

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Waktu : Maret - Juni 2015

Tempat : Laboratorium Mekanika tanah dan Geologi Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Brawijaya

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah merupakan suatu pemodelan lereng yang tersusun atas material tanah pasir. Tanah tersebut termasuk kedalam jenis tanah pasir dengan symbol SP (*Poorly Graded Sand*) berdasarkan Sistem Unified (U.S.C.S).

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

- a. Peralatan Analisis Saringan
 - ❖ Ayakan Saringan No. 4, No. 10, No. 20, No.40, No. 60, No. 100 dan No. 200
 - ❖ Timbangan digital
- b. Peralatan Analisis Berat Jenis Tanah
 - ❖ Labu ukur
 - ❖ Kompor listrik
 - ❖ Timbangan digital
 - ❖ Alat ukur suhu (thermometer)
- c. Peralatan Uji Geser Langsung
 - ❖ Alat uji geser langsung
 - ❖ Ring untuk pengambilan sampel
 - ❖ Timbangan digital
- d. Pemeriksaan Kepadatan dan Pemeriksaan Kadar Air
 - ❖ *Density ring*
 - ❖ Timbangan digital
 - ❖ Cawan

- e. Peralatan Pemadatan
 - ❖ Proktor
 - ❖ Silinder beton
- f. Peralatan Uji Pembebanan
 - ❖ Dongkrak hidrolik
 - ❖ Balok pembeban
 - ❖ *Load cell*
 - ❖ LVDT



(a) Saringan



(b) Timbangan digital

Gambar 3.1 Peralatan untuk analisa saringan



(a) labu ukur

Gambar 3.2 Peralatan untuk analisa berat jenis tanah



(a) Peralatan geser langsung



(b) density ring

Gambar 3.3 Peralatan uji geser langsung



(a) silinder beton



(b) Proktor Standar

Gambar 3.4 Peralatan Pemasakan

(a) dial gauge



(b) Load cell

Gambar 3.5 Peralatan uji pembebanan

3.3 Perhitungan Penyaluran Geogrid

Besarnya panjang penyaluran geogrid harus mampu menahan gaya geogrid yang bekerja. Prinsip kerja dari panjang penyaluran geogrid adalah besarnya gaya friksi antara tanah dan geogrid di sepanjang penyaluran yang tidak berada di dalam bidang longsor, harus mampu menahan gaya geogrid yang bekerja menahan kelongsoran.

3.4 Jumlah dan Perlakuan Benda Uji

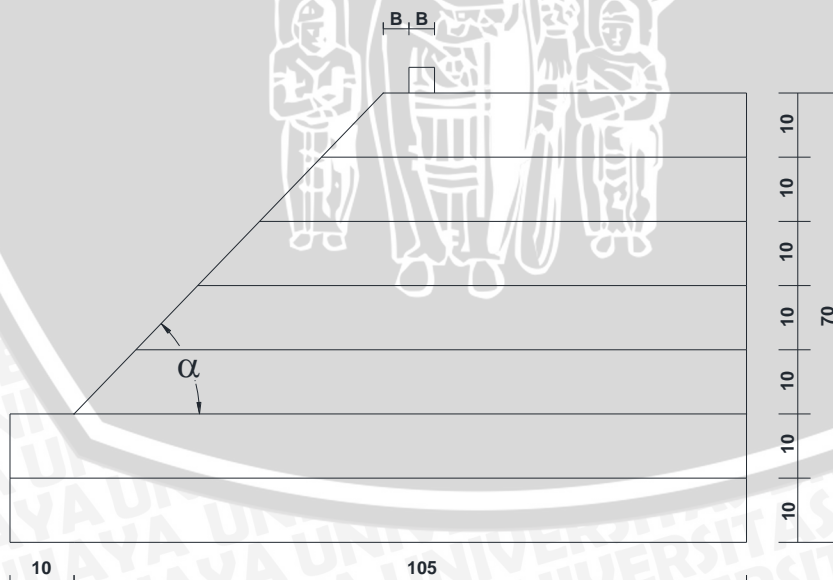
Pada percobaan penelitian ini dibuat 9 buah benda uji dengan 3 variasi kemiringan sudut lereng dan 3 variasi dimensi lebar pondasi untuk pondasi menerus yang diletakkan di permukaan lereng dengan Rc 74 %.

Untuk percobaan penelitian ini variasi kemiringan sudut lereng, serta dimensi lebar pondasi yang digunakan dapat dilihat pada **Tabel 3.1**

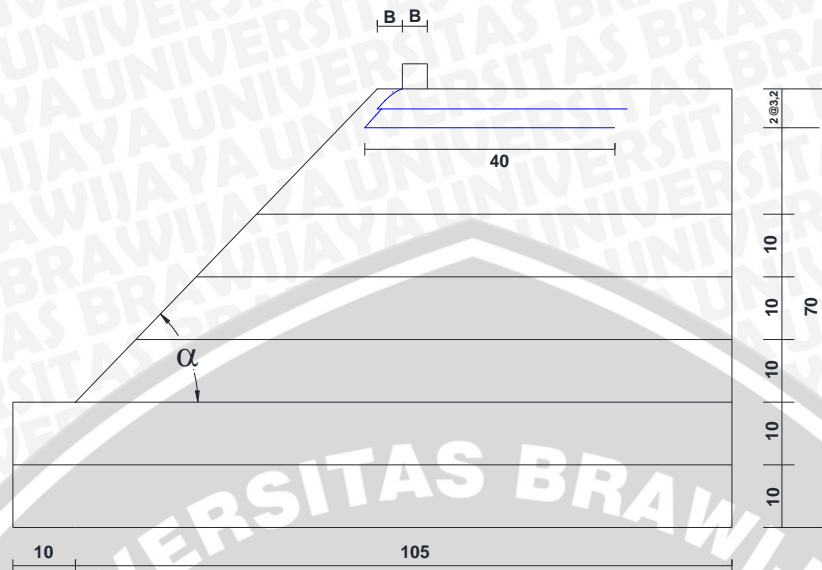
Tabel 3.1 Variasi perlakuan variabel

Rc 74% Jarak antar geogrid (Sv) = 3 cm Panjang Geogrid = 40 cm Rasio d/B = 1 Jumlah Lapisan (n) = 2	α		
	46°	51°	56°
B = 4 cm	√	√	√
B = 6 cm	√	√	√
B = 8 cm	√	√	√

Pemodelan lereng dibuat dengan tiga variasi sudut yaitu 46° , 51° , dan 56° dan tiga variasi dimensi lebar pondasi yaitu 4 cm , 6 cm , dan 8 cm. Penempatan pondasi menggunakan rasio jarak pondasi ke tepi lereng dengan lebar pondasi sebesar satu (d/B = 1). Untuk pemasangan geogrid digunakan 2 lapisan, dengan jarak antar geogrid 3 cm dan panjang geogrid 40 cm. Perlakuan benda uji akan ditunjukkan pada gambar dibawah ini. Ketika terjadi kesalahan pada saat penelitian, akan dilakukan penelitian ulang dengan perlakuan yang sama. Pemodelan lereng ditampilkan pada **Gambar 3.6** sampai **Gambar 3.7**.



Gambar 3.6 : Model test lereng tanpa perkuatan dengan variasi lebar B = 4 ; 6 ; 8 dan variasi $\alpha = 46^\circ$; 51° ; 56°



Gambar 3.7: Model test lereng dengan perkuatan dengan variasi lebar (B) = 4 ; 6 ; 8 dan variasi α = 46° ; 51° ; 56°

Dalam penelitian ini, ada beberapa faktor dalam pembuatan benda uji yang harus diperhatikan untuk mencapai keberhasilan dalam penelitian. Faktor – faktor yang harus diperhatikan antara lain :

1. Pemasatan

Teknik pemasatan yang digunakan pada penelitian ini ialah dengan cara menggilas menggunakan silinder beton. Hal ini dikarekan jenis tanah yang digunakan dalam penelitian ini merupakan jenis tanah pasir. Teknik pemasatan dengan menggilas ini lebih memungkinkan untuk mencapai pemasatan yang merata pada setiap lapisan. Pemasatan dilakukan di setiap lapisan sejumlah tujuh lapisan hingga mencapai tinggi setiap lapisan yang diinginkan yakni 10 cm, sehingga penggilasan dilakukan terus menerus hingga mencapai ketinggian yang diinginkan pada setiap lapisan.

Pemasatan dengan teknik ini didasarkan pada control volume, sehingga berat tanah yang dimasukkan ke dalam box pengujian setiap lapisannya diukur dan ditimbang.

2. Ketinggian Lereng

Dimensi ketinggian lereng merupakan salah satu faktor stabilitas lereng yang harus diperhatikan. Hal ini perlu diperhatikan untuk menghindari

terjadinya keruntuhan lereng sebelum model tersebut diuji. Pada penelitian ini ditetapkan tinggi model lereng adalah 50 cm.

3. Sudut Kemiringan Lereng

Faktor yang harus diperhatikan selain dimensi ketinggian lereng adalah sudut kemiringan lereng. Lereng yang rawan akan longsor dan memiliki sudut kemiringan lebih besar dari sudut geser dalam, maka tanah dapat dilandaikan dengan sudut lereng yang lebih aman. Berdasarkan hal tersebut, pada penelitian ini ditetapkan sudut kemiringan lereng yakni 46° , 51° , dan 56° .

3.5 Metode Penelitian

3.5.1 Pengujian Dasar

Dalam penelitian ini dilakukan uji pemeriksaan dasar pada tanah, yaitu antara lain :

- Pemeriksaan analisis saringan menurut ASTM C-136-46
- Pemeriksaan berat jenis butiran tanah mengikuti ASTM D-854-58
- Kepadatan standart (*Compaction*) mengikuti ASTM D-698-70
- Pemeriksaan kekuatan geser langsung (*Direct Shear*) menurut ASTM D-3080-72

3.5.2 Persiapan Benda Uji

Tanah yang akan digunakan sebagai model lereng diayak terlebih dahulu dengan saringan No.4 dan material yang lolos saringan tersebut digunakan sebagai tanah bentukan lereng. Tanah tersebut kemudian dimasukkan ke dalam boks uji dengan volume $115 \times 100 \times 70 \text{ cm} = 805000 \text{ cm}^3 = 28.4 \text{ ft}^3$ yang dibagi dalam beberapa lapisan seperti Gambar 3.7

Pemadatan tanah pada pemodelan dilakukan dengan cara menggilas tanah dengan menggunakan silinder beton dengan berat 11,28 kg dengan tinggi beton 30 cm pada setiap lapisannya. Pemadatan dengan metode ini didasarkan pada control volume, sehingga berat tanah yang dimasukkan ke dalam box pengujian pada setiap lapisannya diukur dan ditimbang volumenya. Jumlah gilasan yang dilakukan untuk mendapatkan kepadatan yang diinginkan diperoleh dengan cara memadatkan hingga ketinggian yang

diinginkan yaitu 10 cm dan kemudian dilakukan uji sand cone untuk mengontrol nilai kepadatan

Elemen utama yang digunakan dalam penelitian ini antara lain box, terbuat dari fiber glass dengan ukuran panjang 1,5 m, lebar 1,0 m, dan tinggi box 1,0 m. Dasar box menggunakan pelat baja dengan tebal 1,2 cm. Box dibuat cukup kaku dengan harapan agar dapat mempertahankan kondisi regangan bidang dengan memberikan perkuatan di sekeliling bagian tengah ke empat buah sisi fiberglass dengan menggunakan pelat siku baja 40.40.4. Penggunaan fiberglass diharapkan dapat digunakan agar dapat diamati dan dilihat saat pelaksanaan penelitian. Gambar box terlihat pada **Gambar 3.8** berikut



Gambar 3.8 Model Kotak Penelitian

3.5.3 Model Test Lereng

Pemodelan fisik lereng tanah pasir dirancang menyerupai kondisi yang terdapat di lapangan. Pemodelan lereng ini bertujuan untuk mempermudah dalam pengamatan dengan mendimensikan kondisi lapangan dengan pemodelan, sehingga dapat menghemat biaya dan lahan penelitian.

Langkah – langkah percobaan pada pembuatan pemodelan fisik lereng tanag pasir tanpa perkuatan, ialah :

1. Tanah pasir dipersiapkan dengan gradasi halus sampai dengan gradasi sedang.
2. Tanah pasir dimasukkan ke dalam box dan kemudian dipadatkan dengan menggunakan beton silinder pada setiap lapisan sesuai tinggi lapisan

yang dijelaskan pada gambar 3.6. Setiap lapisan di control kadar air dan kepadatannya menggunakan *density ring*

3. Tanah didiamkan selama ± 30 menit dengan tujuan agar partikel – partikel tanah dapat mengisi rongga rongga yang masih dapat diisi
4. Kemiringan lereng dibuat sesuai dengan variasi sudut yang akan diuji. Dalam pemodelan ini digunakan tiga variasi sudut yakni 46° , 51° , dan 56° .

Sedangkan langkah – langkah percobaan pada pembuatan pemodelan fisik lereng tanah pasir dengan perkuatan , ialah :

1. Tanah pasir dipersiapkan dengan gradasi halus hingga gradasi sedang.
2. Tanah pasir dimasukkan ke dalam box dan kemudian dipadatkan dengan menggunakan beton silinder pada setiap lapisan sesuai tinggi lapisan yang dijelaskan pada gambar 3.6.
3. Perkuatan geogrid dipasang sesuai dengan letak yang telah dijelaskan pada gambar 3.7.
4. Setelah lapisan geogrid diletakkan pada tanah, kemudian ditimbundengan pasir dan kemudian di jangkarkan
5. Dilakukan pemadatan dengan cara yang sama, yaitu menggias pasir pada pemodelan lereng denga menggunakan beton silinder hiingga ketinggian yang direncanakan.
6. Setiap lapisan diperiksa kadar air dan kepadatannya menggunakan *density ring*.
7. Tanah didiamkan selama ± 30 menit dengan tujuan agar partikel – partikel tanah dapat mengisi rongga – rongga yang ada.
8. Kemiringan lereng dibuat sesuai dengan variasi sudut yang akan diuji. Dalam pemodelan ini digunakan tiga variasi sudut yakni 46° , 51° , dan 56° .

3.5.4 Pengujian Pembebanan

Pembebanan dilakukan dengan menggunakan dongkrak hidrolik. Sebagai pengukur besarnya beban yang terjadi, dalam pembebanan digunakan *load cell*.

Pembebanan dilakukan dengan menggunakan balok kayu yang dilapisi baja pada seluruh permukaannya.

Baja profil yang dipasang di bagian bawah balok kayu berfungsi untuk meratakan beban yang dihasilkan pompa hidraulik ke tanah. Balok kayu yang digunakan terdapat tiga variasi, yaitu :

- a. B = 4 cm memiliki dimensi sebesar 4 x 4 x 98 cm
- b. B = 6 cm memiliki dimensi sebesar 6 x 4 x 98 cm, serta
- c. B = 8 cm memiliki dimensi sebesar 8 x 4 x 98 cm.

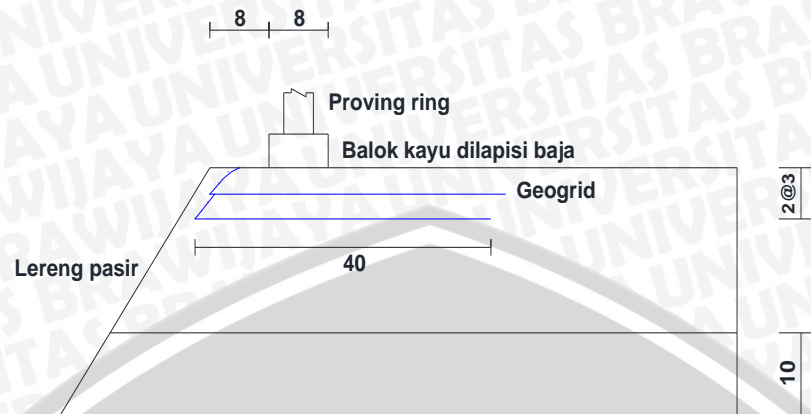
Beban yang diberikan diusahakan dapat berupa beban merata pada permukaan atas model lereng, dengan ukuran luasan :

- a. B = 4 cm sebesar 4 x 98 cm
- b. B = 6 cm sebesar 6 x 98 cm
- c. B = 8 cm sebesar 8 x 98 cm

Langkah – langkah pengujian pembebanan adalah sebagai berikut :

1. Memasang pondasi menerus yang terbuat dari baja yang di dalamnya diisi dengan balok kayu. Pondasi yang digunakan memiliki 3 variasi dimensi seperti yang dijelaskan sebelumnya. Pondasi dipasang dengan jarak B dari ujung lereng, diman B merupaka dimensi lebar pondasi.
2. Memasang load cell untuk mengukur besarnya beban yang terjadi. Untuk memastikan beban sentries di tengah pondasi, dilakukan pengecekan dengan *waterpass* dan unting – unting.
3. Memasang *dial lvdt* dan *lvdt digital* pada pondasi untuk mengetahui besarnya penurunan selama pembebanan.
4. Melakukan uji pembebanan dengan menggunakan dongkrak hidraulik. Pembebanan dilakukan bertahap per 5 kg hingga beban tidak dapat ditambahkan lagi atau hingga lereng mengalami keruntuhan.
5. Mencatat beban yang diberikan serta penurunan yang terjadi.

Tampak samping susunan pembebanan dapat dilihat pada **Gambar 3.9** berikut ini



Gambar 3.9 Contoh susunan pembebanan

3.6 Metode Analisis

Berdasarkan hasil pengujian pembebanan, diperoleh data beban dan penurunan untuk lereng tanpa perkuatan serta beban dan penurunan untuk lereng dengan perkuatan geogrid yang divariasikan panjang dan spasi vertikal antarlapisannya.

Daya Dukung dihitung dengan **Persamaan 3.1**

$$q_u = \frac{P_u}{A} \quad (\text{Persamaan 3.1})$$

Dimana,

P_u = Beban maksimum yang dicatat saat uji pembebanan

A = Luasan Pondasi

Data – data di atas kemudian disajikan pada **Tabel 3.2** sampai **Tabel 3.4** berikut ini :

Tabel. 3.2 Daya dukung dan penurunan lereng tanpa perkuatan dengan $d = B$

No.	Lebar Pondasi (cm)	Sudut Lereng	Penurunan (mm)	Beban Maksimum (kg)	q_u (kN/cm ²)
1	4	46°			
2		51°			
3		56°			
4	6	46°			
5		51°			
6		56°			
7	8	46°			
8		51°			
9		56°			

Tabel. 3.3 Daya dukung dan penurunan dengan variasi kemiringan sudut lereng dengan $d=B$

No.	Sudut Lereng	Lebar Pondasi (cm)	Penurunan (mm)	Beban Maksimum (kg)	q_u (kN/cm ²)
1	46°	4			
2		6			
3		8			
4	51°	4			
5		6			
6		8			
7	56°	4			
8		6			
9		8			

Tabel. 3.4 Daya dukung dan penurunan lereng dengan variasi dimensi lebar pondasi dengan $d=B$

No.	Lebar Pondasi (cm)	Sudut Lereng	Penurunan (mm)	Beban Maksimum (kg)	q_u (kN/cm ²)
1	4	46°			
2		51°			
3		56°			
4	6	46°			
5		51°			
6		56°			
7	8	46°			
8		51°			
9		56°			

Data – data pada table di atas kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik dimana menunjukkan hubungan antara daya dukung dan penurunan. Untuk mengetahui pengaruh dari penggunaan geogrid sebagai bahan perkuatan lereng dalam meningkatkan daya dukung dapat dianalisis dengan metode *Bearing Capacity Improvement* (*BCI*). Nilai *BCI* dapat diperoleh melalui **Persamaan 3.2**.

$$BCI = \frac{q}{q_0} \quad (\text{persamaan 3.2}) \text{Dimana,}$$

BCI = *Improvement Bearing Capacity*

q = daya dukung dengan perkuatan geogrid

q_0 = daya dukung tanpa perkuatan

Hasil analisis *Bearing Capacity Improvement* (*BCI*) kemudian dicatat pada

Tabel 3.5 dan Tabel 3.6.

Tabel 3.5 *Bearing Capacity Improvement (BCI)* untuk variasi kemiringan sudut lereng dengan $d = B$

No.	Sudut Lereng	Lebar Pondasi (cm)	q_u lereng tanpa perkuatan (kN/cm^2)	q_u lereng dengan perkuatan (kN/cm^2)	<i>BCI</i>
1	46°	4			
2		6			
3		8			
4	51°	4			
5		6			
6		8			
7	56°	4			
8		6			
9		8			

Tabel 3.6 *Bearing Capacity Improvement (BCI)* untuk variasi dimensi lebar pondasi dengan $d = B$

No.	Lebar Pondasi (cm)	Sudut Lereng	q_u lereng tanpa perkuatan (kN/cm^2)	q_u lereng dengan perkuatan (kN/cm^2)	<i>BCI</i>
1	4	46°			
2		51°			
3		56°			
4	6	46°			
5		51°			
6		56°			
7	8	46°			
8		51°			
9		56°			

3.7 Variabel Penelitian

Dalam hubungan antara dua variabel, misalnya antara variabel X dan Y. Jika variabel X disebabkan oleh variabel Y, maka variabel X merupakan variabel *dependent* (konsekuensi) dan variabel Y adalah variabel *antecedent* (bebas).

Adapun variabel dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Variabel *antecedent* (bebas) dalam penelitian ini :
 - ❖ Kemiringan sudut lereng (46°; 51°; 56°)
 - ❖ Dimensi lebar pondasi (4cm; 6cm; 8cm)

- ❖ Rasio perbandingan jarak pondasi ke tepi lereng dengan lebar pondasi sebesar satu ($d/B = 1$)
- ❖ Pondasi terletak di atas permukaan lereng
- ❖ Jumlah lapisan geogrid ($n= 2$)
- ❖ Panjang Geogrid 40 cm
- ❖ Panjang lipatan geogrid
- ❖ Jarak vertikal antar lapisan geogrid 3 cm
- ❖ Jenis tanah pasir dengan $R_c = 74 \%$

b. Variabel *dependent* (konsekuensi) dalam penelitian ini :

- ❖ Pola keruntuhan yang terjadi
- ❖ Beban maksimum yang mampu ditahan oleh lereng
- ❖ Penurunan maksimum yang terjadi akibat beban maksimum di atasnya
- ❖ Daya dukung lereng menahan beban di atasnya.

