

BAB III

PELAKSANAAN PENELITIAN

3.1. PRINSIP PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan menggunakan tiga model, yaitu model tanpa *tire soil*, kemudian model dengan *tire soil* lapis satu, dan *tire soil* dengan lapis bersusun. Dari tiap model akan dilihat kemampuan daya dukungnya dengan memperhatikan nilai penurunan dan juga akan dilihat bagaimana pola keruntuhan tanah beserta deformasi dari *tire soil* tersebut. Kemudian hasil percobaan dari tiap-tiap model akan dibandingkan antara satu dengan yang lainnya.

Sebuah program komputer dipakai sebagai pelengkap penelitian ini, yaitu program PLAXIS, dimana program penghitung tanah ini digunakan sebagai pembanding terhadap hasil percobaan untuk melihat nilai penurunan dan pola keruntuhan tanah.

Asumsi-asumsi yang dipakai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

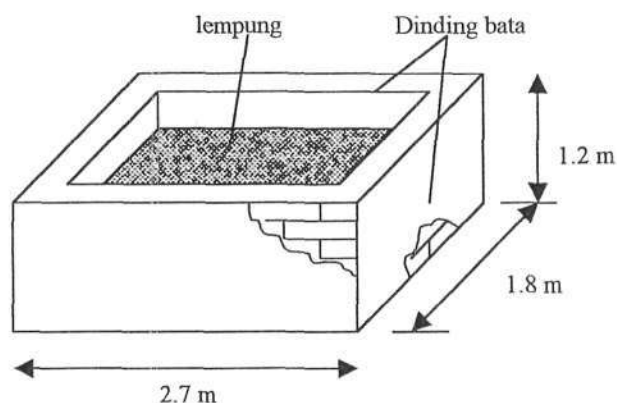
- Parameter-parameter tanah percobaan pada bak yang diperoleh melalui pengetesan di laboratorium seperti kadar air (W_c), berat volume basah (γ_{wet}), berat volume kering (γ_{dry}), *specific gravity* (G_s), dan lainnya, dianggap berlaku sama pada seluruh tanah di bak percobaan yang hanya terdiri dari satu jenis tanah saja, yaitu tanah lempung yang sudah diaduk.
- Kekuatan *tire soil*, yang meliputi ban bekas dan ikatan kawat baja dianggap dapat bertahan dalam jangka waktu yang cukup lama.

- Pada penggunaan program PLAXIS, model penelitian dianalisa secara dua dimensi dan bisa dipakai sebagai pembanding hasil percobaan untuk beberapa model konfigurasi *tire soil*.

3.2. ALAT DAN BAHAN PERCOBAAN

Dalam percobaan ini digunakan alat-alat dan material pendukung sebagai berikut:

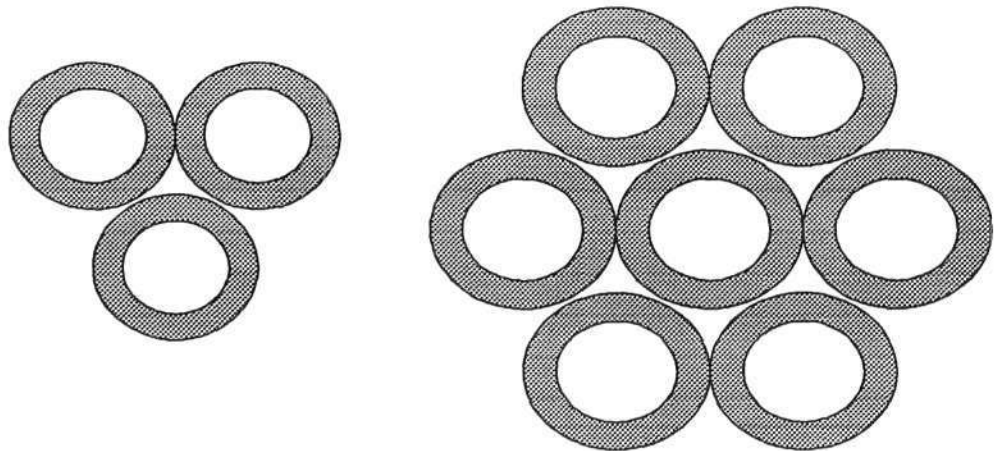
- Bak percobaan, yang terbuat dari pasangan bata pada keempat sisinya dimana sisi bawah menempel pada lantai laboratorium dan sisi atas dibiarkan terbuka. Adapun ukuran bak percobaan pada bagian luar: panjang 270 cm, lebar 180 cm, dan tinggi 120 cm. Bak percobaan ini diisi dengan tanah lempung sampai ketinggian 110 cm (gambar 3.1).



Gambar 3.1. Ukuran dan penampang bak percobaan

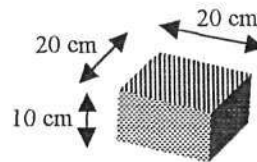
- Ban bekas *Vespa* dengan ukuran diameter 40 cm sebanyak 10 buah, yang dipotong pada sisi terluar dari telapak ban pada kedua sisinya, sehingga yang digunakan pada ban hanya telapaknya saja. Kemudian

ban-ban tersebut dirangkai dalam konfigurasi tiga ban dan tujuh ban (gambar 3.2). Untuk pengikatan ban, digunakan kawat baja.



Gambar 3.2. Konfigurasi 3 ban dan 7 ban

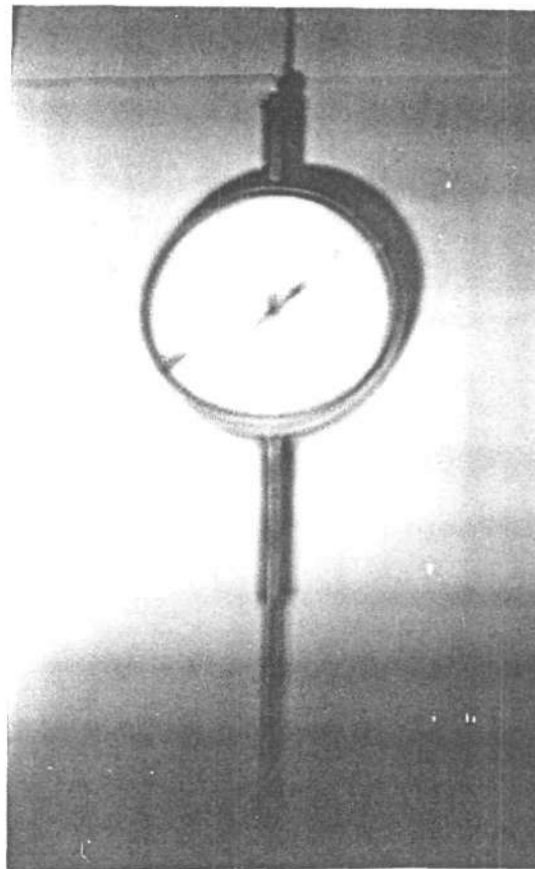
- *Rollag* dari pasangan bata dengan ukuran penampang 20 cm x 20 cm x 10 cm (gambar 3.3).



Gambar 3.3. Ukuran penampang *rollag*

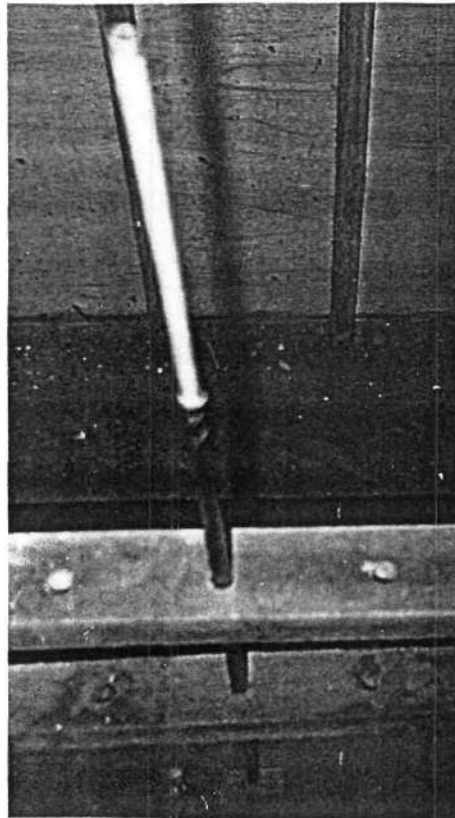
- Karung beras sintetis atau disebut juga glangsing. Karung ini berfungsi sebagai pemisah antara pasir yang diisikan pada ban dengan tanah lempung sehingga tidak tercampur. Dalam hal ini faktor gaya gesek antara karung dengan tanah diabaikan dalam perhitungan.
- Barbel beban dengan berat 3 kg dipersiapkan untuk akumulasi beban hingga 150 kg.

- Kawat baja yang berfungsi sebagai pengikat antar ban dalam model konfigurasi. Agar dapat bertahan lama dan tidak berkarat, bisa digunakan plastik sebagai pembungkus kawat.
- Pasir yang berfungsi sebagai material pengisi ban, material pasir dipilih karena memiliki kemampuan menyebarkan beban dengan baik.
- Alat *dial* penurunan dengan skala penurunan hingga 5 cm. Alat ini berfungsi untuk mengukur penurunan yang terjadi (gambar 3.4).



Gambar 3.4. Alat *dial* penurunan

- Alat pengukur deformasi yang berfungsi sebagai pengukur deformasi *tire soil* akibat pembebanan (gambar 3.5).



Gambar 3.5. Alat pengukur deformasi

3.3. LANGKAH PERCOBAAN

Dimulai dari mencari data tanah lempung yang diambil dari bak percobaan, dimana pengujian tanah percobaan dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Universitas Kristen Petra. Hasil penelitian terhadap tanah lempung pada bak percobaan dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 3.1. Data hasil tes tanah lempung percobaan

Jenis Tes Laboratorium	Lambang	Satuan	Hasil
<i>Specific Gravity Test</i>	Gs		2,64
Test batas-batas <i>Attenberg</i>	LL	%	107,41
	PL	%	28,3
	PI	%	79,11
	LI	%	137,97
<i>Water Content Test</i>	Wc	%	137
<i>Volumetric</i>	γ_{wet}	kN/m^3	13,6
<i>Gravimetric</i>	γ_{dry}	kN/m^3	5,73
<i>Vane Shear Test</i>	Su	kN/m^2	0,65

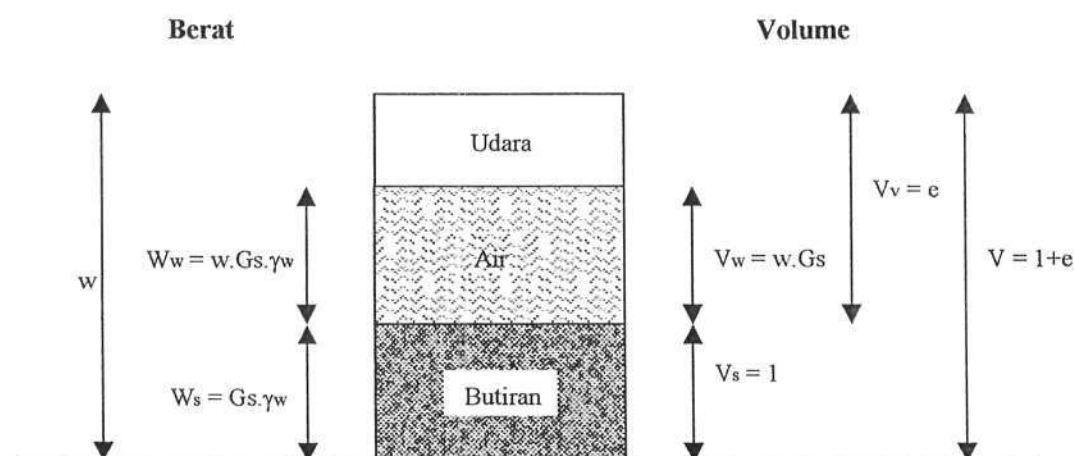
Adapun pengambilan sampel tanah dilakukan setelah tanah di bak percobaan sudah terlebih dulu diaduk secara merata dengan air, kemudian dicari nilai kadar air (Wc), angka pori (e), dan *specific gravity* (Gs), sehingga didapat derajat kejenuhannya (S).

Tanah dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis berdasarkan derajat kejenuhannya (S), yaitu:

- Tanah kering sempurna (*dry soil*) dengan derajat kejenuhan (S) = 0%. Tanah ini hanya terdiri dari butiran tanah dan udara, serta tidak mengandung air.
- Tanah jenuh sempurna (*saturated soil*) dengan derajat kejenuhan (S) = 100%. Seluruh pori-pori tanah ini terisi oleh air.
- Tanah tidak jenuh sempurna (*unsaturated soil*) dengan derajat kejenuhan $0\% < (S) < 100\%$. Pori-pori tanah ini terisi oleh air dan juga gelembung udara. Bila gelembung udaranya menyambung, maka derajat kejenuhannya (S) < 80%, sedangkan bila gelembung udaranya terpisah oleh air, maka derajat kejenuhannya (S) > 90%. Pada zona

transisi antara kedua kondisi ini ($80\% < (S) < 90\%$), volume gelembung udara seimbang dengan pori-pori yang terisi air.

Derajat kejenuhan suatu tanah sangat ditentukan oleh komposisi elemen-elemen tanah, yaitu butiran tanah, udara, dan air. Segumpal tanah dapat terdiri dari dua atau tiga elemen. Bila tanah kering sempurna, tanah terdiri dari butiran tanah dan udara. Bila tanah jenuh sempurna, tanah terdiri dari butiran dan air. Pada keadaan tanah tidak jenuh sempurna, tanah terdiri atas butiran tanah, air dan udara. Bagian-bagian tanah ini dapat dilihat dalam gambar 3.6 berikut ini.



Gambar 3.6. Tiga elemen tanah dengan volume butiran (V_s) = 1

Berdasarkan gambar di atas dapat dirumuskan hubungan-hubungan sebagai berikut:

Berat volume basah (γ_{wet}), adalah perbandingan dari berat tanah total (W) dengan volume tanah total (V):

$$\gamma_{wet} = \frac{W}{V}$$

Berat volume kering (γ_d):

$$\gamma_d = \frac{\gamma_{sat}}{1 + w_c}$$

Porositas (n):

$$n = 1 - \left(\frac{\gamma_d}{G_s \cdot \gamma_w} \right)$$

Angka pori (e):

$$e = \frac{n}{1 - n}$$

Sehingga berdasarkan persamaan di atas derajat kejenuhan (S) dapat ditentukan

$$S = \frac{V_w}{V_v} \times 100 \% = \frac{w \cdot G_s}{e} \times 100 \%$$

Jika hasil pengujian tanah menunjukkan derajat kejenuhan (S) $\geq$ 100%, maka tanah lempung sudah dalam keadaan *saturated*.

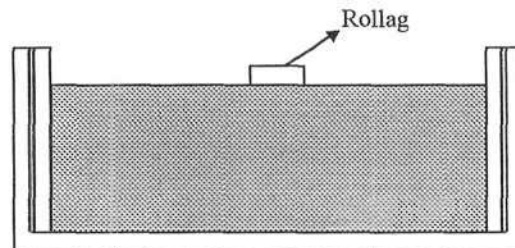
Percobaan dilanjutkan dengan menggunakan model percobaan yang terdiri dari dua macam model, yaitu:

1. Percobaan dengan menggunakan *rollag* tanpa *tire soil*.
2. Percobaan dengan menggunakan *rollag* dengan *tire soil*, baik yang terdiri dari satu lapis maupun yang bersusun.

3.3.1. Percobaan rollag tanpa *tire soil* (model I)

Langkah percobaan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- a) *Rollag* diletakkan diatas tanah lempung pada bak percobaan bagian tengah, jadi posisi *rollag* diusahakan sentris.
- b) Memasang *dial* penurunan yang diletakkan di tepi *rollag*.
- c) *Rollag* mulai dibebani secara bertahap dengan penambahan beban setiap 3 kg. Beban ditambahkan lagi jika ternyata *rollag* tidak mengalami penurunan lagi, yang terlihat dari *dial* pengukur.



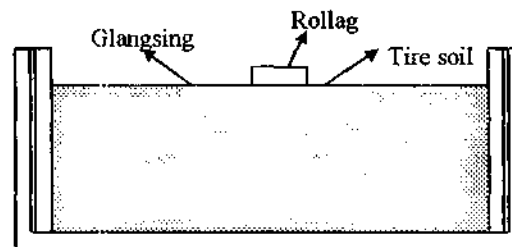
Gambar 3.7. Percobaan *rollag* tanpa *tire soil* (tampak samping)

3.3.2. Percobaan *rollag* dengan *tire soil* satu lapis (model II)

Langkah percobaan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- a) Menyiapkan rangkaian ban yang telah diikat dengan kawat baja.
- b) Tanah lempung pada bak percobaan digali sedalam tebal ban, sedangkan panjang dan lebarnya disesuaikan dengan besarnya rangkaian ban.
- c) Glangsing dihamparkan dalam lubang.

- d) Rangkaian ban satu lapis diletakkan didalam lubang di atas glangsing.
- e) Pinggiran ban kemudian ditutup lagi dengan tanah lempung.
- f) Ban diisi dengan pasir lalu dipadatkan.
- g) *Rollag* diletakkan diatas rangkaian ban dan *dial* penurunan dipasang pada *rollag* beserta alat pengukur deformasi *tire soil*.
- h) *Rollag* mulai dibebani secara bertahap. Beban ditambahkan jika tidak tampak ada penurunan yang terjadi pada *dial* pengukur.



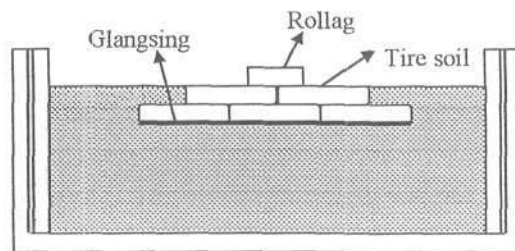
Gambar 3.8. Percobaan *rollag* dengan *tire soil* 1 lapis (tampak samping)

3.3.3. Percobaan *rollag* dengan *tire soil* bersusun (model III)

Langkah percobaan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- a) Rangkaian tiga ban dan tujuh ban disiapkan.
- b) Tanah lempung pada bak percobaan digali sedalam tebal susunan ban (2 lapis), sedangkan panjang dan lebarnya disesuaikan dengan besarnya rangkaian ban.
- c) Glangsing dihamparkan dalam lubang.
- d) Rangkaian tujuh ban diletakkan terlebih dulu didalam lubang diatas glangsing.
- e) Pinggiran ban ditutupi dengan tanah lempung.

- f) Ban diisi pasir lalu dipadatkan.
- g) Rangkaian tiga ban diletakkan di atas rangkaian tujuh ban.
- h) Glangsing ditempatkan di atas rangkaian tujuh ban yang tidak tertutup oleh rangkaian tiga ban, sehingga pasir pada rangkaian tujuh ban tidak tercampur dengan tanah lempung yang akan ditutupkan di atas rangkaian tujuh ban mengelilingi rangkaian tiga ban.
- i) Rangkaian tiga ban diisi dengan pasir lalu dipadatkan.
- j) *Rollag* diletakkan di atas rangkaian ban dan dipasang *dial* penurunan beserta alat pengukur deformasi dari *tire soil*.
- k) *Rollag* mulai dibebani secara bertahap. Beban ditambahkan jika tidak tampak ada penurunan yang terjadi pada *dial* pengukur.



Gambar 3.9. Percobaan *rollag* dengan *tire soil* bersusun (tampak samping)

3.3.4. Cara penggunaan *dial* penurunan dan alat pengukur deformasi

Penggunaan *dial* penurunan tergantung pada posisi perletakan *dial*. Bila *dial* penurunan diletakkan di tengah-tengah permukaan *rollag*, maka cukup digunakan satu *dial* karena yang dicari adalah penurunan di tengah *rollag*. Tapi dalam penelitian ini, *rollag* harus dibebani dan pembebanan tersebut diletakkan diatas

rollag, sehingga *dial* penurunan tidak dapat ditempatkan di tengah, melainkan di tepi *rollag* sebanyak 4 buah.

Penggunaan alat ukur deformasi diletakkan pada tepi masing-masing *tire soil*, jadi digunakan tiga buah alat ukur deformasi.

3.4. DATA TEKNIS PROGRAM PLAXIS

Penggunaan program PLAXIS ini bertujuan mengamati dan menganalisa pengaruh beban pada model percobaan yang dilakukan, sebagai pembandingan terhadap hasil yang didapat dari percobaan.

Adapun data input yang dibutuhkan serta permodelan elemen pada program PLAXIS adalah:

- Menggunakan tipe elemen segitiga *plane strain*.
- Menggunakan 15 *nodes element*.
- Menggunakan *Mohr-Coulomb* sebagai kriteria runtuh.
- Tanah dalam kondisi *undrained*.
- Parameter-parameter yang dibutuhkan antara lain:

μ = *Poisson's Ratio* berdasarkan tabel 3.2.

E = modulus elastisitas berdasarkan tabel 3.3.

ψ = *dilatancy angle* ($^{\circ}$)

ϕ = sudut geser dalam tanah berdasarkan tabel 3.4.

c = kohesi tanah

γ_{dry} = berat volume tanah kering

γ_{wet} = berat volume tanah basah

Tabel 3.2. Nilai *Poisson's Ratio* (Bowless, 1977)

Macam Tanah	<i>Poisson's Ratio</i> (μ)
Lempung jenuh	0.4 – 0.5
Lempung tak jenuh	0.1 – 0.3
Lempung berpasir	0.2 – 0.3
Lanau	0.3 – 0.35
Pasir padat	0.2 – 0.4
Pasir kasar	0.35
Batu	0.1 – 0.4
Loess	0.1 – 0.3

Tabel 3.3. Nilai modulus elastisitas tanah (Bowless, 1977)

Macam Tanah	E (kPa)
<i>Lempung</i>	
Sangat lunak	300 – 3000
Lunak	2000 – 4000
Sedang	4500 – 9000
Keras	7000 – 20000
Berpasir	30000 – 42500
<i>Pasir</i>	
Berlanau	5000 – 20000
Tidak padat	10000 – 25000
Padat	50000 – 100000
<i>Pasir dan Kerikil</i>	
Padat	80000 – 200000
Tidak padat	50000 – 140000
<i>Lanau</i>	2000 – 20000
<i>Loess</i>	15000 – 60000
<i>Cadas</i>	140000 – 1400000

Tabel 3.4. Nilai estimasi sudut geser dalam tanah (ϕ) (Bowless, 1977)

Macam Tanah	Sudut Geser Dalam (ϕ)
<i>Kerikil</i>	
Ukuran sedang	45° - 55°
Berpasir	35° - 55°
<i>Pasir</i>	
Kering dan tidak padat	28° - 34°
Jenuh dan tidak padat	28° - 34°
Kering dan padat	35° - 46°
Jenuh dan padat	1° - 2° (kurang dari kering dan padat)
<i>Lanau</i>	
Tidak padat	20° - 22°
Padat	25° - 30°
<i>Lempung</i>	0° (jenuh)

Adapun parameter-parameter untuk tanah lempung adalah:

$$\gamma_{\text{dry}} = 5.47 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_{\text{wet}} = 13 \text{ kN/m}^3$$

$$E = 300 \text{ kN/m}^2$$

$$\mu = 0.45$$

$$\phi = 0^\circ$$

$$c = 0.65 \text{ kN/m}^2$$

$$\psi = 0^\circ$$

Parameter-parameter untuk *Rollag* antara lain:

$$\gamma_{\text{dry}} = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$E = 2.10^7 \text{ kN/m}^2$$

$$\mu = 0.25$$

$$\phi = 0^\circ$$

$$c = 0 \text{ kN/m}^2$$

$$\psi = 0^\circ$$

Parameter-parameter untuk *tire soil* antara lain:

$$\gamma_{\text{dry}} = 15.81 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_{\text{wet}} = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$E = 1.67.10^5 \text{ kN/m}^2$$

$$\mu = 0.3$$

$$\phi = 34^\circ$$

$$c = 20.8 \text{ kN/m}^2$$

$$\psi = 4^\circ$$

3.5. LANGKAH KERJA PLAXIS

3.5.1. *Input Data*

A. *Input geometri*

1. Pembuatan model percobaan dengan *geometri line*.
2. Menerapkan *boundary condition* / kondisi batas.
3. *Boundary condition* yang digunakan adalah idealisasi jepit pada dasar bak, dan idealisasi rol pada bagian vertikal.
4. Menentukan jenis material.
5. Material yang digunakan dalam percobaan dimasukkan, seperti tanah lempung, *rollag*, dan *tire soil*.
6. Pembuatan *finite element mesh*.
7. Model geometri dilakukan *refine mesh* dengan diatur secara manual agar didapat *global mesh* yang sesuai.

B. Kondisi awal (*Initial Condition*)

1. Menentukan letak muka air pada model yang telah dibuat serta memasukkan γ_{water} .
2. Menentukan tekanan air (*generate water pressure*).
3. Menentukan tegangan awal (*generate initial stresses*).

3.5.2. Analisa perhitungan

1. *Plastic type calculation*, adalah tipe kalkulasi yang sering digunakan pada aplikasi geoteknis yang menggunakan analisa deformasi elastis plastis.
2. *Staged construction*, dipakai untuk mensimulasikan model konstruksi dan dipakai untuk merubah tekanan air pada model.
3. Memilih titik yang diamati, titik yang akan diamati deformasinya dapat diketahui besarnya.
4. Melakukan perhitungan.

3.5.3. Output

Hasil *output* dari program PLAXIS dapat dilihat pada:

1. Gambar *total displacement (Arrow)*.
2. Gambar *total displacement (Shading)*.
3. Gambar *deformed mesh*.
4. Gambar *effective mean stresses (Shading)*.
5. Gambar *relative shear stresses (Shading)*.