
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daya Dukung Pondasi Tiang

Pondasi tiang adalah pondasi yang mampu menahan gaya orthogonal ke sumbu tiang dengan jalan menyerap lenturan. Pondasi tiang dibuat menjadi satu kesatuan yang monolit dengan menyatukan pangkal tiang yang terdapat di bawah konstruksi, dengan tumpuan pondasi (*Ir. Suyono Sosrodarsono, Kazuto Nakazawa, 2000*).

Pondasi tiang dipergunakan bilamana lapisan-lapisan bagian atas tanah begitu lembek, dan kadang-kadang diketemukan keadaan tanah dimana lapisan keras sangat dalam sehingga pembuatan dan pemancangan tiang sampai lapisan tersebut sukar dilaksanakan. Dalam hal ini mungkin dapat dipergunakan *friction pile* yaitu tiang yang tertahan oleh perlekatan antara tiang dengan tanah, tiang semacam ini disebut juga dengan tiang terapung (*floating piles*).

Apabila tiang ini dimasukkan dalam lapisan lempung maka perlawanan ujung akan jauh lebih kecil daripada perlawanan akibat perlekatan antara tiang dan tanah maka perlawanan ujung akan jauh lebih kecil daripada perlawanan akibat perlekatan antara tiang dan tanah.

2.1.1 Kapasitas Daya Dukung Tiang Tunggal

Kapasitas daya dukung tiang merupakan jumlah dari kapasitas titik akhir atau perlawanan ujung dengan perlawanan selimut tiang.

$$P_u = P_{pu} + P_{ps}$$

Dimana P_u = Kapasitas daya dukung tiang

P_{pu} = Kapasitas dukung pada ujung tiang

P_{ps} = Kapasitas daya dukung karena tahanan kulit

Menurut Mayerhof (1956, 1976) kapasitas titik akhir atau perlawanan ujung dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$P_{pu} = A_p (40 N) \frac{L_b}{B}$$

Dimana

P_{pu} = Kapasitas daya dukung pada ujung tiang

A_p = Luas penampang tiang

N = Nilai SPT

B = Diameter tiang pancang

L_b = Daerah pengaruh, diambil sebesar $3B$ di bawah titik tiang

Sedangkan untuk menghitung tahanan kulit, Joseph E. Bowles, menyatakan dalam bukunya bahwa tahanan selimut dapat diperoleh dari persamaan :

$$P_s = A_s \cdot f_s$$

Dimana P_s = Kapasitas tahanan kulit

A_s = Luas selimut tiang

Untuk nilai f_s , untuk data SPT, Mayerhof (1956, 1976) menyatakan dengan persamaan :

$$P_s = A_s \cdot f_s = (\pi \cdot D \cdot L) \cdot (X_m \cdot N)$$

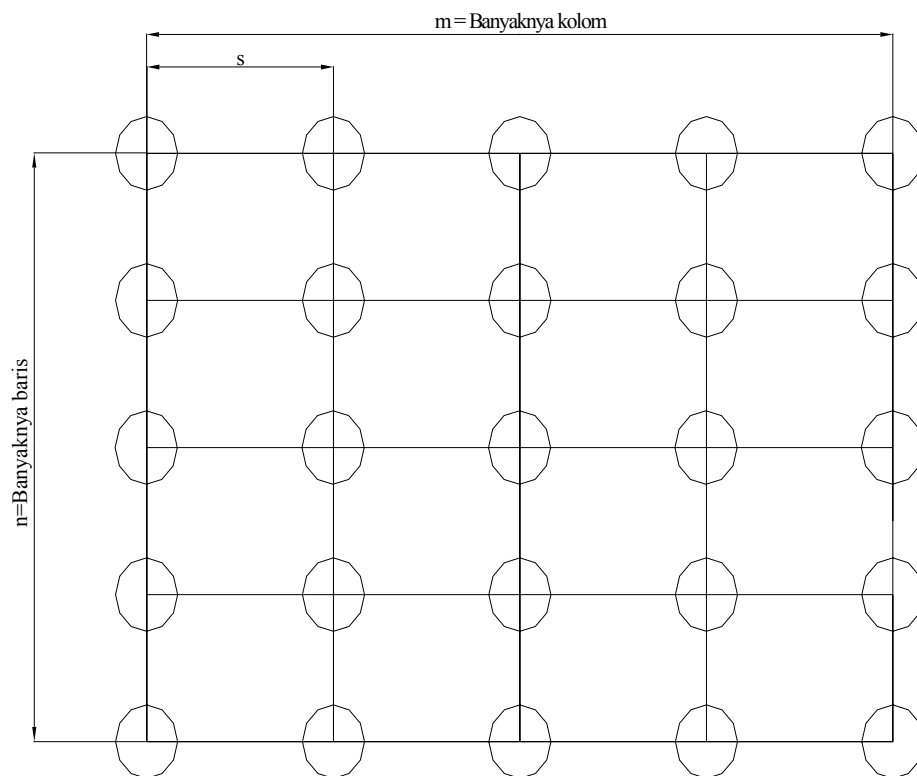
f_s = $X_m \cdot N$

X_m = 2,0 untuk tiang pancang volume besar

= 1,0 untuk tiang pancang volume kecil
 N = nilai SPT

2.1.2 Kapasitas Daya Dukung Tiang Kelompok

Diasumsikan beberapa tiang pancang digabungkan pada bagian pelat yang disebut sungkup tiang pancang, menjadi satu kelompok. Pada saat ini AASHTO Bridge Specification menyarankan untuk memakai persamaan efisiensi sebagai berikut :



Gambar 2.1. Efisiensi tiang pancang kelompok

$$E_g = \frac{1 - \theta(n-1)m + (m-1)n}{90 \cdot m \cdot n}$$

Dimana m = banyak kolom
 n = banyak baris

$$\theta = \tan^{-1} D / s$$

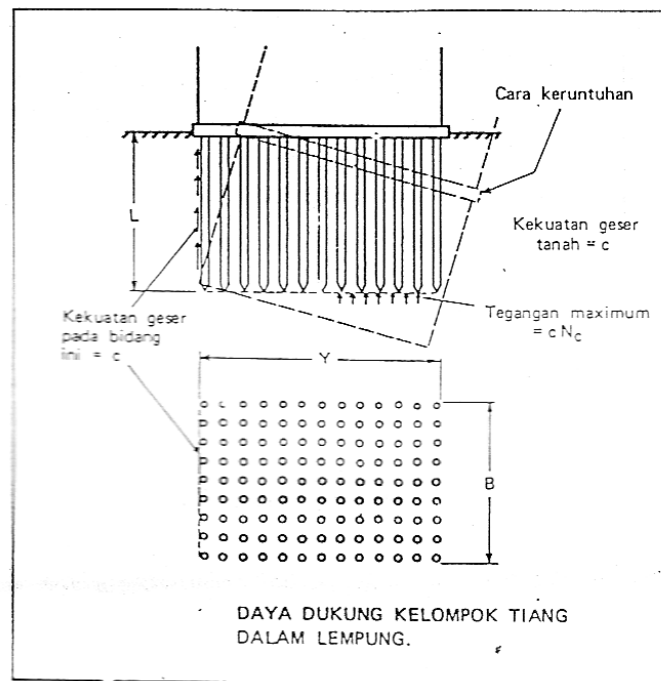
D = diameter bambu

s = jarak antar bambu

Kapasitas daya dukung tiang kelompok (Q_{ult}) merupakan hasil perkalian jumlah tiang (n) dengan kapasitas dukung total tiang tunggal (P_u), kemudian di kalikan nilai efisiensi (E_g).

$$Q_{ult} = n \times P_u \times E_g$$

Dimana Q_{ult} = daya dukung kelompok tiang
 n = jumlah tiang
 P_u = daya dukung untuk tiang tunggal
 E_g = Efisiensi tiang pancang kelompok



Gambar 2.2. Daya dukung kelompok tiang dalam lapis lempung

2.2 Penurunan (displacement)

Perencanaan suatu pondasi bangunan harus memperhatikan dua hal yang utama, antara lain (Dr. Ir. I. D Wesley, 1977) :

- a. Daya dukung tanah yaitu apakah tanah itu cukup kuat untuk menahan beban pondasi tanpa terjadi keruntuhan akibat menggeser. Tentu saja hal ini tergantung pada kekuatan geser tanah.
- b. Penurunan yang terjadi, hal ini tergantung pada macam tanah.

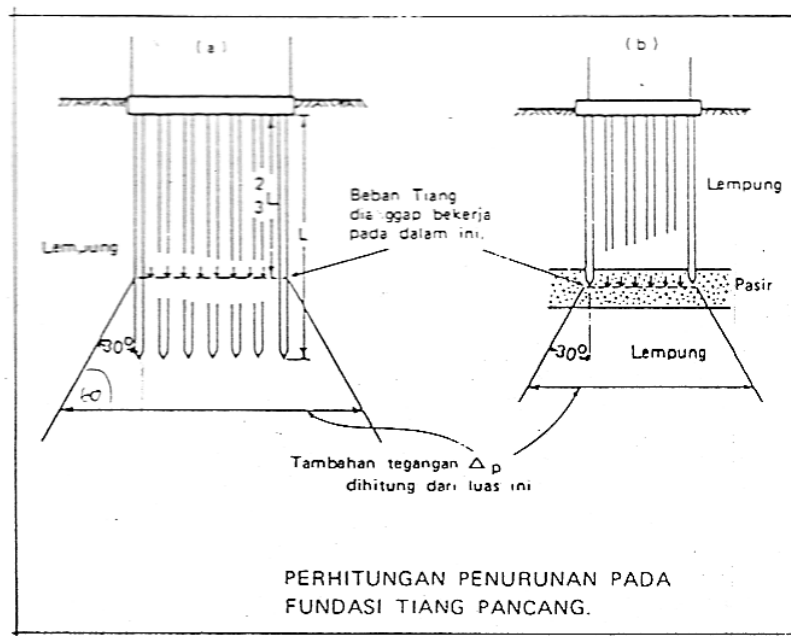
Semua tanah yang mengalami tegangan dengan adanya beban di atasnya akan mengalami regangan di dalam kerangka tanah tersebut. Regangan ini disebabkan oleh penggulingan, penggeseran, atau penggelinciran dan terkadang juga kehancuran partikel-partikel tanah pada titik kontak serta distorsi elastis.

Regangan pada tanah berbutir kasar dan tanah berbutir halus yang kering atau jenuh sebagian akan terjadi dengan segera sesudah bekerjanya tegangan. Bekerjanya tegangan pada tanah berbutir halus yang jenuh akan menghasilkan regangan yang tergantung pada waktu. Penurunan yang terjadi akan tergantung pada waktu dan disebut dengan penurunan konsolidasi. Jangka waktu terjadinya penurunan tersebut tergantung bagaimana cepatnya tekanan pori yang berlebihan akibat beban yang bekerja dapat dihilangkan. Karena permeabilitas merupakan faktor penting (*Joseph E Bowles K Hanim* 1991).

Penurunan kelompok tiang selalu akan lebih besar daripada penurunan satu tiang tersendiri dan ada kalanya akan berpuluh kali lebih besar. Untuk tiang dalam pasir, hal ini umumnya tidak menjadi soal meskipun tiangnya merupakan kelompok atau satu tiang tersendiri penurunannya masih akan begitu kecil sehingga tidak mempengaruhi bangunan tersebut dan perhitungan penurunan dapat dianggap tidak perlu. Lain halnya dengan lapisan lempung yang berada dibawah pasir tersebut sangat diperlukan perhitungan penurunan.

Untuk tiang dalam lempung penurunan kelompok tiang masih dapat menjadi besar dan perlu diperhitungkan dalam perencanaan kelompok tersebut. Dalam hal ini penurunan dapat ditentukan dengan cara yang sama seperti untuk pondasi langsung yaitu kita mengambil contoh asli untuk percobaan konsolidasi dan kita taksir tegangan vertikal dalam tanah sebelum dan sesudah tiang dipasang.

Bilamana tiang dimasukkan sampai lapisan pasir atau lapisan keras lain yang agak tipis dengan lapisan lempung dibawahnya maka beban tiang kita anggap bekerja pada ujung tiang. Kemudian untuk menentukan tambahan tegangan kita pakai cara sama seperti yang diterangkan tadi.



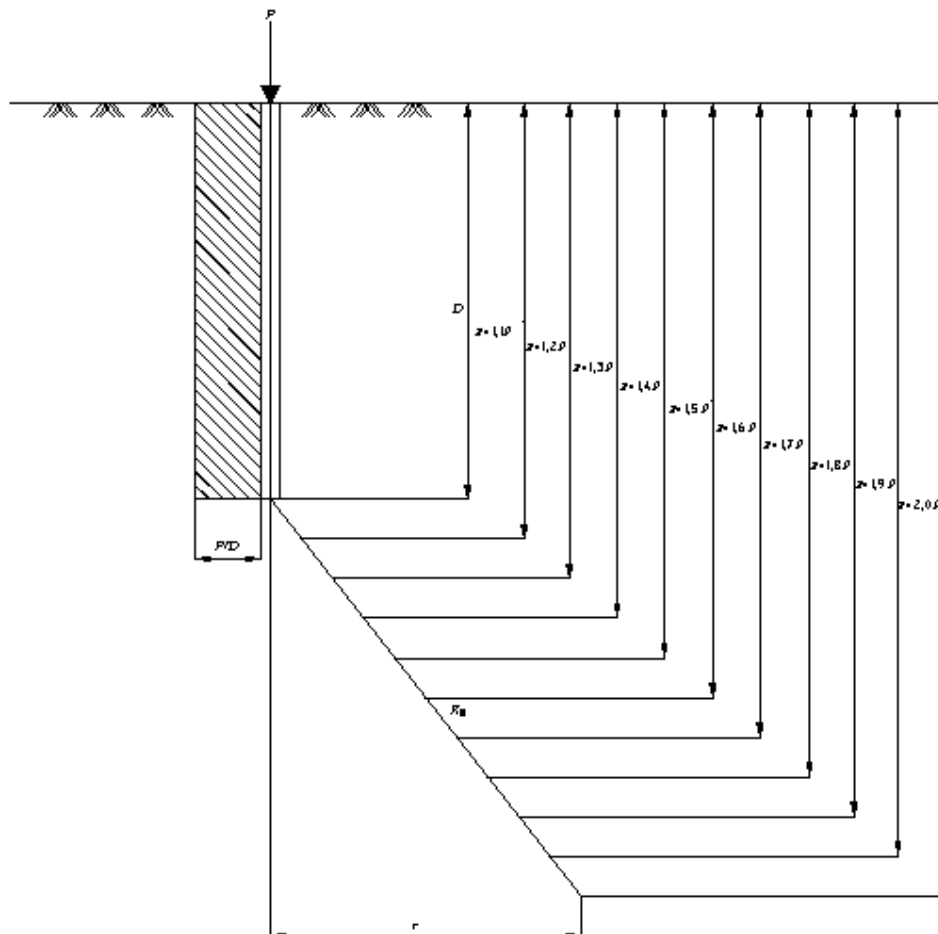
Gambar 2.3. Perhitungan penurunan pada pondasi tiang
(Dr. Ir. L D Wesley, 1997)

2.2. Penurunan Tiang Pancang Kelompok

Penurunan sebuah tiang pancang kelompok didefinisikan sebagai perpindahan titik tiang pancang yang diakibatkan oleh peningkatan tegangan pada lapisan dasar sedalam pemancangan tiang pancang dengan sifat elastisitas tanahnya ditambah pemendekan elastis tiang akibat pembebanan. Untuk tiang pancang gesekan perpindahan titik

merupakan kuantitas penting yang menyebabkan penurunan. Untuk tiang pancang dukung titik maka perpindahan titik relatif lebih kecil sedangkan perpindahan utama adalah pemindahan elastis dari tiang pancang. Metodologi yang digunakan untuk mencari nilai penurunan berikut memberikan sejumlah kontrol terhadap analisis (*Joseph E. Bowles, Analisis dan Desain Pondasi*) :

- Menentukan sistem tanah – tiang pancang untuk menghitung tegangan tanah dengan menggunakan pemecahan Mindlin. Di sini diasumsikan bahwa sepanjang tiang, tiang pancang mengalami gesekan kulit yang konstan. Sehingga dapat digunakan tabel koefisien tegangan untuk gesekan kulit konstan



Gambar 2.4. Sistem tanah tiang pancang untuk menghitung tegangan tanah dengan menggunakan pemecahan Mindlin untuk kasus gesekan kulit yang konstan (Menurut Geddes (1966))

$$N = r / D = s / 2D$$

Dimana N = perbandingan persebaran terhadap dalamnya pemancangan

r = besar penyebaran tegangan

D = dalam pemancangan

S = jarak antara tiang pancang

$$M = z / D$$

Dimana z = kedalaman yang ditinjau akibat pengaruh tekanan tiang

D = kedalaman pemancangan

Dengan nilai N dan beberapa nilai $M = z / D$ kita mendapatkan tabel untuk mengetahui nilai K_z pada suatu titik tengah antara dua pancang dengan interpolasi tabel yang ada. Dengan memperkirakan nilai Poisson tanah untuk lanau = 0.3 (*Bowles, 1977*).

Tabel 2.1. Nilai – nilai koefisien untuk gesekan kulit *uniform* – nilai banding *poisson* = 0.3

M \ N	N	Kz	Kz	Kz	Kz
		N=0,10	N=0,15	N=0,20	N=0,5
1,0		-1,3567	-0,8998	-0,6695	-0,2346
1,1		-1,1503	-0,8368	-0,6419	-0,2355
1,2		-0,7922	-0,6688	-0,5588	-0,2292
1,3		-0,5675	-0,5157	-0,4597	-0,2207
1,4		-0,4316	-0,4063	-0,3761	-0,2082
1,5		-0,3432	-0,3291	-0,3115	-0,1834
1,6		-0,2817	-0,2732	-0,2621	-0,1777
1,7		-0,2369	-0,2313	-0,2239	-0,1623
1,8		-0,2026	-0,1989	-0,1939	-0,1479
1,9		-0,1760	-0,1733	-0,1696	-0,1347
2,0		-0,1545	-0,1525	-0,1498	-0,1229

- Menghitung tegangan rata – rata untuk kedalaman D di bawah tiang pancang dan penurunan yang bersangkutan. Diasumsikan bahwa hanya ada dua tiang pancang.

$$\sigma = \frac{2 P Kz}{D^2}$$

Dimana σ = tegangan rata – rata

D = kedalaman pemancangan

Kz = nilai nilai koefisien untuk gesekan kulit

P = beban akibat berat sendiri trucuk bambu

- Menentukan besarnya penurunan didasarkan pada nilai Elastisitas tanah E_s ,

$$\delta = \frac{\sigma L}{E_s}$$

Dimana L = panjang tiang pancang

E_s = modulus elastisitas

δ = penurunan didasarkan E_s

σ = tegangan rata – rata

- Menentukan besarnya penurunan didasarkan pada nilai elastisitas tian (E). Dengan menggunakan rumus empiris

$$e = \frac{0.75 P L}{A E}$$

dimana e = penurunan akibat elastisitas tiang

P = beban akibat berat sendiri trucuk bambu

L = panjang tiang pancang

A = luas permukaan tiang $A = \pi r^2$

E = nilai modulus elastisitas tiang

Jadi nilai penurunan segera yang diperoleh di dapat dari penjumlahan perpindaha titik tiang pancang dengan pemendekan elastis tiang pancang :
(*Joseph E. Bowles, Analisis dan Desain Pondasi*)

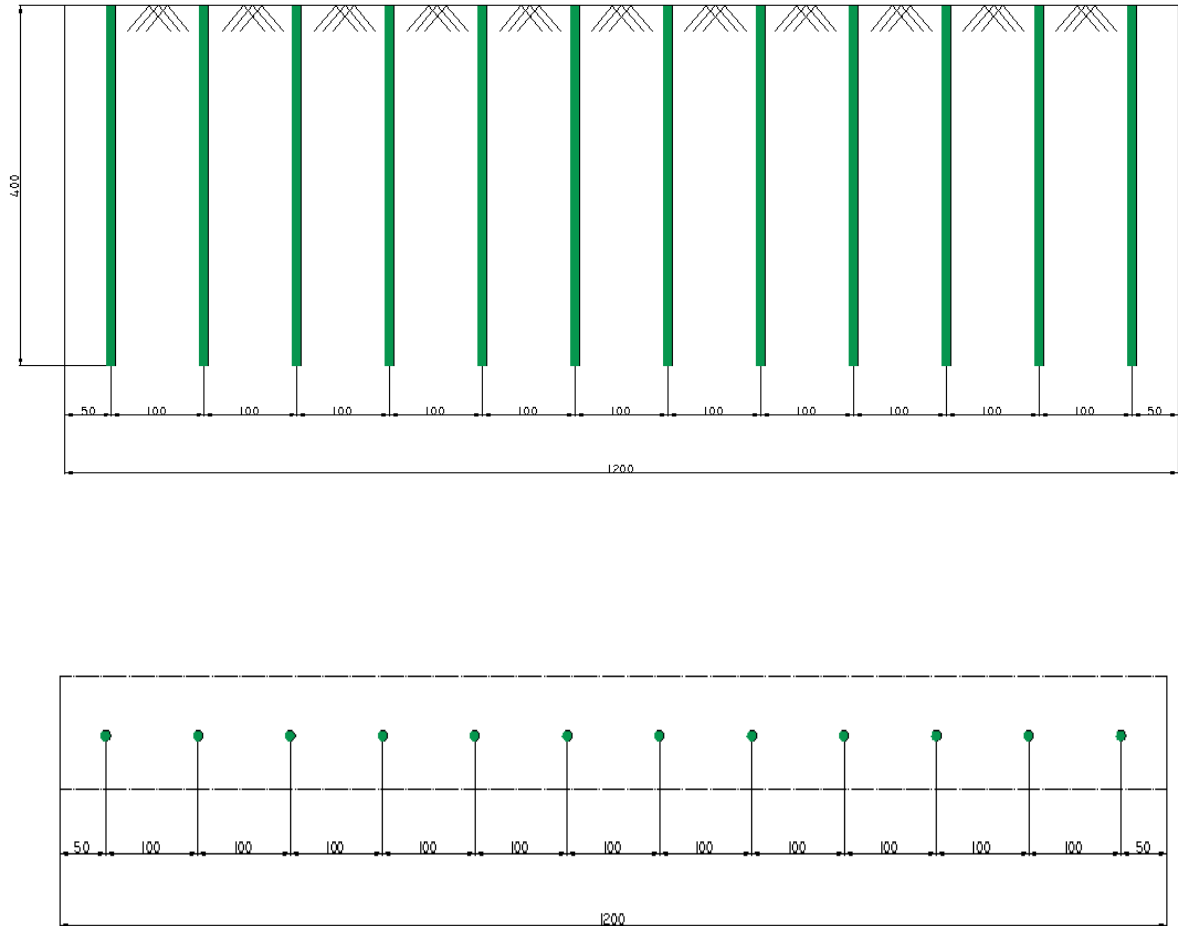
$$\Delta H = \delta + e$$

Dimana ΔH = Total displacement

δ = Penurunan didasarkan E_s

e = Penurunan akibat elastisitas tiang

Bentuk struktur yang akan ditinjau di tampilkan dengan gambar berikut:



Gambar 2.5. Gambar struktur yang ditinjau

2.3 Program Komputer Plaxis

PLAXIS (Finite Element Code for Soil and Rock Analysis) merupakan suatu rangkuman program elemen hingga yang telah dikembangkan lebih mendalam lagi untuk menganalisa deformasi dan stabilitas geoteknik dalam perencanaan-perencanaan sipil.

Grafik prosedur-prosedur input data (soil properties) yang sederhana mampu menciptakan modal-model elemen hingga yang kompleks dan menyediakan fasilitas output tampilan secara detail berupa hasil perhitungan. Perhitungan program ini seluruhnya secara otomatis dan berdasarkan pada prosedur-prosedur penulisan angka yang tepat. Konsep ini dapat dikuasai oleh pengguna baru hanya dengan beberapa waktu setelah melakukan beberapa latihan (R.B.J. Brinkgreve, P. A. Vermeer. PLAXIS Finite Element Code for Soil and Rock Analyses. AA. BALKEMA ROTTERDAM BROOKFIELD. 1998).

Dalam penelitian ini data yang dibutuhkan adalah mengenai nilai-nilai parameter pada tanah lempung yang didapat dari hasil penyelidikan tanah dan dalam hal ini tanah yang akan dianalisa adalah kondisi tanah pada wilayah pantai. Data tersebut digunakan sebagai input, adapun prosedur dari program plaxis antara lain sebagai berikut:

- Menentukan title (judul), Model, dan Elements pada kotak serta menuliskan perintah atau tujuan yang akan dipakai.
- Menuliskan dimensi tanah dari kasus yang akan dipelajari, yaitu panjang ke kiri , ke kanan, ke atas dan kebawah.
- Merangkai bentuk dimensi dari tanah tadi kemudian diberi beban.
- Menentukan nilai parameter tanah dengan menekan tombol Material sets antara lain γ dry, γ wet, kohesi, rasio poisson, dan sebagainya.
- Prosedur selanjutnya dapat dipahami lebih lanjut dan jelas lagi pada literatur yang kami dapat dari program PLAXIS itu sendiri.