

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2014 sampai dengan September 2014, bertempat pada 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 SP (*Poorly Graded Sand*) berdasarkan USCS.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- a. Peralatan pemadatan lapangan seperti ditunjukkan pada **Gambar 3.1**.
 - Silinder Beton
- b. Peralatan uji pembebanan seperti ditunjukkan pada **Gambar 3.2**.
 - Dongkrak hidrolik
 - Balok pembebanan
 - *Load cell*
 - LVDT



(a) Silinder Beton

Gambar 3.1 Peralatan untuk pemadatan lapangan



(a) Dial LVDT



(b) Load Cell

Gambar 3.2 Peralatan untuk uji pembebanan

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

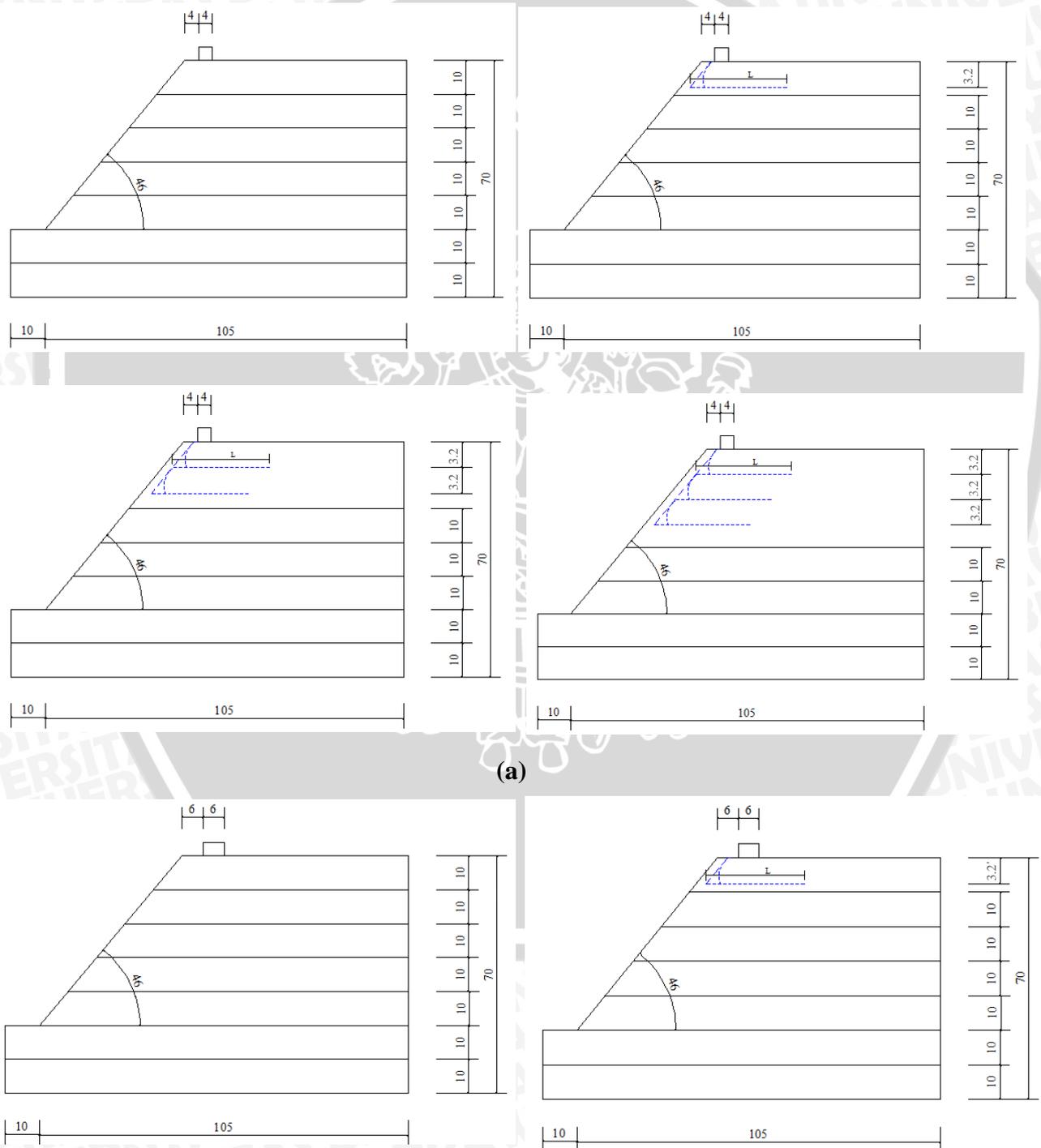
Pada percobaan ini dibuat 9 buah benda uji dengan 3 variasi jumlah lapisan geotekstil dan 3 variasi dimensi lebar pondasi untuk pondasi menerus yang diletakkan di permukaan lereng dengan Rc 74%.

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

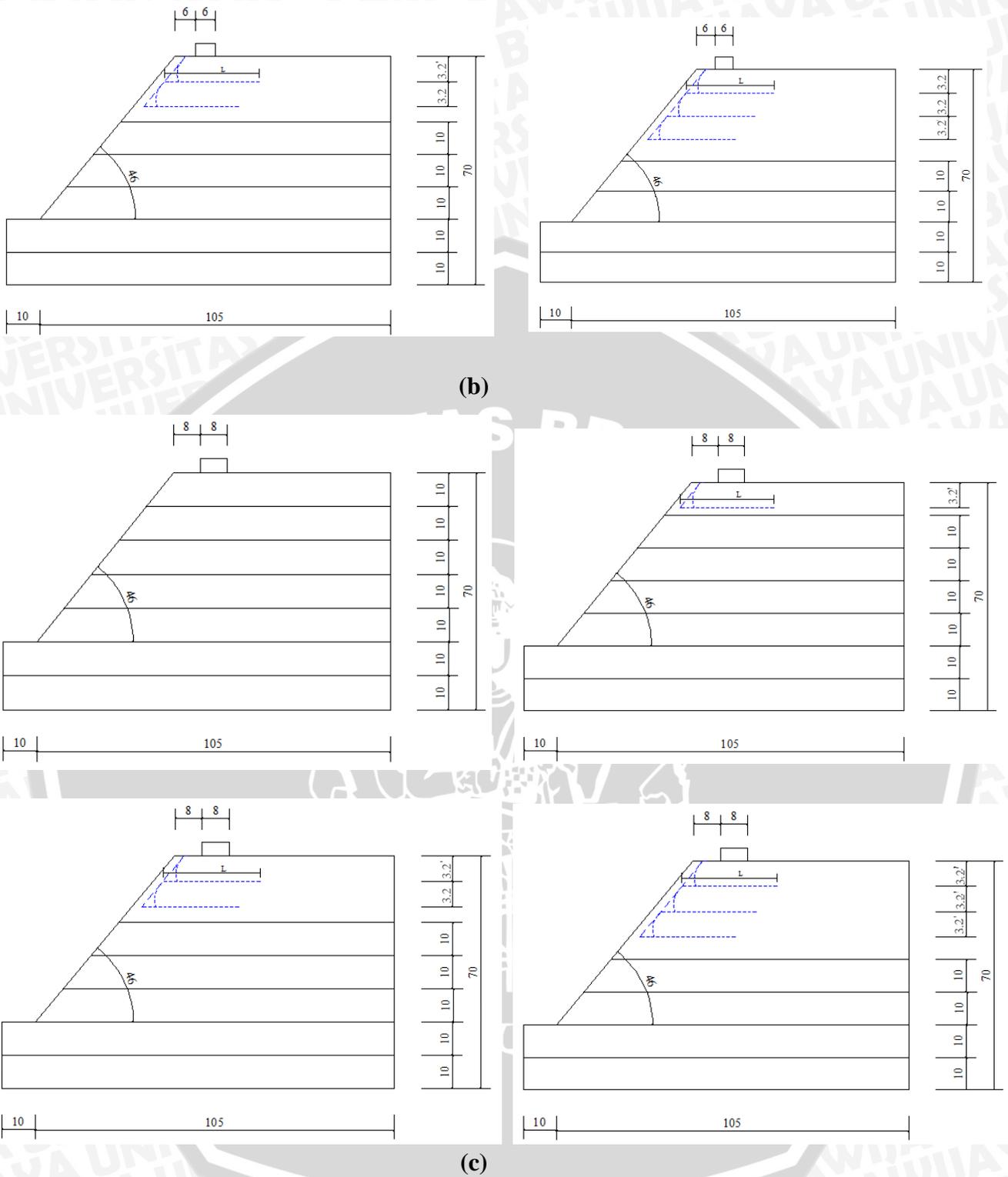
Tabel 3.1 Variasi perlakuan variabel

Rc 74% Jarak antar geotekstil (S_v) = 3,2 cm Panjang geotekstil (L) Rasio jarak ke tepi lereng dengan lebar pondasi $d/B=1$ Kemiringan sudut (α) = 46°	n (jumlah lapis geotekstil)		
	1	2	3
B = 4 cm	√	√	√
B = 6 cm	√	√	√
B = 8 cm	√	√	√

Lereng dibuat dengan tiga variasi jumlah lapisan geotekstil, yaitu 1, 2, dan 3 lapis dan tiga variasi dimensi lebar pondasi yaitu 4 cm, 6 cm, dan 8 cm. Rasio jarak penempatan pondasi ke tepi lereng senilai $d/B=1$ atau senilai dengan lebar pondasi yang digunakan. Untuk pemasangan geotekstil digunakan jarak antar geotekstil 3,2 cm dan panjang geotekstil sebesar L . Perlakuan benda uji akan ditunjukkan pada **Gambar 3.3**. Ketika terjadi kesalahan pada saat penelitian, akan dilakukan penelitian ulang dengan perlakuan yang sama.



(a)



Gambar 3.3 Model *test* lereng percobaan (a) Lereng dengan $B = 4$ cm, dengan tanpa perkuatan dan dengan perkuatan $n = 1$, $n = 2$, dan $n = 3$. (b) Lereng dengan $B = 6$ cm, dengan tanpa perkuatan dan dengan perkuatan $n = 1$, $n = 2$, dan $n = 3$. (c) Lereng dengan $B = 8$ cm, dengan tanpa perkuatan dan dengan perkuatan $n = 1$, $n = 2$, dan $n = 3$.

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 menumbuk menggunakan Proctor. Jenis pemadatan seperti ini lebih memungkinkan pemadatan yang lebih merata pada setiap lapisan. Pemadatan dilakukan per lapis sebanyak 7 lapis. 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 box pengujian tiap lapisannya diukur dan ditimbang. Volume tanah yang dimasukkan di tiap lapisannya didasarkan pada penelitian pendahuluan untuk mengukur kepadatan tanah dengan menggunakan *density ring*.

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 46°.

3.5 Metode Penelitian

3.5.1 Pengujian Dasar

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

- a. Pemeriksaan analisis saringan menurut ASTM C-136-46
- b. Pemeriksaan *specific gravity* butiran tanah mengikuti ASTM D-854-58
- c. Kepadatan standar (*Compaction*) mengikuti ASTM D-698-70
- d. 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 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 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 box 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 dan kemudian dilakukan uji *density ring* untuk mengontrol nilai kepadatan.

Elemen utama yang digunakan dalam penelitian ini antara lain box, terbuat dari fiber glass dengan ukuran panjang 1,50 m, lebar 1,0 m dan tinggi box 1,00 m. Dasar box menggunakan pelat baja 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 sisi *fiberglass* dengan menggunakan pelat siku baja 40.40.4. Penggunaan *fiberglass* diharapkan supaya kondisi lereng pasir dapat diamati dan dilihat saat pelaksanaan. Gambar *box* terlihat seperti pada **Gambar 3.4**.



Gambar 3.4 Model *Box* Penelitian (Sumber: Penulis)

3.5.3 Model *Test 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 per lapisan ke dalam box kemudian dipadatkan dengan cara digilas menggunakan beton silinder di setiap lapisan sesuai tinggi lapisan yang dijelaskan pada **Gambar 3.7 (a)**. 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, yaitu 46° .

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 box kemudian dipadatkan setiap lapisan sesuai tinggi lapisan yang dijelaskan pada **Gambar 3.3** menggunakan silinder beton.
3. Perkuatan geotekstil dipasang sesuai dengan letak yang telah dijelaskan pada **Gambar 3.3**.
4. Setelah lapisan geotekstil dihamparkan, 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.

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.

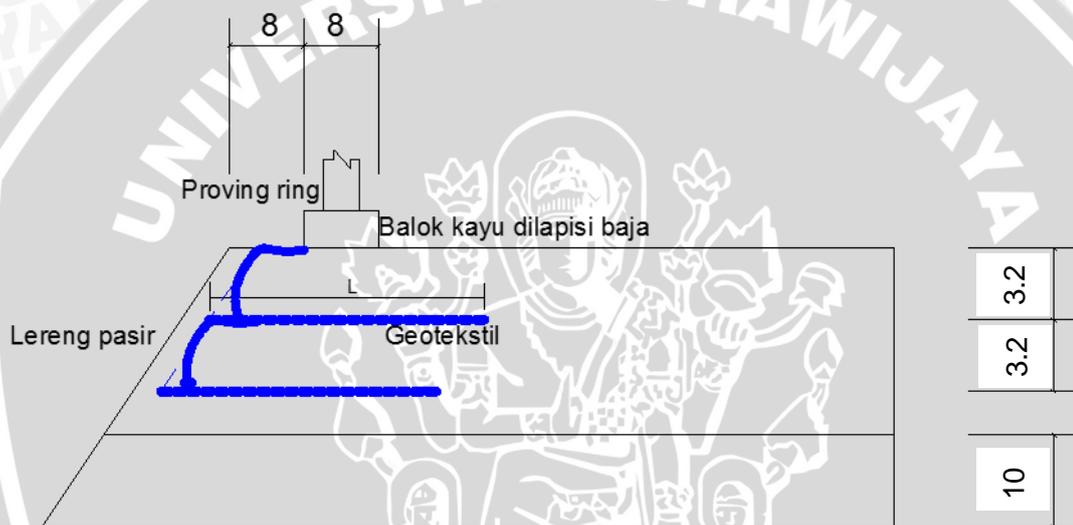
Baja profil yang dipasang di bagian bawah balok kayu berfungsi untuk meratakan beban yang dihasilkan pompa hidrolik ke tanah. Balok kayu yang digunakan terdapat 3 variasi, yaitu B = 4 cm memiliki dimensi sebesar 4x4x98 cm, B = 6 cm memiliki dimensi sebesar 6x4x98 cm, serta B = 8 cm memiliki dimensi sebesar 8x4x98 cm. Beban yang diberikan diusahakan dapat berupa beban merata pada permukaan atas model lereng, dengan ukuran luasan beban untuk B = 4 cm sebesar 4x98 cm, untuk B = 6 cm sebesar 6x98 cm, serta untuk B = 8 cm sebesar 8x98 cm

Adapun langkah-langkah pengujian pembebanan adalah:

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, B merupakan dimensi lebar pondasi.

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 hidrolis. 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 3.5**.



Gambar 3.5 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 dengan **persamaan (3.1)**

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

Dimana,

P_u = beban maksimum yang dicatat saat uji pembebanan

A = luasan pondasi

Data-data di atas kemudian disajikan pada **Tabel 3.2, 3.3, dan 3.4**.

Tabel 3.2 Daya dukung dan penurunan lereng tanpa perkuatan dengan $d/B=1$

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

Tabel 3.3 Daya dukung dan penurunan lereng dengan variasi jumlah lapisan geotekstil dengan $d/B=1$

No.	Jumlah Lapisan Geotekstil	Lebar Pondasi (cm)	Penurunan (mm)	Beban Maksimum (kg)	q_u (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 dengan $d/B=1$

No.	Lebar Pondasi (cm)	Jumlah Lapisan Geotekstil	Penurunan (mm)	Beban Maksimum (kg)	q_u (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 **persamaan (3.2)**

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

Dimana,

BCI = *Improvement Bearing Capacity*

q = daya dukung dengan perkuatan geotekstil

q_o = daya dukung tanpa perkuatan

Hasil analisis *Bearing Capacity Improvement (BCI)* kemudian disajikan dalam

Tabel 3.5 dan 3.6.

Tabel 3.5 *Bearing Capacity Improvement (BCI)* untuk variasi jumlah lapis geotekstil dengan d/B=1

No.	Jumlah Lapis Geotekstil	Lebar Pondasi (cm)	q _u lereng tanpa perkuatan (kN/cm ²)	q _u 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 dengan d/B=1

No.	Lebar Pondasi (cm)	Jumlah Lapisan Geotekstil	q _u lereng tanpa perkuatan (kN/cm ²)	q _u 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.

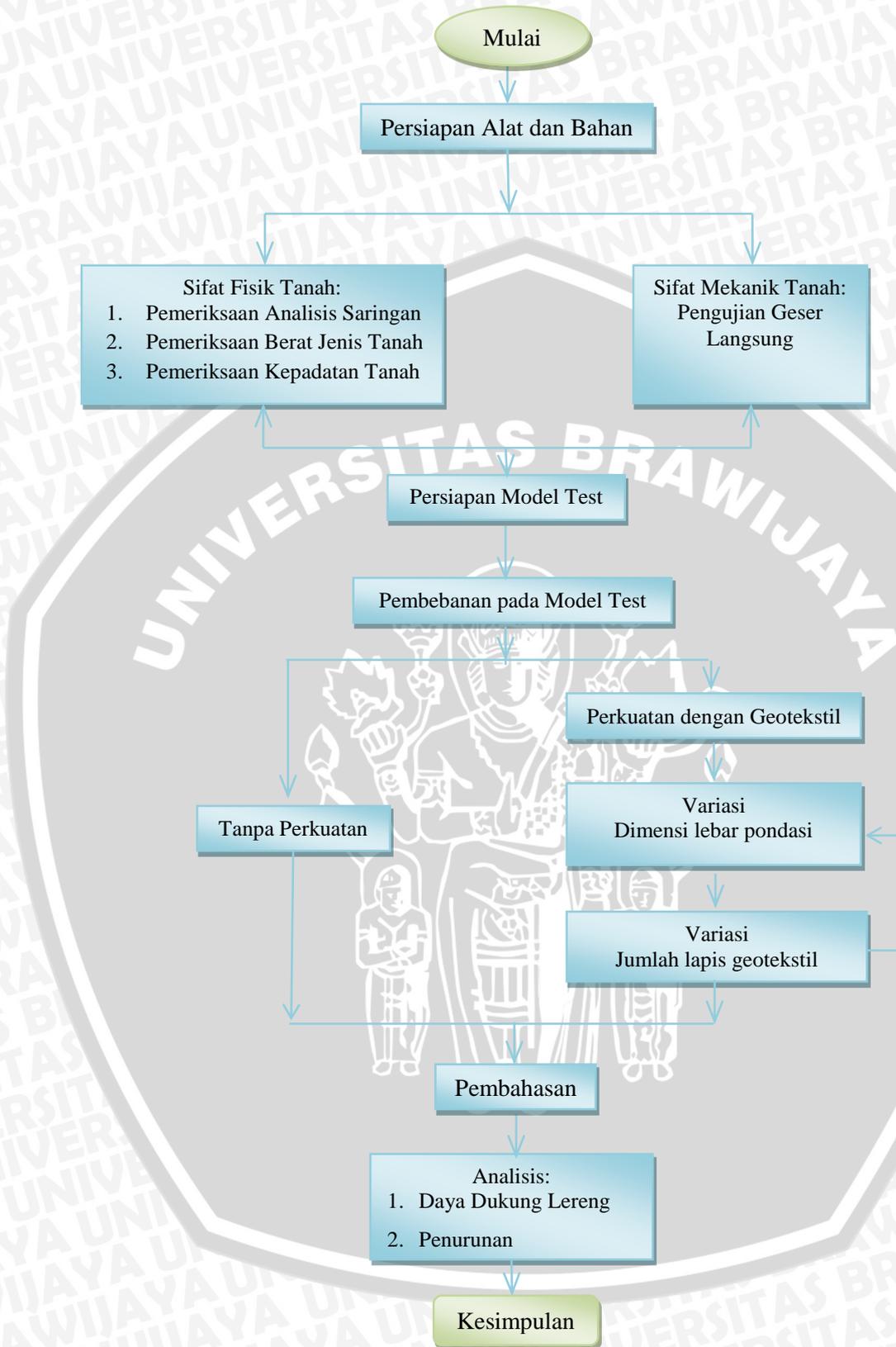
- Kemiringan sudut lereng (46°)
- Dimensi lebar pondasi (4 cm; 6 cm; 8 cm)
- Rasio jarak pondasi ke tepi lereng dengan lebar pondasi adalah $d/B=1$ (dengan d adalah jarak pondasi ke tepi lereng, dan B adalah lebar pondasi)
- Pondasi terletak di atas permukaan lereng
- Jumlah lapisan geotekstil ($n = 1, 2, 3$)
- Panjang geotekstil diambil sepanjang bidang runtuh ditambah sebesar lebar pondasi sebagai penjangkaran
- Panjang lipatan geotekstil
- Jarak vertikal antar lapisan geotekstil 3,2 cm
- Jenis tanah pasir dengan R_c 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 yang 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 3.6**.



Gambar 3.6 Bagan alir percobaan