

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari 2014 di Laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi serta Laboratorium Mekanika Tanah dan Geologi Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.

### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan model lereng yang dibentuk dari timbunan tanah pasir dengan simbol SP (*Poorly Graded Sand*) berdasarkan Sistem *Unified* (U.S.C.S.). Selain itu, untuk perkuatan lereng digunakan *woven geotextile* tipe Geo-Reinfox HRX 300 yang diperoleh dari PT. Geo Green Envirotama.

Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- a. Peralatan untuk analisis saringan sesuai ASTM C-136-46
- b. Peralatan uji berat jenis tanah sesuai ASTM D-854-58
- c. Peralatan uji geser langsung sesuai ASTM D-3080-72
- d. Pemeriksaan kepadatan sesuai ASTM D-698-70
- e. Peralatan pemadatan model lereng: silinder beton dengan tinggi 30 cm dan diameter 15 cm.
- f. Peralatan uji pembebanan: dongkrak hidrolik, pondasi dengan lebar 6 cm yang terbuat dari baja yang diisi kayu, *load cell*, *dial LVDT*, *waterpass* dan unting-unting.

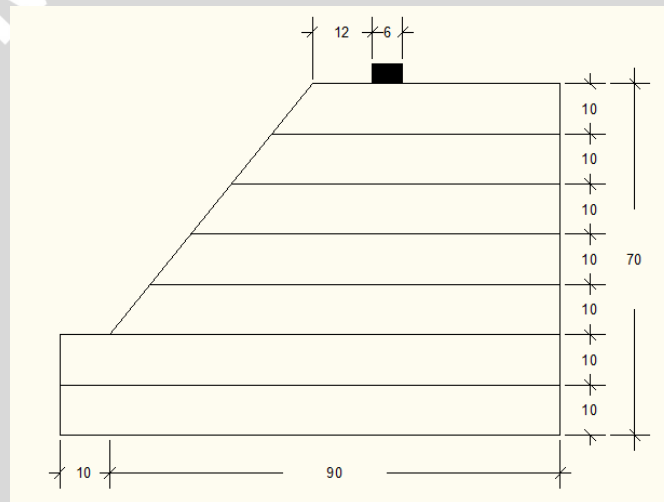
### 3.3 Jumlah dan Perlakuan Benda Uji

Salah satu tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan daya dukung dan penurunan pondasi pada lereng tanpa perkuatan dan dengan perkuatan geotekstil. Oleh karena itu, pada penelitian ini dibuat 1 model lereng tanpa perkuatan serta 9 model lereng yang diperkuat dengan geotekstil dengan 3 variasi panjang lapisan geotekstil dan 3 variasi jumlah lapisan geotekstil. Adapun variasi panjang dan jumlah lapisan geotekstil disajikan pada tabel 3.1.

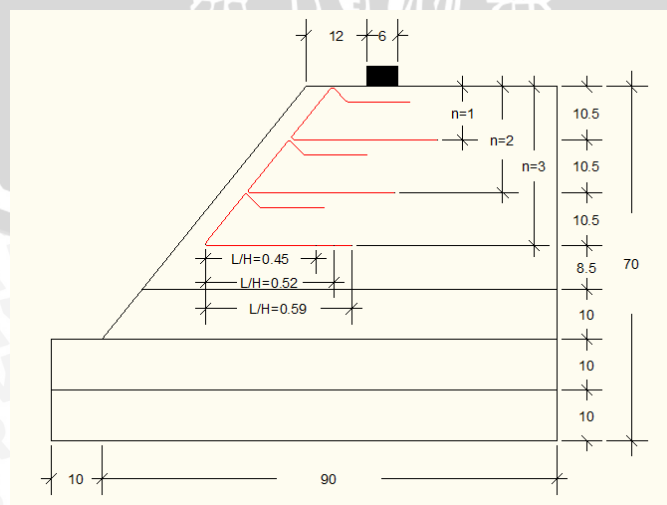
**Tabel 3.1** Variasi panjang dan jumlah lapisan geotekstil

| DR 74% (d/B=2) | Panjang lapisan geotekstil |          |          |
|----------------|----------------------------|----------|----------|
|                | L/H=0,45                   | L/H=0,52 | L/H=0,59 |
| n=1            | ✓                          | ✓        | ✓        |
| n=2            | ✓                          | ✓        | ✓        |
| n=3            | ✓                          | ✓        | ✓        |

Lereng dibuat dengan ketinggian 50 cm dan sudut kemiringan 51°. Pondasi menerus diletakkan 12 cm dari ujung lereng. Sementara itu, pada perkuatan geotekstil panjang lipatan ditentukan sebesar 15,4 cm. Pengulangan dilakukan dengan perlakuan yang sama apabila hasil dari pengujian benda uji terdapat penyimpangan. Adapun perlakuan benda uji dijelaskan pada gambar 3.1 dan gambar 3.2.



**Gambar 3.1** Model lereng tanpa perkuatan



**Gambar 3.2** Model lereng dengan perkuatan geotekstil

### 3.4 Metode Penelitian

#### 3.4.1 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 berat jenis butiran tanah mengikuti ASTM D-854-58
- c. Pemeriksaan kepadatan standart (*compaction*) mengikuti ASTM D-698-70
- d. Pemeriksaan kekuatan geser langsung (*direct shear*) menurut ASTM D-3080-72
- e. Pengujian *sand cone* untuk memastikan nilai kepadatan model lereng dapat mencapai 74%.

#### 3.4.2 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 sesuai dengan model benda uji pada gambar 3.7.

Pemadatan pasir pada pembuatan model dilakukan dengan konsep kontrol volume dimana untuk membuat 1 lapisan dimasukkan 120,54 kg pasir ke dalam boks yang kemudian dipadatkan dengan menggunakan silinder beton yang digelindingkan hingga mencapai ketinggian rencana 1 lapisan sebesar 10 cm. Untuk lapisan dengan tinggi rencana 8,5 cm, 9 cm, dan 9,5 cm berat pasir yang dimasukkan disesuaikan.

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 dapat digunakan supaya dapat diamati dan dilihat saat pelaksanaan. Gambar *box* terlihat seperti pada gambar 3.3.





**Gambar 3.3** Model *box* penelitian

#### 3.4.3 Pembuatan Model 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 pembuatan model lereng tanpa perkuatan yaitu:

1. Mempersiapkan tanah pasir dengan gradasi halus sampai sedang.
2. Memasukkan tanah pasir per lapisan ke dalam *box* kemudian dipadatkan setiap lapisan sesuai ketinggian lapisan yang dijelaskan pada gambar 3.7 dengan menggunakan silinder beton. Setiap lapisan tanah harus dicek kepadatan dan kadar airnya dengan menggunakan *density ring*.
3. Membuat kemiringan lereng sesuai dengan sudut yang akan diuji yaitu  $51^{\circ}$ .

Langkah-langkah pembuatan model lereng dengan perkuatan yaitu:

1. Mempersiapkan tanah pasir dengan gradasi halus sampai sedang.
2. Memasukkan tanah pasir per lapisan ke dalam *box* kemudian dipadatkan setiap lapisan sesuai ketinggian lapisan yang dijelaskan pada gambar 3.7 dengan menggunakan silinder beton. Setiap lapisan tanah harus dicek kepadatan dan kadar airnya dengan menggunakan *density ring*.
3. Memasang perkuatan geotekstil sesuai dengan model benda uji pada gambar 3.7 kemudian dipadatkan dengan silinder beton yang digelindingkan. Setiap

lapisan tanah harus dicek kepadatan dan kadar airnya dengan menggunakan *density ring*.

4. Membuat kemiringan lereng sesuai dengan sudut yang akan diuji yaitu 51°.

### 3.4.4 Pengujian Pembebanan

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 dimensi sebesar 6 x 4 x 98 cm. Pondasi dipasang dengan jarak 12 cm dari ujung lereng.
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 hingga beban tidak dapat ditambahkan lagi atau hingga lereng runtuh.
5. Mencatat beban yang diberikan serta penurunan yang terjadi.

### 3.5 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 jumlah lapisannya. Daya dukung dihitung dengan rumus (3-1).

$$q_u = \frac{P_u}{A} \quad (3-1)$$

$P_u$ : beban maksimum yang dicatat saat uji pembebanan

$A$ : luasan pondasi

Data-data di atas kemudian disajikan pada tabel 3.2, tabel 3.3, dan tabel

3.4.

**Tabel 3.2** Daya dukung dan penurunan lereng tanpa perkuatan

| No. | Penurunan (mm) | Beban Maksimum (kg) | $q_u$ (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-----|----------------|---------------------|-----------------------------|
| 1   |                |                     |                             |



**Tabel 3.3** Daya dukung dan penurunan lereng dengan variasi panjang geotekstil

| No. | Jumlah Lapisan (n) | Panjang (L) | Penurunan (mm) | Beban Maksimum (kg) | qu (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-----|--------------------|-------------|----------------|---------------------|--------------------------|
| 1   | 1 Lapisan          | L/H=0,45    |                |                     |                          |
| 2   |                    | L/H=0,52    |                |                     |                          |
| 3   |                    | L/H=0,59    |                |                     |                          |
| 4   | 2 Lapisan          | L/H=0,45    |                |                     |                          |
| 5   |                    | L/H=0,52    |                |                     |                          |
| 6   |                    | L/H=0,59    |                |                     |                          |
| 7   | 3 Lapisan          | L/H=0,45    |                |                     |                          |
| 8   |                    | L/H=0,52    |                |                     |                          |
| 9   |                    | L/H=0,59    |                |                     |                          |

**Tabel 3.4** Daya dukung dan penurunan lereng dengan variasi lapisan geotekstil

| No. | Panjang (L) | Jumlah Lapisan (n) | Penurunan (mm) | Beban Maksimum (kg) | qu (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-----|-------------|--------------------|----------------|---------------------|--------------------------|
| 1   | L/H=0,45    | 1 Lapisan          |                |                     |                          |
| 2   |             | 2 Lapisan          |                |                     |                          |
| 3   |             | 3 Lapisan          |                |                     |                          |
| 4   | L/H=0,52    | 1 Lapisan          |                |                     |                          |
| 5   |             | 2 Lapisan          |                |                     |                          |
| 6   |             | 3 Lapisan          |                |                     |                          |
| 7   | L/H=0,59    | 1 Lapisan          |                |                     |                          |
| 8   |             | 2 Lapisan          |                |                     |                          |
| 9   |             | 3 Lapisan          |                |                     |                          |

Data-data pada tabel 3.2, tabel 3.3 dan tabel 3.4 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* dianalisis berdasarkan  $BCI_{(u)}$  dan  $BCI_{(s)}$ . Secara umum nilai *BCI* diperoleh dengan rumus (3-2).

$$BCI = \frac{q \text{ lereng dengan perkuatan}}{q \text{ lereng tanpa perkuatan}} \quad (3-2)$$

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

**Tabel 3.5** *Bearing Capacity Improvement (BCI)* untuk variasi panjang geotekstil

| No. | Jumlah Lapisan (n) | Panjang (L) | q lereng tanpa perkuatan (kg/cm <sup>2</sup> ) | q lereng dengan perkuatan (kg/cm <sup>2</sup> ) | BCI |
|-----|--------------------|-------------|--|---|-----|
| 1   | 1 Lapisan          | L/H=0,45    |  |   |     |
| 2   |                    | L/H=0,52    |  |   |     |
| 3   |                    | L/H=0,59    |  |   |     |
| 4   | 2 Lapisan          | L/H=0,45    |  |   |     |
| 5   |                    | L/H=0,52    |  |   |     |
| 6   |                    | L/H=0,59    |  |   |     |
| 7   | 3 Lapisan          | L/H=0,45    |  |   |     |
| 8   |                    | L/H=0,52    |  |   |     |
| 9   |                    | L/H=0,59    |  |   |     |

**Tabel 3.6** *Bearing Capacity Improvement (BCI)* untuk variasi lapisan geotekstil

| No. | Panjang (L) | Jumlah Lapisan (n) | q lereng tanpa perkuatan (kg/cm <sup>2</sup> ) | q lereng dengan perkuatan (kg/cm <sup>2</sup> ) | BCI |
|-----|-------------|--------------------|--|---|-----|
| 1   | L/H=0,45    | 1 Lapisan          |  |   |     |
| 2   |             | 2 Lapisan          |  |   |     |
| 3   |             | 3 Lapisan          |  |   |     |
| 4   | L/H=0,52    | 1 Lapisan          |  |   |     |
| 5   |             | 2 Lapisan          |  |   |     |
| 6   |             | 3 Lapisan          |  |   |     |
| 7   | L/H=0,59    | 1 Lapisan          |  |   |     |
| 8   |             | 2 Lapisan          |  |   |     |
| 9   |             | 3 Lapisan          |  |   |     |

Data-data pada tabel 3.5 dan tabel 3.6 kemudian disajikan dalam grafik *BCI*.

### 3.6 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.

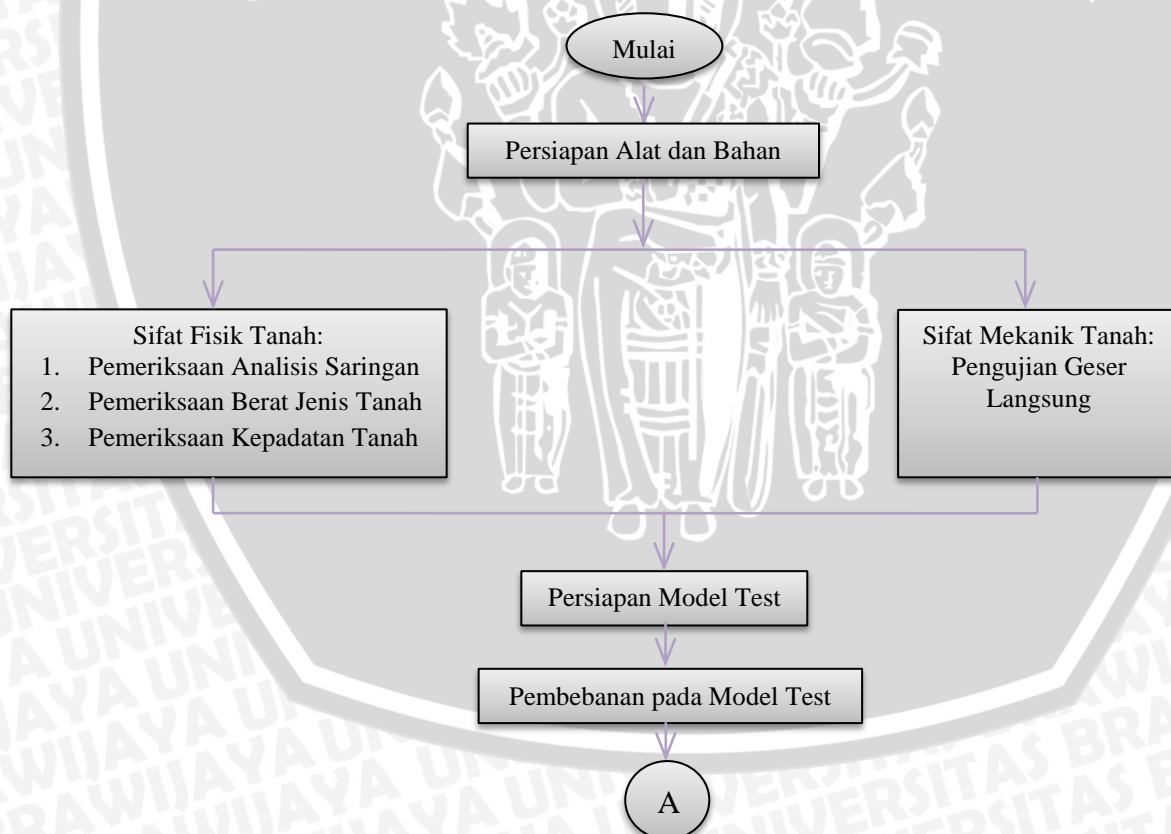
a. Variabel *antecedent* (bebas) dalam penelitian ini antara lain:

- Jarak pondasi ke tepi lereng 12 cm
- Lebar pondasi 6 cm

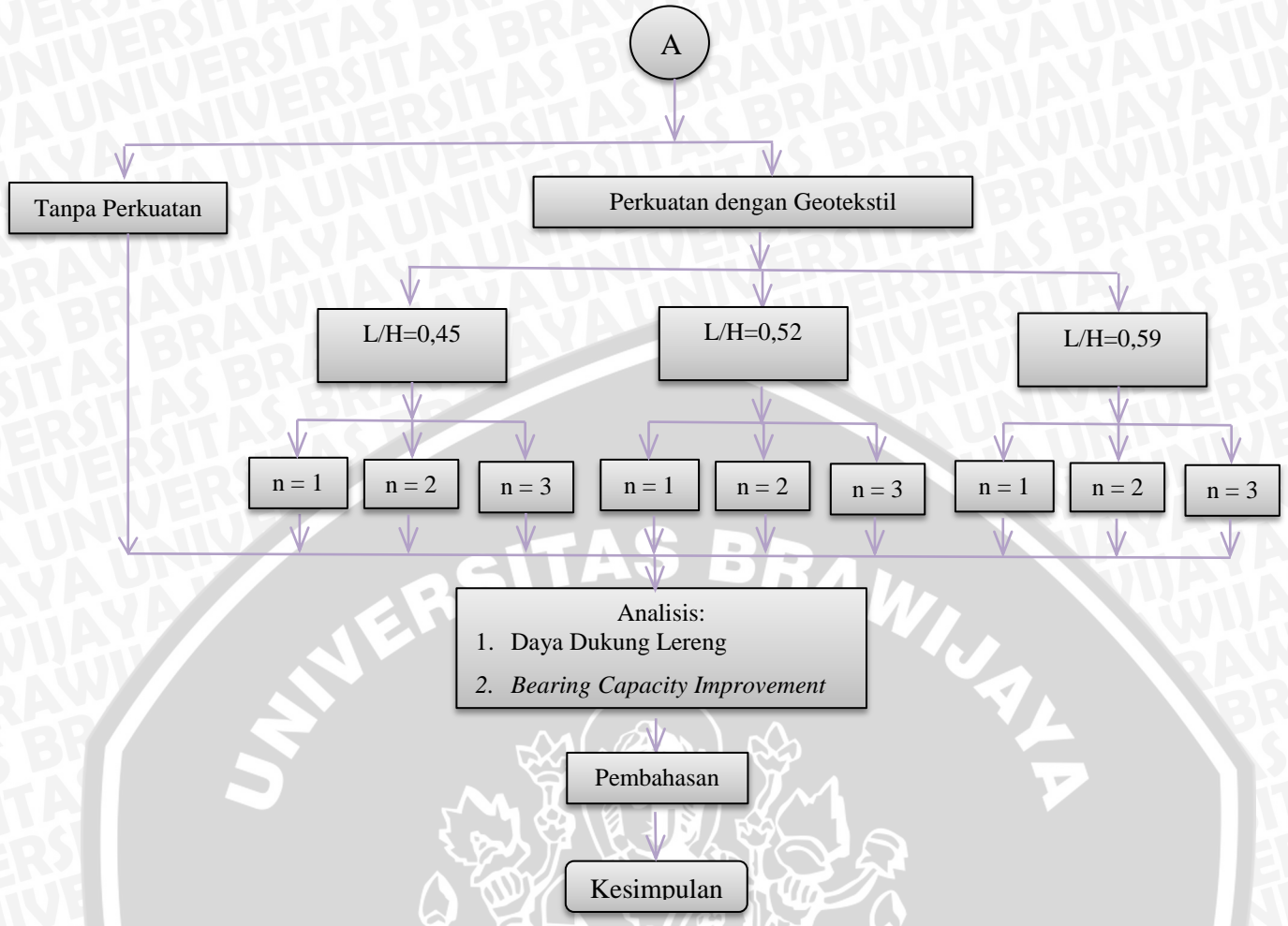
- Pondasi terletak di atas permukaan lereng
  - Panjang geotekstil ( $L/H=0,45$  ,  $L/H=0,52$  ,  $L/H=0,59$ )
  - Jumlah lapisan geotekstil (1 lapisan, 2 lapisan, 3 lapisan)
  - Jarak vertikal antarlapisan geotekstil sebesar 10,5 cm
  - Sudut kemiringan lereng  $51^\circ$
  - Kepadatan pasir 74%
- b. Variabel *dependent* (konsekuensi) dalam penelitian ini antara lain:
- Beban maksimum yang mampu ditahan oleh lereng
  - Penurunan pondasi yang terjadi akibat pembebanan
  - Daya dukung lereng menahan beban di atasnya

### 3.7 Diagram Alir Tahapan Penelitian

Dalam penelitian ini, tahap-tahap pelaksanaan dapat dilihat pada diagram alir yang disajikan dalam gambar 3.4.







Gambar 3.4 Diagram alir penelitian

Keterangan:  
 L: Panjang geotekstil  
 H: Tinggi lereng  
 n: Jumlah lapisan geotekstil

