# BAB I

# PENDAHULUAN

## 1.1. UMUM

Kuat dan aman merupakan syarat mutlak berdirinya suatu konstruksi. Semua konstruksi yang direncanakan akan ditopang oleh tanah. Meneruskan beban struktur yang ada diatas muka tanah dan gaya-gaya lain yang bekerja ketanah pendukung bangunan. Pondasi merupakan fungsi utama dari struktur bangunan. Menurut BOWLES (1983) pondasi dapat didefinisikan sebagai bagian bawah bangunan tanah dan daerah tanah atau batuan yang berdekatan akan dipengaruhi oleh kedua elemen bagian bangunan bawah tanah dan beban-bebannya. Untuk itu jenis tanah dengan segala sifat teknis tanah merupakan faktor penting yang harus dipertimbangkan dalam perencanaan suatu pondasi agar tidak terjadi kegagalan konstruksi pada suatu bangunan. Salah satu kegagalan konstruksi yang sangat sering terjadi adalah penurunan tanah yang disebabkan karena proses konsolidasi. Konsolidasi adalah proses berkurangnya volume atau berkurangnya rongga pori dan tanah jenuh permeabilitas rendah akibat pembebanan, dimana prosesnya dipengaruhi oleh kecepatan terperasnya air keluar dari rongga tanah (Hardiyatmo, 2007).

Pendefinisian tanah secara mekanika tanah berbeda dengan pengertian geologi, menurut geologi, tanah itu adalah batuan, sedangkan oleh mekanika tanah, sebahagian butiran seperti berangkal, kerakal dan kerikil adalah termasuk tanah. Tanah *(Soils)* adalah merupakan campuran sebagian atau seluruh jenis berangkal *(Boulders)*, kerakal *(Cobbles)*, kerikil *(Gravels)*, pasir *(Sands)*, lanau *(Silts)* dan lempung *(Clays)* serta koloid *(Colloids).*

Ukuran-ukuran tanah *(Size of Soils)* secara umum dapat dibedakan sebagai berikut:

1. Berangkal *( boulders)* : ( 250- 300) mm
2. Kerakal *(Cobbles)* : (75- 250) mm
3. Kerikil *(Gravels)* : ( 5-75) mm
4. Pasir *(Sand)* : (0.074-5) mm
   - Pasir kasar *(Coarse Sand)* : (3.000-5) mm
   - Pasir sedang *(Medium Sand)* : (1.000-3) mm
   - Pasir halus *( Fine sand)* : ( 0.074-1) mm

5. Lanau *(Silts)* : (0.002-0.074) mm
6. Lempung *(Clays)* : (0.001-0.0020) mm
7. Koloid *(Colloids)* : < 0.001 mm

Material no. 1 sampai no. 4 di atas adalah batu dan pasir, namun dalam ilmu mekanika tanah material tersebut masuk kategori "Tanah". Pembagian ukuran butiran diatas tergantung beberapa hasil standarisasi seperti **ASTM, AASHTO, DIN, BS, JIS** dan lain-lain, akan tetapi yang umum digunakan adalah standard **ASTM dan AASHTO**. Perkuatan pondasi yang terjadi pada bangunan Rumah Sakit MAHINRUS jalan rakyat Medan, adalah untuk menambah daya dukung tanah dimana bangunan tersebut akan dinaikkan 1 (satu) tingkat lagi. Sebagaimana telah disurvey pondasi yang sudah ada harus diperkuat karena pondasi lama tidak akan mampu menampung tambahan beban bangunan yang direncanakan setinggi 1 (satu) tingkat. Dalam perencanaan dibawah pondasi menerus akan dipasang cerucuk. Berdasarkan hasil penelitian dan evaluasi akibat penambahan jumlah lantai gedung Rumah Sakit MAHINRUS jalan rakyat Medan perlu adanya perbaikan dan re-design yaitu dengan memperkuat dengan struktur pondasi tambahan yang terbuat dari cerucuk dengan dimensi penampang 10 cm pada kedalaman 1,5 – 2 meter. Sehingga pondasi yang ditambahkan dengan cerucuk semakin padat dan semakin menyatu dengan perkuatannya. Dalam tugas akhir ini akan diperkenalkan dan dijelaskan tentang **"PERKUATAN PONDASI DANGKAL PADA RUMAH SAKIT MAHINRUS JALAN RAKYAT MEDAN"**

## 1.2. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui bagaimana cara penanganan perkuatan pondasi pada struktur bangunan.
2. Meningkatkan kekuatan pondasi yang sudah ada dikarenakan bangunan lama akan ditambahi satu tingkat lagi menjadi tiga tingkat.

## 1.3. PERUMUSAN MASALAH

Masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah:

1. Pengaruh cerucuk terhadap daya dukung pondasi.
2. Bagaimana menentukan diameter cerucuk.
3. Bagaimana menentukan jumlah cerucuk yang diperlukan.
4. Bagaimana cara pelaksanaan pemasangan ramset dilapangan.

## 1.4. PEMBATASAN MASALAH

Dalam penelitian ini, permasalahan dibatasi pada:

1. Data-data yang diperoleh dari hasil penyelidikan di lapangan yaitu:
   - Data hasil tes sondir
   - Data hasil pemancangan cerucuk untuk pondasi dangkal
2. Analisa kekuatan tanah.
3. Aplikasi kekuatan tanah ke pondasi dangkal.

## 1.5. SISTEMATIKA PENULISAN

BAB I. PENDAHULUAN

Meliputi : Latar belakang, maksud dan tujuan, perumusan masalah, batasan masalah, sistematika penulisan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Berisi uraian dasar-dasar teori yang mendukung analisis permasalahan yang akan dilakukan.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang proses penelitian, lokasi penelitian, metodologi penelitian dan metode analisa data. Pengumpulan data dengan melakukan peninjauan lokasi proyek.

BAB IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pengelolaan data-data yang diperoleh dari hasil peninjauan dan pembahsan pokok-pokok temuan penelitian dengan membandingkan pokok-pokok temuan dari teori yang digunakan.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan dari keseluruhan pengamatan dan analisa data serta saran-saran yang dapat digunakan untuk pelaksanaan hasil perencanaan.

# BAB II
# TINJAUAN PUSTAKA

## 2.1. UMUM

Secara ilmu geologi, bahwa tanah terjadi akibat pelapukan batuan dan reruntuhan benturan antara batuan. Pelapukan batuan *(Rock Weathering)* terjadi akibat proses alamiah dari batuan. Pada gunung batuan terjadi proses pelapukan pengaruh karbonat atau oksida yang tersenyawa antara partikel-partikel batuan dan oleh adanya material organik seperti pohon-pohonan dan tumbuh-tumbuhan.

Tanah selalu mempunyai peranan penting pada suatu lokasi pekerjaan konstruksi. Tanah adalah pondasi pendukung suatu bangunan, atau bahan konstruksi dari bangunan itu sendiri seperti tanggul atau bendungan, atau kadang-kadang sebagai sumber penyebab gaya luar pada, bangunan, seperti tembok/dinding penahan tanah. Jadi tanah itu selalu berperan pada setiap pekerjaan teknik sipil. Secara umum jenis tanah (jenis tanah) terbagi atas 2 jenis, yaitu tanah berbutir kasar *(Coarse Grained Soils)* dan tanah berbutir halus *(Fine Grained Soils)*. Penjelasan mengenai jenis tanah kembali diuraikan, karena pengetahuan dan penguasaan tentang jenis tanah *(Soil Name and Soil Type/ Soil Classification)* adalah sangat penting bagi seorang designer pondasi. Suatu pondasi dapat diletakkan dibeberapa jenis tanah yang berbeda, namun yang menjadi persoalan bagaimana kekuatan tanah dimana pondasi tersebut diletakkan. Sampai saat ini masih banyak ditemukan kasus pelaksanaan pekerjaan pondasi yang tidak sesuai dengan apa yang seharusnya, dimana para pekerja kurang paham tentang tingkat kekasaran tanah *(Hardness – Compactness atau Density – Consistency)* dipondasi bangunan yang akan diletakkan. Seperti kasus menggali tanah untuk pondasi dangkal, pondasi tersebut diletakkan pada kedalam 1,5 m seorang tukang menggali tanah tersebut dengan cangkul, saat posisi galian berada dikedalaman 1,0 m tanah tersebut sudah agak sulit digali, maka tukang tersebut mengatakan tanah yang digali sudah cukup keras. Para pelaksana dan para engineer sering sekali mengambil keputusan, bahwa memang tanah yang digali tersebut sudah cukup keras padahal menurut hasil penyelidikan tanah kekuatan tanah pada kedalaman 1,0 m masih kategori tanah lunak *(Soft Soil)*. Pengambilan keputusan ini sangat kurang tepat bagi seorang engineer, karena jika semua pondasi diletakkan pada kedalaman tanah keras, untuk apa penyelidikan tanah di laboratorium dilakukan. Apabila suatu pondasi sudah terletak pada kedalaman tanah dengan kondisi tanah keras *(Hard – Dense Condition)*, tentunya persoalan lain sudah tidak ada, terutama problema penurunan tanah pondasi.

Prinsip meletakkan pondasi harus pada kedalaman tanah keras seharusnya dihindarkan tapi kita harus merencanakan bentuk/type dan posisi pondasi pada tanah dimana pondasi tersebut mampu mendukung bangunan atas *(Working Loads)* dengan memperhatikan faktor keamanan dan faktor biaya pembuatan pondasi tersebut. Jika tegangan yang ditimbulkan oleh beban kerja *(Working Loads)* disebut $\sigma_b$ dan daya dukung tanah pondasi *(Soil Bearing Capacity)* disebut Qall, maka secara umum, apabila $Q_{all} > \sigma_b$, maka posisi tanah dan bentuk pondasi yang direncanakan, cukup aman.

Pondasi Cerucuk adalah salah satu jenis pondasi yang biasanya diaplikasikan didaerah dengan kondisi tanah yang kurang stabil dimana umumnya dengan jenis tanah lumpur ataupun tanah gambut dengan elevasi muka air yang cukup tingggi. Cerucuk dalam defenisinya adalah susunan tiang kayu dengan diameter antara 8 sampai 15 meter yang dimasukkan atau ditancapkan secara vertikal kedalam tanah yang ditujukan untuk memperkuat daya dukung terhadap beban diatasnya.

Perlunya pemberian pondasi cerucuk didasarkan atas :

1. Daya dukung tanah yang cukup rendah.
2. Kesulitan saat konstruksi, dimana untuk mengerjakan pondasi dalam saat konstruksi akan mengalami kesulitan oleh ketinggian elevasi muka air tanah yang cukup tinggi.

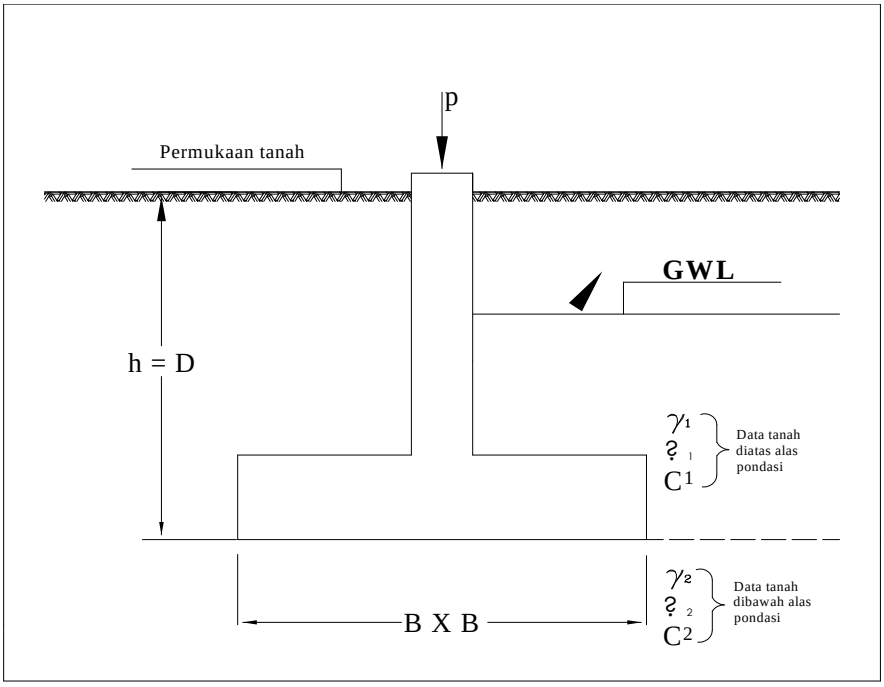
## 2.2. HUBUNGAN MASSA DENGAN VOLUME

Pengetahuan hubungan massa dengan volume *(Mass Volume Relationships)* pada pembahasan perhitungan parameter tanah lainnya dan perhitungan konsolidasi sangat penting dipahami karena problema ini adalah dasar utama dalam penurunan rumus atau persamaan-persamaan yang timbul dalam perhitungan daya dukung tanah *(Consolidation and Settlement)*. Parameter tanah yang umum diperoleh dari hasil pengujian tanah dilaboratorium adalah:

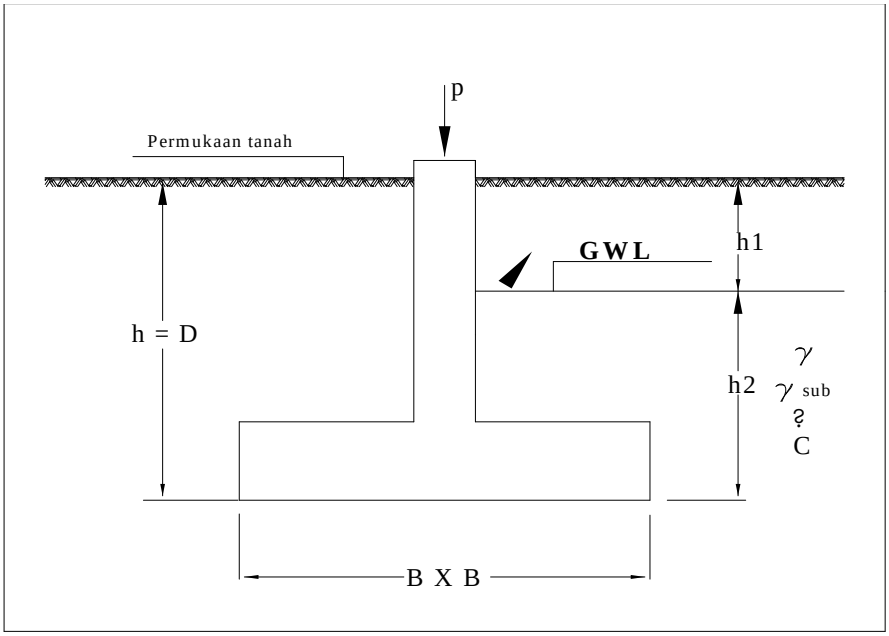
1. Kadar air (W) dari percobaan kadar air *(Moisture Content Test)*
2. Berat isi ($\gamma$) dari percobaan berat isi *(Unit Weight Test)*
3. Berat jenis (Gs) dari percobaan berat jenis *(Specific Gravity Test)*

Namum parameter tanah *(Soil Properties)* yang sering muncul pada perhitungan dengan dukung tanah dan konsolidasi atau penurunan tanah adalah seperti berikut:

1. Angka pori *(Void Ratio)*, e
2. Berat isi terendam *(Submerged Unit Weight)*, γsub




Gambar. 2.1. Pondasi Dangkal yang Dipengaruhi Muka Air Tanah



Gambar 2.2. Pondasi Dangkal yang Dipengaruhi Muka Air Tanah

Pada gambar 2.1. daya dukung pondasi tanpa ada pengaruh muka air tanah. Jika dihitunga besarnya daya dukung pondasi dangkal tersebut, digunakan rumus seperti berikut:

- Tekanan Tanah

  $(q) = \gamma \times H$ (2.1)

- Daya Dukung Tanah (Qult)

  $Qult = (1,3)\ (c)\ (Nc) + q\ (Nq) + (0,4)\ (\gamma)\ (B)\ (N\gamma)$ (2.2)

Pada gambar 2.2. daya dukung pondasi dengan adanya muka air tanah. Pengaruh muka air tanah harus diperhitungkan,

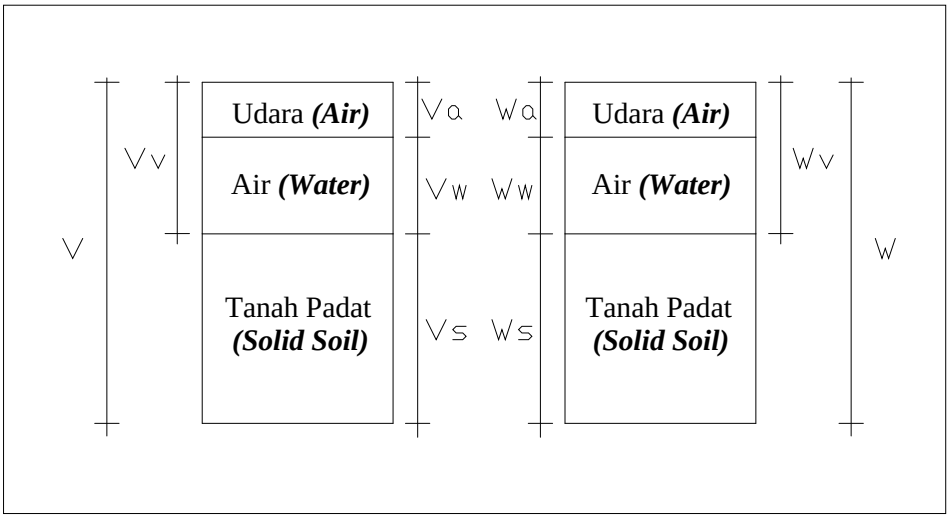
- Tekanan Tanah

  $(q) = \gamma \times h1 + \gamma sub \times h2$ (2.3)

- Daya Dukung Tanah (Qult)

  $Qult = (1,3)\ (c)\ (Nc) + q\ (Nq) + (0,4)\ (\gamma sub)\ (B)\ (N\gamma)$ (2.4)

Jika diamati pada kedua gambar diatas dan rumus mencari tekanan (q) dan kapasitas daya dukung tanah (Qult), nampak jelas perbedaannya, yaitu pada penggunaan $\gamma$ dan $\gamma sub$. Pada persamaan daya dukung Qult. Hal seperti ini sering disebut ***"Engineering Analysis"***, $\gamma sub$ dapat dihitung melalui persamaan-persamaan yang sering disebut ***"Hubungan Massa Dengan Volume"*** atau ***"Mass Volume Relationships".***



Gambar 2.3. Hubungan Massa Dengan Volume Satu Contoh Tanah

Gambar 2.3 diatas adalah suatu sample tanah terdiri dari udara, air dan tanah sendiri. Suatu contoh tanah memiliki ***"rongga"*** dan rongga ini diisi oleh udara dari air. Suatu contoh tanah yang bebas dari rongga disebut butir tanah padat. Berikut ini keterangan beberapa symbol penting untuk mendapatkan parameter tanah lainnya :

W = Kadar air

$\gamma$ = Berat isi ; gr/cc

$\gamma d$ = Berat isi kering ; gr/cc

$\gamma sat$ = Berat isi jenuh ; gr/cc

$\gamma sub$ = Berat isi celup ; gr/cc

$\gamma w$ = Berat isi air ; gr/cc

Gs = Berat jenis

Wa = Berat udara ; gr

Ww = Berat air ; gr

Ws = Berat tanah kering

Wt = Berat total kering ; gr

Vt = Volume total sample ; cm3

Va = Volume udara ; cm3

Vw = Volume air ; cm3

Vs = Volume rongga (Rongga diisi Oleh Air dan Udara)

Persamaan – persamaan

Persamaan volume dan berat gambar 2.3 diatas adalah sebagai berikut :

$$Vt = Va + Vw + Vs \quad (2.5)$$

$$Vv = Va + Vw \text{ (Volume Rongga)} \quad (2.6)$$

$$Wt = Wa + Ww + Ws \quad (2.7)$$

$$Wv = Wa + Ww \text{ (Berat Rongga)} \quad (2.8)$$

1. <u>Berat isi *(Unit Weight/Density)*, γ</u>

$\gamma = \frac{Berat}{Volume} = \frac{Wt}{Vt}$, dalam gr/cc (2.9)

$\gamma d = \frac{Ws}{Vt}$ atau $\gamma d = \frac{\gamma(100)}{(100+W)}$, dalam gr/cc (2.10)

$W = \frac{Berat\ air}{Volume\ tanah\ kering} x100$, dalam persen (%) (2.11)

2. <u>Angka pori *(Void Ratio)*, e</u>

Angka pori adalah perbandingan volume rongga dengan volume tanah padat *(Solid Soil).*

$e = \frac{Vv}{Vs} = \frac{n}{1-n}$ (2.12)

$Vt = Va + Vw + Vs$ (2.13)

$Vt = \frac{Wt}{\gamma}$, cm³ (2.14)

$Wt = Ws + Ww + Wa$ (2.15)

Anggapan

Ws = 1 dan Wa = 0

Wa = W dalam angka

$Vs = \frac{Ws}{Gs\ (\gamma w)}$, cm³ ⟶ Volume tanah padat

$Vw = \frac{Ww}{Gsw\ (\gamma w)}$, cm³ ⟶ Volume air

Dimana :

Gsw = Berat jenis air = 1,0

γw = Berat isi air = 1,0 gr/cc

Vw = Ww = W dalam angka

Vv = Va + Vw, cm³

Va = Vt – (Vw + Vs), cm³ (2.16)

3. <u>Porositas *(Porosity)*, n</u>

Porositas adalah perbandingan volume rongga dengan volume total tanah.

$n = \frac{Vv}{Vt} = \frac{e}{1+e}$ (2.17)

4. <u>Derajat kejenuhan *(Degree of Saturation)*, Sr</u>

$$Sr = \frac{Vw}{Vv} x100\% \qquad (2.18)$$

Rumus umum mencari volume adalah sebagai berikut:

$V = \frac{W}{Gs \ ¥w}$ sehingga ; $Vs = \frac{Ws}{Gs(\gamma w)}$

Atau : $Vw = \frac{Ww}{Gw(\gamma w)} = Ww$ (2.18)

5. <u>Kadar air *(Moisture/Water Content)*, W</u>

$$W = \frac{Ww}{Ws} x100, \% \qquad (2.19)$$

## 2.3. MUKA AIR TANAH

Dalam penyelidikan tanah, muka air tanah sangat perlu diselidiki karena akan mempengaruhi perhitungan daya dukung tanah untuk pondasi dan perhitungan besarnya tekanan tanah. Pemakaian γ dan γsub dalam perhitungan daya dukung atau tekanan tanah adalah sebagai berikut:

1. Ambil γ *apabila tidak ada dipengaruhi muka air tanah* atau dengan kata lain semua perhitungan diatas GWL menggunakan γ.
2. Ambil γsub *apabila dipengaruhi oleh muka air tanah* atau dengan kata lain semua perhitungan dibawah GWL harus menggunakan γsub.

### 2.3.1. Pengaruh Letak Muka Air Tanah Pada Perhitungan Daya Dukung Pondasi Dangkal

Untuk kasus ini, ada 4 (empat) kondisi yang dapat ditinjau, yaitu muka air tanah terletak pada :

1) Permukaan tanah
2) Pada alas pondasi
3) Sejauh Dw = B dari alas pondasi keatas
4) Sejauh Dw > B dari alas pondasi kebawah

Penjelasan Muka Air Tanah (MAT) = Ground Water Level (GWL)

1) Jarak atau posisi muka air tanah diatas alas pondasi disebut $Dw^1$
2) Jarak atau posisi muka air tanah dibawah alas pondasi disebut Dw
3) Dalamnya pondasi disebut D
4) Lebar pondasi disebut B

Rumus – rumus faktor korelasi GWL dan daya dukung pondasi dangkal

$$Rw = \frac{1}{2}\left(1 + \frac{Dw}{B}\right) \quad (2.20)$$

$$Rw^1 = \frac{1}{2}\left(1 + \frac{Dw^1}{D}\right) \quad (2.21)$$

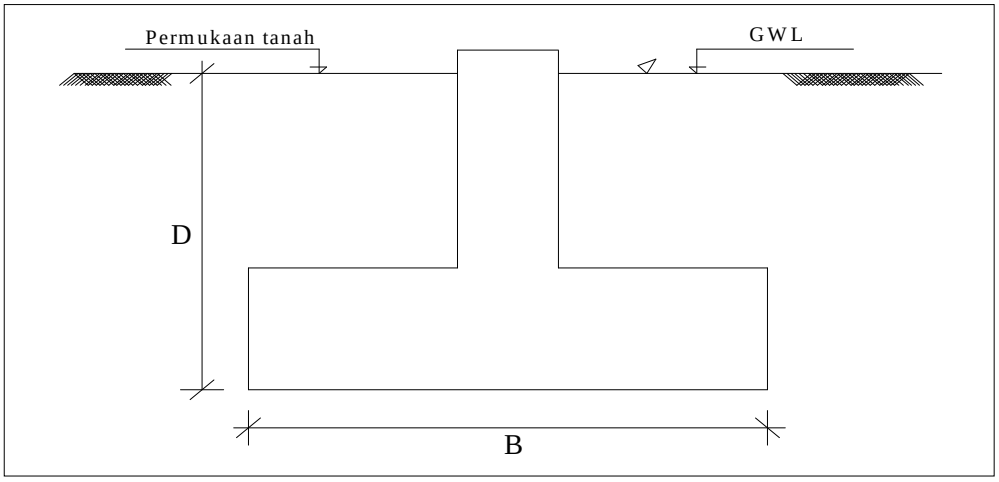
<u>Batasan Harga</u>

1) Harga $Rw^1$ maksimal 1
2) Harga $Dw^1$ maksimal sejauh B

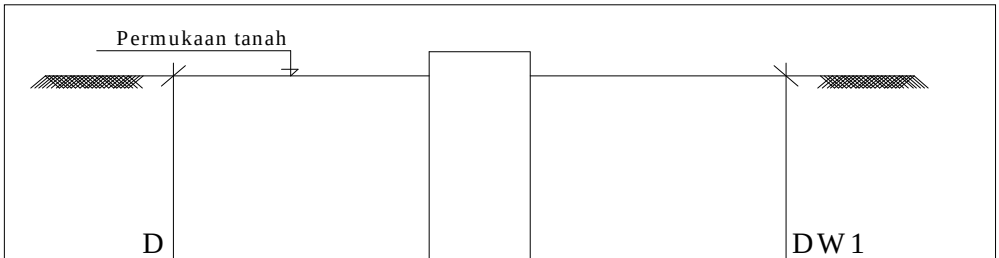
Rumus umum daya dukung pondasi dangkal dengan faktor koreksi GWL

$Qult = (c)(Nc) + (q)(Nq)(Rw^1) + \frac{1}{2}(\gamma)(B)(N\gamma)(Rw)$

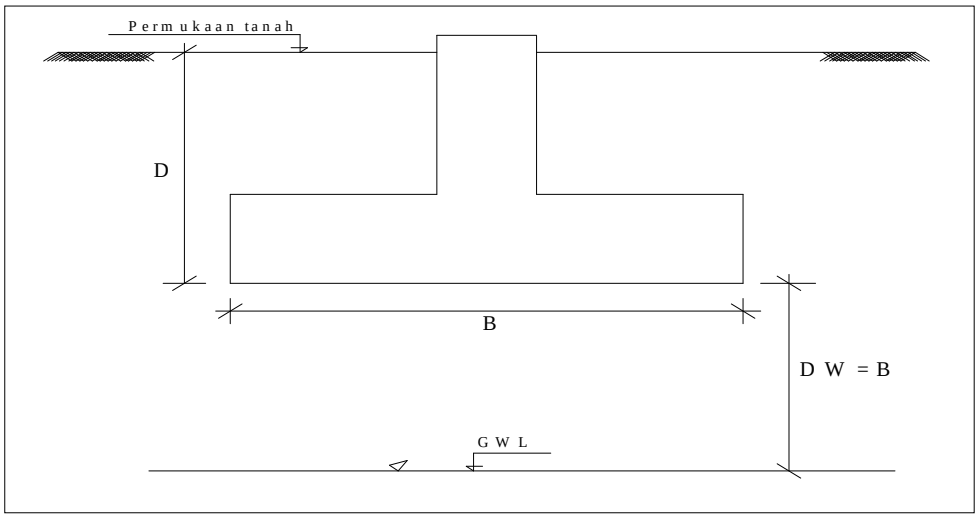
$q = \Sigma\ \gamma sub\ D \longrightarrow$ Tekanan tanah effektif, lihat pada gambar 2.4.



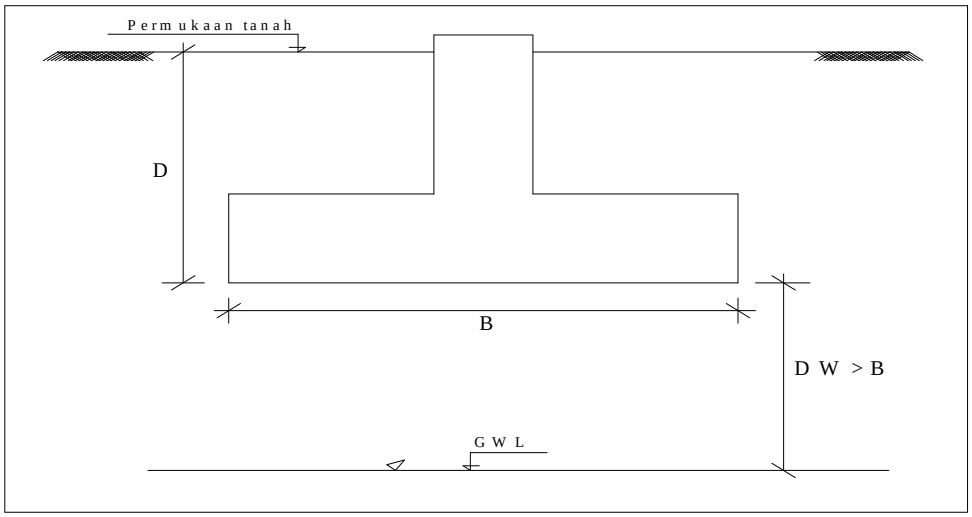

Gambar 2.4. Posisi muka air tanah pada permukaan tanah



Gambar 2.5. Posisi muka air tanah pada alas pondas




Gambar 2.6. Posisi muka air tanah setinggi lebar pondasi di bawah alas pondasi



Gambar 2.7. Posisi muka air tanah > lebar pondasi di bawah alas pondasi

### 2.3.2. Hubungan Muka Air Tanah Dengan Penurunan

Letak muka air tanah ini dapat berubah – ubah sesuai dengan musim. Pada musim kemarau, letak muka air tanah akan mengalami penurunan dan sebaliknya pada musim penghujan/banjir muka air tanah akan mengalami kenaikan. Turun naiknya muka air tanah, akan mempengaruhi kekuatan tanah *(Soil Bearing Capacity)* dan penurunan *(Settlement)*.

1) Turunnya muka air tanah akan menimbulkan pertambahan beban yang sangat mempengaruhi besarnya penurunan *(Settlement)*.
2) Naiknya muka air tanah akan menimbulkan bertambahnya daya dukung, karena disamping tekanan tanah *(Earth Pressure atau ¥h)* akan ada atau akan timbul tekanan pori yang dapat memperkecil tekanan tanah.

## 2.4. PONDASI

Pondasi adalah struktur bagian bawah bangunan yang berhubungan langsung dengan tanah dan suatu bagian dari konstruksi yang berfungsi menahan gaya beban diatasnya. 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.

Untuk merencanakan suatu pondasi yang akurat, secara umum ada 2 hal penting yang perlu ditinjau, yaitu :

1. Daya dukung tanah pondasi *(Soil Bearing Capacity of Foundation)*
2. Penurunan pondasi *(Settlement of Foundation)*

Untuk dapat menghitung kedua hal diatas, diperlukan data parameter tanah *(Index-Enggineering Properties of Soil)* dimana pondasi didirikan. Data parameter tanah tersebut diperoleh dengan cara menyelidiki sample yang diambil dari lokasi laboratorium mekanika tanah atau dengan cara mengadakan pengujian langsung dilapangan *(In-situ Test)* seperti test penetrasi standar *(Standard Penetration Test)* atau dengan penetrasi konus *(Biconus Sounding Test/Sondir)*. Kemudian hasil di atas harus kita sesuaikan dengan fungsi pondasi dan beban kerja.

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. 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 jenis bangunan yang akan dibangun dan keadaan tanah tempat pondasi tersebut akan diletakkan, biasanya pondasi diletakkan pada tanah yang keras.

Pemilihan jenis struktur bawah *(Sub Structure)* yaitu pondasi, menurut *Suyono (1984)* harus mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut :

1. Keadaan tanah pondasi

   Keadaan tanah pondasi kaitannya adalah dalam pemilihan tipe pondasi yang sesuai. Hal tersebut meliputi jenis tanah, daya dukung tanah, kedalaman lapisan tanah keras dan sebagainya.
2. Batasan-batasan akibat struktur di atasnya.

   Keadaan struktur atas akan sangat mempengaruhi pemilihan tipe pondasi. Hal ini meliputi kondisi beban (besar beban, arah beban dan penyebaran beban) dan sifat dinamis bangunan di atasnya (statis tertentu atau tak tentu, kekakuannya, dan lain-lain.)
3. Batasan-batasan keadaan lingkungan di sekitarnya

   Yang termasuk dalam batasan ini adalah kondisi lokasi proyek, dimana perlu diingat bahwa pekerjaan pondasi tidak boleh mengganggu ataupun membahayakan bangunan dan lingkungan yang telah ada di sekitarnya.
4. Biaya dan waktu pelaksanaan pekerjaan

Sebuah proyek pembangunan akan sangat memperhatikan aspek waktu dan biaya pelaksanaan pekerjaan, karena hal ini sangat erat hubungannya dengan tujuan pencapaian kondisi yang ekonomis dalam pembangunan.

## 2.5. JENIS DAN TYPE PONDASI SECARA UMUM

Secara umum jenis dan type pondasi terbagi 2 *(dua)*, yaitu:

1. Pondasi dangkal *(Shallow Foundation)*
2. Pondasi dalam *(Deep Foundation)*

Di lapangan pondasi dangkal sering disebut pondasi menerus, pondasi setempat, pondasi tapak atau pondasi tikar, sedangkan untuk pondasi dalam sering disebut pondasi sumuran, pondasi bor, pondasi tiang pancang atau paku bumi, ada istilah jack pile, drop pile dan bored pile. Pondasi dangkal pada umumnya diletakkan pada kedalaman (*0,00 – 3,00*) m dengan syarat Df ≤ B. Pondasi dalam type sumuran gaya dapat *(Caissan Counter Weight Type)* diletakkan pada kedalaman *(2,00 – 10)* m, sementara pondasi tidak dapat diletakkan pada kedalaman *(5,00 – 100,00)* m atau disesuaikan dengan kemampuan alat.

### 2.5.1. Pondasi Dangkal

Suatu pondasi dangkal *(Shallow Foundation)* dapat diletakkan antara kedalaman (0-5) m, sehingga penyelidikan parameter tanah diatas alas pondasi maupun pada/dibawah alas pondasi mutlak dilakukan untuk mendapatkan data parameter tanah yang diperlukan dalam perencanaan pondasi tersebut.

Kasus yang sering ditemui pada pemilihan pondasi dangkal adalah apabila pondasi dangkal tersebut harus diletakkan pada kondisi tanah yang sangat lunak – lunak *(Very Soft – Soft Clay Soils)* atau kondisi tanah sangat lepas – lepas *(Very Loose – Loose Sand Soils)* karena penurunan pondasi *(Settlement of Foundation)* sering menjadi kasus utama pada pekerjaan pondasi dangkal tersebut. Kategori tanah sangat lunak – lunak *(Very Loose – Loose Sand Soils)* adalah N= 0 – 4 atau CR = (0 – 10) kg/cm² sedangkan untuk tanah sangat lepas – lepas *(Very Loose – Loose Sand Soils)* adalah N= 0 – 10 atau CR = (0 – 40) kg/cm², dimana N adalah N-Value SPT

dan CR adalah Cone Resistance Pengujian Sondir, perjelas karakteristik kekuatan tanah berdasarkan N-Value SPT dan CR sondir.

Disamping kasus penurunan *(Settlement)*, pada pondasi dangkal sering juga terjadi kasus pergeseran *(Shear Failure)*, Namun dalam perencanaan pondasi dangkal, masalah keruntuhan *(Failure/Collapse)* adalah dasar utama penurunan rumus – rumus perhitungan daya dukung tanah *(Soil Bearing Capacity)* pondasi dangkal.

### 2.5.2. Pondasi Dalam

Pondasi dalam adalah pondasi yang ditanam didalam tanah dengan kedalaman tertentu yang berfungsi meneruskan beban bangunan kedasar 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 kedalam yang tertentu sampai didapat jenis tanah yang mendukung daya beban strutur bangunan sehingga jenis tanah yang tidak cocok di permukaan tidak mempengaruhi struktur bangunan.

Dalam perencanaan daya dukung tanah untuk pondasi dalam *(Soil Bearing Capacity for Deep Pile Foundation)*, berdasarkan N-Value data dari SPT, diperlukan pengetahuan tentang hal-hal seperti berikut ini:

1) Jenis tanah secara visual ataupun Detail *(*Tanah Pasiran*/ Granural Soil dan* Tanah Lempung*/ Cohesive Soil).*
2) N-Value dari standard penetration Test *(SPT).*
3) Tingkat kekerasan tanah *(Compactness and Hardness of Soil).*
4) Hubungan N-value dengan unit weight and angle internal friction.
5) Daya dukung tanah pada alas *(Point Bearing Capacity)* dan pada dinding *(Skin Friction Bearing Capacity)* pondasi tiang/sumuran.

Data pondasi tiang, seperti : luas keliling tiang dan luas tiang/sumuran.

Banyak methode – methode yang umum digunakan dalam perencanaan daya dukung tanah untuk pondasi *(Soil Bearing Capacity Foundation),* seperti menurut:

1) Terzaghi,
2) Vesic,
3) Thomlinson,
4) Meyerhoof,
5) Nordlund,
6) Dan lain – lain.

Namun pada dasarnya, hasil perencanaan pondasi suatu bangunan tergantung pada pengalaman – pengalaman dan keberanian seseorang Engineer dalam perencanaan dan pelaksanaan di lapangan.

Pondasi dalam *(Deep Foundation)* dapat berupa pondasi tiang *(Pile Foundation)* seperti berikut :

1). Tiang Pancang *(Driven Pile)*
Ukuran 30 × 30, 35 × 35, 40 × 40 cm.
Dan ada type hollow ukuran diameter 40, 45, 50 cm.

2). Mini Pile *(Jack Pile)* seperti square luar pile ukuran
*(20×20)* cm, *(25×25)* cm
dan *(30×30)*cm serta V–pile ukuran *(22 × 22 × 22)* cm dan *(28×28× 28)*cm.

3). Pondasi tiang bor *(Bored Pile/RCD Pile), (40-120) cm*

**2.5.2.1. Metode Perencanaan Pondasi Dangkal**

Ada beberapa para ahli/pakar pondasi tanah *(Soil Mechanic and Foundation Experience)* yang terkenal dan umumnya digunakan, sebagai berikut :

a. Terzaghi,
b. Meyerhoff,
c. Hansen,
d. Skempton,
e. Vesic,
f. Frandtl,

Sehingga persamaan – persamaan yang dibuat oleh para ahli diatas sering disebut ***"Methode Terzaghi"*** atau ***"Methode Hansen"*** dan ***"Methode Meyerhoff"*** dan lain – lain.

Secara umum para pakar diatas, menurunkan persamaan dalam perhitungan mengunakan data hasil penyelidikan sample tanah dilaboratorium dengan memperhatikan faktor – faktor seperti berikut :

a. Faktor kedalaman *(Depth Factor)*
b. Faktor bentuk *(Shape Factor)*
c. Faktor inklinasi *(Inclination Factor)*

   Selanjutnya hanya methode Meyerhoff yang dijelaskan untuk perhitungan besarnya daya dukung tanah untuk pondasi dangkal selanjutnya.

## 2.6. DAYA DUKUNG TANAH *(SOIL BEARING CAPACITY)*

Dalam perencanaan pondasi bahwa kekuatan tanah *(Soil Strength)* dimana pondasi diletakkan harus mampu memikul beban *(Design Loads)* dari setiap konstruksi teknik yang diletakkan pada tanah tersebut tanpa mengalami kegagalan geser dan dengan penurunan yang dapat ditolerir untuk konstruksi tersebut. Kegagalan geser tanah dapat menimbulkan distorsi bangunan yang berlebihan dan bahkan keruntuhan. Penurunan pondasi yang berlebihan dapat mengakibatkan kerusakan struktural pada kerangka bangunan, gangguan – gangguan seperti pada pintu dan jendela yang sukar dibuka, retak – retak pada lapisan porselen/keramik dan plesteran.kerusakan konstruksi yang disebabkan oleh perencanaan pondasi yang tidak memadai, umumnya diakibatkan oleh kasus penurunan yang berlebihan. Hal ini sebagian mungkin disebabkan karena penurunan bergantung pada waktu sehingga ketika retak – retak atau kerusakan lain mulai kelihatan secara perlahan dan waktu yang cukup lama. Dalam banyak hal, kriteria penurunan akan menentukan daya dukung tanah yang diijinkan, akan tetapi, pada beberapa kasus gaya geser dasar membatasi daya dukung ijin misalnya, daya dukung ijin *(Allowable Bearing Capacity)* untuk pondasi telapak pada tanah kohesif tak jenuh sering sekali didasarkan pada kekuatan kompresi yang tak dibatas *(Khusus tanah lempung) (Unconfined Compression Strength)*, yang merupakan versi yang disederhanakan dari persamaan daya dukung. Konstruksi yang dibangun diatas

tanah lunak *(Soft Soil)* seperti tangki penyimpanan cairan dan pondasi rakit cenderung lebih dipengaruhi oleh kegagalan geser dasar dari pada oleh penurunan, karena jika konstruksi tersebut mengalami beban yang sedemikian rupa, maka pondasi konstruksi dapat turun secara merata dan konstruksi tersebut dapat mentolerir penurunan yang besar. Daya dukung ultimate *(Ultimate Bearing Capacity)*, agak lebih sukar ditaksir untuk tanah yang terdiri dari beberapa lapisan. Pondai yang diletakkan pada atau dekat lereng *(Slope)* dan pondasi yang memikul tarikan sebagai gaya utama. Juga sukar ditaksir rekomendasi untuk daya dukung ijin ($Q_{all}$) yang harus dipakai dalam perencanaan didasarkan pada pertimbangan penurunan dan pada daya dukung ultimit ($Q_{ult}$). Daya dukung ultimit dibagi oleh faktor keamanan yang sesusai, yang didasarkan pada jenis tanah dan dapat diambil antara 2-5, akan menghasilkan daya dukung yang diijinkan suatu pondasi.

Pengambilan angka keamanan tergantung pada keberanian dan pengalaman seorang designer dan faktor ketelitian dalam pelaksanaan. Dalam perencanaan pondasi gedung atau bangunan lain ada dua hal utama yang harus diperhatikan oleh para designer pondasi, yaitu :

1. Daya dukung tanah *(Soil Bearing Capacity)*, yaitu apakah tanah yang bersangkutan cukup kuat untuk menahan beban pondasi tanpa terjadi keruntuhan akibat geser *(Shear Failure)*.
2. Penurunan yang akan terjadi *(Settlement)* hal ini tergantung pada jenis atau type tanah serta sifatnya.

Akibat beban konstruksi *(Design Loads)* diletakkan diatas sebuah pondasi, ditambah sedikit demi sedikit (Pembebanan Bertahap) maka pondasi tersebut akan mengalami penurunan. Besarnya penurunan pada setiap penambahan beban, dapat ditentukan sehingga dapat dibuat grafik penurunan terhadap beban, dengan catatan kondisi tanah pendukung kurang mampu memikul beban kerja. Dan apabila tanah pendukung masih mampu memikul beban kerja, problema penurunan relatif tidak terjadi.

## 2.7. PERSAMAAN DAYA DUKUNG (BEARING CAPACITY EQUATIONS)

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, bahwa banyak persamaan – persamaan daya dukung yang ditentukan dan diusulkan para ahli tanah dan pondasi. Salah satu diantaranya

persamaan daya dukung yang di usulkan oleh Terzaghi (1943). Terzaghi memodifikasi persamaan daya dukung yang dikembangkan untuk lajur tak terhingga, oleh Prandtl (sekitar tahun 1920), yamg didasarkan pada teori plastisitas. Persamaan ini dan persamaan selanjutnya yang dikembangkan oleh Meyerhoff (1951, 1963) dan kemudian oleh Hansen (1957, 1970) menggunakan konfigurasi pondasi yang umum, kondisi dasar dan permukaan kegagalan pendekatan untuk panjang satuan dari lajur yang panjangnya tak terhingga. Dalam hal ini daya dukung keseimbangan tidak mempunyai haraga tertentu atau tidak mempunyai batas yang jelas. Biasanya dalam hal ini diambil harga tegangan pada titik dimana lengkungan maksimum *(Maksimum Curvature)* yang dianggap sebagai daya dukung keseimbangan. Umumnya cara yang dipakai ialah dengan mengambil contoh tanah untuk menentukan kekuatan gesernya dilaboratorium *(Direct Shear/Triaxial Test Data)*. Kemudian nilai kekuatan geser tersebutlah yang dipakai untuk menghitung daya dukung tanah dengan menggunakan salah satu dari beberapa teori daya dukung. Teori yang paling sering dipakai oleh para *engineer* adalah *"Teori Terzaghi"*. Selanjutnya perhatikan persamaan – persamaan daya dukung pondasi dangkal menurut Terzaghi pada uraian berikut.

### 2.7.1. Teori Daya Dukung, Terzaghi

Teori Terzaghi Untuk Pondasi Langsung

Teori daya dukung Terzaghi dimaksudkan untuk pondasi langsung yang tidak begitu dalam *(Shallow Foundation)*. Teori ini berdasarkan pada anggapan bahwa kekuatan geser tanah dapat dinyatakan dengan rumus :

$s = c + \pm (tan Ą)$ ⟶ Persamaan garis lurus (2.22)

dimana :

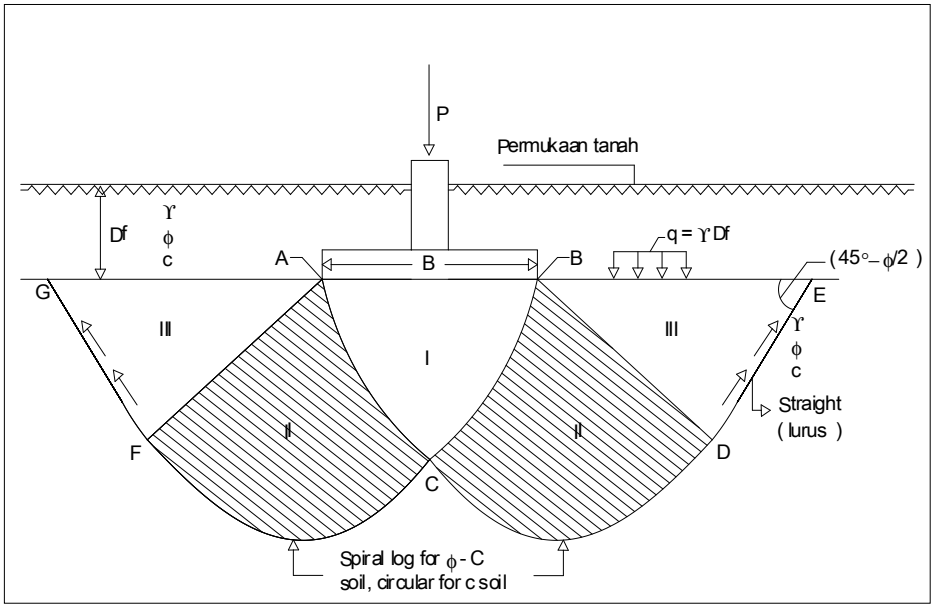
s = Kekuatan geser tanah *(Shear Strength)*

σ = Tegangan normal pada bidang geser *(Normal Pressure)*

$c$ *dan* Ą = Konstanta kekuatan geser tanah tersebut; biasanya disebut kohesi dan sudut perlawanan geser.

Cara keruntuhan yang dipergunakan dalam teori Terzaghi ialah seperti terlihat pada gambar 2.8. dengan anggapan bahwa dasar pondasi tidak licin sehingga gesekan

antara dasar pondasi dengan tanah cukup tinggi. Dengan demikian ABC yang ada dalam gambar akan bergerak kebawah bersama – sama dengan pondasi. Bagian BCD dianggap merupakan daerah **"**Radial Shear**"** dan bagian BDE yang ada dalam gambar merupakan daerah tekanan tanah pasif. Kekuatan tanah diatas garis BE tidak diperhitungkan, hanya beratnya saja yang diperhatikan, yaitu q = γ(Df).




*Sumber : Joseph E.Bowles, Foundation Analysis and Design*

Gambar 2.8. Cara Keruntuhan Pondasi Langsung oleh Terzaghi

Nc, Nq dan Nγ adalah faktor daya dukung yang tergantung pada besarnya sudut perlawanan geser ∅ dari contoh tanah dan faktor ini dipakai pada kondisi *"General Shear"*.

Nilai Nc, Nq dan Nγ juga merupakan faktor daya dukung, yang dipakai pada kondisi *"Local Shear"* jadi cukup jelas bahwa sifat tanah yang perlu diketahui untuk menentukan daya dukung adalah berat isi γ dan konstanta kekuatan geser c dan ∅. Adalah suatu kenyataan bahwa dengan bertambahnya harga ∅, maka harga daya dukung bertambah kuat. Seperti disebutkan diatas, teori Terzaghi tidak memperhitungkan kekuatan geser tanah yang terletak diatas dasar pondasi. Oleh karena itu teori hanya tepat untuk pondasi yang dangkal.

## 2.8. RUMUS DAYA DUKUNG PONDASI DANGKAL TERZAGHI

### 2.8.1. Rumus Umum

Rumus Terzaghi diatas berlaku untuk pondasi memanjang *(Strip Foundation)* untuk pondasi menerus *(Continuous Footing)*, pondasi bujur sangkar *(Square Footing)* dan pondasi bulat/lingkaran *(Round Footing)*. Untuk pondasi dangkal dengan bentuk diatas Terzaghi mengusulkan rumus – rumus yang berikut :

1) Untuk pondasi bulat *(Round Footing)* :

   Qult = (1,3) (c) (Nc) + (γD) (Nq) + 0,6 γ RNγ (2.23)

   Dimana R = jari pondasi

2) Untuk pondasi bujur sangkar *(Square Footing)* :

   Qult = (1,3) (c) (Nc) + (γD)Nq + 0,4 γ BNγ (2.24)

   Dimana B = lebar pondasi

3) Untuk pondasi menerus *(Continious Footing)* :

   Qult = cNc + (γD)Nq + ½ γ BNγ ⟶ γD sering dibuat q (2.25)

   Dimana :

   Qult= daya dukung keseimbangan *(Ultimate Bearing Capacity)*

   B = lebar pondasi *(Width of Foundation)*, m

   D = dalam pondasi *(Depth of Foundation)*, m

   γ = berat isi tanah *(Unit Weight)*, t/m³

   c = kohesi *(Cohesion)*, t/m²

   ∅ = sudut perlawanan geser *(Angle Internal Friction)*

   Atau diringkas seperti berikut :

   Menerus : Qult = qNc + qNq + 0,5γBNγ (2.26)

   Bujur sangkar : Qult = 1,3 cNc + qNq + 0,4 γ B (2.27)

   Bundar/bulat : Qult = 1,3 cNc + qNq + 0,3 γ BNγ (2.28)

   Dimana q = γxDf, t/m² ⟶ tekanan efektif (2.29)

Tabel 2.1 Faktor Daya Dukung Terzaghi

| Sudut | General Shear | | | Local Shear's | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ∅ | Nc | Nq | Nγ | N'c | N'q | N'γ |
| 0° | 5,41 | 1,00 | 0 | 3,81 | 1,00 | 0 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5° | 7,32 | 1,64 | 0 | 4,48 | 1,39 | 0 |
| 10° | 9,64 | 2,70 | 1,2 | 5,34 | 1,94 | 0 |
| 15° | 12,8 | 4,44 | 2,4 | 6,46 | 2,73 | 1,2 |
| 20° | 17,7 | 7,43 | 4,6 | 7,90 | 3,88 | 2,0 |
| 25° | 25,1 | 12,7 | 9,2 | 9.86 | 5,60 | 3,3 |
| 30° | 37,2 | 22,5 | 20,0 | 12,7 | 8,32 | 5,4 |
| 35° | 57,8 | 41,4 | 44,0 | 16,8 | 12,8 | 9,6 |
| 40° | 95,6 | 81,2 | 114,0 | 23,2 | 20,5 | 19,1 |
| 45° | 172 | 173 | 320 | 34,1 | 35,1 | 27,0 |

*Sumber : Joseph E.Bowles, Foundation Analysis and Design*

### 2.8.2. Daya Dukung Pondasi Pada Tanah Lempung

Pada kondisi pondasi dangkal diletakkan diatas tanah lempung, bahwa rumus kekuatan geser yang dipakai pada teori daya dukung diatas **tidak mendukung** nilai tegangan air pori tanah. Rumus kekuatan geser tersebut, yaitu $s = c + \sigma \tan \varnothing$ sebenarnya hanya tepat bilamana tidak ada tegangan air pori. Kalau ada tegangan air pori maka hal itu harus diperhitungkan. Untuk lapisan pasir tegangan air pori boleh dianggap tidak ada atau dianggap nol.

Untuk pembuatan pondasi diatas lapisan lempung akan selalu menimbulkan tagangan air pori yang mana tidak akan segera menyusut. Biasanya waktu yang diperlukan untuk penyusutan tegangan air pori jauh lebih lama dari pada waktu yang diperlukan untuk mendirikan bangunan diatas lempung tersebut. Hal ini berarti bahwa kekuatan geser lempung tidak akan banyak mengalami perobahan selama masa pembangunan gedung atau bangunan tersebut. Karena itu daya dukung lempung biasanya dihitung dengan memakai nilai kekuatan geser sebelum bangunan didirikan, yaitu kekuatan geser. Pada kondisi seperti diatas sudut geser dalam dianggap nol dan kekuatan geser menjadi :

$s = c + \sigma \times 0$ (2.30)

$s = c + 0$ (2.31)

$s = c$, t/m² (2.32)

Kalau $\varnothing = 0$ maka rumus Terzaghi menjadi

Qult = cNc + γD (Nq) (2.33)

### 2.8.3. Daya Dukung Pasir

Untuk pasir yang tidak mengandung lempung seperti pasir maka c=0 sehingga rumus Terzaghi menjadi :

Qult = γ DNq + ½γBNγ *(Hanya perlawanan tekan tanah dan alas pondasi saja)*

Untuk pondasi pada permukaan tanah

Qult = ½γBNγ *(Hanya perlawanan alas pondasi saja)*

Jadi dalam hal ini daya dukung adalah sebanding dengan lebar pondasi. Daya dukung juga sebanding dengan berat isi tanah. Hal ini berarti bahwa tinggi muka air tanah banyak mempengaruhi daya dukung pasir. Tanah dibawah muka air mempunyai berat isi efektif yang kira – kira separuhnya berat isi tanah diatas muka air. Dengan demikian daya dukung pasir dengan muka air yang tinggi, menjadi kira – kira separuh daya dukung bilamana muka air tanah cukup dalam.

## 2.9. TEGANGAN TANAH YANG DIPERBOLEHKAN

Nilai daya dukung yang dihitung dengan rumus diatas adalah tegangan terbesar yang dapat dipikul diatas tanah tersebut. Untuk mendapatkan tegangan yang dipakai dalam perencanaan pondasi nilai ini dibagi dengan faktor keamanan. Nilai yang diperoleh demikian disebut daya dukung yang diperbolehkan atau tegangan tanah yang diperbolehkan, yaitu :

$$\text{Tegangan Tanah Yang Diperbolehkan} = \frac{\text{Daya Dukung Keseimbangan}}{\text{Faktor Keamanan}}$$

$$\text{atau Qall} = \frac{\text{Qult}}{\text{SF}} \qquad (2.34)$$

Daya dukung keseimbangan sering disebut *"Ultimate Bearing Capacity ($Q_{ult}$)"* dengan tegangan tanah atau daya dukung ijin atau yang diperbolehkan sering disebut *"Allowable Bearing Capacity ($Q_{all}$)"*.

Atau dengan persamaan seperti berikut ini.

$Qall = \frac{Put}{Ab}, (\frac{t}{m^2})$ atau (2.35)

$Qall = \frac{Qult}{SF}, (\frac{t}{m^2})$ (2.36)

Dimana :

$Q_{ult}$ = Kapasitas daya dukung batas, t/m²

$Q_{all}$ = Kapasitas daya dukung izin, t/m²

Put = Beban vertikal total dari konstruksi atau beban kerja, T

Ab = Luas pondasi dangkal, m²

SF = Faktor keamanan, biasanya diambil 3

## 2.10. RESUME DAYA DUKUNG PONDASI DANGKAL MENURUT TERZAGHI

Rumus – rumus yang diterbitkan oleh Terzaghi dengan dasar sebagai berikut :

1. Dasar pondasi *(Base of Foundatoin)* adalah kasar
2. Tidak ada gerakan mendasar *(Tidak ada geseran pondasi dan tanah)*
3. Tanah merupakan bagian dari pondasi

Hal – hal yang mempengaruhi daya dukung pondasi dangkal adalah sebagai berikut :

1. Dalamnya pondasi, m
2. Lebar pondasi, m
3. Berat isi tanah, t/m³
4. Sudut geser dalam, derajat
5. Kohesi dari tanah, t/m²
6. Letak muka air tanah, m

Dalam hal pemakaian rumus – rumus daya dukung, para perencana sering lupa dalam menentukan berat isi (γ) yang mana digunakan dalam perhitungan (½γ x B x Nγ) atau dalam perhitungan tekanan efektif q = Σγi x hi. Hal ini terjadi karena kurang memperhatikan letak muka air tanah dalam perhitungan. Disamping hal diatas juga perlu diperhatikan sudut geser yang mana yang akan digunakan untuk menentukan faktor daya dukung (Nc, Nq dan Nγ) dalam perhitungan besarnya kapasitas daya dukung pondasi.

## 2.11. RUMUS MEYERHOFF

Bila memakai data pengujian sondir

Qult = Qall = 1/3*40*N*Ab+0,2*N*Aps (tm) (2.37)

Dimana :

Qult = Qall = Daya Dukung Ultimit Tanah

N = Nilai N-SPT

Ab = Luas Penampang Tiang ($m^2$)

Setelah kita mendapatkan nilai daya dukung Ultimit Tanah (qult), langkah selanjutnya menghitung daya dukung ijin tanah yaitu:

Q = Qult/Sf (2.38)

Dimana :

Q = Daya Pendukung ijin tanah

Qult = Daya Dukung Ultimit

Sf = Faktor keamanan biasanya diambil 3

Daya dukung ijin tanah dapat juga dihitung langsung dengan cara :

Q = qc/40 (untuk besaran B sembarang) (2.39)

Dimana:

Q = Daya Dukung ijin tanah

Qc = Nilai Konus

Digunakan untuk menghitung pondasi dangkal berdasarkan data sondir.

### 2.11.1. Menentukan Daya Dukung Pondasi Dalam

Daya dukung pondasi dalam merupakan penggabungan dua kekuatan daya dukung, yaitu daya dukung ujung (qe) dan daya dukung lekatan (qs).

**1) Rumus Daya Dukung ujung tiang**

Pa = qc. A/3. + JHF. P /5 (2.40)

Dimana :

Pa = Daya Dukung Tiang

qc = Nilai Konus

A = Luas Penampang Tiang

JHF = Nilai Hambatan Lekat per pias

P = Keliling Tiang

3 & 5 = Koefisien Keamanan

**2) Rumus Daya Dukung Ujung Tiang Metode LCPC, 1991**

qe = qc. Kc. Ap (2.41)

Dimana :

qe = Daya Dukung ujung tiang

qc = Nilai Konus

Kc = Faktor Nilai Konus

Ap = Luas penampang ujung tiang

a. Rumus Daya Dukung lekatan (qs)

qs = .JHp. As (2.42)

Dimana :

qs = Daya Dukung lekatan

JHP = Nilai Hambatan Pelekat (dari uji Sondir)

As = Selimut tiang

b. Rumus Daya Dukung Batas dan Daya dukung ijin

qult = qe +.qs (2.43)

Dimana :

qult = Daya Dukung Tanah Ultimate

qe = Daya Dukung Ujung Tiang

qs = Daya Dukung Lekatan

Setelah kita mendapatkan nilai daya dukung Ultimate Tanah (qult), langkah selanjutnya menghitung daya dukung ijin tanah yaitu :

q = qult / Sf

Dimana :

q = Daya Dukung ijin tanah

Sf = Faktor Keamanan biasanya diambil 3

# BAB - III
# METODOLOGI PENELITIAN

## 3.1. UMUM

Dalam pengolahan data, penulis melakukan penelitian dilokasi pekerjaan di Jalan Rakyat Pasar Tiga, Medan. Persiapan merupakan rangkaian sebelum memulai pengumpulan dan pengolahan data.

Dalam tahap persiapan ini disusun hal – hal yang harus dilakukan dengan tujuan untuk efektifitas waktu dan pekerjaan penulisan tugas akhir, tahap persiapan ini meliputi kegiatan antara lain :

1. Survey lokasi untuk mendapatkan gambar umum proyek.
2. Menentukan kebutuhan data
3. Studi pustaka terhadap materi design
4. Pembuatan proposal penyusunan tugas akhir

## 3.2. METODE PENYUSUNAN

Metode penyusunan tugas akhir dengan judul “Perkuatan Pondasi Dangkal pada Rumah Sakit Mahinrus Medan“ ini meliputi :

1. Pengumpulan data untuk keperluan analisa
   - Peta lokasi rumah sakit mahinrus medan
   - Data penyelidikan tanah (sondir)
   - Analisa beban bangunan
2. Pengumpulan data perencanaan
3. Perencanaan pondasi baru.

## 3.3. METODE PENGUMPULAN DATA

Dalam proses perencanaan, diperlukan analisis yang teliti, semakin rumit permasalahan yang dihadapi maka semakin kompleks pula analisis yang dilakukan. Untuk dapat melakukan analisis yang baik, diperlukan data/informasi, teori konsep dasar dan alat bantu memadai, sehingga kebutuhan data sangat mutlak diperlukan. Metode pengumpulan data dilakukan dengan cara :

1. Metode literatur

   Yaitu dengan mengumpulkan, mengidentifikasi, mengolah data yang didapat dari lapangan dan metode kerja yang digunakan sebagai input proses perencanaan.
2. Metode Observasi

   Yaitu dengan melakukan pengamatan langsung kelokasi proyek untuk mengetahui kondisi sebenarnya dilapangan.

Adapun jenis – jenis data yang digunakan adalah :

1. Data Primer.

   Merupakan data yang didapat dari hasil survey lapangan melalui pengamatan dan pengukuran secara langsung, yaitu foto – foto kondisi proyek, data sondir test, dan data tiang cerucuk.
2. Data Sekunder

   Merupakan data yang diperoleh dari instansi terkait atau literatur yang berhubungan dengan penelitian ini. Peta lokasi yang menggambarkan posisi bangunan.

## 3.4. METODE ANALISIS

Perencanaan struktur pondasi dangkal menggunakan analisis peningkatan daya dukung pada tanah dengan menggunakan metode cerucuk besi berongga.

Perencanaan pondasi ini dilihat dari daya dukung tanah pada pondasi awal yang tidak mampu memikul beban tambahan akibat peningkatan bangunan rumah sakit mahinrus, oleh karena itu dilakukanlah perkuatan pada pondasi dengan menggunakan metode cerucuk yang mampu meningkatkan daya dukung tanah terhadap pondasi baru yang dimana pondasi tersebut ditempatkan sejajar dengan sloof bangunan rumah sakit ini.

## 3.5. JENIS PENELITIAN

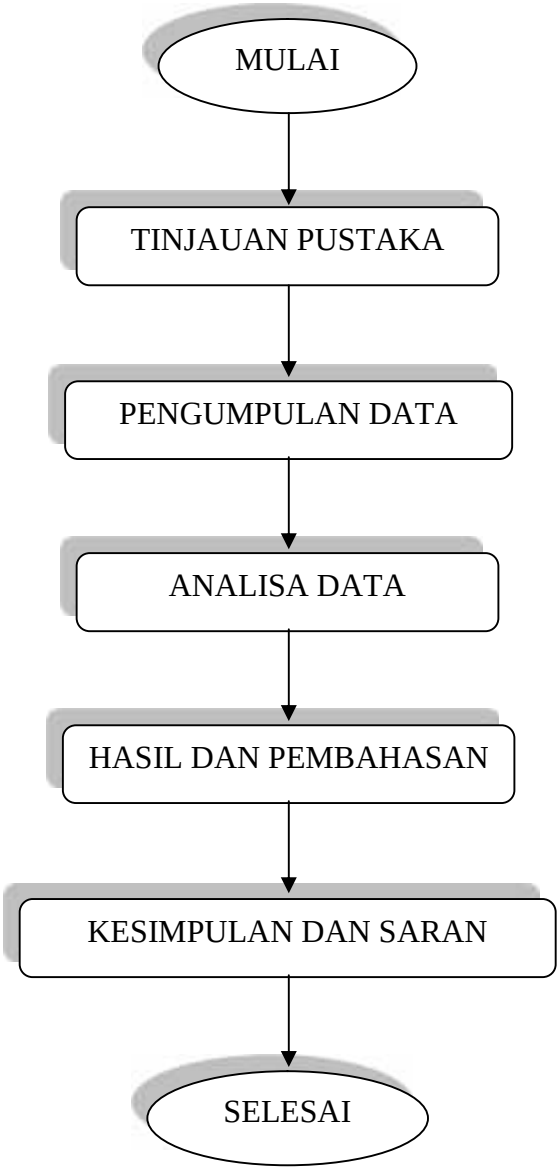
Penulisan penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, dimana cara (metode) pengumpulan data, analisis data dan hasil analisis untuk mendapatkan informasi untuk mengambil kesimpulan dan keputusan. Sehingga data yang digunakan adalah data kuantitatif yang berbentuk angka atau data yang diangkakan.

Dari hasil survei data sondir yang telah dilakukan oleh pihak yang lain, maka didapat hasil akurasi lapangan yang telah diproses. Penelitian ini disusun sebagai penelitian induktif yakni mencari dan mengumpulkan data yang ada dilapangan dengan tujuan untuk mengetahui prosedur dan metode pelaksanaan, analisa kondisi tanah dan analisa sistem pondasi yang berupa laporan penyelidikan tanah.

### 3.5.1. Objek Penelitian

Dalam pembahasan Tugas Ahir ini, yang akan dibahas adalah mengenai perkuatan pondasi dangkal dengan menganalisa peningkatan daya dukung tiang cerucuk terhadap tanah untuk mereduksi semua beban yang ada pada pondasi dangkal. Dimana posisi pondasi baru berada diatas pondasi eksisting dengan dimensi yang lebih besar dan pondasi yang baru juga disatukan dengan sloof bangunan tersebut

dengan menggunakan ramseet sebagai pengikat tulangan pondasi yang baru ke sloof.

Penulis juga melakukan pengkajian tentang bagaimana menentukan jumlah dari pada tiang cerucuk dan diameter cerucuk untuk dapat memaksimalkan peningkatan daya dukung tanah terhadap beban pondasi.

### 3.5.2. Bagan Alir Penelitian