dari telapak

$\delta$  adalah koefisien dari gesekan antara beton dan dasar telapak

$\sum H$  adalah total gaya horizontal yang bekerja pada bangunan

- Faktor Keamanan Guling ( $FK_{guling}$ )

Kelongsoran yang dapat terjadi akibat adanya momen yang bekerja pada bangunan dan gaya horizontal, sehingga perlu dilakukan kontrol terhadap faktor guling dari pondasi telapak dengan rumus sebagai berikut:

$$FK_{guling} = \frac{\sum Mr}{\sum Mt}$$

Dimana:

$FK_{guling}$  tidak boleh  $< 1,5$

$\sum Mr$  adalah momen yang menahan guling

$\sum Mt$  adalah momen guling

## 2.8 Dasar-dasar Perhitungan Pondasi Telapak

Adapun langkah-langkah perhitungan pondasi telapak beton bertulang sebagai berikut (Pamungkas dan Harianti, 2013):

2.8.1 Kontrol gaya geser 1 arah, dimana kuat geser beton harus lebih besar dibandingkan dengan gaya geser terfaktor yang bekerja pada penampang kritis.

a. Gaya geser terfaktor

$$V_u = \sigma \times L \times G'$$

Dimana:

$V_u$  : gaya geser

$\sigma$  : tegangan tanah yang terjadi

$G'$  : daerah pembebanan yang diperhitungkan untuk geser satu arah

$$G' = L - \left( \frac{L}{2} + \frac{ak}{2} + d \right)$$

Dimana:

$L$  : lebar pondasi telapak

$ak$  : lebar kolom

$d$  : tebal efektif pondasi yang didapat dari hasil pengurangan tebal pondasi dengan tebal selimut beton

Tebal selimut beton minimum untuk beton yang dicor langsung di atas tanah dan selalu berhubungan dengan tanah adalah 75 mm berdasarkan SNI 03-2847-2002 pasal 9.7

b. Kuat geser beton

$$\phi V_c = \phi \times \frac{1}{6} \times \sqrt{f_c'} \times b \times d$$

Dimana:

$V_c$  : gaya geser nominal yang disumbangkan oleh beton

$\phi$  : faktor koreksi untuk beton

$f_c'$  : kuat tekan beton yang disyaratkan

$b$  : panjang pondasi telapak

$d$  : tebal efektif pondasi

2.8.2 Kontrol gaya geser 2 arah

Kontrol gaya geser 2 arah, dimana kuat geser beton harus lebih besar dibandingkan dengan gaya geser terfaktor yang bekerja pada penampang kritis.

$$V_u = \sigma \times (L^2 - B'^2)$$

Dimana:

$V_u$  : gaya geser

$\sigma$  : tegangan tanah yang terjadi

$L$  : panjang pondasi telapak

$B'$  : lebar penampang kritis pondasi

$$B' = ak - d$$

Dimana:

ak : lebar kolom

d : tebal efektif pondasi yang didapat dari hasil pengurangan tebal pondasi dengan tebal selimut beton.

Menurut SNI 03-2847-2002 pasal 13.12.2.1 dipilih nilai  $V_c$  adalah nilai terkecil dari:

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

$$V_c = \left(\frac{\alpha_s \times d}{\beta_c} + 2\right) \frac{\sqrt{f_c'} \times b_o \times d}{12}$$

$$V_c = \frac{1}{3} \sqrt{f_c'} \times b_o \times d$$

Dimana:

$V_u$  : gaya geser 2 arah yang terjadi

bk : panjang kolom

ak : lebar kolom

d : tinggi efektif pondasi

h : tebal pondasi

$b_o$  : keliling penampang kritis pondasi telapak

$B_c$  : konstanta perbandingan antara ak dan bk

$\alpha_s$  : konstanta untuk perhitungan pondasi telapak

40 untuk kolom dalam

30 untuk kolom tepi

20 untuk kolom sudut

### 2.8.3 Menentukan penulangan pondasi telapak

- $M_u = \frac{1}{2} \times q \times Lb^2$

- $K = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2}$

- $K_{maks} = \frac{382,5 \cdot \beta_1 \cdot (600 + f_y - 225 \cdot \beta_1) \cdot f_c'}{(600 + f_y)^2}$

- $a = \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2k}{0,85 \cdot f_c'}}\right) \cdot d$

- $A_s = \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b}{f_y}$

- $A_s = \frac{1,4 \times b \times d}{f_y}$

- $S = \frac{1/4 \times \pi \times D^2}{A_s}$

- $A_{s,u} = \frac{1/4 \times \pi \times D^2 \times S}{s}$

Dimana:

- $M_u$  : momen ultimat
- $q$  : tegangan
- $L_b$  : lebar daerah pembebanan
- $K$  : faktor momen pikul
- $K_{maks}$  : faktor momen pikul maksimal
- $b$  dan  $S$  : konstanta pengali 1000
- $d$  : tebal efektif pondasi telapak
- $s$  : jarak tulangan pondasi
- $A_s$  : luas tulangan tekan
- $A_{s,u}$  : luas tulangan tekan yang diperlukan

#### 2.8.4 Mengontrol kuat dukung pondasi

Pondasi harus mampu mendukung semua beban yang bekerja pada bangunan di atasnya. Oleh karena itu di syaratkan bahwa beban aksial terfaktor pada kolom ( $P_u$ ) tidak boleh melampaui kuat dukung dari pondasi ( $\bar{P}_u$ ) yang di rumuskan:

$$P_u \leq \bar{P}_u$$

$$\bar{P}_u = \phi \cdot 0,85 \cdot f_c' \cdot A_1 \text{ dengan } \phi = 0,7 \text{ ( Pasal 12.17.1)}$$

Dengan :

$P_u$  = gaya aksial terfaktor (pada kolom)

$\bar{P}_u$  = kuat dukung pondasi yang di bebani

$f_c'$  = mutu beton yang di syaratkan

$A_1$  = luas daerah yang dibeban