ANALISIS STABILITAS TANAH PADA PONDASI TELAPAK DENGAN VARIAN PEMODELAN TANAH KONDISI DRAINED DAN UNDRAINED MENGGUNAKAN PROGRAM BANTU PLAXIS 8.2

ANALYSIS OF LAND STABILITY IN FOOTING FOUNDATION WITH VARIANTS OF LAND MODELING DRAINED AND UNDRAINED CONDITIONS USING PROGRAM PLAXIS 8.2

Rizqi Fauzan Nurulfajri[1*], Laras Laila Lestari[2]
[1] Mahasiswa, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Komputer Indonesia
[2]Dosen, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Komputer Indonesia
E-mail: rizqifauzan95@gmail.com

Abstrak – Pondasi bagian terbawah dari suatu struktur bangunan yang berfungsi menyalurkan beban dari struktur bangunan diatasnya ke lapisan tanah pendukung. Jika suatu pondasi dibebani, ia akan menyalurkan beban ke tanah. Akibatnya tanah di sekitar daerah pondasi mengalami tekanan atau terjadinya tegangan tanah. Partikel-partikel tanah akan berdeformasi dan terjadi penurunan. Hal ini dapat mengakibatkan penurunan pondasi yang berlebih apabila terjadi salah memperkirakan kondisi kritis *(drained/undrained)* dan perilaku stabilitas tanah di lapangan menjadi salah satu hal terjadinya keruntuhan kontruksi tanah dilapangan tersebut. keseluruhan analisis pemodelan yang dilakukan pada *software Plaxis* bahwa dengan pemodelan tanah Mohr-Coulomb kondisi *undrained* menghasilkan nilai *displacement* yang lebih kecil dibandingkan dengan pemodelan lainnya. Pemodelan tanah *Soft-Soil* kondisi *drained* menghasilkan nilai tegangan efektif yang paling besar, sedangkan pemodelan tanah *Soft-Soil* kondisi *undrained* menghasilkan nilai tegangan efektif paling kecil. Pemodelan tanah *Mohr-Coulomb* kondisi *drained* menghasilkan nilai tegangan total yang paling kecil, sedangkan pemodelan tanah *Soft-Soil* kondisi *drained* menghasilkan nilai tegangan total yang paling besar. Analisis stabilitas yang dilakukan pada keseluruhan pemodelan menunjukan nilai faktor keamanan/batas kritis (SF>1), dengan demikian tanah tidak mengalami keruntuhan geser akibat beban pondasi.

Kata kunci : *Mohr-Coulomb, Soft-Soil, Displacement*, Tegangan Total, Tegangan Efektif, Faktor Keamanan, Pemodelan Tanah, Pondasi Telapak, Plaxis v8.2

Abstract – The base foundation of a building structure that distributes the load from the structure of the building above to the ground layer. If a foundation is burdened, it will distribute the load to the ground. As a result, the soil around the foundation area is under pressure. The soil particles will deform and decrease. This can result in excessive reduction of a foundation in the event of false prediction of the (drained / undrained) condition and soil stability to be one of the causes of the land collapse in the field. The overall modeling analysis carried out on Plaxis software that with Mohr-Coulomb modeling of undrained conditions results in a smaller displacement value compared to another modeling. Soft-Soil modeling of the drained conditions yields the greatest effective stress value, whereas Soft-Soil modeling undrained conditions yield the least effective stress value. Mohr-Coulomb modeling of drained conditions yields the smallest total value of the total stress, while Soft-Soil soil modeling of drained conditions yields the largest total stress value. The stability analysis performed on the whole model shows the value of the critical / safety factor (SF> 1), thus the soil does not experience shear failure due to the foundation load.

Keywords*: Mohr-Coulomb, Soft-Soil, Displacement*, Total Stress, Effective Stress, Safety Factor, Footing Foundation, Plaxis v8.2

I. PENDAHULUAN

Pondasi bagian terbawah dari suatu struktur bangunan yang berfungsi menyalurkan beban dari struktur bangunan diatasnya ke lapisan tanah pendukung. Pada struktur bangunan, beban yang terjadi baik yang disebabkan oleh berat sendiri ataupun akibat beban rencana harus disalurkan ke dalam suatu lapisan pendukung, dalam hal ini adalah tanah yang berada dibawah struktur bangunan tersebut. Penggunaan pondasi bangunan memerlukan

perencanaan yang benar, agar keruntuhan tanah yang terjadi akibat pembebanan bangunan tidak melebihi daya dukung tanah itu sendiri. Sehingga diperlukan pemilihan pondasi yang tepat, agar sesuai dengan beban bangunan dan jenis tanah tempat bangunan itu berdiri. Pemilihan pondasi yang salah dapat mengakibatkan kegagalan pada bangunan (Hardiyatmo, 2015).

Jika suatu pondasi dibebani, ia akan menyalurkan beban ke tanah. Akibatnya tanah di sekitar daerah pondasi mengalami tekanan atau terjadinya tegangan tanah. Partikel-partikel tanah akan berdeformasi dan terjadi penurunan (Braja M.das, 1993).

Hal ini dapat mengakibatkan penurunan pondasi yang berlebih apabila terjadi salah memperkirakan kondisi kritis (drained/undrained) dan perilaku stabilitas tanah di lapangan menjadi salah satu hal terjadinya keruntuhan kontruksi tanah dilapangan tersebut. Pada pemodelan pondasi dangkal dengan menggunakan bantuan software banyak sekali variasi pemodelan tanah yang berbeda-beda, tentunya dengan pemodelan tanah yang berbeda pastinya akan menghasilkan analisis yang berbeda pada setiap pemodelanya.

Pada penelitian ini, penulis tertarik untuk melakukan Analisis terhadap penurunan pondasi dangkal pada tanah lempung dan stabilitas tanah yang berada dibawah pondasi.

II. STUDI LITERATUR

A. Pondasi Dangkal

Disebut Pondasi dangkal karena kedalaman masuknya ke tanah relatif dangkal, yaitu Df/B ≤ 1 - 4 meter. Salah satu tipe yang sering digunakan ialah pondasi menerus yang biasa pada rumah-rumah, dibuat dari beton atau pasangan batu, meneruskan beban dari dinding dan kolom bangunan ke tanah keras.

Pondasi dangkal dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, antara lain :

1) Pondasi Setempat/telapak (*Single Footing*)
2) Pondasi Menerus (*Continuous Footing*)
3) Pondasi Pelat (*Plate Foundation*)
4) Pondasi Cakar Ayam
5) Pondasi Sarang Laba-laba

B. Stabilitas Pondasi

Stabilitas pondasi ditentukan oleh :

Daya dukung pondasi, yang dipengaruhi oleh:

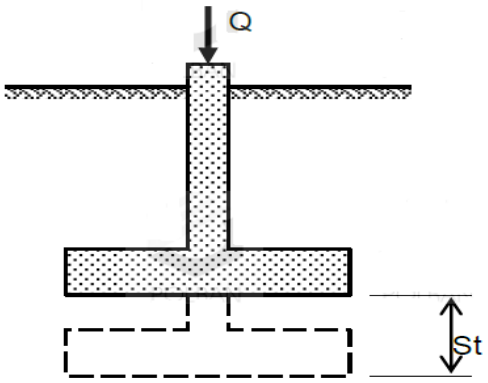
a) Macam pondasi: dimensi dan letak pondasi
b) Sifat tanah (indeks dan teknis): berat volume (γ), kohesi (c), sudut geser dalam (φ)

Penurunan (*settlement*):

a) Penurunan segera (*immediately settlement*); akibat elastisitas tanah
b) Penurunan konsolidasi primer (*Primary consolidation settlement*), akibat keluarnya air pori tanah yang disebabkan oleh adanya pertambahan tegangan akibat beban pondasi
c) Penurunan konsolidasi sekunder *(Secodary consolidation settlement)*, yaitu penurunan setelah tekanan air pori hilang seluruhnya. Disebabkan oleh proses pemampatan akibat penyesuaian yang bersifat plastis dari butir-butir tanah.

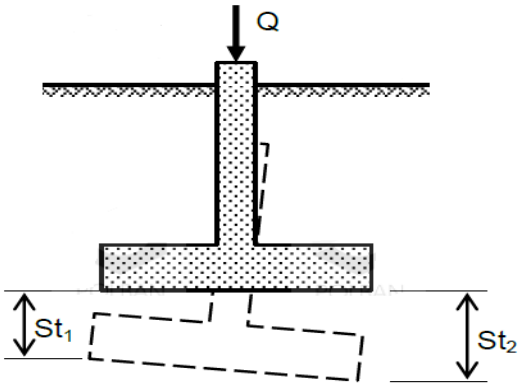
Bentuk terjadinya penurunan dibedakan atas:

- Penurunan seragam (*uniform settlement*)
- Penurunan tidak seragam (*differential*



Gambar 1 Penurunan Seragam
settlement)

(sumber : Materi ajar Polban)



Gambar 2 Penurunan Tidak seragam

(sumber : Materi ajar Polban)

C. Pemodelan Tanah

Terdapat banyak pemodelan tanah dalam software geoteknik yang dapat digunakan untuk melakukan analisis tegangan -regangan pada tanah, tetapi yang diperhitungkan dalah tulisan ini hanya 3 jenis pemodelan tanah, yaitu Linear Elastic, Morh-Coulomb (Elastic dan Plastic) dan Soft Soil.

1. Linear Elastic

Model material untuk tanah dan batuan umumnya dinyatakan sebagai suatu hubungan antara peningkatan tegangan efektif tertentu (perubahan tegangan efektif) dan peningkatan regangan tertentu (perubahan regangan)

2. Mohr-Coulomb

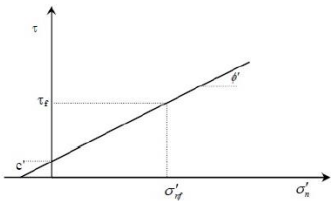
Kondisi keruntuhan *Morh-Coloumb* merupakan penngembangan dari hokum *Coulomb*. Menurut Mohr- Coulomb, tanah diasumsikan berperilaku sebagai material plastik linear elastis sempurna, sehingga tidak diperlukan pengerasan atau pelunakan. Kriteria keruntuhan untuk model ini yang ditunjukkan pada Gambar 2-10 dan dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\tau f = \sigma nf' \tan\varphi' + c'$$

Dimana, $\tau f'$ dan $\sigma nf'$ adalah tegangan geser dan tegangan normal efektif pada keruntuhan rencana. Hasil fungsi Mohr-Coulomb ketika dirumuskan dalam tegangan utama efektif diberikan sebagai berikut:

$$f = \frac{1}{2}(\sigma 1' - \sigma 2') + (\sigma 1' + \sigma 2')\sin\varphi' - c'\cos\varphi'$$

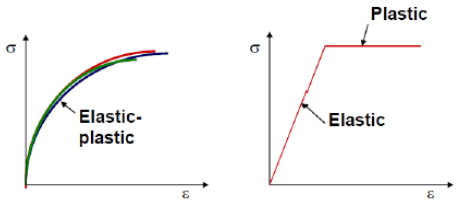
Dimana σ1' dan σ2' masing-masing adalah tegangan mayor dan tegangan minor pokok efektif. Hasil dari Mohr-Coulomb adalah 2 parameter model plastis yaitu sudut geser (ϕ') dan kohesi (c'), bersama-sama mewakili kerucut heksagonal dalam ruang tegangan utama seperti gambar :



Gambar 3 Kriteria keruntuhan Mohr-

(sumber: Manual Plaxis)

Pada pemodelan tanah Mohr-Coulomb ada dua fase yang terjadi pada grafik tegangan regangan sebagai berikut :



Gambar 4 Grafik perfectly elastic plastic model morh-coulomb

(sumber: Manual Plaxis)

Pada grafik tersebut terlihat bahwa ketika tanah diberi pembebanan, tegangan dan regangan tanah tersebut akan terus bertambah sampai menemukan batas fase elastis, tegangan tanah akan tetap dan hanya regangan yang bertambah. Kondisi tersebut adalah kondisi plastis. Model Mohr-Coulomb terdapat lima parameter.

3. Soft-Soil

Merupakan model Cam Clay yang digunakan untuk memodelkan perilaku tanah lunak seperti *Normally Consolidated Clay* dan gambut *(peat)*. Model Soft Soil (SSM) telah dikembangkan dalam kerangka kerja Critical State Soil Mechanic (CSSM), yang mirip dengan model Clay Cam (CCM) atau Modified Cam Clay (MCC). Bagian ini menguraikan persamaan dan perbaikan dari SSM ke MCC. Tabel dibawah adalah tujuh parameter input untuk SSM. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar dibawah. Untuk membedakan antara recompression dan beban utama, diperlukan tekanan pra-konsolidasi (pp). Tekanan pra-konsolidasi dapat ditentukan oleh nilai rasio OCR. Beberapa sifat dari model *Soft Soil* adalah:

- Kekakuan bergantung pada tegangan (perilaku kompresi logaritmik)
- Pembedaan antara pembebanan primer dan pengurangan/pembebanan kembali
- Tekanan prakonsolidasi
- Perilaku keruntuhan mengikuti kriteria Mohr-Coulomb.

D. Konsep Tinjauan Kondisi Tanah

Dalam melakukan analisis untuk tijauan dilapangan, penting untuk menganalisis kondisi yang terjadi dilapangan yang berkaitan dengan tegangan total dan tegangan efektif. Karena apabila terjadi kesalahan akan berdampak pada estimasi kondisi dilapangan.

Tegangan vertikal pada suatu tanah di kedalaman tertentu adalah sebesar:

$$\sigma_v = \gamma . D$$

Dimana:

σv = tegangan vertikal total / tegangan total
γ = berat jenis tanah
D = kedalaman tanah

Tegangan vertikal merupakan tegangan total karena merupakan hasil dari berat seluruh tanah di atasnya.

Tekanan air pori dapat dihitung dengan rumus:

$$u = \gamma_w . (D - H_w)$$

dimana:

u = tekanan air pori
γw = berat satuan air (9,81 kN/m3)
D = kedalaman tanah
Hw = kedalaman tanah yang tanpa air

Perbedaan antara tegangan total dan tegangan air pori disebut tegangan efektif, yaitu:

$$\sigma' = \sigma_v - u = \gamma . D - \gamma_w . (D . H_w)$$

1. Tegangan Total

Tegangan total (σ_v) adalah tekanan overburden yang bekerja searah gravitasi untuk suatu kedalaman (h) akibat berat sendiri tanah termasuk air yang terkandung dalam massa tanah di tambah dengan beban yang bekerja di permukaan tanah asli. Jika diketahui pada tanah tersebut jenuh air, maka tegangan total dihitung dengan memasukkan pengaruh berat volume tanah jenuh air dengan berat volume air. Berikut adalah rumus menghitung tegangan total.

$$\sigma = \gamma w . h + (ha - h)\, \gamma sat$$

Dimana

σ = tegangan total

γsat = berat isi tanah jenuh air

γw = berat isi air

h = kedalaman

ha = kedalaman pada titik a

2. Tegangan Efektif

Analisis tegangan efektif digunakan untuk menganalisis stabilitas jangka panjang (long term) atau disebut juga dengan kondisi *drained*. Berikut adalah rumus menghitung tegangan efektif overburden tanah.

$$\sigma' = (\gamma - \gamma w).h$$

Dimana

σ' = tegangan efektif

γ = berat isi tanah

h = kedalaman

E. Metode Elemen Hingga

Metode elemen hingga (finite element method) adalah suatu metode perhitungan berdasarkan konsep diskretisasi, yaitu membagi sebuah elemen kontinyu menjadi elemen-elemen yang lebih kecil. Dengan cara seperti ini, sebuah sistem yang mempunyai derajat kebebasan yang tidak terhingga dapat didekatkan dengan sejumlah elemen yang mempunyai derajat kebebasan tertentu. Jadi dapat dikatakan metode elemen hingga ini adalah suatu analisa pendekatan. Untuk mendapatkan hasil yang cukup akurat, maka elemen kontinyu harus dibagi menjadi elemen-elemen hingga yang kecil sehingga setiap elemen bias bekerja secara simultan. Metode ini dapat digunakan untuk mengetahui deformasi ataupun tegangan yang terjadi pada suatu elemen yang disebabkan oleh distribusi beban atau gaya.

Metode elemen hingga dapat juga disebut cara pendekatan solusi analisis struktur secara numerik dimana struktur kontinum dengan derajat kebebasan tak hingga disederhanakan dengan diskretasi kontinum dalam elemen-elemen kecil yang umunya memiliki geometri lebih sederhana dengan derajat kebebasan tertentu(berhingga), sehingga lebih mudak dianalisis. Elemen-elemen diferensial ini memiliki asumsi fungsi perpindahan yang dikontrol pada nodal-nodalnya. Pada nodal tersebut diberlakukan syarat keseimbangan dan kompatibilitas. Perpindahan pada titik loan diasumsikan dipengaruhi oleh nilai nodal. Dengan menerapkan prinsip energi, disusun matriks kekakuan untuk tiap nodal dari elemen diskret sesuai dengan kontribusi elemennya. Persamaan keseimbangan yang berbentuk persamaan aljabar simultan ini diselesaikan sehingga perpindahan nodal diperoleh. Regangan nodal dapat dihitung dari derajat kebebasan nodal sehingga tegangannya dapat ditentukan.

F. *Safety Factor*

Pada umumnya dalam ilmu struktur, perhitungan *safety factor* biasanya didefinisikan sebagai perbandingan beban yang menahan dengan beban yang meruntuhkan. Akan tetapi definisi itu tidak bisa selalu digunakan. Berdasarkan keterangan diatas, definisi *safety factor* yang lebih tepat dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$SafetyFactor = \frac{S_{\max yang tersedia}}{S_{yang dibutuhkan untuk keseimbangan}}$$

Dimana S adalah besarnya kekuatan geser. Perbandingan kekuatan geser yang sebenarnya dari tanah terhadap perhitungan kekuatan geser minimum yang dibutuhkan untuk mempertahankan keseimbangan adalah perhitungan factor keamanan yang biasa digunakan dalam mekanika tanah.

Berdasarkan teori *Morh-Coulomb*, maka didapatkan:

$$SafetyFactor = \frac{c + \sigma \tan\phi}{c_r + \sigma \tan\phi_r}$$

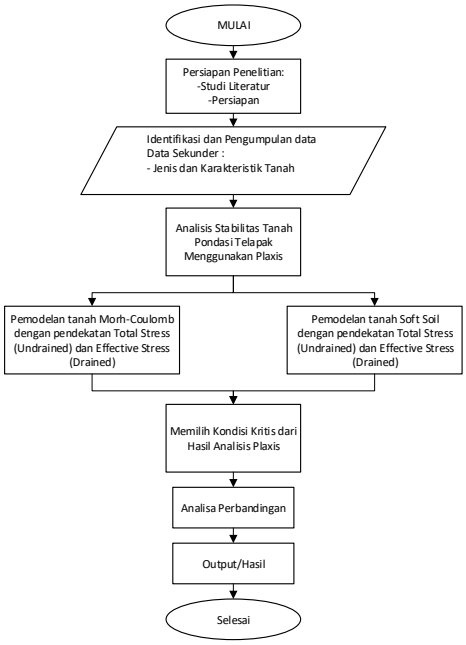
c_r dan $\emptyset_r$ adalah parameter kekuatan tanah yang telah mengalami reduksi dimana kekuatan tersebut dianggap cukup besar untuk mempertahankan keseimbangan.

G. Plaxis

Pengembangan Plaxis dimulai pada tahun 1987 di Universitas Teknik Delft *(Technical University of Delft)* inisiatif Departemen Tenaga Kerja dan Pengelolaan Sumber Data Air Belanda *(Dutch Departement of Public Works and Water Management)*. Tujuan awal adalah untuk menciptakan sebuah program computer berdasarkan metode elemen hingga 2D yang mudah digunakan untuk menganalisis tanggul-tanggul yang dibangun di atas tanah lunak di dataran rendah Holland. Pada tahun tahun berikutnya, Plaxis dikembangkan lebih lanjut hingga mencakup hamper seluruh aspek perencanaan geoteknik lainnya. Karena aktivitas yang terus berkembang, maka sebuah perusahaan bernama Plaxis b.v kemudian didirikan pada tahun 1993. Pada tahun 1998, dirilis versi pertama Plaxis untuk Windows. Selama rentang waktu itu dikembangkan pula perhitungan untuk 3D. setelah pengembangan selama beberapa tahun maka Plaxis 3D untuk terowongan (Plaxis 3D Tunnel) dirilis pada tahun 2001.

Metode analisis tugas akhir ini menggunakan PLAXIS V8.2. PLAXIS adalah sebuah software yang dikembangkan berdasarkan metode elemen hingga *(finite element)* yang digunakan untuk menganalisis deformasi dan stabilitas dari struktur dan bangunan geoteknik.

III. METODE PENELITIAN



Gambar 5 Bagan Alur Penelitian

IV. DATA-DATA

A. Plaxis Kondisi Efektif Stress Model Morh-Coulomb

Parameter	Symbol	Kedalaman Tanah Dasar					Unit
		0-5 m	5-9.5 m	9.5-13.25 m	13.25-17.75	17.75-21	
Model Material	Model	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	
Tipe Perilaku	Type	Drained	Drained	Drained	Drained	Drained	
Berat Jenis Kering	γd	9,31	8,47	7,50	10,73	6,37	(kN/m3)
Berat Jenis Jenuh Air	γs	15,08	14,07	14,37	16,53	13,37	(kN/m3)
Permeabilitas x-dir	kx	0.0000864	0.0000864	0.0000864	0.0000864	0.0000864	m/d
Permeabilitas y-dir	ky	0.0000864	0.0000864	0.0000864	0.0000864	0.0000864	m/d
Modulus Young	Eref	4050	7380	1170	17100	4230	
Poisson's ratio	v	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	
Kohesi	c	14	29	19	16	27	(kN/m2)
Sudut geser	Phi u	2.14	7.1	2.68	8.1	3,12	
Sudut dilatacy	ψ	0	0	0	0	0	

B. Plaxis Kondisi Total Stress Model Morh-Coulomb

Parameter	Symbol	Kedalaman Tanah Dasar					Unit
		0-5 m	5-9.5 m	9.5-13.25 m	13.25-17.75	17.75-21	
Model Material	Model	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	
Tipe Perilaku	Type	Undrained	Undrained	Undrained	Undrained	Undrained	
Berat Jenis Kering	γd	9,31	8,47	7,50	10,73	6,37	(kN/m3)
Berat Jenis Jenuh Air	γs	15,08	14,07	14,37	16,53	13,37	(kN/m3)
Permeabilitas x-dir	kx	0.0000864	0.0000864	0.0000864	0.0000864	0.0000864	m/d
Permeabilitas y-dir	ky	0.0000864	0.0000864	0.0000864	0.0000864	0.0000864	m/d
Modulus Young	Eref	25000	28000	8000	35000	27000	
Poisson's ratio	v	0.5	0.45	0.5	0.4	0.5	
Kohesi	c	14	29	19	16	27	(kN/m2)
Sudut geser	Phi u	0	0	0	0	0	
Sudut dilatacy	ψ	0	0	0	0	0	

C. Plaxis Kondisi Efektif Stress Model Soft-Soil

Parameter	Symbol	Kedalaman Tanah Dasar					Unit
		0-5 m	5-9.5 m	9.5-13.25 m	13.25-17.75	17.75-21	
Model Material	Model	Soft-Soil	Soft-Soil	Soft-Soil	Soft-Soil	Soft-Soil	
Tipe Perilaku	Type	Drained	Drained	Drained	Drained	Drained	
Berat Jenis Kering	γd	9.31	8.47	7.5	10.73	6.37	(kN/m3)
Berat Jenis Jenuh Air	γs	15.08	14.07	14.37	16.53	13.37	(kN/m3)
Permeabilitas x-dir	kx	0.0000864	0.0000864	0.0000864	0.0000864	0.0000864	m/d
Permeabilitas y-dir	ky	0.0000864	0.0000864	0.0000864	0.0000864	0.0000864	m/d
Modulus Young	Eref	4050	7380	1170	17100	4230	
Poisson's ratio	v	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	
Kohesi	c'	9.3	19.3	12.7	10.7	18.0	(kN/m2)
Sudut geser	Phi u	1.4	4.7	1.8	5.4	2.1	
Sudut dilatacy	ψ	0	0	0	0	0	
Index Compresibilitas	Cc	1.346	1.346	1.346	0.524	0.524	
Index recompresibilitas	Cs	0.092	0.092	0.092	0.089	0.089	
Angka Pori Awal	eo	1.9	2.1	2.5	1.5	3.1	

D. Plaxis Kondisi Total Stress Model Soft-Soil

Parameter	Symbol	Kedalaman Tanah Dasar					Unit
		0-5 m	5-9.5 m	9.5-13.25 m	13.25-17.75	17.75-21	
Model Material	Model	Soft-Soil	Soft-Soil	Soft-Soil	Soft-Soil	Soft-Soil	
Tipe Perilaku	Type	Undrained	Undrained	Undrained	Undrained	Undrained	
Berat Jenis Kering	γd	9,31	8.47	7.5	10.73	6.37	(kN/m3)
Berat Jenis Jenuh Air	γs	15.08	14.07	14.37	16.53	13.37	(kN/m3)
Permeabilitas x-dir	kx	0.0000864	0.0000864	0.0000864	0.0000864	0.0000864	m/d
Permeabilitas y-dir	ky	0.0000864	0.0000864	0.0000864	0.0000864	0.0000864	m/d
Modulus Young	Eref	25000	27067	8000	32667	27000	
Poisson's ratio	v	0.5	0.45	0.5	0.4	0.5	
Kohesi	c	25	29	19	16	27	(kN/m2)
Sudut geser	Phi u	0	0	0	0	0	
Sudut dilatacy	ψ	0	0	0	0	0	
Index Compresibilitas	Cc	1.346	1.346	1.346	0.524	0.524	
Index recompresibilitas	Cs	0.092	0.092	0.092	0.089	0.089	
Angka Pori Awal	eo	1.9	2.1	2.5	1.5	3.1	0.0

- Plaxis

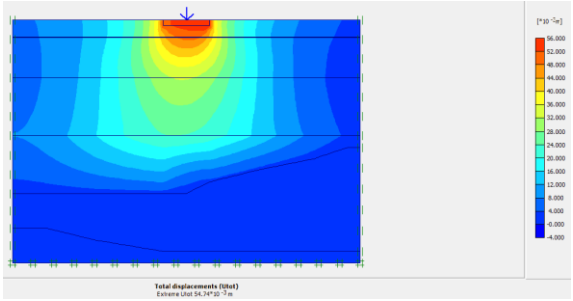
  Tipe Material = Beton
  Berat Jenis = 24 kN/m
  E-Modulus Beton=25742960 kN/m
  v(poisson ratio) = 0.25

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

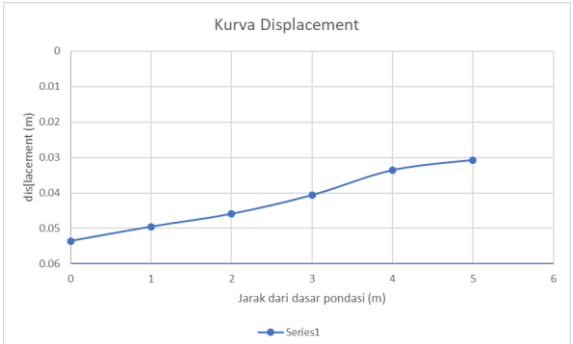
A. Analisis Stabilitas Tanah Pada Pondasi Dengan Menggunanakan Plaxis

Analisis stabilitas dengan menggunakan metode elemen hingga dilakukan dengan mengggunakan program bantu Plaxis V8.2. Pada analisis perilaku tanah disekitar pondasi akibat distribusi beban dari struktur atas akan dilakukan dengan perbandingan variasi pemodelan tanah yaitu menggunakan pemodelan tanah Morh-Coulomb dan Soft Soil pada kondisi tanah drained dan undrained. Berikut pendekatan analisis yang dilakukan pada program bantu Plaxis:

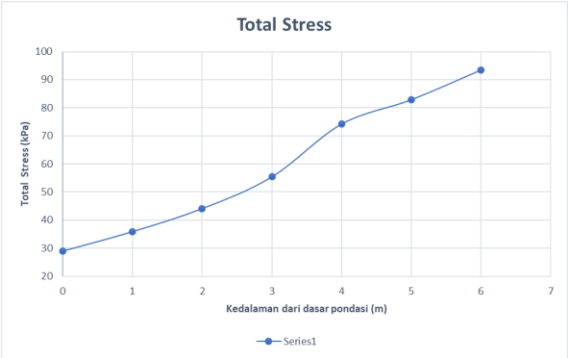
1. Pemodelan tanah Morh-Coulomb pada kondisi drained dengan menggunakan parameter tanah efektif.



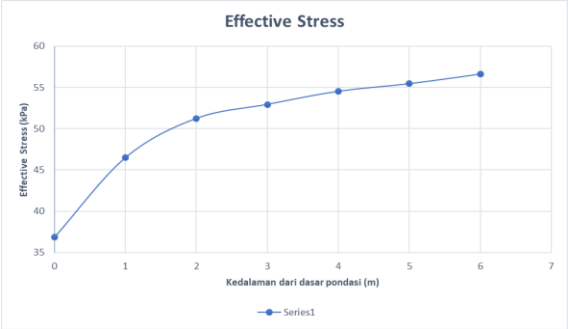
Gambar 6 Shading Total Displacement Morh-Coulomb Drained



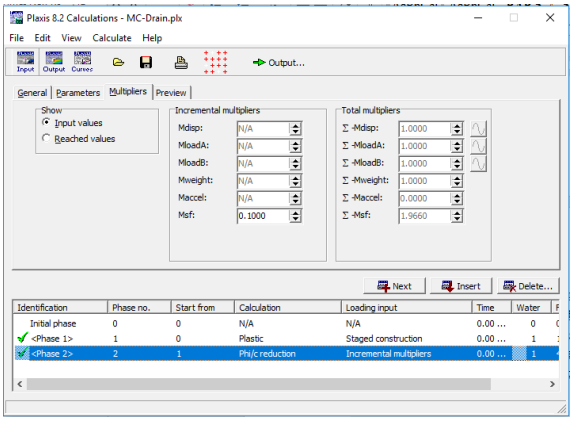
Gambar 7 Kurva displacement tanah bawah pondasi



Gambar 8 Kurva Total Stress Morh-Coulomb Drained



Gambar 9 Kurva Effective Stress Morh-Coulomb Drained



Gambar 10 Calculation nilai SF

Pada gambar **10** menunjukan bahwa hasil analisi dengan menggunakan pemodelan tanah Morh-Coulomb dengan kondisi Drained menghasilkan nilai SF *(Safety Factor)* sebesar 1.9660.

2. Pemodelan tanah Morh-Coulomb pada kondisi undrained dengan menggunakan parameter tanah total.
3. Pemodelan tanah Soft Soil pada kondisi drained dengan menggunakan parameter tanah efektif.
4. Pemodelan tanah Soft Soil pada kondisi undrained dengan menggunakan parameter tanah total.

B. *Safety Factor*

Dalam analisa menggunakan Plaxis dengan pemodelan tanah Morh-Coulomb dan Soft Soil, serta dengan tinjauan dua sifat material yaitu drained dan undrained, Plaxis memprediksi bahwa dengan kondisi tanah dan pembebanan akibat pondasi, tanah tersebut mengalami keruntuhan. Hal ini ditunjukan dari hasil factor keamanan yang didapat dalam tabel.

Tabel 1 nilai *Safety Factor*

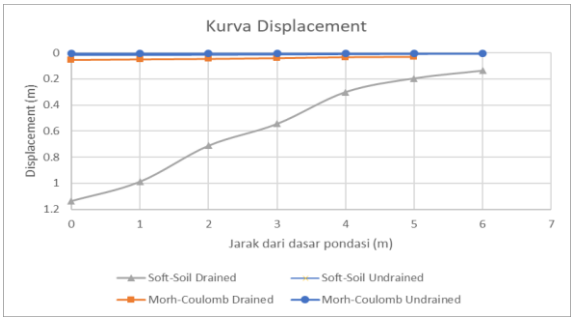
Faktor Keamanan		
Drained	Morh-Coulomb	1.966
	Soft Soil	1.299
Undrained	Morh-Coulomb	1.830
	Soft Soil	3.372

Dari hasil analisis yang dilakukan plaxis dapat kita lihat bahwa rata-rata hasil faktor keamanan yang didapat lebih dari 1, secara teoritis ini membuktikan bahwa metode ini memprediksikan bahwa tanah tersebut tidak mengalami keruntuhan geser.

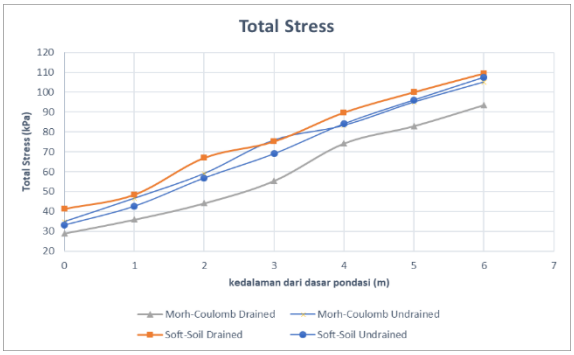
C. Rangkuman Grafik hasil Analisis



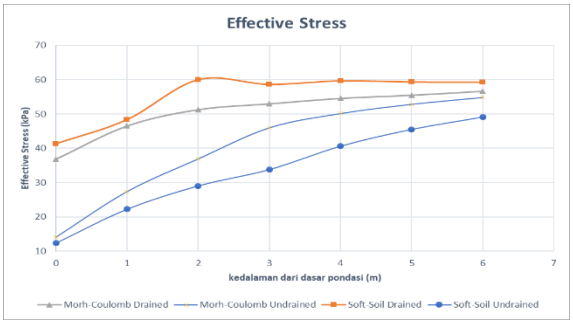
Gambar 11 Kurva displacement samping pondasi Morh Coulomb & Soft Soil



Gambar 12 Kurva displacement dasar pondasi Morh Coulomb & Soft Soil



Gambar 13 Kurva Total Stress Morh-Coulomb & Soft Soil



Gambar 14 Kurva Effective Stress Morh-Coulomb & Soft Soil

VI. KESIMPULAN

Dari hasil analisis pada pemodelan pondasi dangkal menggunakan *software Plaxis 8.2* dengan berbagai variasi pemodelan tanah pada kondisi tanah yang drained dan undrained. Dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Analisis stabilitas tanah disekitar pondasi menggunakan program bantu computer Plaxis 8.2 pemodelan tanah Morh-Coulomb dengan metode pendekatan *total stress* (kondisi undrained) menghasilkan displacement yang lebih kecil dibandingkan dengan metode pendekatan *effective stress* (kondisi drained) yang memiliki displacement yang lebih besar.
2. Analisis yang dilakukan pada program Plaxis pemodelan tanah Soft soil, dengan parameter tanah efektif kondisi drained menghasilkan nilai *displacement* yang lebih besar dibandingkan dengan pemodelan parameter tanah total kondisi undrained yang memiliki displacement yang lebih kecil.
3. Pada keseluruhan analisis pemodelan yang dilakukan pada *software Plaxis* bahwa dengan pemodelan tanah Morh-Coulomb kondisi undrained menghasilkan nilai *displacement* yang lebih kecil dibandingkan dengan pemodelan lainnya.
4. Analisis *Effective Stress* yang dihasilkan oleh program bantu *Plaxis*, bahwa dengan pemodelan tanah Soft Soil kondisi drained menghasilkan nilai tegangan efektif yang paling besar dan pemodelan tanah Soft Soil kondisi undrained menghasilkan nilai tegangan efektif paling kecil.
5. Analisis *Total Stress* yang dihasilkan oleh program bantu *Plaxis*, bahwa dengan pemodelan tanah Morh-Coulomb kondisi drained menghasilkan nilai tegangan total yang paling kecil dan pemodelan tanah Soft Soil kondisi drained menghasilkan nilai tegangan total yang paling besar.
6. Pada pemodelan tanah Morh-Coulomb dengan dua metode pendekatan, bahwa nilai displacement dan tegangan tanah tidak berbeda jauh. Namun dengan pendekatan *Total Stress* menghasilkan nilai displacement yang kecil dibandingkan dengan pendekatan *effective stress.*
7. Pada kondisi *effective stress* dengan pemodelan tanah Soft-Soil menghasilkan nilai displacement dan tegangan tanah yang besar dibandingkan dengan seluruh analisis berbagai pemodelan tanah yang dilakukan.
8. Dari hasil analisis yang dilakukan plaxis dapat kita lihat bahwa rata-rata hasil faktor keamanan yang didapat lebih dari 1, secara teoritis ini membuktikan bahwa metode ini memprediksikan bahwa tanah tersebut tidak mengalami keruntuhan.
9. Pemodelan tanah Morh Coulomb sering digunakan Karena parameter tanah ini sangat sederhana, Karena dianggap lebih mudah digunakan dalam berbagai analisis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada ibu Laras Laila Lestari sebagai dosen teknik sipil UNIKOM yang telah membimbing untuk penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik, serta seluruh dosen Teknik sipil UNIKOM dan rekan-rekan Teknik Sipil angkatan 2013 yang terus berjuang bersama, saling mendukung untuk dapat menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Das, B. M., 1995, Principle of Geotechnical Engineering Jilid II, Jakarta: Erlangga.

Christady Hardiyatmo, Analisis perancangan Fondasi, Yogyakarta: Gajah Mada University Press.

Sosrodarsono, S. & Nakazawa, K., 2000. Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi, Penerbit : PT Pradnya Paramita, Jakarta.

Pamungkas, Erni . Desain pondasi tahan gempa, Penerbit : Ardy, Yogyakarta.

Setyo Budi. Pondasi Dangka, Penerbit : Andi, Yogyakarta.

Joseph E. Bowles. Analisis Dan Desain Pondasi Jilid 1. Penerbit: Erlangga, Jakarta

Kazuto Nakazawa dkk, 2000. Soil Mechanics and Foundation Engineering. Penerbit: PT Pradya Pramita, 2000.

Christady Hardiyatmo, Mekanika Tanah Jilid II, Yogyakarta: Gajah Mada University Press.

R.B.J. Brinkgreve, 2007. Manual Plaxis V 8.2. Penerbit: PLAXIS.b.v, Belanda