

## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Studi Literatur**

Penelitian dengan metode eksperimen ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan bentuk pilar persegi dan lingkaran terhadap gerusan lokal yang terjadi di sekitar pilar. Penelitian juga mengambil sumber dari jurnal-jurnal yang mendukung untuk kebutuhan penelitian. Jurnal yang digunakan berkaitan dengan pengaruh adanya perbedaan bentuk pilar jembatan terhadap gerusan lokal yang terjadi di sekitar pilar.

#### **B. Pengumpulan Data**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Keairan dan Lingkungan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

##### **1. Bahan**

Pada penelitian digunakan beberapa bahan sebagai berikut :

###### **a. Pasir (sedimen)**

Pasir yang digunakan berasal dari gunung kidul yang memiliki ukuran butiran tidak seragam yaitu antara 0,75 mm sampai 2 mm. Volume pasir yang dibutuhkan sebanyak  $0,23 m^3$ .

###### **b. Air**

Air yang digunakan merupakan air yang tersedia di Laboratorium Keairan dan Lingkungan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

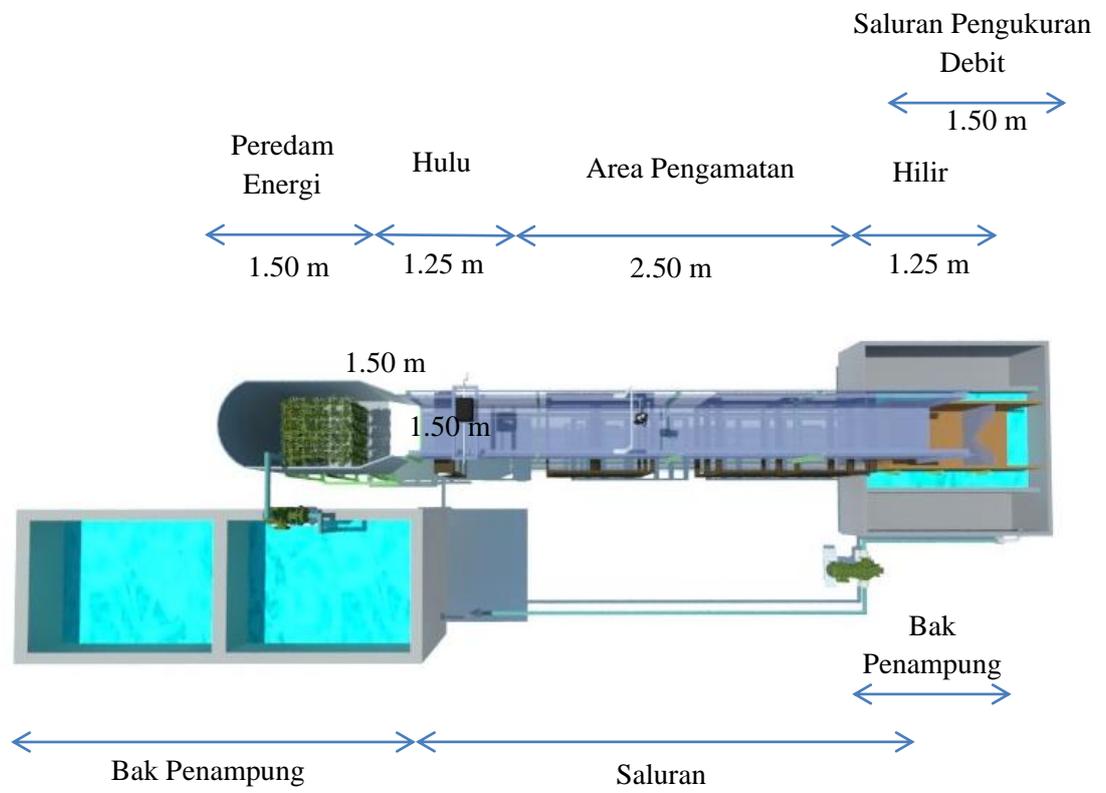
##### **2. Alat**

Adapun spesifikasi jenis peralatan, baik yang tersedia di laboratorium maupun alat bantu yang dibuat sendiri yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

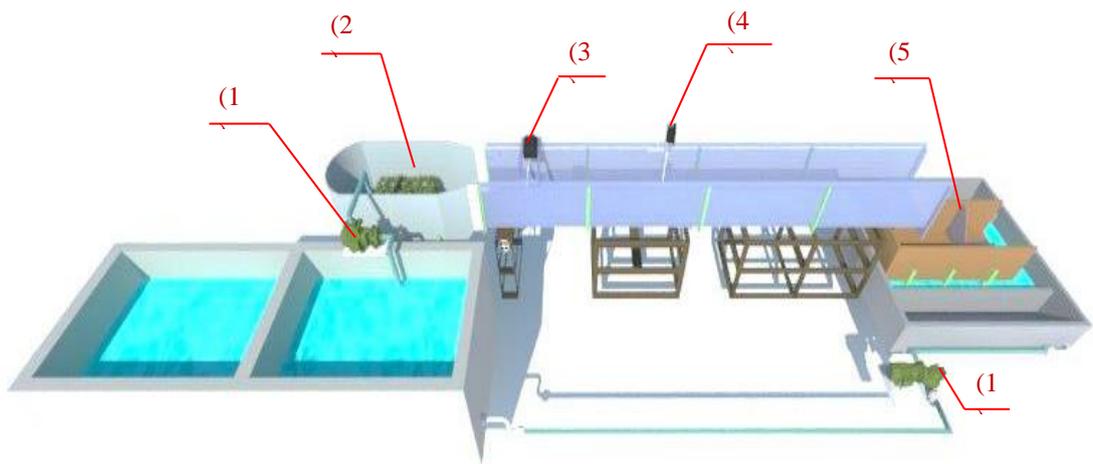
###### **a. *Multi Purpose Teaching Flume***

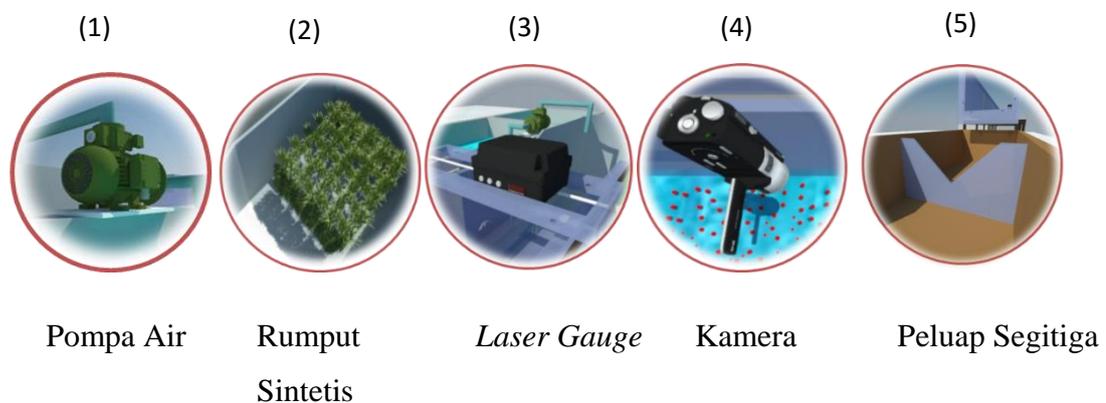
Merupakan satu set model saluran terbuka dengan dinding tembus pandang yang diletakkan pada struktur rangka kaku. Dasar saluran ini

dapat diubah kemiringannya dengan menggunakan dongkrak yang dapat mengatur kemiringan dasar saluran tersebut secara akurat sesuai dengan yang kita inginkan. *Flume* yang digunakan memiliki panjang 5,00 m, lebar 0,46 m, dan tinggi 0,40 m. Bagian utama pada alat ini terbuat dari akrilik dengan ketebalan 10 milimeter yang berbentuk seperti saluran terbuka dengan penampang persegi. Secara keseluruhan *flume test* dibagi menjadi tiga bagian utama, yaitu bagian hulu, bagian tengah (area pengamatan), dan bagian hilir. Pada bagian *flume test* sebelum bagian hulu terdapat peredam energi yang terbuat dari bak fiber dengan panjang 1,50 m dan lebar 0,75 m. Pada bagian peredam energi ini, turbulensi/ olakan air yang dipompa masuk dengan menggunakan pompa air ke dalam *flume test* dengan input dari bak penampung diredam dahulu dengan menggunakan rumput sintetis sebelum mengalir ke bagian bagian hulu. Pada bagian hulu terdapat ruang untuk menstabilkan aliran sebelum masuk ke dalam area observasi atau pengamatan yang kemudian mengalir pada bagian hilir. Selanjutnya air yang mengalir akan masuk pada bagian bak pengukur yang memiliki panjang 1,50 m dan lebar 0,70 m. Pada bagian ini dengan jarak 1,00 m terdapat ambang peluap segitiga untuk mengetahui debit air terukur dalam *flume test*. Air kemudian mengalir ke bak penampung akhir yang kemudian akan dipompa kembali ke dalam bak penampung awal untuk untuk kembali disirkulasi selama proses eksperimen.



Gambar 4.1 Skema alat percobaan *flume test* tampak atas





Gambar 4.2 Skema alat percobaan *flume test* tampak perspektif samping

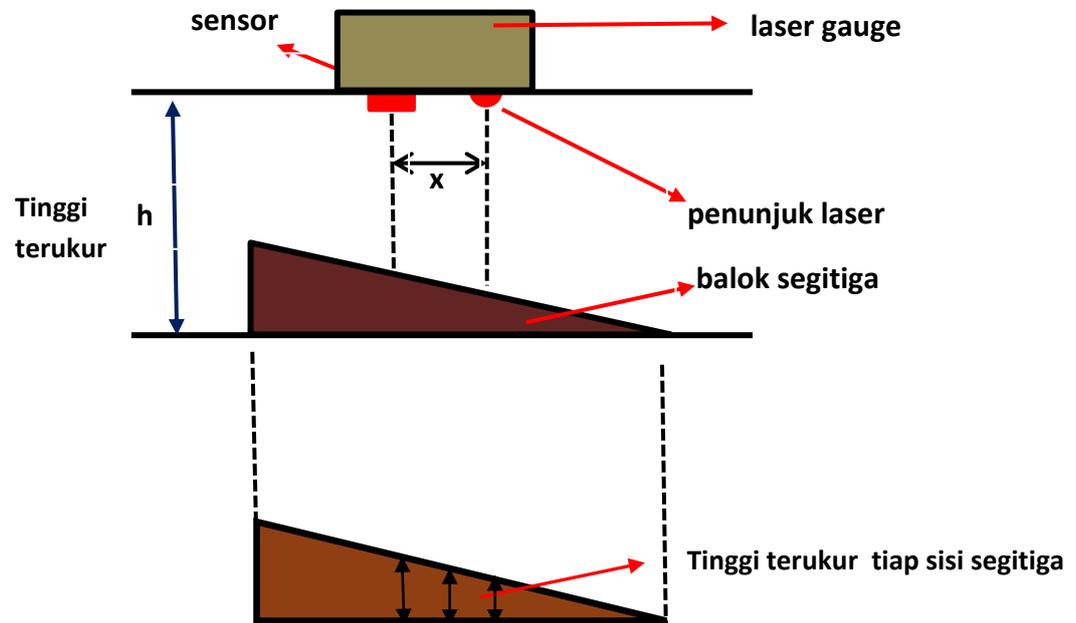
b. *Stopwatch*

Alat ini digunakan sebagai penentu tiap satuan waktu dalam pengambilan data kedalaman gerusan, pola aliran, kecepatan aliran pada saat dilakukan simulasi. Alat ini juga digunakan untuk mengukur debit aliran pada *flume* dengan menggunakan alat penampung.

c. *Laser Gauge*

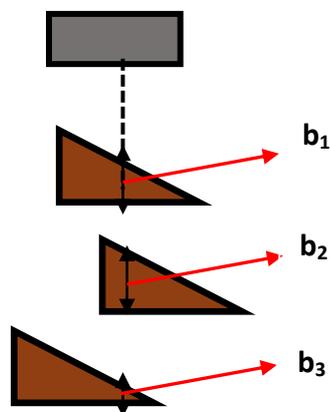
Alat ini digunakan untuk mengukur elevasi dasar saluran dan kedalaman gerusan. Sebelum digunakan dalam eksperimen dilakukan kalibrasi alat terlebih dahulu dengan cara sebagai berikut:

1. Meletakkan *laser gauge* diatas meja yang sudah diukur ketinggiannya secara manual menggunakan mistar. *Laser gauge* diarahkan ke lantai yang diberi balok segitiga sebagai acuan untuk mengukur jarak. Dimana terdapat sensor dan penunjuk laser yang letaknya di bagian bawah *laser gauge*.
2. Sensor dan petunjuk laser tersebut dicari jaraknya dengan cara seperti di Gambar 4.3.



(a)

3. Kalibrasi “h” sebagai garis tinggi referensi dengan mistar (ukur manual) kemudian kalibrasi jarak sensor ke petunjuk laser “x” dengan membandingkan data pengukuran *laser gauge* dikurangi tinggi balok segitiga dititik yang ditunjuk laser.
4. Menggeser balok segitiga sehingga didapat  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$  kemudian tinggi terukur “h” dikurang  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$  selanjutnya dicocokkan dengan ukuran manual seperti Gambar 4.3.



(b)

Gambar 4.3 Kalibrasi alat *laser gauge*

d. *Waterpass*

Alat ini digunakan untuk mengetahui perbedaan ketinggian dari suatu tempat.

e. Peluap Segitiga

Peluap segitiga yang digunakan memiliki sudut  $90^\circ$ . Alat ini digunakan untuk mengukur debit yang mengalir pada saluran. Peluap segitiga ini terbuat dari bahan akrilik.

f. Mistar dan Meteran

Mistar digunakan untuk mengukur tinggi permukaan air dengan meletakkan mistar pada dinding akrilik di bagian hulu, tengah, dan hilir *flume*. Digunakan juga sebagai alat pembacaan data kedalaman gerusan di sekitar pilar. Meteran digunakan untuk membaca proses gerusan ketika simulasi dengan menempelkannya pada pilar.

g. Pompa Air

Alat ini digunakan untuk memompa air dari dalam kolam menuju *flume*.

h. Kamera 120 *fps*

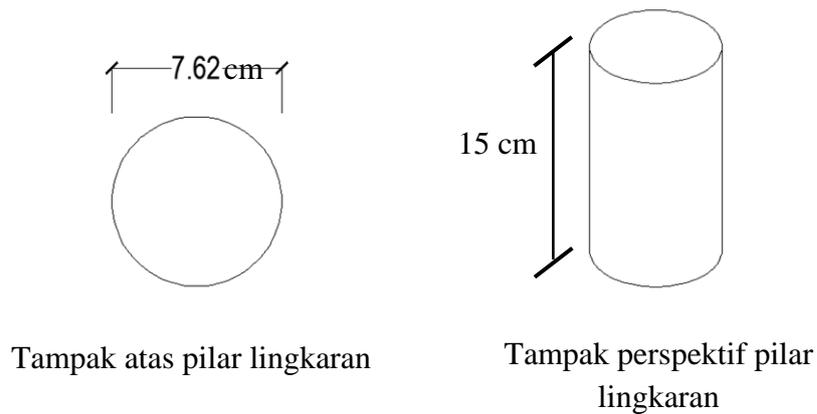
Kamera digunakan untuk pengambilan data serta dokumentasi selama proses simulasi berlangsung.

i. *Sediment Tracking*

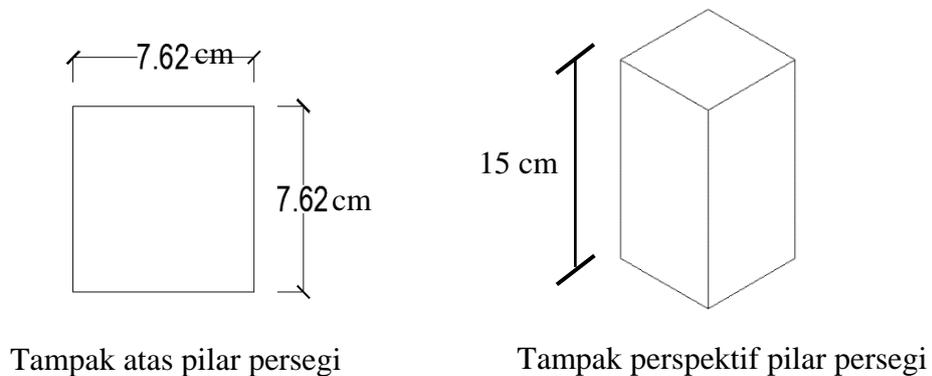
Alat ini digunakan untuk menganalisis kecepatan aliran pada saluran dengan cara menaburkan *sediment tracking* pada saat aliran yang stabil. *Sediment tracking* yang digunakan berupa manik-manik.

j. Model Pilar

Model pilar yang digunakan terbuat dari plat besi dengan bentuk persegi dan lingkaran. Pilar persegi memiliki tinggi 15 cm dan sisi 7,62 cm dan pilar dengan bentuk lingkaran memiliki diameter 7,62 cm dan tinggi 15 cm.



Gambar 4.4 Model pilar lingkaran



Gambar 4.5 Model pilar persegi

### 3. Persiapan Pelaksanaan Eksperimen

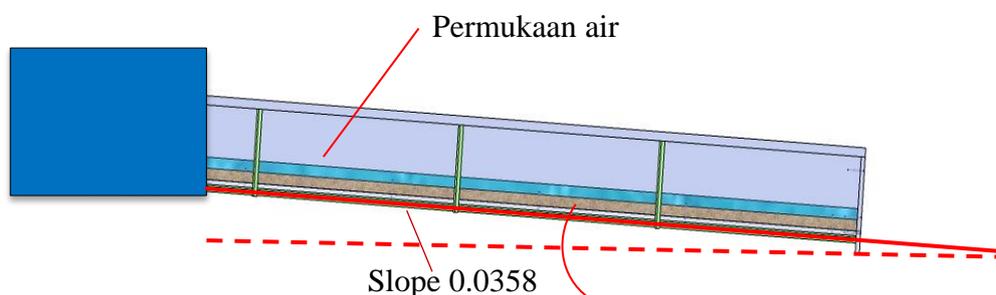
- Membuat miniatur pilar jembatan yang terbuat dari plat besi dengan bentuk lingkaran dan persegi. Pilar berbentuk persegi memiliki tinggi 15 cm dan panjang sisi-sisinya 7,62 cm, Sedangkan pilar berbentuk lingkaran memiliki tinggi 15 cm dan diameter 7,62 cm.
- Menyiapkan pasir dengan ukuran 0,75 mm sampai 2 mm yang digunakan sebagai material dasar saluran.
- Menyebarkan pasir sebagai material dasar saluran di sepanjang *flume* dengan ketebalan 10 cm secara merata.
- Mengisi bak penampung air sampai penuh dan melakukan pengecekan terhadap pompa air apakah bekerja dengan baik atau tidak.
- Melakukan pengecekan terhadap alat dokumentasi dan meletakkan alat dokumentasi di titik yang telah ditentukan.

- f. Melakukan pengecekan terhadap *stopwatch* yang akan digunakan.
- g. Memastikan alur simulasi.

#### 4. Kasus Eksperimen dan Properti Material

- a. Pertama, tebarkan pasir secara merata dengan ketebalan 10 cm di dalam *flume*. Letakkan salah satu pilar yang ingin diuji di tengah-tengah *flume*.
- b. Hidupkan pompa sesuai dengan debit yang telah ditentukan. Hidupkan kamera yang telah disiapkan pada peluap segitiga, pada bagian atas saluran, dan di dinding-dinding saluran.
- c. Setelah tinggi muka air stabil (kira-kira setelah 1 menit pompa dihidupkan) taburkan manik-manik (*sediment tracking*) secara merata.
- d. Matikan pompa setelah  $\pm 7$  menit proses simulasi dilakukan dan kolam penampung sudah penuh.
- e. Percobaan dilakukan kembali dengan mengganti pilar dengan bentuk yang lain. Tebarkan pasir dan ratakan kembali.

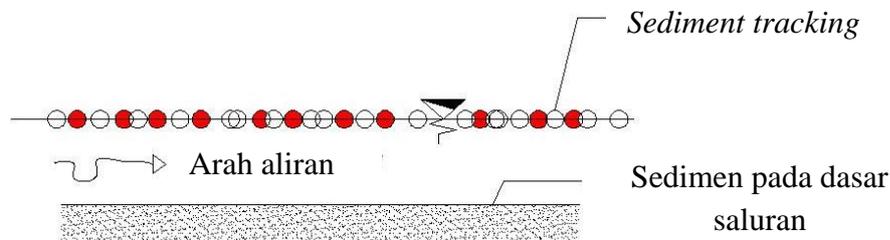
Penelitian ini dilakukan dalam kondisi aliran superkritis dengan *slope* 0,0358 dan dasar saluran yang dapat bergerak. Dasar saluran ini menggunakan material sedimen heterogen dengan diameter 0,75 mm sampai dengan 2 mm. kondisi setiap pengujian ditunjukkan oleh Gambar 4.3.



Gambar 4.6 Ukuran *slope* alat *flume*

Untuk memperoleh data yang diperlukan, beberapa penyederhanaan dilakukan pada penelitian ini, diantaranya sebagai berikut :

- Saluran dimodelkan dengan penampang persegi dan berbentuk lurus memanjang.
- Pengaruh vegetasi pada pengujian tidak dimodelkan.
- Pengujian dalam kondisi dasar yang dapat bergerak dilakukan penyeragaman dasar saluran pada diameter 1,00 mm.
- Pada bagian awal *flume test* pada kondisi dasar saluran yang dapat bergerak diberikan beronjong kerikil sebagai peredam untuk meminimalisir terjadinya gerusan berlebihan pada area hulu dan hilir.



Gambar 4.7 Kondisi dasar saluran pada alat *flume test* pada kondisi dasar saluran terdapat sedimen yang bergerak

## 5. Metode Eksperimen

Pengamatan yang digunakan dalam penelitian ini ada dua cara; pertama pengamatan pergerakan aliran air dan sedimen secara lateral atau memanjang dan yang kedua pengamatan berdasarkan profil potongan melintang pada saluran. Pergerakan aliran air diamati dengan menggunakan bantuan *sediment tracking* berupa manik-manik berbahan plastik dengan diameter 5,00 mm yang ditaburkan ke dalam *flume* pada waktu yang telah ditentukan. Pergerakan air secara lateral atau memanjang dan secara memanjang atau melintang diamati dengan menggunakan kamera fps 120 yang diletakkan di atas area observasi untuk merekam pergerakan *sediment tracking* selama simulasi dilakukan. Pergerakan *sediment tracking* tersebut kemudian menjadi acuan untuk mengetahui vektor kecepatan aliran air dalam dua dimensi. Sedangkan pengamatan

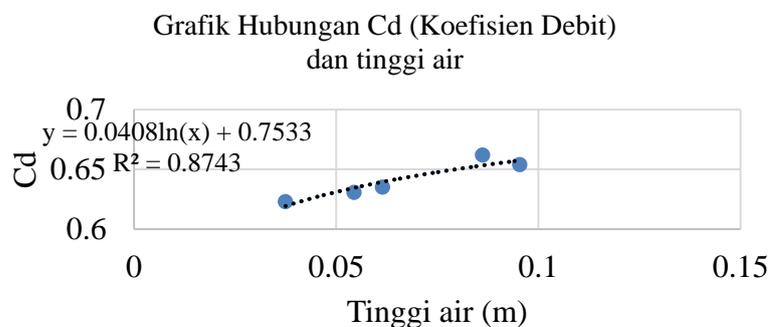
pada dasar saluran saat sebelum dan setelah dilakukan *running*, khususnya dalam pengujian menggunakan dasar saluran yang dapat bergerak dilakukan pengukuran berkala menggunakan *laser gauge* pada beberapa titik yang telah ditentukan untuk memperoleh data potongan melintang dasar saluran.

Untuk pengukuran debit dilakukan pada bagian bak penampung akhir setelah air mengalir melewati hulu. Untuk pengujian dalam kondisi dasar saluran yang dapat bergerak, sedimen yang bergerak mengikuti aliran air sebelum jatuh mengalir ke area pengukuran debit ditampung menggunakan kain tipis berpori-pori kecil. Peluap segitiga yang dipasang pada area bak penampung digunakan untuk mengamati dan mengukur debit aliran yang mengalir pada *flume test* selama eksperimen dilakukan. Kalibrasi peluap segitiga dilakukan pada koefisien debit dengan variasi debit aliran terukur sebelum pengujian dilakukan.

Tabel 4.1 Perhitungan koefisien debit dan tinggi air

| Volume (liter) | Volume (m <sup>3</sup> ) | Waktu (detik) | Q (m <sup>3</sup> /detik) | Tinggi miring (cm) | H (cm) | H (m) | Cd    |
|----------------|--------------------------|---------------|---------------------------|--------------------|--------|-------|-------|
| 30             | 0.03                     | 75            | 0.0004                    | 5.3                | 3.746  | 0.037 | 0.623 |
| 30             | 0.03                     | 29.12         | 0.00103                   | 7.7                | 5.443  | 0.054 | 0.631 |
| 30             | 0.03                     | 21.31         | 0.001408                  | 8.7                | 6.150  | 0.061 | 0.635 |
| 30             | 0.03                     | 8.78          | 0.003417                  | 12.2               | 8.624  | 0.086 | 0.662 |
| 30             | 0.03                     | 6.9           | 0.004348                  | 13.5               | 9.543  | 0.095 | 0.654 |
| 30             | 0.03                     | 4.96          | 0.006048                  | 16                 | 11.310 | 0.113 | 0.595 |

(Sumber : hasil perhitungan)



Gambar 4.5 Grafik hubungan koefisien debit dengan tinggi air

Tabel 4.2 Kondisi aliran hidraulika pada pengujian aliran superkritik

| Parameter                                    | Aliran Superkritik |
|--|--------------------|
| Debit ( $\text{m}^3/\text{s}$ )              | 0,0052             |
| Kemiringan saluran, I                        | 0,0358             |
| Kedalaman aliran, $H_o$ (m)                  | 0,0175             |
| Lebar <i>flume</i> , B (m)                   | 0,4600             |
| Radius hidraulik, R (m)                      | 0,0163             |
| Berat jenis air ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )   | 1000,0             |
| Berat jenis pasir ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) | 2650,0             |
| $g$ ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )               | 9,8100             |
| Kecepatan aliran (m/s)                       | 0,6489             |
| $d_{50}$ butiran (mm)                        | 0,9750             |
| Angka Froude, F                              | 1,1073             |

(Sumber : hasil perhitungan)

## 6. Analisis Data

Hasil perolehan data aliran untuk setiap pilar dengan debit yang sama. Selanjutnya akan diperoleh vektor kecepatan aliran melalui analisis rekaman *sediment tracking*, selain itu diperoleh data *cross section* melintang saluran dan memanjang saluran sehingga dapat dilakukan analisis kedalaman gerusan yang terjadi pada setiap pilar. Kemudian dilakukan perbandingan untuk menentukan pilar yang memiliki potensi dengan gerusan lokal terkecil.

### C. Alur Simulasi Model Fisik

