

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

A. STUDI LITERATUR

Studi literatur dilakukan dengan mengkaji pustaka atau literature berupa jurnal, tugas akhir ataupun thesis yang berhubungan dengan metode perhitungan kecepatan dengan *Particel Image Velocimetry (PIV)* ataupun *Large-Scale Particle Image Velocimetry (LSPIV)*. Kajian pustaka merupakan penelitian yang dilakukan di laboratorium ataupun di lapangan. Hasil dari studi literature digunakan sebagai rujukan untuk penelitian ini.

B. SUSUNAN ALAT FISIK PENELITIAN

Lokasi penelitian dilakukan di laboratorium Keairan dan Lingkungan, Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Model fisik memiliki bentuk segi empat dengan panjang 5 meter, lebar 0.46 meter dan tinggi 0.4 meter, dengan kekasaran dinding dan dasar saluran terbuat dari *acrilyc* dengan tebal 10 milimeter.

Flume test dibagi menjadi tiga bagian utama, yaitu hulu saluran (*upstream channel*), daerah/area pengamatan (*middle channel /observation area*)), dan hilir saluran (*downstream channel*). Pada bagian flume test sebelum *upstream channel* terdapat bagian bak peredam energi yang terbuat dari bak fiber dengan panjang 1,50 meter dan lebar 0,75 meter. Pada bagian ini, turbulensi/olakan air yang dipompa masuk ke dalam flume test dengan pompa (*jet pump*) dengan input dari bak penampung diredam menggunakan rumput sintetis sebelum dialirkan masuk bagian hulu saluran. Pada bagian hulu saluran, air di yang mengalir diberikan ruang untuk kestabilan aliran sebelum memasuki area observasi atau pengamatan dan selanjutnya mengalir pada bagian hilir saluran. Setelah itu, air yang mengalir akan masuk bagian bak pengukur debit (*discharge measurement channel*) dengan panjang 1,50 meter dan lebar 0,70 meter. Pada bagian ini, jarak 1,00 m dari bagian hulu, terdapat ambang peluap segitiga (*Thompson's Weir*) untuk mengetahui debit air terukur dalam flume test. Air kemudian mengalir ke bak penampung akhir dan

kembali dipompa ke bak penampung awal untuk kembali disirkulasi selama proses eksperimen. Gambar 4.8 menunjukkan skema alat percobaan (*flume test*) dari tampak atas dan tampak samping.

Pada Multipurpose Teaching Flume atau Flume test digunakan alat dan bahan sebagai pendukung untuk simulasi aliran, yaitu :

1. Bahan

a. Air

Air yang digunakan untuk simulasi aliran adalah air yang tersedia di laboratorium Keairan jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

b. *Sediment Tracking*

Sediment tracking terbuat dari bahan plastik dengan diameter ± 1.5 cm, digunakan tracker yang berwarna putih dan merah. *Sediment* berfungsi sebagai alat visualisasi aliran. Bahan *sediment tracking* dapat dilihat pada Gambar 4.1.

Sebagai bahan visualisasi aliran maka *sediment tracking* harus bisa mengapung di air, sehingga diperlukan bahan yang massa jenisnya kurang dari massa jenis air. Perhitungan massa jenis *sediment tracking* dapat dilihat pada Tabel 4.1.



Gambar 4. 1 *Sediment Tracking*

Tabel 4. 1 Perhitungan massa jenis *sediment tracking*

| Sediment tracking | | |
|-------------------|-------------|-------------------|
| Jari - jari | 0.015 | m |
| Massa | 0.00025 | kg |
| Volume | 1.41372E-05 | m ³ |
| Berat jenis | 17.68388257 | kg/m ³ |

2. Alat

a. Pompa

Pompa digunakan dua buah pompa, satu buah pompa berkapasitas 4 – 17 m³/detik yang diletakkan dibagian hulu saluran sebagai pompa untuk *input* air (Pompa 1) . Pompa kedua berkapasitas 115 L/menit yang diletakkan dibagian hilir saluran, tepatnya bak penampungan hilir untuk memompa

aliran kembali lagi ke bak penampungan awal (untuk sirkulasi aliran) (pompa 2). Bentuk pompa dapat terlihat pada Gambar 4.2 dan 4.3.



Gambar 4. 2 Pompa 1



Gambar 4. 3 Pompa 2

b. Rumput sintetis

Rumput sintetis dapat dilihat pada Gambar 4.4, diletakkan pada bak peredam untuk meredam aliran dari air yang keluar dari keran pompa bak penampung hulu.



Gambar 4. 4 Rumput sintetis

c. Kamera 120 fps

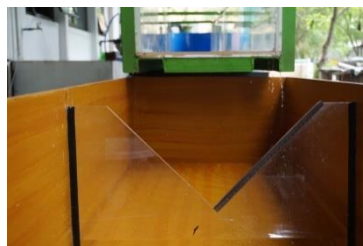
Kamera dapat terlihat pada Gambar 4.5, diletakkan diatas saluran area pengamatan untuk merekam sedimet tracking dengan spesifikasi 120 frame per second.



Gambar 4. 5 Kamera

d. Peluap segitiga

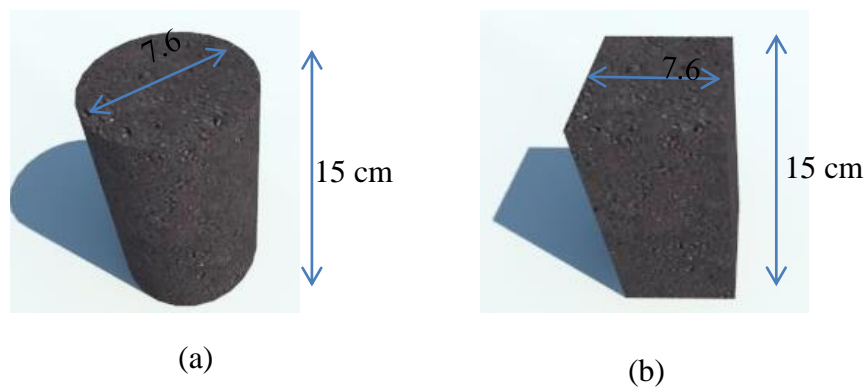
Untuk menghitung debit digunakan ambang. Jenis yang digunakan yaitu peluap segitiga, yang terbuat dari acrylic dengan lebar 0,7 m, tinggi 0,6 m dan sudut 90° . Peluap segitiga dapat terlihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4. 6 Peluap segitiga

e. Simulasi pilar jembatan

Pada pengujian ini, digunakan simulasi dua jenis pilar yang diletakkan di dalam flume test untuk mengamati vector kecepatan yang terjadi karena adanya pengaruh pilar. Bentuk pilar yang digunakan, yaitu pilar persegi dan lingkaran. Skema bentuk dan dimensi pilar terdapat dalam Gambar 4.7.



Gambar 4. 7 Sketsa penampang pilar (a) lingkaran (b) persegi.

f. *Waterpass*

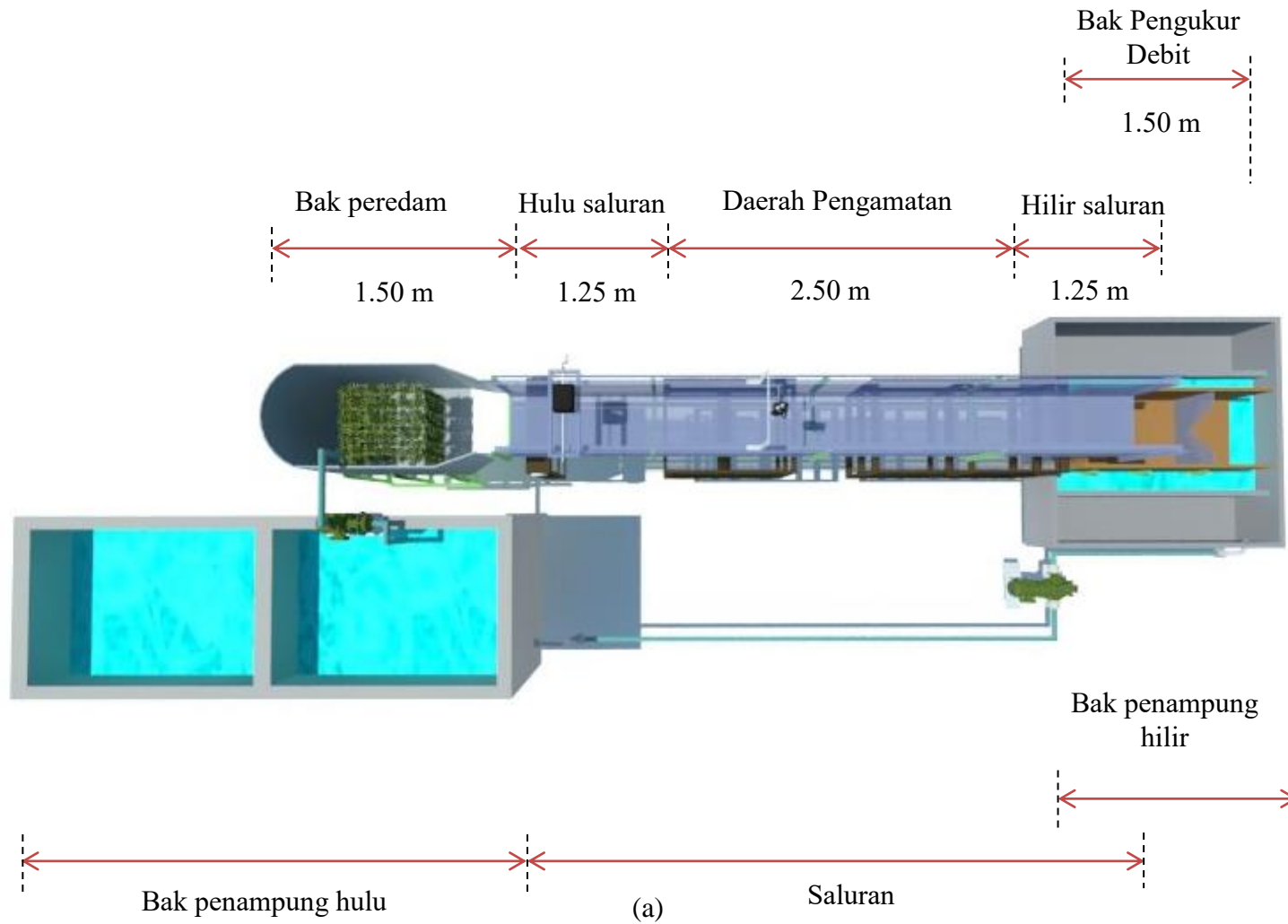
Waterpass digunakan untuk mengukur kemiringan saluran, berdasarkan *slope* rencana.

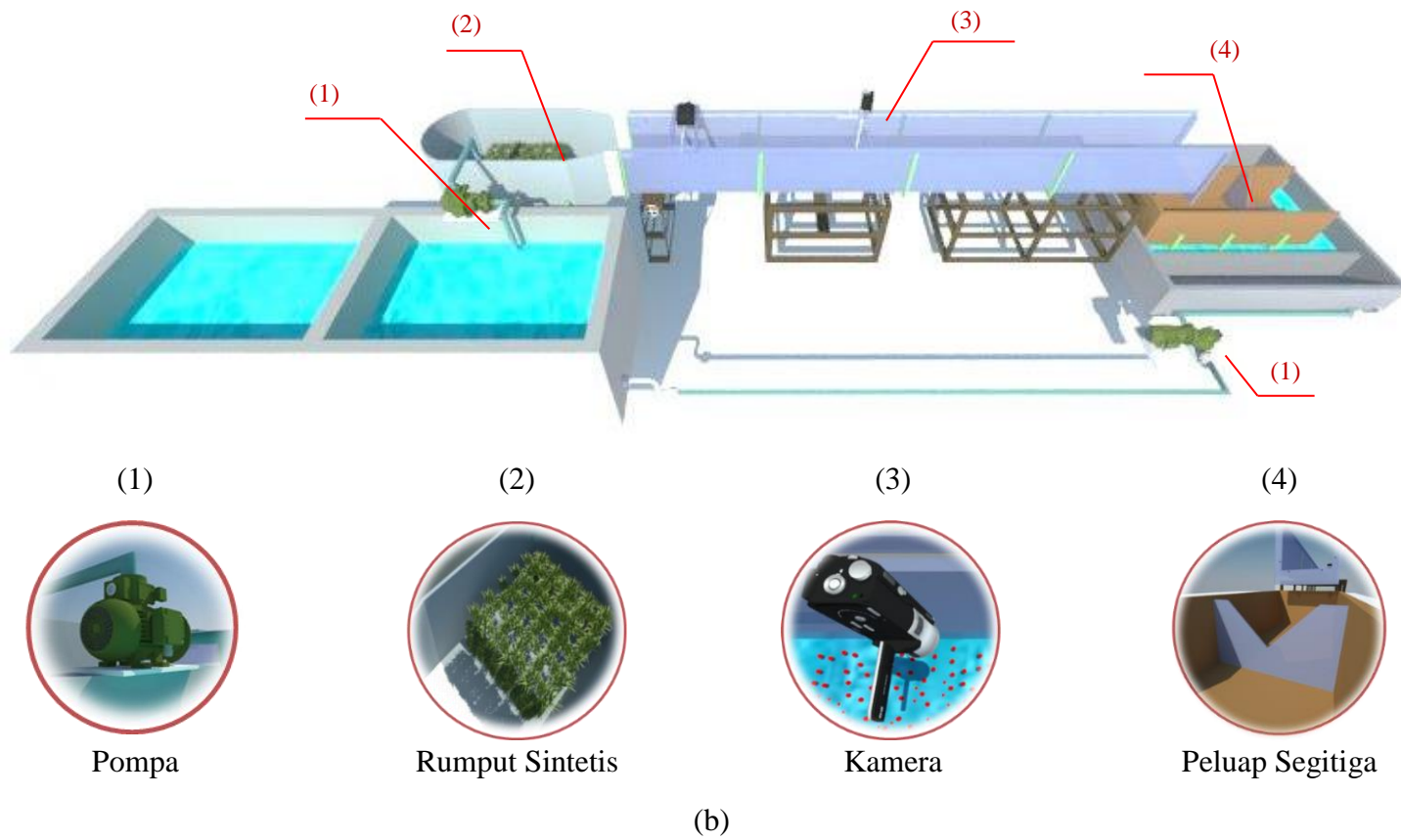
g. Penggaris

Penggaris diletakkan pada sisi samping flume test yang ditempelkan pada acrylic samping untuk menunjukkan ketinggian aliran.

h. *Stopwatch*

Stopwatch digunakan untuk mengontrol waktu running.





Gambar 4. 8 Skema Skema alat percobaan *flume test*, (a) tampak atas dan (b) tampak perspektif samping

C. KONDISI HIDROLIKA

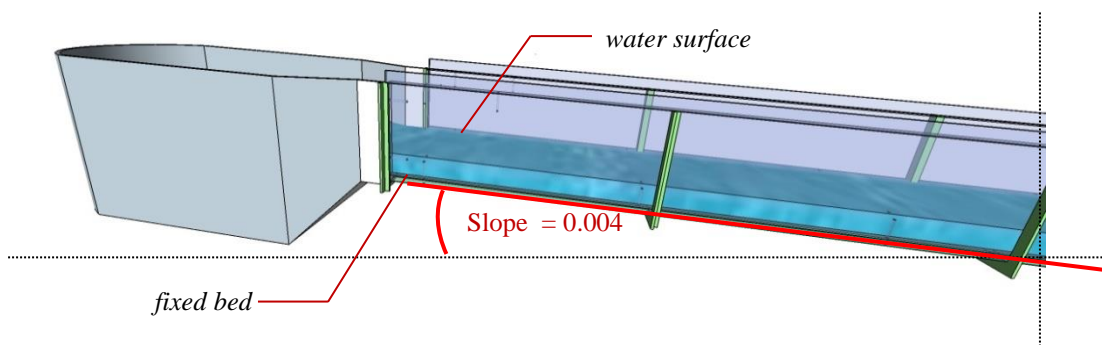
Pemodelan fisik dengan *flume test*, direncanakan memiliki aliran subkritis dengan slope 0.004. Perhitungan perencanaan aliran dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Rencana kondisi hidrolika pada model aliran

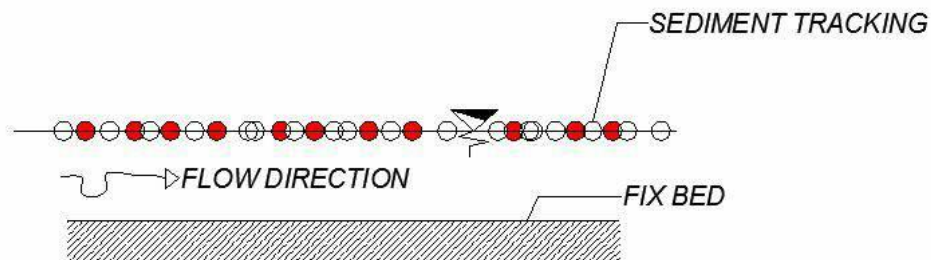
| Parameter | Simbol | Hasil Hitungan | Satuan |
|------------------------|------------------------|----------------|-----------------------|
| Data | | | |
| Slope | S | 0.004 | |
| Lebar flume | b | 0.46 | m |
| Panjang flume | L | 5 | m |
| Tinggi air hulu | h_{hulu} | 0.028 | m |
| Tinggi air hilir | h_{hilir} | 0.021 | m |
| Tinggi miring peluap | | 0.135 | m |
| Angka manning | n | 0.011514287 | |
| Perhitungan | | | |
| Tinggi air rerata | $h_{\text{rata-rata}}$ | 0.0245 | m |
| Luas basah | A | 0.01127 | m ² |
| Keliling basah | P | 0.509 | m |
| Radius Hidraulik | R | 0.022141454 | m |
| Kecepatan aliran | V_1 | 0.388007076 | m/s |
| | V_2 | 0.433108817 | m/s |
| Tinggi air pada peluap | h_p | 0.095459415 | m |
| Koefisien Debit | Cd | 0.657458593 | |
| Debit | Q_1 | 0.00437284 | m ³ /detik |
| | Q_2 | 0.004881136 | m ³ /detik |
| Angka manning | n | 0.012852702 | |
| Beda tinggi | | 0.02 | m |
| Angka froud | Fr | 0.791447479 | |

Sumber : Hasil hitungan penelitian

Hasil ketinggian air pada hulu, hilir dan peluap segitiga pada saluran terlampir dalam Lampiran 1. Setelah dilakukan perhitungan untuk rencana kondisi hidraulik aliran pada model, maka hasilnya diterapkan pada *flume test*. Pengujian dilakukan dengan dasar saluran *fixed bed* dengan kemiringan dasar saluran (*slope*) 0.004, jenis aliran subkritik. Kondisi pengujian ditunjukkan oleh Gambar 4.9 dan Gambar 4.10.



Gambar 4. 9 Kondisi pengujian *running* dengan dasar saluran *fixed bed*



Gambar 4. 10 Kondisi dasar saluran pada alat *flume test*

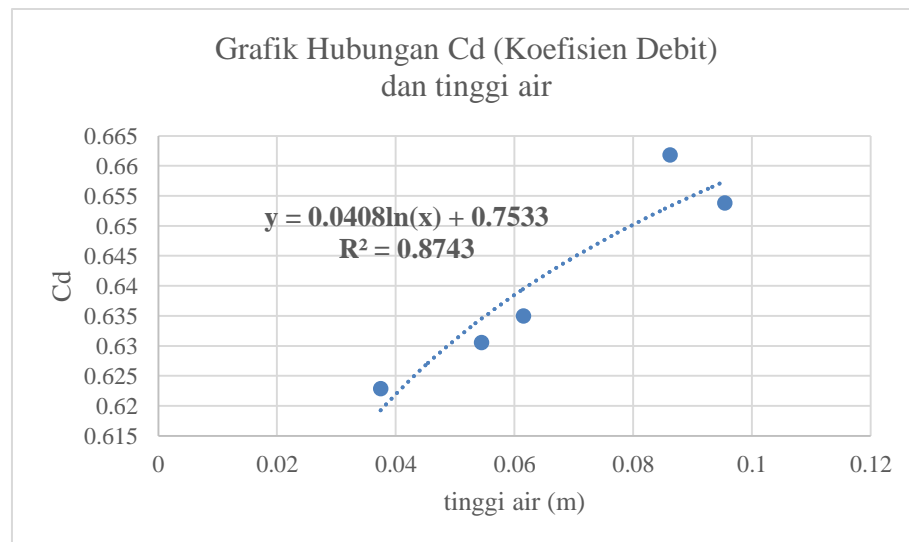
Untuk perhitungan debit, dalam penelitian menggunakan peluap segitiga sehingga dibutuhkan data koefisien debit (C_d). C_d didapatkan dengan pengambilan beberapa data tinggi air, volume dan waktu sehingga bisa didapatkan data debit dengan rumus (5) dan data C_d dengan rumus (8). Data variasi C_d digambarkan dalam grafik, sehingga didapatkan regresinya. Regresi C_d digunakan sebagai koefisien debit untuk menghitung debit hitungan. Data variasi perhitungan

Cd tertera dalam Tabel 4.3, dan gambar regresi Cd dapat terlihat pada Gambar 4.11.

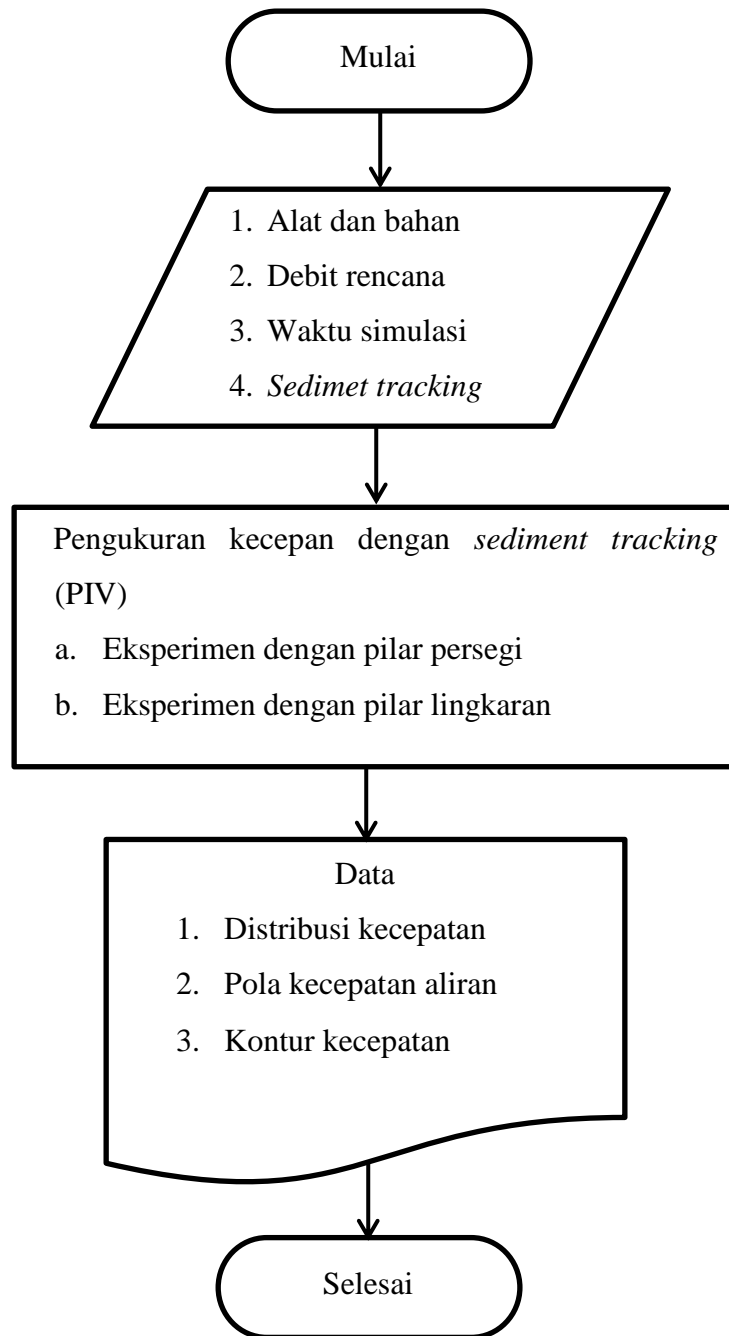
Tabel 4. 3 Data perhitungan variasi Cd

| Volume (liter) | Volume (m ³) | waktu (detik) | Q (m ³ /dtk) | Tinggi miring (cm) | H (cm) | H (m) | Cd |
|----------------|--------------------------|---------------|-------------------------|--------------------|---------|--------|--------|
| 30 | 0.03 | 75 | 0.0004 | 5.3 | 3.7465 | 0.0375 | 0.6228 |
| 30 | 0.03 | 29.12 | 0.0010 | 7.7 | 5.4430 | 0.0544 | 0.6305 |
| 30 | 0.03 | 21.31 | 0.0014 | 8.7 | 6.1499 | 0.0615 | 0.6350 |
| 30 | 0.03 | 8.78 | 0.0034 | 12.2 | 8.6240 | 0.0862 | 0.6618 |
| 30 | 0.03 | 6.9 | 0.0043 | 13.5 | 9.5429 | 0.0954 | 0.6538 |
| 30 | 0.03 | 4.96 | 0.0060 | 16 | 11.3101 | 0.1131 | 0.5948 |

Sumber : Hasil perhitungan



Gambar 4. 11 Grafik koefisien debit (Cd)

D. ALUR SIMULASI MODEL FISIK

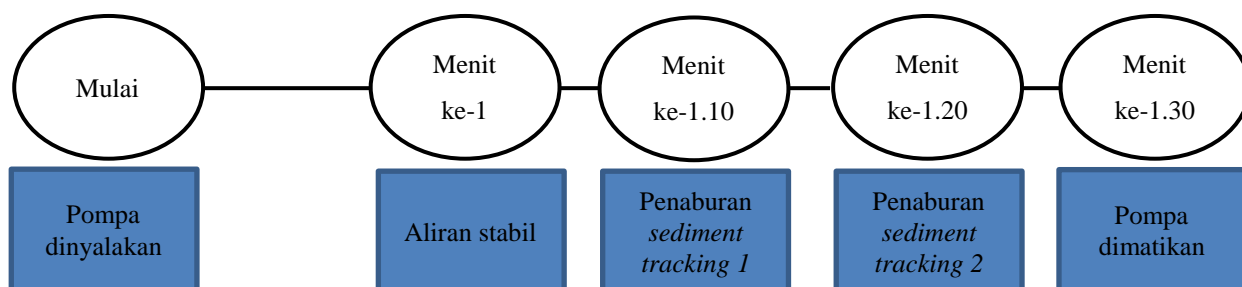
Gambar 4. 12 Bagan alir simulasi model fisik

E. SKEMA RUNNING

Dalam pelaksanaan *running*, diperlukan persiapan awal. Persiapan pelaksanaan eksperimen, yaitu

1. Pembuatan miniatur pilar yang terbuat dari plat besi dengan bentuk dan ukuran model pilar yang digunakan adalah pilar dengan bentuk penampang persegi dan lingkaran.
2. Melakukan pengecekan terhadap peralatan yang digunakan dalam penelitian, memastikan alat dalam keadaan baik dan layak untuk digunakan.
3. Melakukan pengecekan terhadap stopwatch yang akan digunakan.
4. Melakukan pengecekan terhadap kamera yang terletak di atas area pengamatan.
5. Memastikan alur/skema *running*.

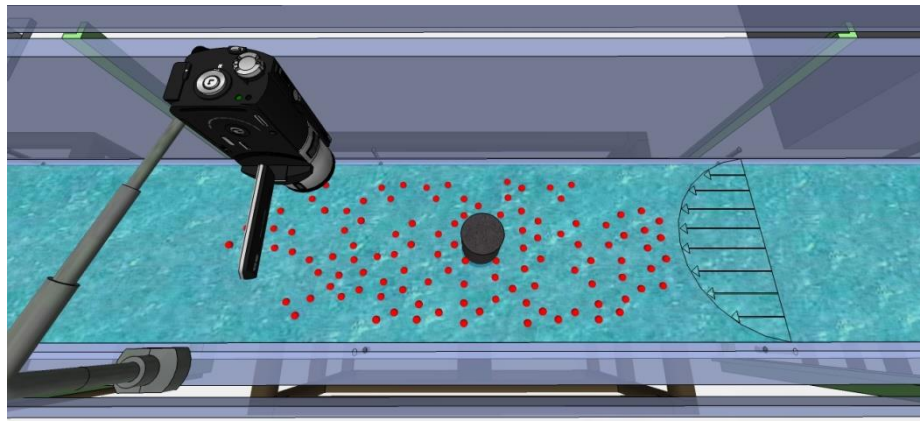
Running dilakukan selama 1.5 menit, dengan skema *running* tertera pada gambar 4.13.



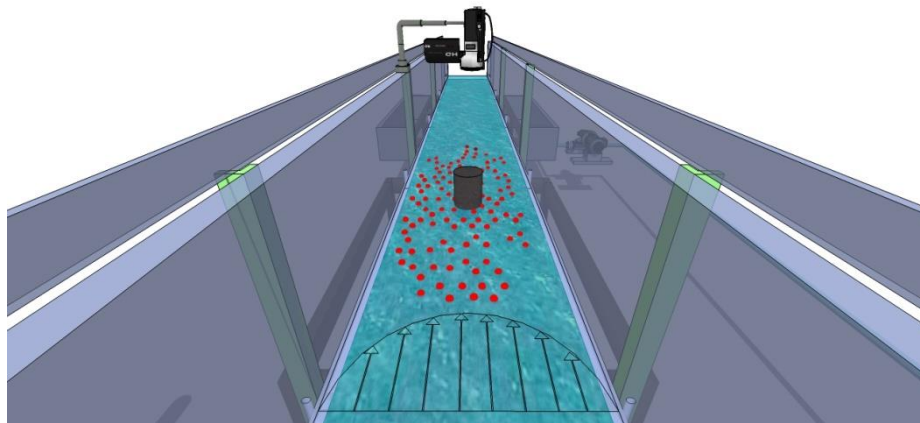
Gambar 4. 13 Skema *running*

F. PENGUMPULAN DATA

Setelah dilakukan *setup* alat *flume test* dengan kondisi hidrolika rencana, maka dilakukan *running*. Data hasil *running* yaitu data kecepatan aliran. Pengukuran kecepatan dilakukan dengan cara menaburkan *sediment tracking* pada aliran yang sudah stabil. Pergerakan *sediment tracking* direkam tampak atas dengan menggunakan kamera untuk analisis distribusi kecepatan dan pola aliran dalam dua dimensi. Penaburan *sediment tracking* dapat terlihat pada Gambar 4.14 dan 4.15

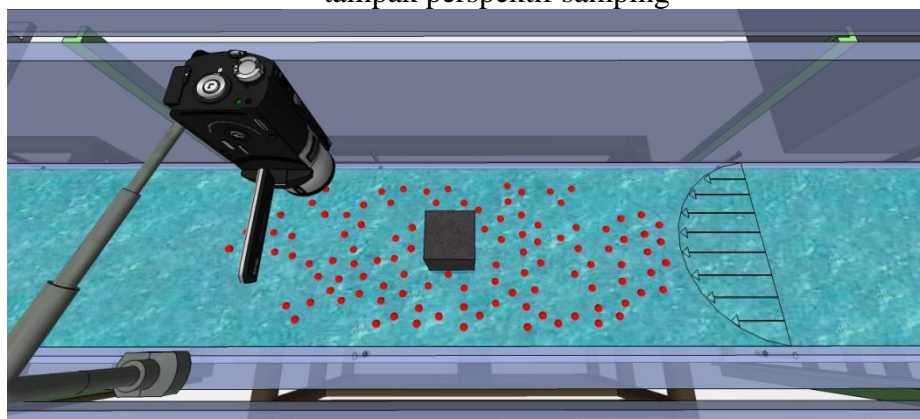


(a)

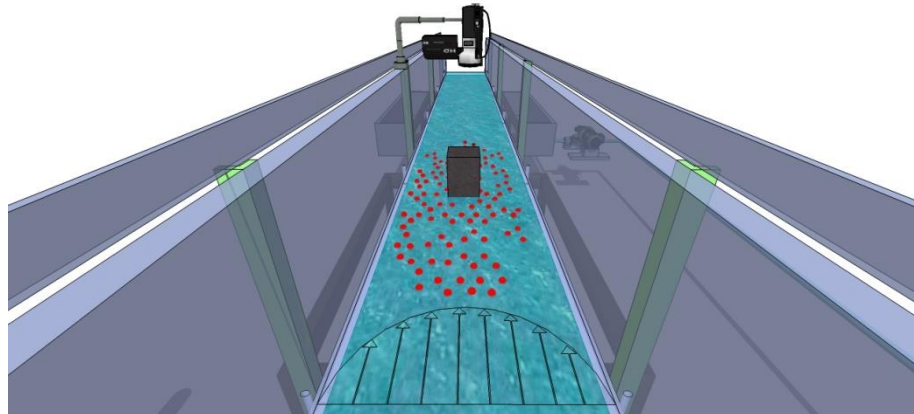


(b)

Gambar 4. 14 Penaburan *sediment tracking* pilar lingkaran (a) tampak atas (b) tampak perspektif samping



(a)



(b)

Gambar 4. 15 Penaburan *sediment tracking* pilar persegi (a) tampak atas (b) tampak perspektif samping

G. ANALISIS DATA

Hasil video perekaman *sediment tracking* digunakan untuk menganalisis vektor kecepatan. Menurut Rahardjo, (2011), pada prinsipnya metode PIV mengandalkan rekaman gambar partikel yang bergerak bersama obyek ukur (*seeder*) pada beberapa lokasi yang dapat terukur dengan baik. File gambar hasil rekaman selanjutnya dibaca dan diolah mendapatkan besar dan arah kecepatan di lokasi untuk – lokasi *seeder* yang tertangkap dalam rekaman gambar. Kinerja *seeder* memantulkan cahaya juga sangat mempengaruhi mutu perekaman gambar untuk dapat diolah. Selain dalam memantulkan cahaya, *seeder* juga harus dapat melayang dengan kecepatan yang sama dengan partikel air yang ukur kecepatannya.