

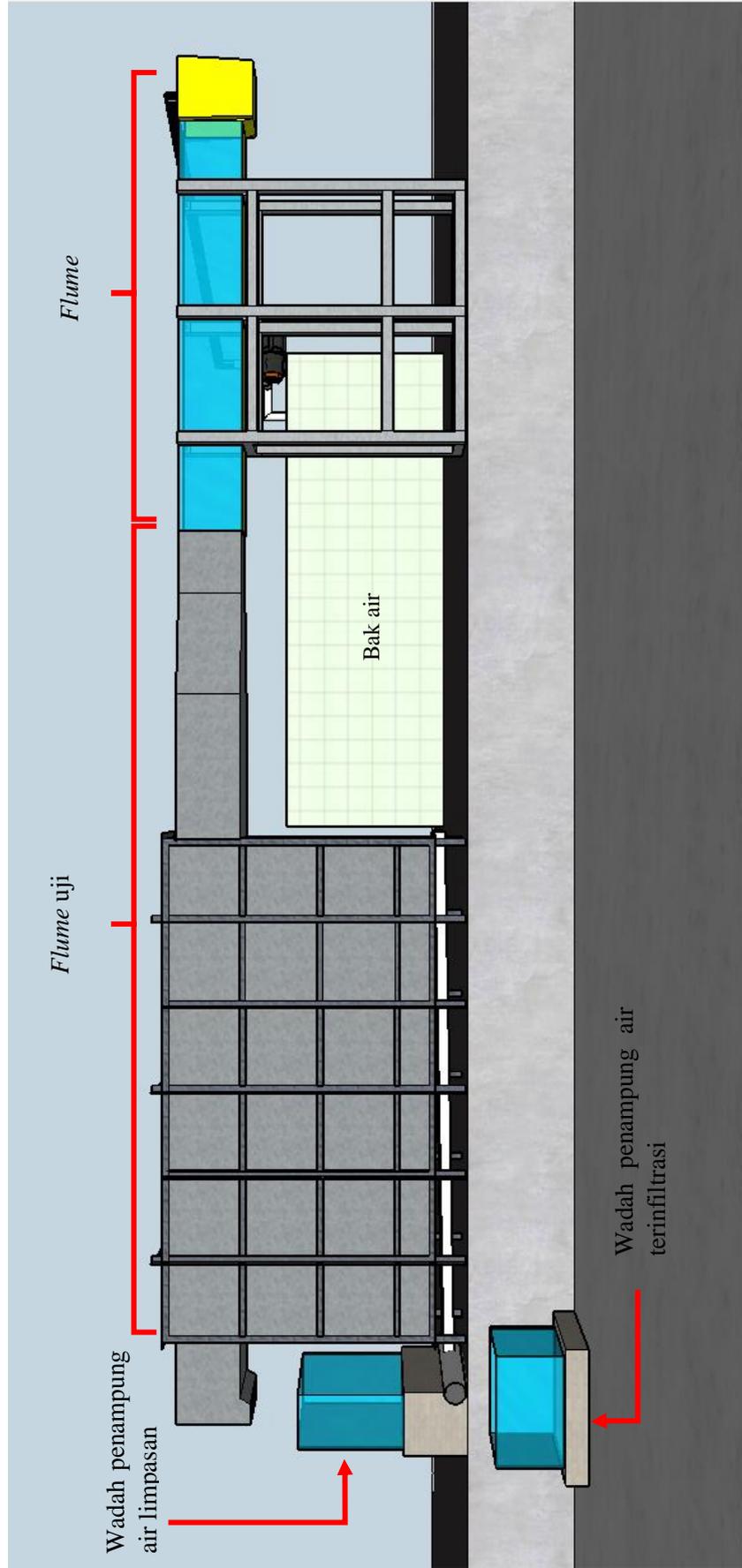
BAB III. METODE PENELITIAN

3.1 Konsep Penelitian

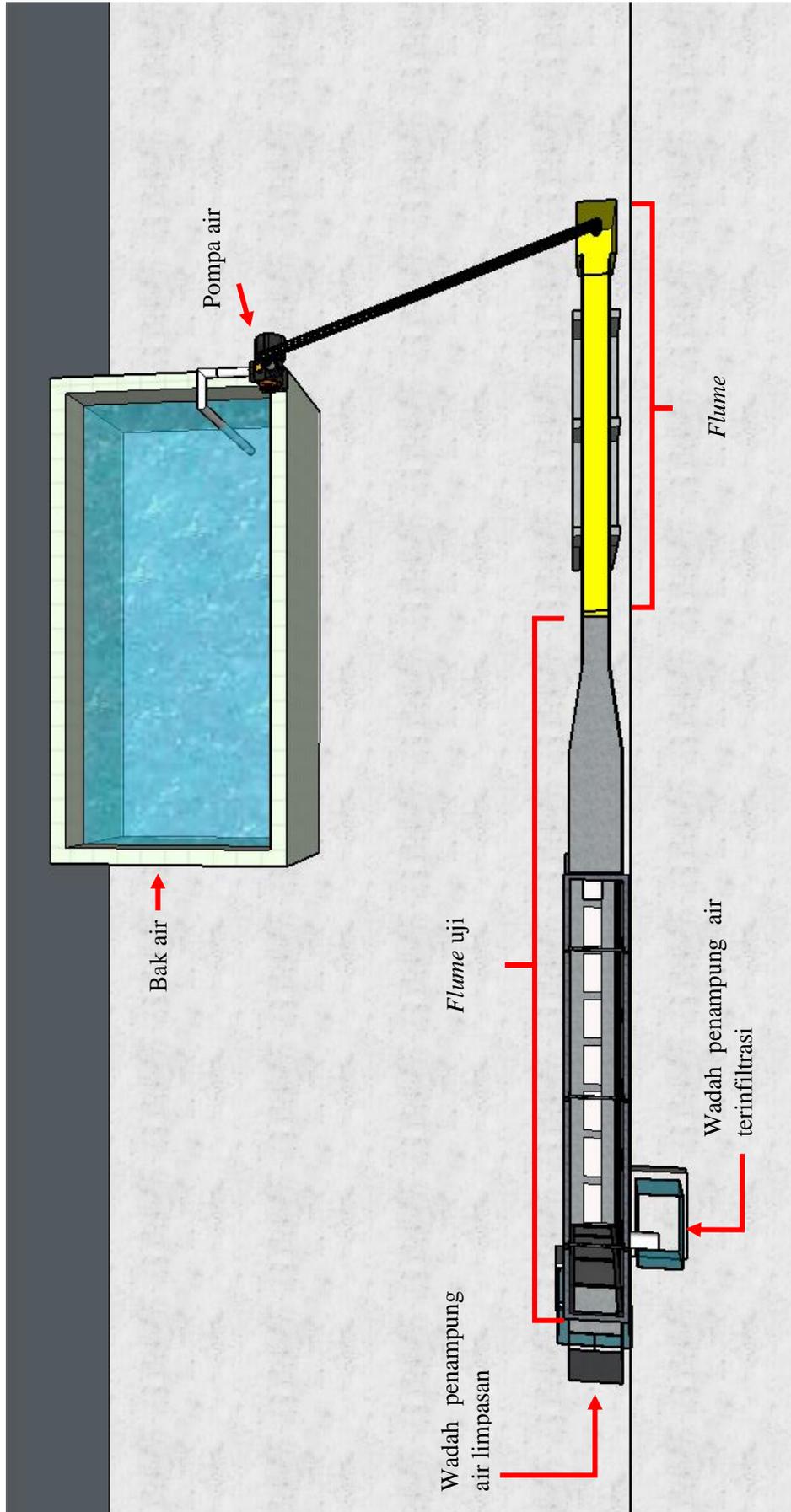
Konsep penelitian yang dilakukan dalam Tugas Akhir ini adalah penelitian yang menguji kinerja penggunaan *permeatic* dan kombinasi *permeatic* dengan pipa resapan pada saluran drainase dalam skala laboratorium. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa pengaruh penggunaan *permeatic* dan kombinasi *permeatic* dengan pipa resapan dalam penerapan sistem drainase berkelanjutan. *Permeatic* disini merupakan hasil modifikasi dari suatu produk yang bernama *permegrid*. *Permeatic* dan *permegrid* memiliki sistem kerja yang hampir sama, yaitu bahan yang bersifat permeable sehingga mampu meresapkan air limpasan permukaan kedalam tanah. Dalam penelitian ini ada beberapa variasi yang digunakan dalam penerapan sistem drainase berkelanjutan, yaitu *permeatic* dan kombinasi *permeatic* dengan pipa resapan. Variasi pengujian yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1. Skema alat atau *flume* uji penelitian dan tahapan penelitian telah di tentukan sebelumnya oleh peneliti. Skema alat pengujian dapat di lihat pada Gambar 3.1 dan tahapan penelitian secara detail dalam bentuk diagram alir dapat dilihat pada Gambar 3.3.

Tabel 3. 1 Variasi pengujian

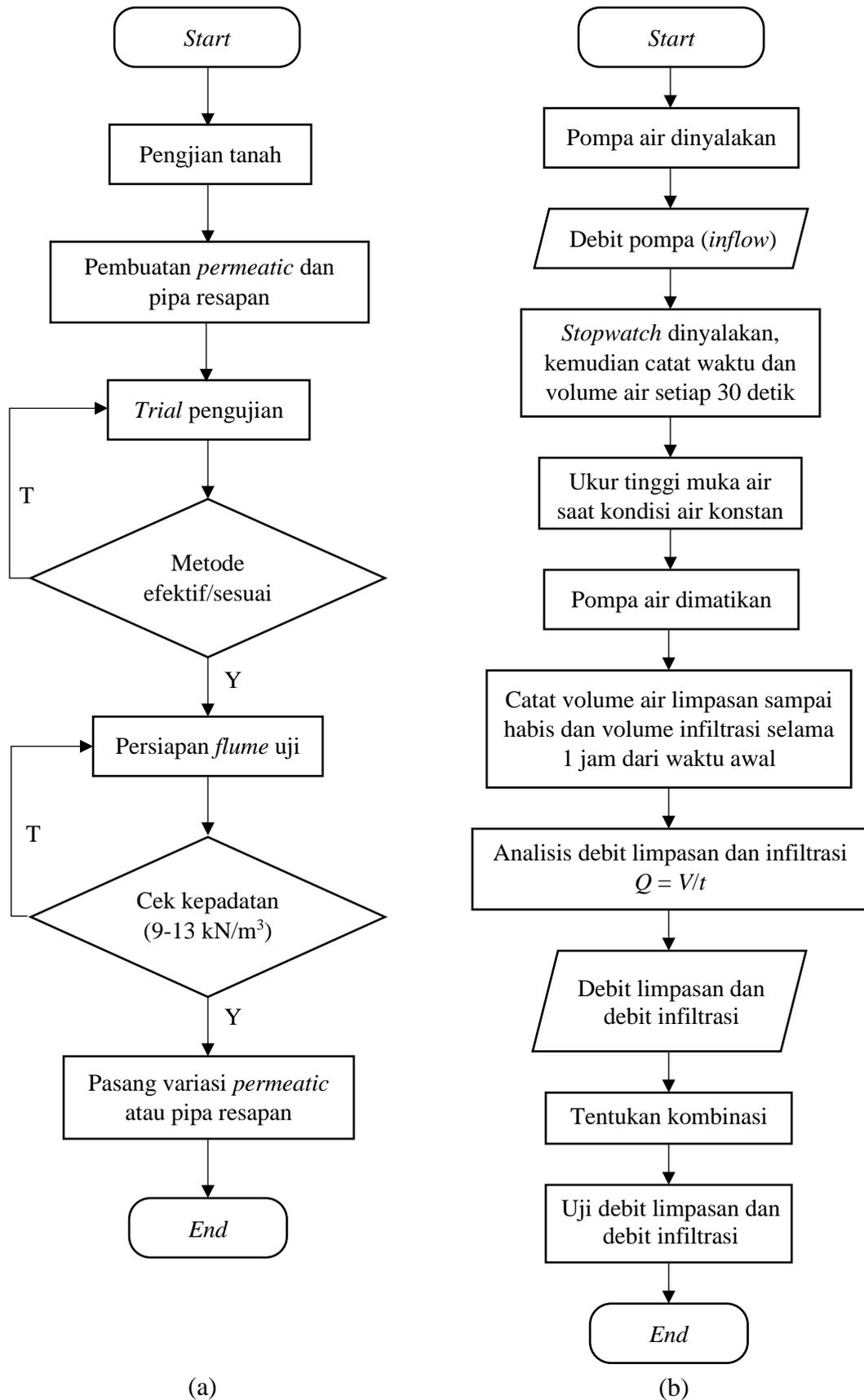
No.	Variasi	Kondisi permukaan tanah
1.	Kondisi tanah tidak jenuh	terbuka
2.	Kondisi tanah jenuh	terbuka
3.	<i>Permeatic</i> jarak 1 meter	tertutup
4.	<i>Permeatic</i> jarak 0,5 meter	tertutup
5.	<i>Permeatic</i> jarak 1 meter	terbuka
6.	<i>Permeatic</i> jarak 0,5 meter	terbuka
7.	<i>Full permeatic</i>	-
8.	Kombinasi 1 (Pipa 2,5 inch jarak 0,5 m dengan <i>permeatic</i> jarak 0,5 m)	tertutup
9.	Kombinasi 2 (Pipa 2,5 inch jarak 0,5 m dengan <i>full permeatic</i>)	-
10.	Kombinasi 3 (Pipa 3 inch jarak 0,5 m dengan <i>full permeatic</i>)	-



Gambar 3. 1 Skema bagian-bagian alat pengujian



Gambar 3. 2 Skema bagian-bagian alat pengujian tampak atas



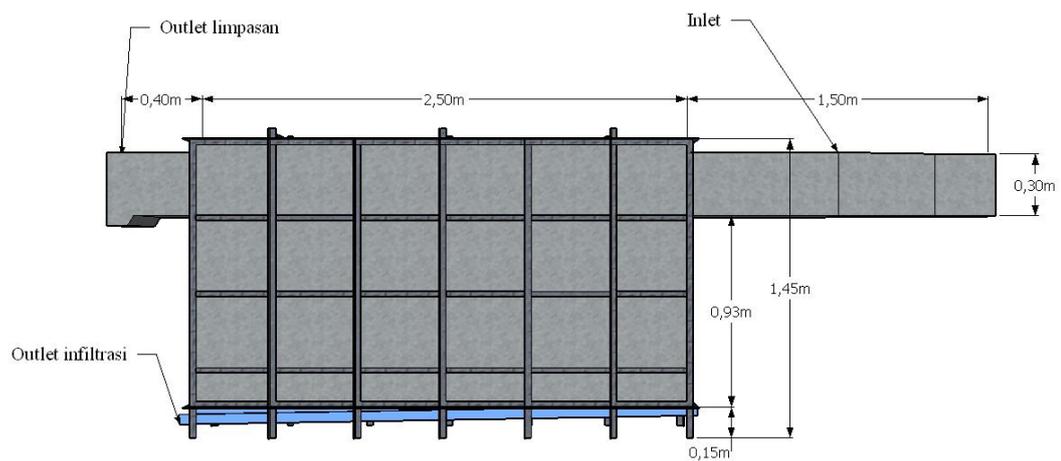
Gambar 3. 3 Diagram alir penelitian (a) tahap persiapan, dan (b) tahap pengujian

3.2 Alat

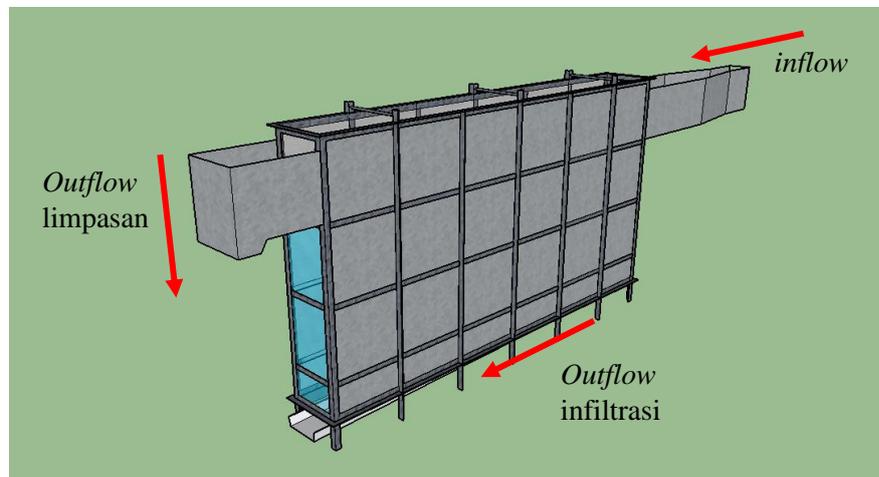
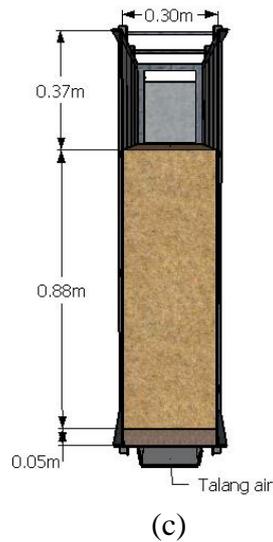
Alat utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah *flume* uji yang di adaptasi dari saluran drainase dengan ukuran lebar penampang yang hampir sama pada umumnya, yaitu 30 cm. Akan tetapi panjang saluran drainase yang di adaptasi oleh *flume* uji hanya 2,5 meter. Material *flume* uji terbuat dari plat besi yang di beri rangka profil baja L, karena agar kuat menerima beban tanah dan air nantinya. Kapasitas tampungan tanah *flume* uji sebesar $\pm 0,7 \text{ m}^3$. Lihat Gambar 3.4 untuk detail lebih jelas.



(a)



(b)



Gambar 3. 4 *Flume* uji, (a) bentuk jadi, (b) detail ukuran serta bagian, (c) potongan, dan (d) tampak

Ada beberapa alat lagi yang digunakan dalam pengukuran debit air dan pengujian tanah yang dilakukan di dalam laboratorium. Khusus alat pengujian tanah pengacu pada ASTM D854-10 (uji berat jenis), ASTM D422 – 63 (2007) (uji distribusi ukuran butir tanah), dan ASTM D6913 – 04 (2009) (uji distribusi ukuran butir tanah). Alat pengujian yang dilakukan di Laboratorium Geoteknik dan Laboratorium Keairan dan Lingkungan Teknik Sipil UMY adalah sebagai berikut.

3.2.1 Alat pengukuran debit pada saluran terbuka

Pengukuran debit pada *flume* uji dilakukan dengan cara volimetri, yaitu menghitung debit dengan mengukur volume airnya. Alat yang dibutuhkan dalam pengukuran ini adalah sebagai berikut.

- a. *Multi purpose teaching flume.*

- b. Meteran/penggaris.
- c. Timbangan.
- d. Ember.
- e. Selang.
- f. Pompa air.

3.2.2 Uji tanah

Pengujian tanah yang dilakukan adalah uji kadar air tanah, berat jenis, kepadatan, dan ukuran butir tanah. Adapun alat yang digunakan dalam setiap pengujian tanah adalah sebagai berikut.

- a. Alat pengujian kadar air tanah

Alat yang digunakan dalam pengujian kadar air tanah adalah sebagai berikut ini.

- 1) Cawan.
- 2) Timbangan.
- 3) Oven dengan suhu dapat diatur konstan pada 105-110 C.
- 4) Desikator.

- b. Alat pengujian berat jenis

Alat yang digunakan dalam pengujian berat jenis tanah adalah sebagai berikut ini.

- 1) Piknometer.
- 2) Timbangan dengan ketelitian 0,01 g.
- 3) Air destilasi bebas udara (dalam *wash bottle*).
- 4) Desikator.
- 5) Termometer.
- 6) Cawan porselen (mortar) dengan pestle.
- 7) Oven dengan suhu dapat diatur konstan pada 105-110°C.

- c. Alat pengujian kepadatan

Alat yang digunakan dalam pengujian kepadatan tanah adalah sebagai berikut ini.

- 1) Kerucut pasir (*sand cone*).
- 2) Bahan pembantu berupa pasir bersih, kering, tanpa bahan ikat, sehingga dapat mengalir bebas dengan ukuran butir lewat saringan No. 10 (2,00

mm) dan tertahan saringan No. 200 (0,075 mm). Pasir ini perlu ditentukan/diketahui berat volumenya sebelum dipakai pada percobaan.

- 3) Timbangan.
- 4) Alat-alat pembantu seperti palu, pahat, sendok untuk membuat lubang pada tanah, kaleng, kuas dan sebagainya.

d. Alat pengujian ukuran butir tanah

Alat yang digunakan dalam pengujian ukuran butir tanah adalah sebagai berikut ini.

- 1) Hidrometer ASTM 152 H.
- 2) Saringan no.10, no. 20, no. 40, no. 60, no. 140, no. 200.
- 3) Timbangan.
- 4) Gelas silinder kapasitas 1000 cc.
- 5) Gelas kaca (*beaker*). Kapasitas 250 cc.
- 6) Cawan Porselen (*mortar*) dan pastle.
- 7) Alat pengaduk suspensi tanah dalam air (*stirring apparatus*).
- 8) Termometer.
- 9) *Stopwatch*.
- 10) Air destilasi.
- 11) Bahan larutan reagen, dapat berupa sodium silikat (Na_2SiO_3) atau *Sodiumhexameta phosphate* (NaPO_3).

3.3 Bahan atau Materi

Untuk menguji kinerja dari penggunaan *permeatic* dan pipa resapan dibutuhkan bahan-bahan penyusun. Bahan yang digunakan adalah tanah, pasir, kerikil, pipa, krat minuman dan geotekstil tidak teranyam (*non-woven*). Masing-masing bahan mempunyai spesifikasi atau ketentuan yang telah ditetapkan sebelumnya. Penentuan spesifikasi bahan berdasarkan ketersediaan dan fungsinya. Berikut ini adalah penjelasan spesifikasi atau ketentuan dari masing-masing bahan yang digunakan.

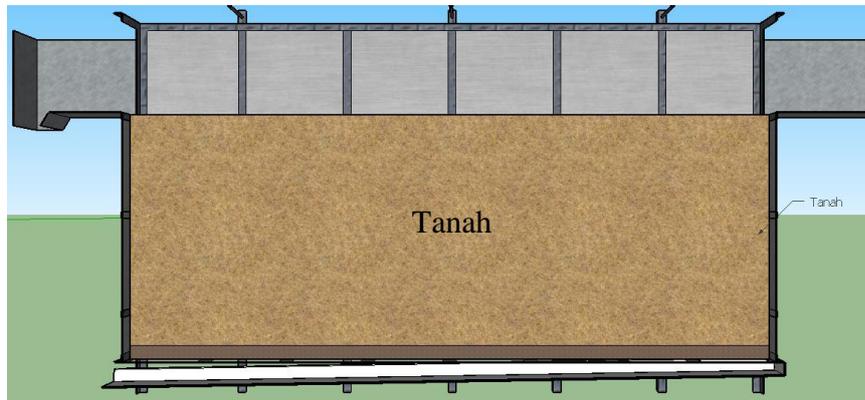
3.3.1 Tanah

Tanah diambil dari Geblagan, Tamantirto, Kec. Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta tepatnya sebelah Utara Kampus Universitas Muhammadiyah

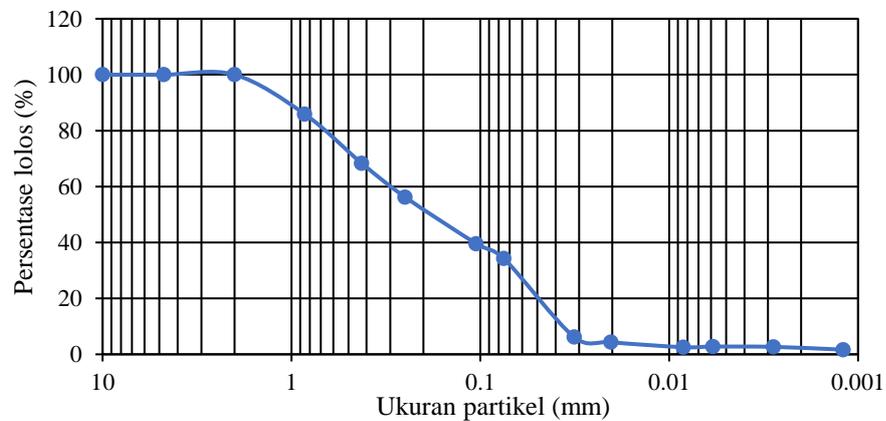
Yogyakarta dengan koordinat $7^{\circ}48'23.04''\text{S}$ dan $110^{\circ}19'19.51''\text{E}$. Lokasi pengambilan tanah dapat dilihat pada Gambar 3.5. Tanah digunakan sebagai bahan isi *flume* uji, untuk lebih jelasnya lihat Gambar 3.6. Tanah yang digunakan adalah tanah yang lolos saringan no. 4 dengan hasil pengujian gradasi butiran tanah seperti pada Gambar 3.7 dan memiliki berat jenis sebesar 2.63.



Gambar 3. 5 Lokasi pengambilan tanah



Gambar 3. 6 Posisi tanah dalam *flume* uji

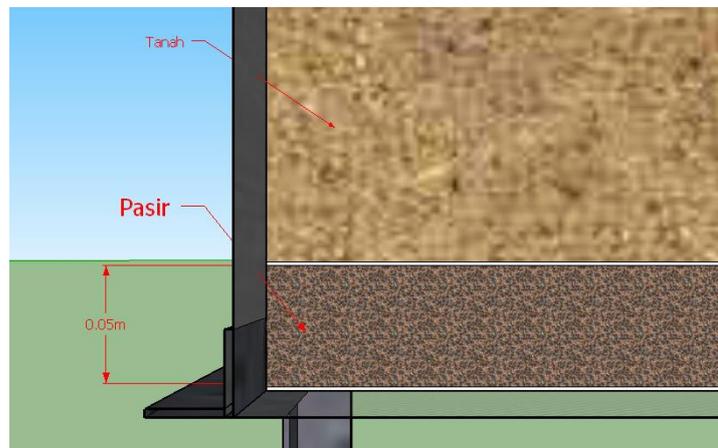


Gambar 3. 7 Kurva distribusi ukuran butir tanah

Dilihat pada Gambar 3.7 kurva distribusi ukuran butir tanah dapat disimpulkan bahwa tanah yang digunakan dominan pasir berlanau.

3.3.2 Pasir

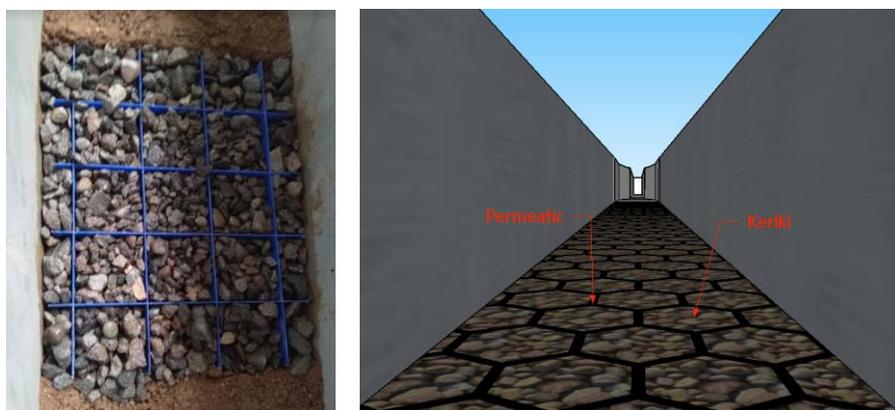
Pasir yang digunakan lolos saringan no. 4 yang berfungsi sebagai bahan isi *flume* uji pada bagian dasar *flume* uji setelah geotekstil. Tujuan diberikannya pasir pada bagian bawah *flume* uji untuk penyetabil air yang masuk kedalam tanah agar tidak tertahan di bagian bawah *flume* uji. Detail gambar lapisan isi *flume* uji lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3. 8 Lapisan isi *flume* uji

3.3.3 Kerikil

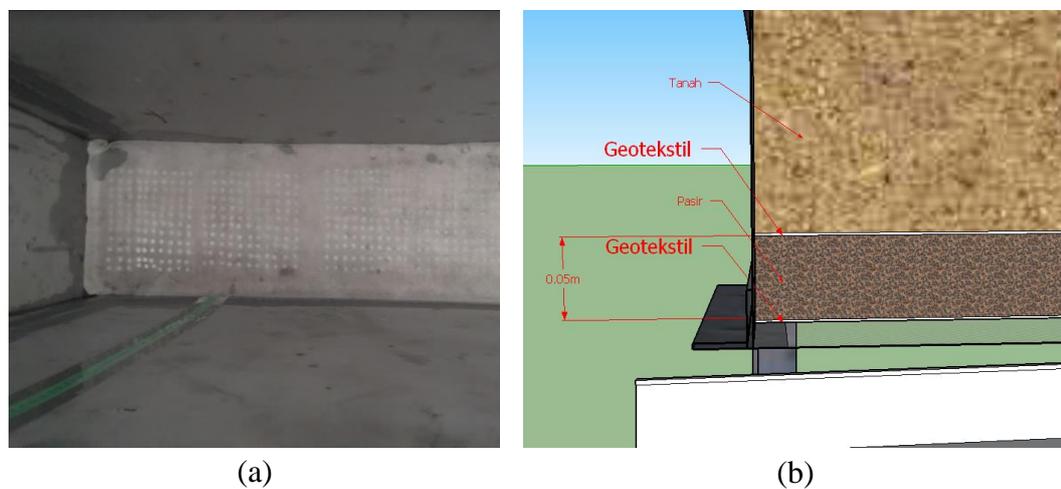
Kerikil yang digunakan lolos saringan no. $\frac{3}{4}$ " dan tertahan saringan no. 4. Fungsi kerikil adalah sebagai bahan isi *permeatic* yang berguna untuk mengisi rongga- rongga *permeatic* dan menutupi permukaan tanah atau dasar saluran drainase. Sehingga dapat mengurangi terjadinya gerusan pada dasar saluran drainase akibat aliran arus air. Detail letak kerikil dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3. 9 Letak kerikil pada *flume* uji

3.3.4 Geotekstil tidak teranyam

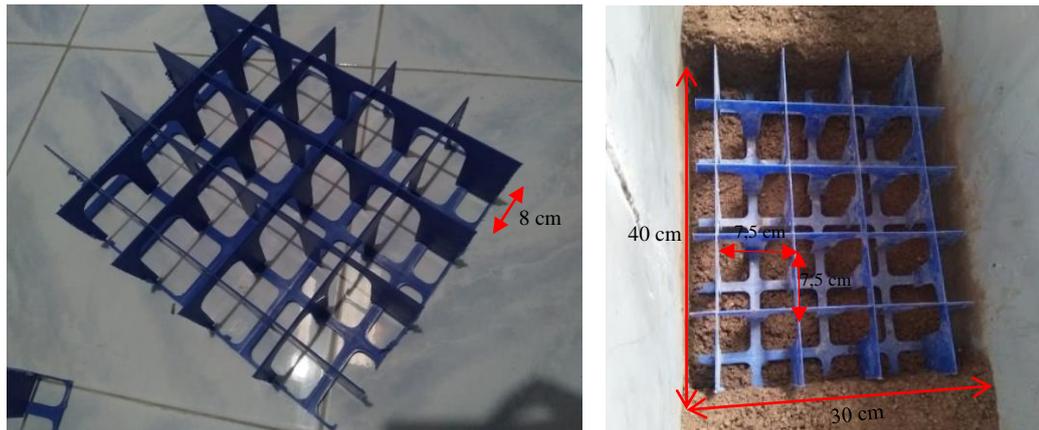
Geotekstil yang digunakan berfungsi sebagai pemisah atau separasi (*separator*). Hal ini untuk memisahkan lapisan tanah dengan lapisan pasir agar tidak tercampur dan menahan lapisan pasir agar tidak keluar dari *flume* uji. Pemasangan geotekstil yang merupakan bahan sintetis yang berdifat fleksibel sebagai pemisah di antara dua material yang berbeda akan menjaga integritas keduanya, sehingga ke dua material tetap merupakan bahan yang utuh. Geotekstil yang digunakan adalah jenis geotekstil tidak teranyam (*non-woven*). Posisi pemasangan dan susunan geotekstil dapat dilihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3. 10 Geotekstil, (a) pemasangan geotekstil tampak atas, dan (b) susunan lapisan geotekstil

3.3.5 *Permeatic*

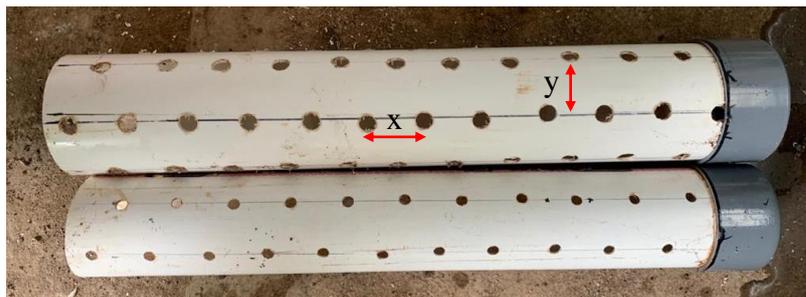
Permeatic yang merupakan variasi dari pengujian ini memiliki fungsi untuk meningkatkan daya resap tanah pada saluran drainase. *Permeatic* berasal dari limbah krat minuman yang dipotong dan di ambil bagian dalamnya. *Permeatic* yang digunakan memiliki dimensi 30 x 40 x 8 cm, dengan dimensi *grid* atau kotakan kecil 7,5 x 7,5 cm dan tebal plat *permeatic* 0,2 cm. Bentuk *permeatic* dapat dilihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3. 11 Bentuk *permeatic*

3.3.6 Pipa resapan

Pipa resapan merupakan variasi dari pengujian ini yang memiliki fungsi yang sama dengan *permeatic*, yaitu meningkatkan daya resap tanah pada saluran drainase. Pipa resapan dibuat dengan menggunakan pipa pvc. Ukuran pipa resapan yang digunakan pada penelitian ini adalah berdiameter 3 inch, dan 2,5 inch dengan panjang pipa resapan 0,5 meter. Pada bagian dinding pipa resapan diberi lubang pori-pori kecil. Pada pipa resapan berdiameter 3 inch lubang pori-pori berukuran 12 mm dan pipa resapan berdiameter 2,5 inch lubang pori-pori berukuran 8 mm. Jarak antar lubang pori-pori searah sumbu X adalah 4,5 cm dan sumbu Y adalah 5 cm. Adapun pola lubang kecil pada pipa resapan lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3. 12 Pipa resapan

3.4 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di dua laboratorium, yaitu di Laboratorium Geoteknik dan Laboratorium Keairan dan Lingkungan Teknik Sipil UMY. Waktu penelitian dilakukan pada tanggal 14 Oktober 2019 - 25 November 2019.

3.5 Tahapan Penelitian

Tahap penelitian dibedakan menjadi dua tahap, yaitu tahap persiapan dan tahap pengujian. Tahap persiapan adalah tahap untuk melakukan pengujian tanah, pembuatan pipa resapan dan *permeatic*, serta tahap untuk melakukan *trial* agar menemukan metode yang tepat pada tahap pengujian.

3.5.1 Tahap persiapan

Berikut ini adalah tahap-tahap persiapan sebelum pengujian.

a. Pengujian tanah

Pengujian yang dilakukan seperti berat jenis, dan ukuran butir tanah. Tujuan pengujian berat jenis tanah adalah untuk menentukan berat jenis suatu contoh tanah dengan standar uji acuan adalah ASTM D854-10 *Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer*. Tujuan pengujian ukuran butir tanah untuk menentukan distribusi ukuran butir untuk tanah dan menghasilkan kurva distribusi ukuran butir tanah dengan standar uji yang digunakan ASTM D422 – 63 (2007) *Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils* dan ASTM D6913 – 04 (2009) *Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis*.

b. Pembuatan pipa resapan dan *permeatic*

Pipa pvc dipotong dengan gergaji sepanjang 50 cm dan dilubangi dengan bor untuk pembuatan pipa resapan, sedangkan untuk *permeatic* menggunakan krat minuman yang dipotong dengan mesin gerinda tangan. Lihat pada Gambar 3.13 untuk proses pembuatan pipa resapan dan *permeatic*.



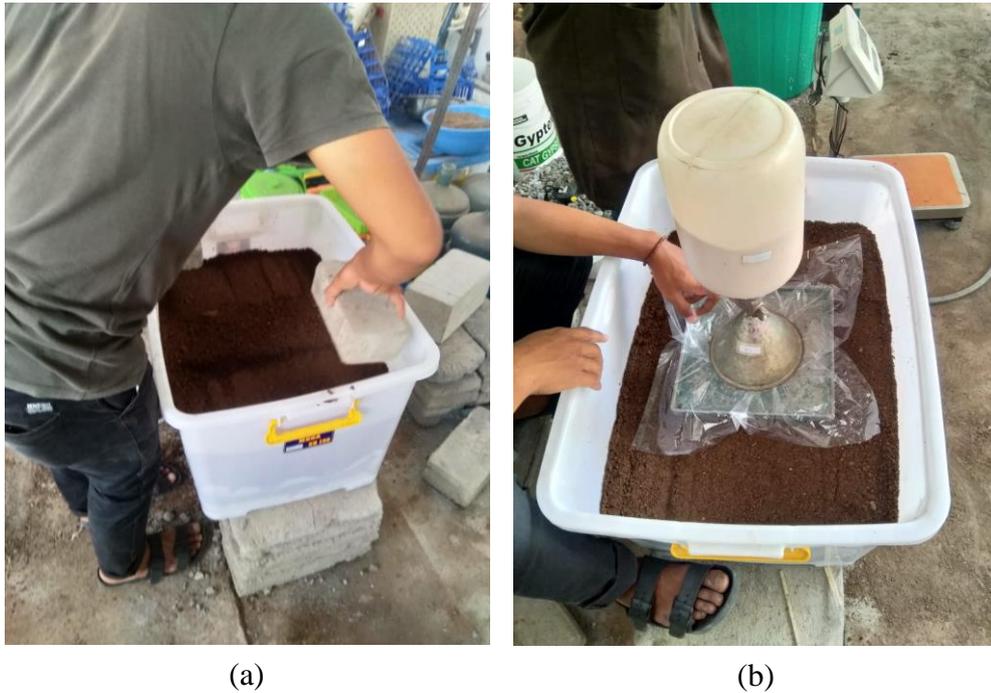
(a)

(b)

Gambar 3. 13 (a) Pembuatan pipa resapan, dan (b) pemotongan *permeatic*

c. *Trial* pengujian

Pengujian uji coba dengan media yang lebih kecil berukuran 66,5 x 53,5 x 45,5 cm. Pengujian ini dilakukan secara berulang-ulang hingga menemukan metode yang sesuai digunakan. Misalnya dalam menentukan jumlah pukulan untuk pemadatan, seperti terlihat pada Gambar 3.14.



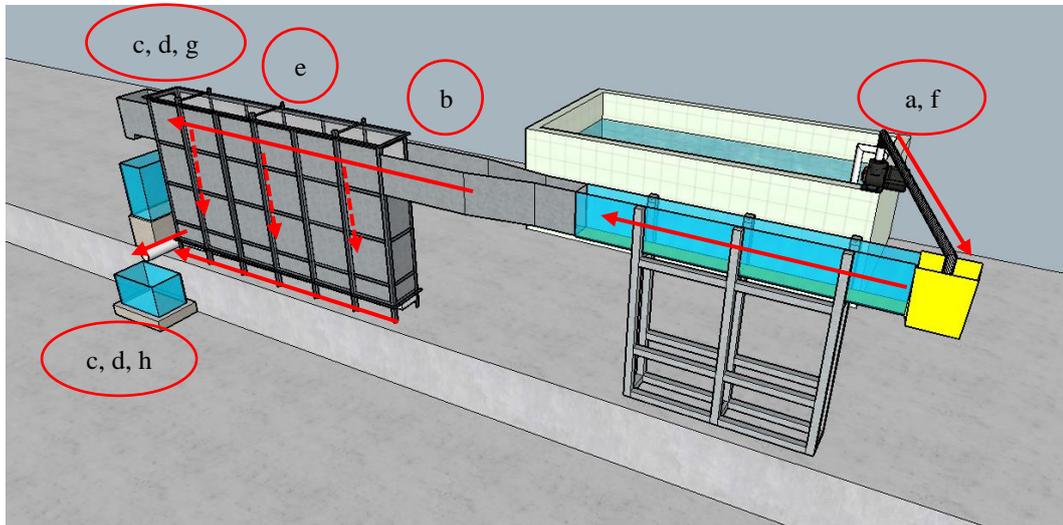
Gambar 3. 14. (a) Pemadatan dalam *trial*, dan (b) uji kepadatan

d. Persiapan *flume* uji

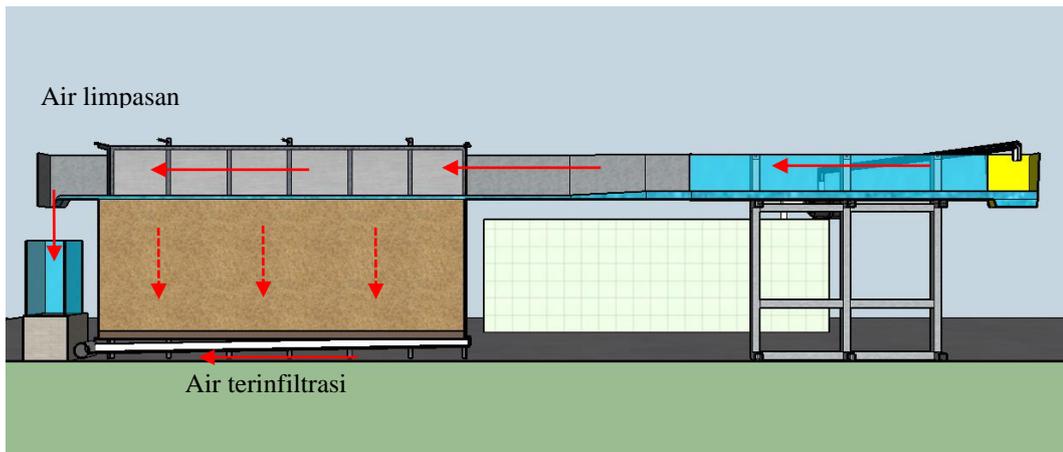
- 1) Lapsi bagian bawah *flume* uji dengan geotekstil yang berukuran 2,5 x 0,3 m, kemudian pasir dimasukkan dengan ketebalan 5 cm dan bagian atas pasir dilapsi geotekstil kembali.
- 2) Tanah yang lolos saringan no. 4 dimasukkan kedalam wadah perlapisan dengan ketentuan satu lapisan tanah memiliki ketebalan 10 cm.
- 3) Tanah yang telah dimasukkan setebal 10 cm kemudian dipadatkan dengan jumlah lintasan tumbukan sebanyak tiga kali dan setelah selesai dilanjutkan kelapisan selanjutnya.
- 4) Penimbunan dan pemadatan tanah dilakukan hingga mencapai dasar saluran rencana.
- 5) Uji kepadatan tanah dan kadar air tanah.

3.5.2 Tahap pengujian

Berikut ini adalah tahap-tahap pengujian dengan skema pengujian dapat dilihat pada Gambar 3.15.



(a)



(b)

Gambar 3. 15 Skema pengujian, (a) notasi, dan (b) arah aliran air

- a. Pompa air dinyalakan dan hitung debit masuk atau debit yang dikeluarkan pompa air.
- b. *Stopwatch* dinyalakan jika sudah masuk ke *flume* uji.
- c. Catat waktu saat air mulai melimpas dan terinfiltrasi.
- d. Volume air limpasan dan infiltrasi di catat per-30 detik dari waktu air masuk ke *flume* uji.
- e. Pada kondisi air konstan tinggi muka air dicatat dengan menggunakan *point gauge*.

- f. Pompa air dimatikan jika kondisi volume air limpasan dan infiltrasi sudah konstan atau cenderung besarnya sama. Durasi pompa air menyala antara 30 menit – 45 menit.
- g. Volume air limpasan di catat hingga air yang melimpas habis.
- h. Volume air infiltrasi di catat selama satu jam dari waktu air masuk ke *flume* uji.

Adapun langkah-langkah dalam pengukuran debit pompa/*inflow*, debit limpasn dan debit infiltrasi yang dilakukan dalam tahap pengujian ini adalah sebagai berikut.

- a. Debit *inflow*

Langkah-langkah dalam pengukuran debit *inflow* adalah sebagai berikut ini.

- 1) Timbang ember dalam keadaan kosong.
- 2) Pompa dinyalakan dan kondisi air yang keluar sudah konstan.
- 3) Tampung air yang keluar dengan ember selama ± 3 detik.
- 4) Kemudian timbang dan catat berat air dalam ember.
- 5) Lakukan pengujian sebanyak tiga kali.

- b. Debit limpasan dan debit infiltrasi

Langkah-langkah dalam pengukuran debit limpasan dan debit infiltrasi adalah sebagai berikut ini.

- 1) Timbang ember dalam keadaan kosong.
- 2) Nyalakan stopwatch saat air sudah masuk *flume* uji.
- 3) Catat waktu saat air sudah keluar melalui bagian *outflow* limpasan dan infiltrasi.
- 4) Tampung air yang keluar dengan ember per-30 detik dari waktu air masuk ke *flume* uji.
- 5) Kemudian timbang dan catat berat air dalam ember.
- 6) Lakukan pengujian setiap 30 detik sekali selama 1 jam untuk pengukuran debit infiltrasi dan 30 menit - 45 menit untuk pengukuran debit limpasan.

3.6 Analisis Data

Dalam penelitian ini analisis data yang digunakan adalah analisi regresi, atau perbandingan antar variabel lainnya sehingga membentuk kurva atau grafik. Dari

kurva atau grafik tersebut akan di lihat hubungan yang terjadi antar variabel dan ditarik suatu kesimpulan. Ada sepuluh variasi dan tiga skenario pengujian yang akan dilakukan dalam penelitian ini, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Skenario pengujian

No.	Variasi	Kondisi permukaan tanah	Kode Variasi	Kode Skenario
1.	Kondisi tanah tidak jenuh	terbuka	T-1	S-1
2.	Kondisi tanah jenuh	terbuka	T-2	
3.	<i>Permeatic</i> jarak 1 meter	tertutup	P-1	S-2
4.	<i>Permeatic</i> jarak 0,5 meter	tertutup	P-2	
5.	<i>Permeatic</i> jarak 1 meter	terbuka	P-3	
6.	<i>Permeatic</i> jarak 0,5 meter	terbuka	P-4	
7.	<i>Full permeatic</i>	-	P-5	
8.	Kombinasi 1 (Pipa 2,5 inch jarak 0,5 m dengan <i>permeatic</i> jarak 0,5 m)	tertutup	K-1	S-3
9.	Kombinasi 2 (Pipa 2,5 inch jarak 0,5 m dengan <i>full permeatic</i>)	-	K-2	
10.	Kombinasi 3 (Pipa 3 inch jarak 0,5 m dengan <i>full permeatic</i>)	-	K-3	

Pada Tabel 3.2 yang dimaksud dengan kondisi tanah tidak jenuh dan jenuh adalah kondisi saat *flume* uji pertama kali teraliri oleh air (kondisi tanah tidak jenuh) dan kondisi setelah teraliri (kondisi tanah jenuh). Sedangkan yang dimaksud dengan kondisi permukaan tanah tertutup dan terbuka adalah saat kondisi permukaan tanah dilapisi oleh plat seng sehingga lapisan permukaan tanah tidak bersentuhan langsung oleh air (kondisi permukaan tanah tertutup) dan saat kondisi permukaan tanah tidak dilapisi oleh plat seng sehingga lapisan permukaan tanah dapat bersentuhan langsung oleh air (kondisi permukaan tanah terbuka).