

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian akan dilakukan pada Februari 2014 sampai dengan selesai di Laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi serta Laboratorium Mekanika Tanah dan Geoteknik Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Brawijaya.

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah model lereng yang dibentuk dari timbunan tanah pasir. Tanah tersebut termasuk jenis tanah pasir dengan simbol SP (*Poorly Graded Sand*) berdasarkan Sistem *Unified* (U.S.C.S.).

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- a. Peralatan untuk analisis saringan (**Gambar 3.1.**)
 - Ayakan saringan No.4,10, 20, 40, 60, 100 dan 200
 - Timbangan digital
- b. Peralatan untuk analisis berat jenis tanah (**Gambar 3.2.**)
 - Labu ukur
 - Kompor listrik
 - Timbangan digital
 - Termometer
- c. Peralatan uji geser langsung (**Gambar 3.3.**)
 - Alat uji geser langsung
 - Ring untuk pengambilan sampel
 - Timbangan digital
- d. Pemeriksaan kepadatan dan pemeriksaan kadar air (**Gambar 3.4.**)
 - *Density ring*
 - Timbangan digital
 - Cawan
- e. Peralatan pemadatan (**Gambar 3.5.**)
 - Silinder beton

f. Peralatan uji pembebanan (**Gambar 3.6.**)

- Dongkrak hidrolis
- Balok pembeban
- *Load cell*
- LVDT



(a)



(b)

Gambar 3.1. Peralatan Analisa Saringan (a) Timbangan Digital (b) Ayakan



Gambar 3.2. Peralatan Analisis Berat Jenis Tanah



(a)



(b)

Gambar 3.3. Peralatan Uji Geser Langsung (a) Direct Shear (b) Ring Pengambilan Sampel



(a)



(b)

Gambar 3.4. Peralatan Pemeriksaan Kepadatan dan Kadar Air (a) *Density Ring* (b) Cawan



Gambar 3.5. Peralatan Pemadatan Lapangan (Silinder Beton)



Gambar 3.6. Peralatan Uji Pembebanan (a) Dial LVDT (b) Load Cell

3.3. Perhitungan Panjang Penyaluran Geotekstil

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

3.4. Jumlah dan Perlakuan Benda Uji

Pada percobaan ini dibuat 9 buah benda uji dengan 3 variasi jumlah lapisan geotekstil dan 3 variasi dimensi lebar pondasi untuk pondasi menerus yang diletakkan di permukaan lereng dengan RC 74%.

Untuk penelitian ini variasi jumlah lapisan geotekstil, serta dimensi lebar pondasi yang digunakan dapat dilihat pada **Tabel 3.1.**

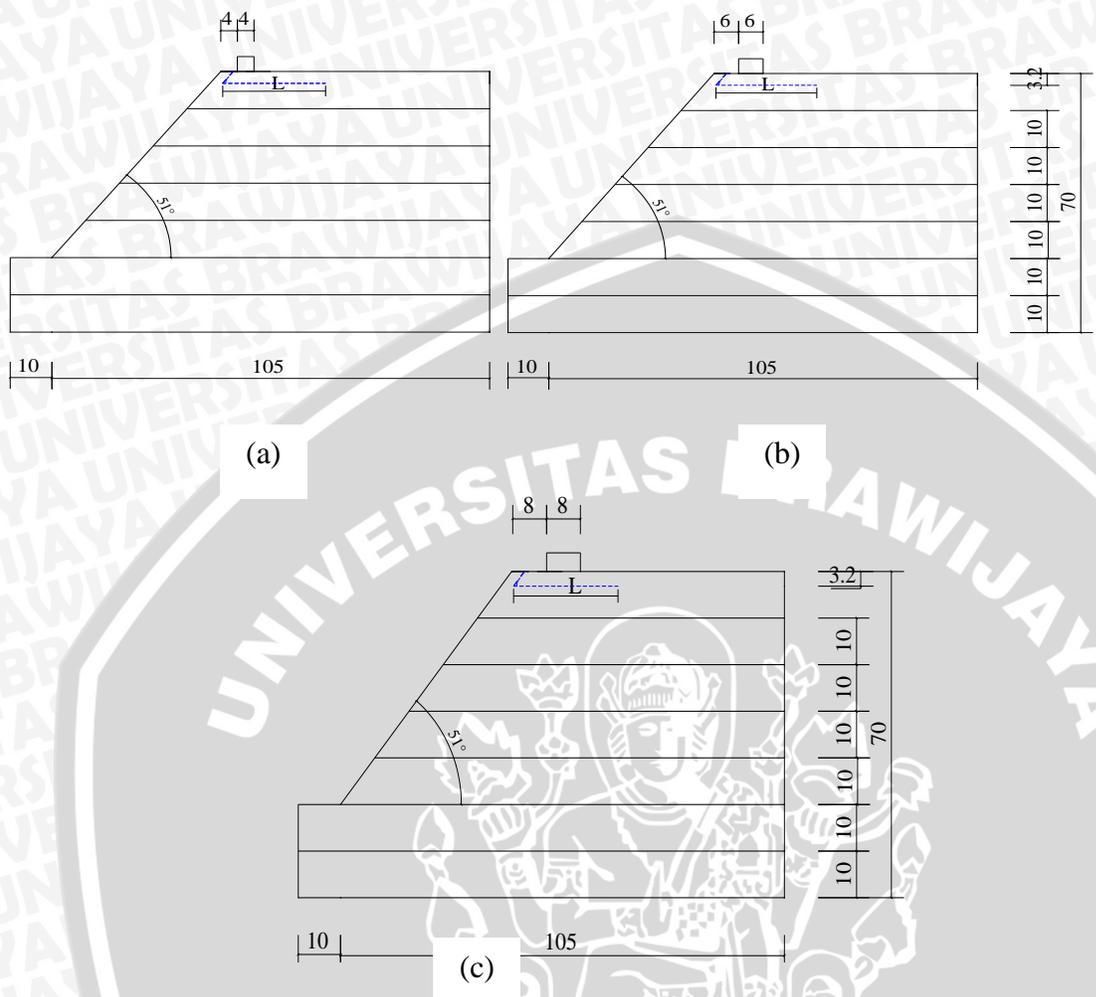
Tabel 3.1. Variasi perlakuan variabel

RC 74% Jarak antar geotekstil (S_v) = 3,2 cm Panjang geotekstil (L) = 40 cm Jarak ke tepi lereng (d) = B Kemiringan sudut (α) = 51°	n		
	1	2	3
B = 4 cm	√	√	√
B = 6 cm	√	√	√
B = 8 cm	√	√	√

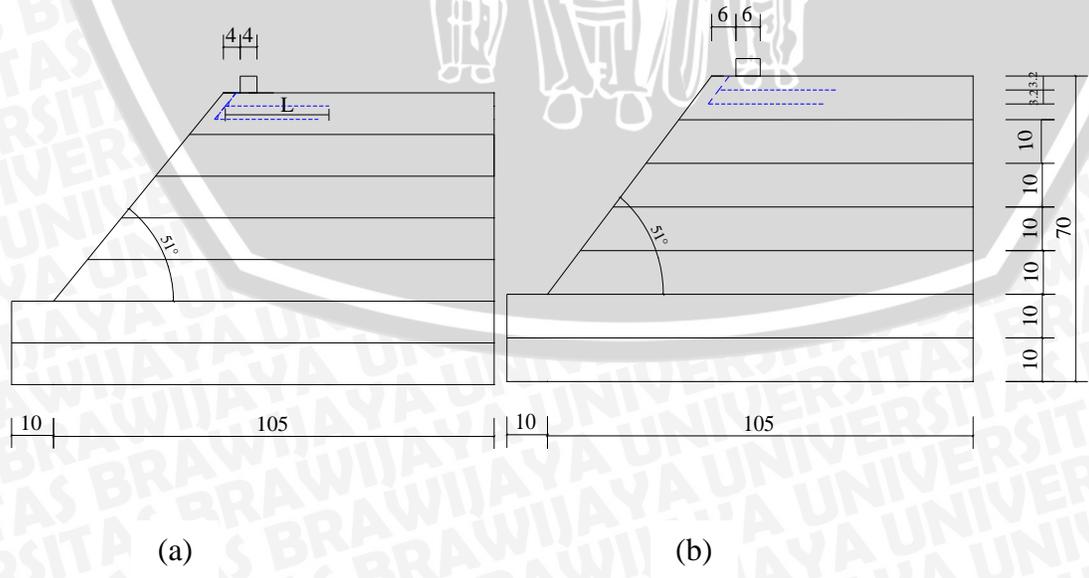
Lereng dibuat dengan tiga variasi jumlah lapisan geotekstil, yaitu 1 lapis, 2 lapis, dan 3 lapis dan tiga variasi dimensi lebar pondasi yaitu 4 cm, 6 cm, dan 8 cm. Penempatan pondasi ketepi lereng senilai B atau senilai dengan lebar pondasi yang dipergunakan. Untuk pemasangan geotekstil digunakan jarak antar geotekstil 7,7 cm dan panjang geotekstil sebesar 40 cm. Perlakuan benda uji akan ditunjukkan pada **Gambar 3.7.** sampai dengan **Gambar 3.10.** di bawah ini. Ketika terjadi kesalahan pada saat penelitian, akan dilakukan penelitian ulang dengan perlakuan yang sama.

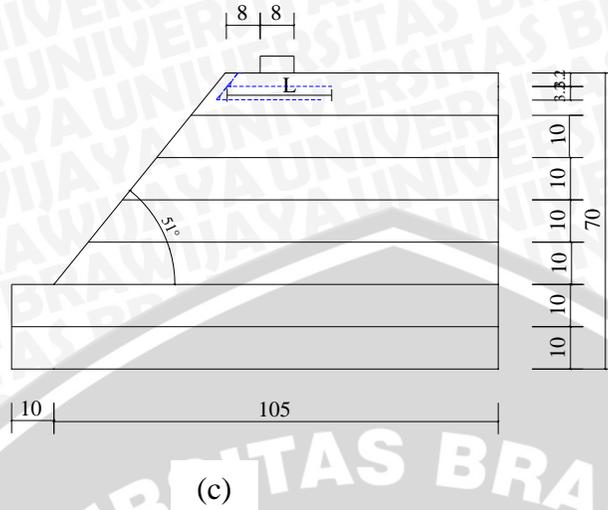


Gambar 3.7. Model Tes Lereng Perkuatan (a) B = 4 cm (b) B = 6 cm (c) B = 8 cm

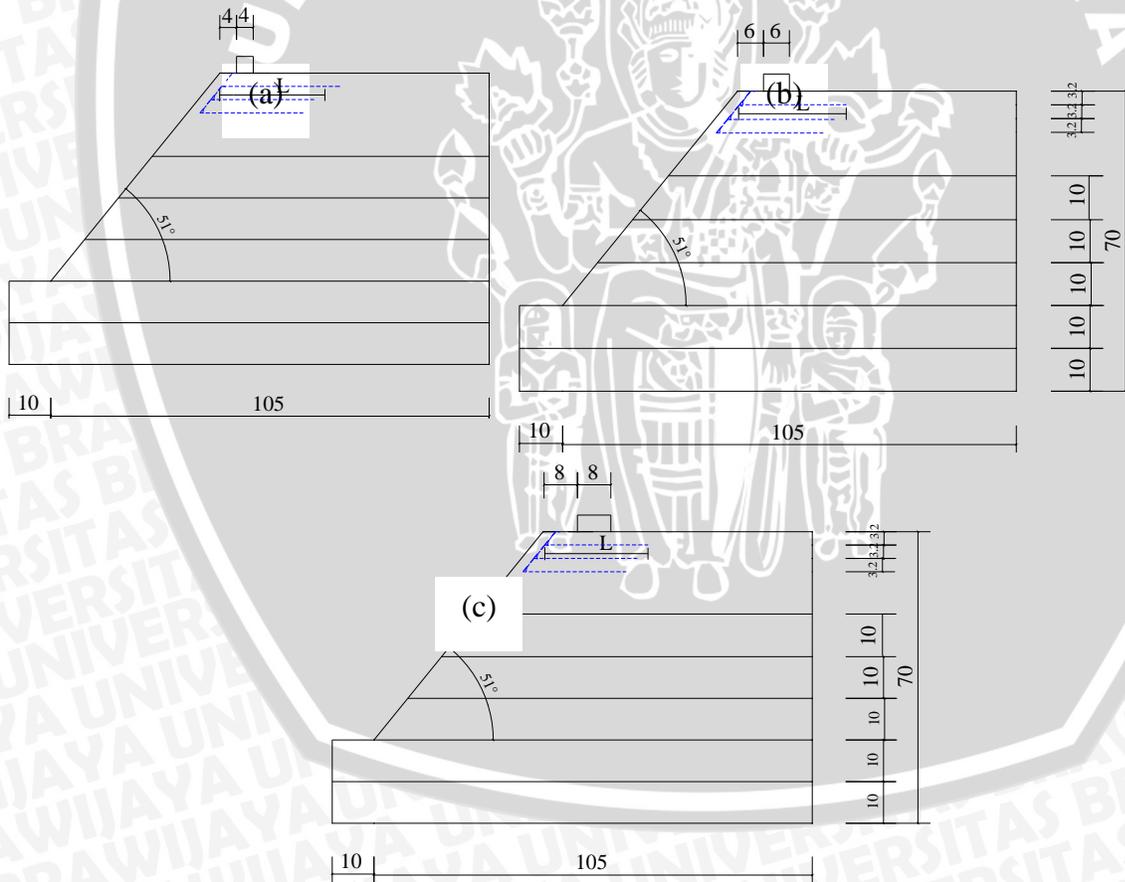


Gambar 3.8. Model Tes Lereng dengan Perkuatan Geotekstil, $n = 1$ Lapis (a) $B = 4$ cm (b) $B = 6$ cm (c) $B = 8$ cm





Gambar 3.9. Model Tes Lereng dengan Perkuatan Geotekstil, $n = 2$ Lapis (a) $B = 4$ cm (b) $B = 6$ cm (c) $B = 8$ cm



Gambar 3.10. Model Tes Lereng dengan Perkuatan Geotekstil, $n = 3$ Lapis (a) $B = 4$ cm (b) $B = 6$ cm (c) $B = 8$ cm

Dalam penelitian ini, ada beberapa faktor dalam pembuatan benda uji yang sangat menentukan keberhasilan penelitian ini sehingga sangat perlu diperhatikan. Faktor-faktor tersebut antara lain:

1. *Pemadatan*

Karena tanah yang dipakai merupakan tanah dengan jenis pasir, maka cara mekanis pemadatan yang dipakai adalah dengan menggilas menggunakan beton silinder. Jenis pemadatan seperti ini lebih memungkinkan pemadatan yang lebih merata pada setiap lapisan. Pemadatan dilakukan tiap lapis sebanyak 7 lapisan. Adapun ketinggian tanah yang diinginkan di tiap lapisan yaitu 10 cm, sehingga penggilasan dilakukan beberapa kali sampai ketinggian yang diinginkan di tiap lapisannya

Pemadatan dengan cara ini didasarkan pada kontrol volume, sehingga berat tanah yang dimasukkan ke dalam kotak pengujian tiap lapisannya diukur dan ditimbang. Volume tanah yang dimasukkan di tiap lapisannya didasarkan pada penelitian pendahuluan untuk mengukur kepadatan tanah dengan menggunakan *sand cone*.

2. *Ketinggian Lereng*

Selain sudut kemiringan lereng stabilitas lereng juga dipengaruhi oleh dimensi tinggi lereng. Agar tidak terjadi keruntuhan lereng sebelum model tersebut diuji maka untuk mengimbangi kemiringan lereng yang cukup curam, ditetapkan tinggi model lereng 50 cm. Setelah ditambah susunan pembebanan, maka ketinggian tersebut sudah menempatkan ujung atas susunan beban pada *reaction beam*.

3. *Sudut kemiringan lereng*

Penggunaan sudut lereng yang merupakan batas curam juga mempermudah memperoleh data hasil keruntuhan setelah dibebani. Tebing yang rawan longsor dan mempunyai sudut kemiringan lebih besar dari sudut geser dalam dari tanahnya dapat dilandaikan dengan sudut lereng yang cukup aman. Berdasarkan pernyataan tersebut, ditetapkan sudut kemiringan 51° .

3.5. Metode Penelitian

3.5.1. Pengujian Dasar

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

- a. Pemeriksaan analisis saringan menurut ASTM C-136-46
- b. Pemeriksaan berat jenis butiran tanah mengikuti ASTM D-854-58
- c. 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 yang lolos saringan tersebut digunakan sebagai tanah bentukan lereng. Tanah tersebut kemudian dimasukkan ke dalam kotak uji dengan volume $115 \times 100 \times 70 \text{ cm} = 805000 \text{ cm}^3 = 28.4 \text{ ft}^3$ yang dibagi dalam beberapa lapisan.

Pemadatan tanah model untuk tiap lapisannya dilakukan dengan cara menggilas tanah menggunakan beton silinder dengan berat 11,28 kg dengan tinggi beton 30 cm. Pemadatan dengan cara ini didasarkan pada kontrol volume, sehingga berat tanah yang dimasukkan ke dalam kotak pengujian tiap lapisannya diukur dan ditimbang. Jumlah gilasan yang dilakukan untuk mendapatkan kepadatan yang diinginkan didapatkan dengan cara memadatkan hingga ketinggian yang diinginkan, yaitu 10 cm, kemudian dilakukan uji *sand cone* untuk mengontrol nilai kepadatan.

Elemen utama yang digunakan dalam penelitian ini antara lain kotak, terbuat dari fiber glass dengan ukuran panjang 1,50 m, lebar 1,0 m dan tinggi kotak 1,00 m. Dasar kotak menggunakan pelat baja tebal 1,2 cm. Kotak dibuat cukup kaku dengan harapan agar dapat mempertahankan kondisi regangan bidang dengan memberikan perkuatan di sekeliling bagian tengah ke empat sisi *fiberglass* dengan menggunakan pelat siku baja 40.40.4. Penggunaan fiberglass diharapkan dapat digunakan supaya dapat diamati dan dilihat saat pelaksanaan. Gambar kotak terlihat seperti pada **Gambar 3.11.** berikut ini.



Gambar 3.11. Model Kotak Penelitian

3.5.3. Model Tes Lereng

Pemodelan fisik lereng tanah pasir yang dibuat di laboratorium dirancang menyerupai kondisi yang terdapat di lapangan. Pemodelan ini bertujuan untuk mempermudah dalam pengamatan dan mengurangi volume bahan, sehingga dapat mengurangi biaya yang dikeluarkan dan menghemat lahan penelitian.

Langkah-langkah percobaan pada pembuatan pemodelan fisik lereng tanah pasir tanpa perkuatan, yaitu:

1. Tanah pasir dipersiapkan dengan gradasi halus sampai sedang.
2. Tanah pasir dimasukkan berlapis ke dalam kotak kemudian dipadatkan dengan cara digilas menggunakan beton silinder di setiap lapisan sesuai tinggi lapisan yang dijelaskan pada gambar model tes lereng. Setiap lapisan dicek dan dikontrol kadar airnya dan kepadatannya menggunakan *density ring*.
3. Tanah didiamkan selama ± 30 menit dengan tujuan agar partikel-partikel tanah ada kesempatan untuk melakukan pergeseran rongga-rongga yang masih dapat diisi.
4. Kemiringan lereng dibuat sesuai dengan sudut yang akan diuji, dalam kasus ini digunakan sudut 51° .

Sedangkan langkah-langkah percobaan pada pembuatan pemodelan fisik lereng tanah pasir dengan perkuatan, yaitu:

1. Tanah pasir dipersiapkan dengan gradasi halus sampai sedang.
2. Tanah pasir dimasukkan per lapisan ke dalam kotak kemudian dipadatkan setiap lapisan sesuai tinggi lapisan dengan menggunakan silinder beton.
3. Perkuatan geotekstil dipasang sesuai dengan letak yang telah dijelaskan pada gambar model tes lereng.
4. Setelah lapisan geotekstil di hamparkan, ditimbun dengan pasir dan kemudian dijangkarkan.
5. Dilakukan pemadatan dengan cara yang sama, yaitu menggilas pasir pada model lereng dengan menggunakan beton silinder hingga ketinggian yang diinginkan
6. Setiap lapisan dicek kadar airnya dan kepadatannya menggunakan *density ring*.
7. Tanah didiamkan selama ± 30 menit dengan tujuan agar partikel-partikel tanah ada kesempatan untuk melakukan pergeseran rongga-rongga yang masih dapat diisi.
8. Kemiringan lereng dibuat sesuai dengan sudut yang akan diuji, dalam kasus ini digunakan sudut 51° .

3.5.4. Pengujian Pembebanan

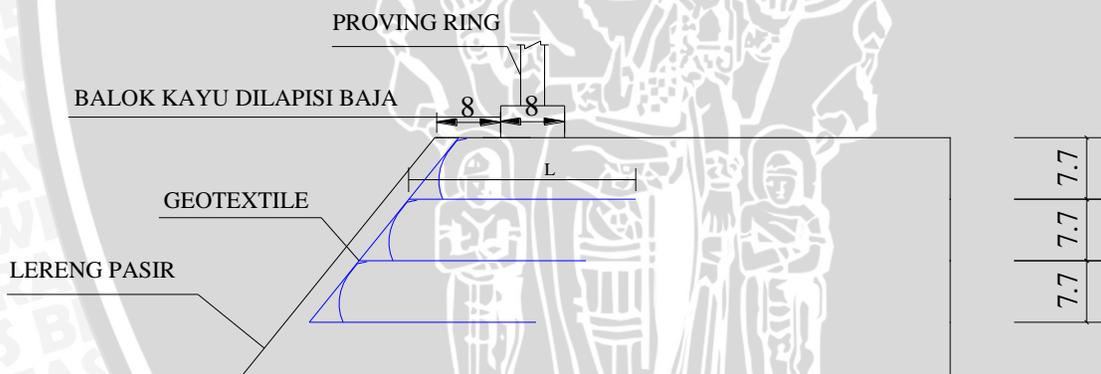
Pembebanan dilakukan dengan menggunakan dongkrak hidrolik. Sebagai pengukur besarnya beban yang terjadi, dalam pembebanan digunakan *load cell*. Pembebanan dilakukan dengan menggunakan balok kayu yang dilapisi baja pada seluruh permukaannya.

Baja profil yang dipasang di bagian bawah balok kayu berfungsi untuk meratakan beban yang dihasilkan pompa hidrolik ke tanah. Balok kayu yang digunakan terdapat 3 variasi, yaitu B = 4 cm memiliki dimensi sebesar 4 x 4 x 98 cm, B = 6 cm memiliki dimensi sebesar 6 x 4 x 98 cm, serta 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 beban untuk B = 4 cm sebesar 4 x 98 cm, untuk B = 6 cm sebesar 6 x 98 cm, serta untuk B = 8 cm sebesar 8 x 98 cm.

Adapun 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 rasio jarak $d/B = 1$.
2. Memasang *load cell* untuk mengukur besarnya beban yang terjadi. Untuk memastikan beban sentris 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 hidrolik. Pembebanan dilakukan bertahap tiap 25 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 3.12.** berikut ini.



Gambar 3.12. Contoh Susunan Pembebanan

3.6. Metode Analisis Data

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

Daya dukung dihitung menggunakan rumus berikut:

$$qu = \frac{Pu}{A} \quad \dots (3.1)$$

Dimana,

P_u = beban maksimum yang dicatat saat uji pembebanan

A = luasan pondasi

Data-data di atas kemudian disajikan pada **Tabel 3.2.** sampai dengan **Tabel 3.4.** berikut ini:

Tabel 3.2. Daya Dukung dan Penurunan Lereng Tanpa Perkuatan

No.	Lebar Pondasi	Penurunan (mm)	Beban Maks. (kg)	qu (kN/cm ²)
1	4			
2	6			
3	8			

Tabel 3.3. Daya Dukung dan Penurunan Lereng dengan Variasi Jumlah Lapisan Geotekstil

No.	Jumlah Lapisan Geotekstil	Lebar Pondasi (cm)	Penurunan (mm)	Beban Maksimum (kg)	qu (kN/cm ²)
1	1	4			
2		6			
3		8			
4	2	4			
5		6			
6		8			
7	3	4			
8		6			
9		8			

Tabel 3.4. Daya Dukung dan Penurunan Lereng dengan Variasi Dimensi Lebar Pondasi

No.	Lebar Pondasi (cm)	Jumlah Lapisan Geotekstil	Penurunan (mm)	Beban Maksimum (kg)	qu (kN/cm ²)
1	4	1			
2		2			
3		3			
4	6	1			
5		2			
6		3			
7	8	1			
8		2			
9		3			

Data-data pada tabel di atas kemudian disajikan dalam grafik hubungan daya dukung dan penurunan. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan geotekstil sebagai perkuatan lereng dalam meningkatkan daya dukung dilakukan analisis *Bearing Capacity Improvement (BCI)*. Nilai *BCI* diperoleh dengan rumus:

$$BCI = \frac{q}{q_0} \quad \dots (3.2)$$

Dimana,

BCI = *Improvement Bearing Capacity*

q = daya dukung dengan perkuatan geotekstil

q₀ = daya dukung tanpa perkuatan

Hasil analisis *Bearing Capacity Improvement (BCI)* kemudian disajikan dalam **Tabel 3.5.** dan **Tabel 3.6.** berikut ini.

Tabel 3.5. *Bearing Capacity Improvement (BCI)* untuk Variasi Jumlah Lapis Geotekstil

No.	Jumlah Lapis Geotekstil	Lebar Pondasi (cm)	qu lereng tanpa perkuatan (kN/cm ²)	qu lereng dengan perkuatan (kN/cm ²)	BCI
1	1	4			
2		6			
3		8			
4	2	4			
5		6			
6		8			
7	3	4			
8		6			
9		8			

Tabel 3.6. *Bearing Capacity Improvement (BCI)* untuk Variasi Dimensi Lebar Pondasi

No.	Lebar Pondasi (cm)	Jumlah Lapisan Geotekstil	qu lereng tanpa perkuatan (kN/cm ²)	qu lereng dengan perkuatan (kN/cm ²)	BCI
1	4	1			
2		2			
3		3			
4	6	1			
5		2			
6		3			
7	8	1			
8		2			
9		3			

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).

Variabel dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

a. Variabel *antecedent* (bebas) dalam penelitian ini antara lain.

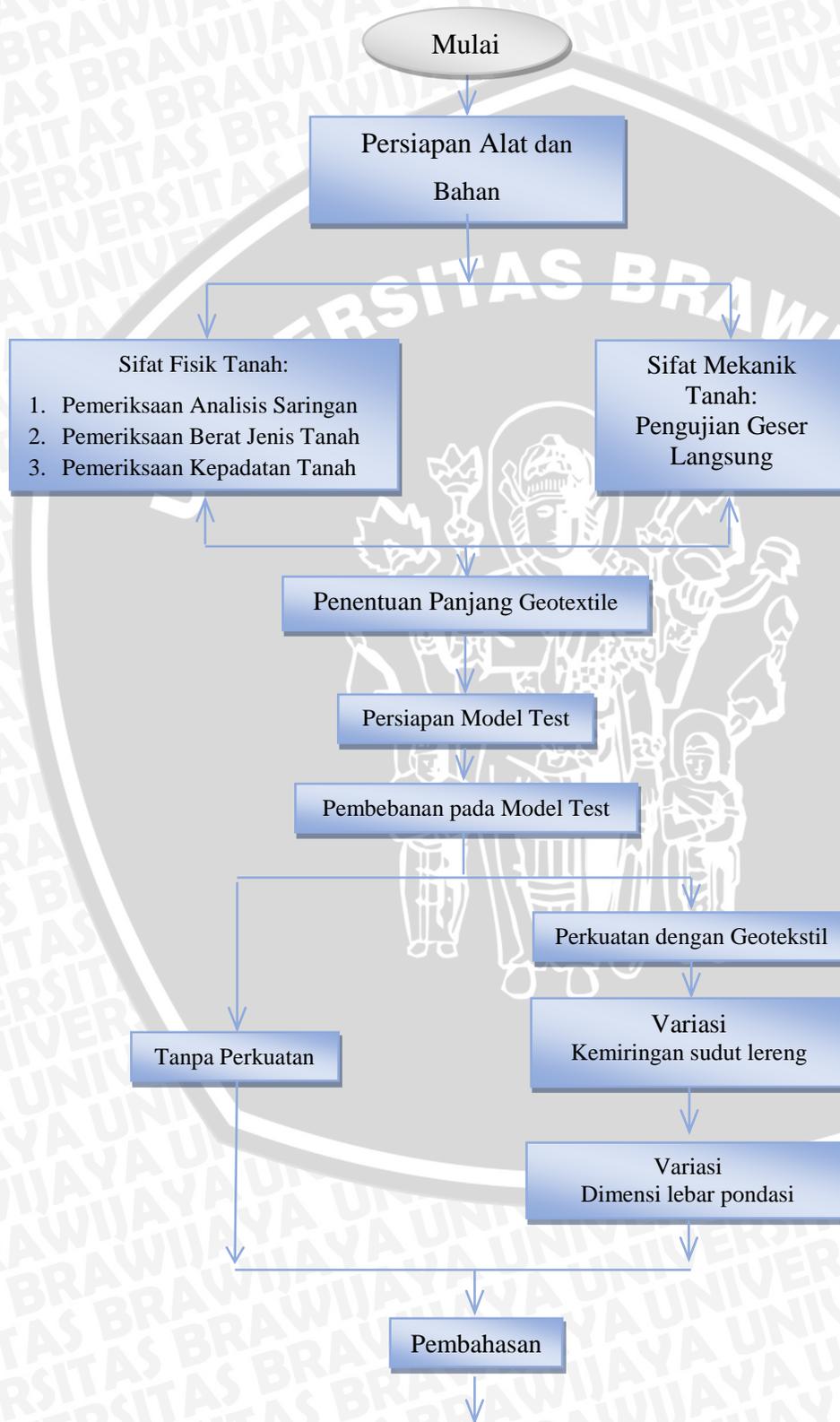
- Kemiringan sudut lereng (51°)
- Dimensi lebar pondasi (4 cm; 6 cm; 8 cm)
- Jarak pondasi ke tepi lereng dengan $d/B=1$. B adalah lebar pondasi
- Pondasi terletak di atas permukaan lereng
- Jumlah lapisan geotekstil ($n = 1, 2, 3$)
- Panjang geotekstil sepanjang bidang runtuh ditambah sepanjang lebar pondasi sebagai penjangkaran
- Panjang lipatan geotekstil
- Jarak vertikal antar lapisan geotekstil 3,2 cm
- Jenis tanah pasir dengan RC 74%

b. Variabel *dependent* (konsekuensi) dalam penelitian ini antara lain.

- 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

3.8. Bagan Alir Tahapan Penelitian

Dalam penelitian ini, tahap-tahap pelaksanaan dapat dilihat pada diagram alir yang disajikan dalam **Gambar 3.13.** berikut.





Gambar 3.13. Bagan Alir Percobaan

