

## **BAB IV**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

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

Penelitian ini mengambil sumber dari jurnal – jurnal serta beberapa tugas akhir tentang gerusan lokal yang digunakan untuk menunjang penelitian, baik pada penelitian model fisik (*experiment*) maupun model matematik / numerik.

Pada penelitian ini diminta untuk menganalisa dan menghitung kedalaman gerusan yang terjadi disekitar pilar dengan *Software* HEC-RAS 5.0.3 dan menggunakan metode CSU.

#### **B. Pengumpulan Data (Eksperimen)**

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

Pada eksperimen ini bahan yang digunakan adalah:

###### a. Pasir (Sedimen)

Sedimen yang digunakan berasal dari Gunung Kidul, ukuran sedimen ini tidak seragam yaitu berukuran sekitar 0,85 sampai dengan 0,075 mm. Volume sedimen yang dibutuhkan sebesar 0,23 m<sup>3</sup>.

###### b. Air

Air yang digunakan adalah air yang tersedia di Laboratorium Keairan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

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

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain:

###### a. *Flume Test*

Eksperimen dilakukan dengan alat *flume test* dengan panjang 5 meter, lebar 0,5 meter, dan tinggi 0,4 meter. Bagian utama pada alat ini terbuat dari *acrylic* dengan tebal 10 milimeter yang dibentuk layaknya saluran terbuka dengan penampang persegi. *Flume test* dibagi menjadi 3 (tiga) bagian yaitu *upstream channel*, *middle channel*, dan *downstream channel*. Terdapat *dissipation energy* yang berada sebelum *upstream channel* yang bertujuan

mengalirkan air dari *jet pump* ke bagian selanjutnya, dan terdapat *discharge measurement channel* pada bagian akhir untuk menampung air dari *dissipation energy*. Pada jarak 1 meter dari bagian hilir terdapat ambang peluap segitiga (*Thomson's Weir*) untuk mengetahui debit air terukur dalam *flume test*. Air mengalir ke dalam bak penampungan akhir dan kembali dipompa ke bak penampungan awal untuk kembali di sirkulasi selama proses eksperimen. **Gambar 4. 1** menunjukkan skema alat percobaan dari tampak atas dan tampak samping.

b. Jet Pump

Alat ini digunakan untuk memompa air untuk disalurkan menuju *flume*.

c. *Syntetic Grass*

Alat ini digunakan untuk meredamkan olakan air dari *jet pump* yang kemudian di alirkan ke *flume*.

d. *Laser Gauge*

Alat ini digunakan untuk mengukur elevasi dasar saluran dan kedalaman gerusan.

e. Kamera 120fps

Kamera digunakan untuk pengambilan dokumentasi selama eksperimen dimulai.

f. *Thomson's Weir*

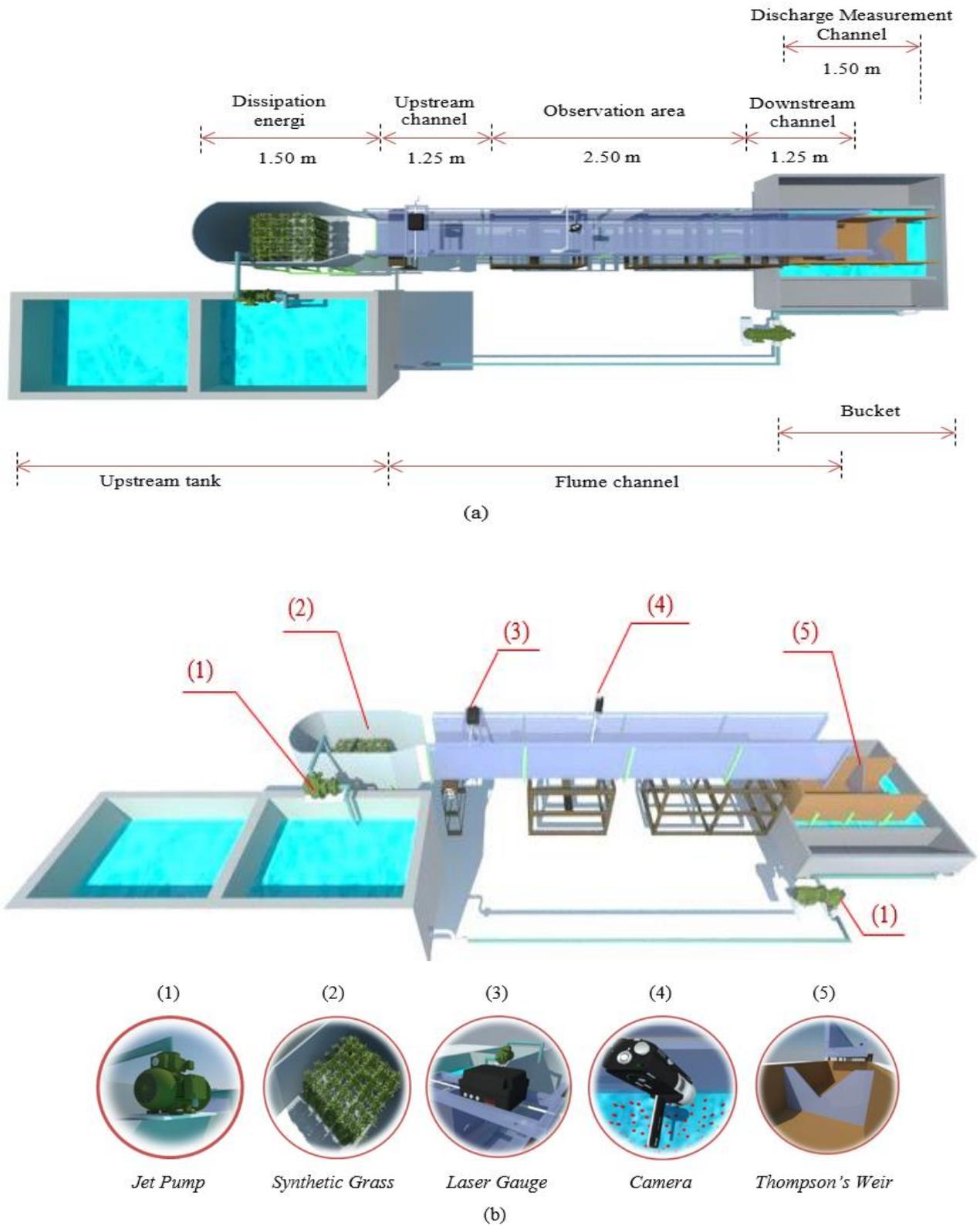
*Thomson's Weir* digunakan untuk mengukur debit yang mengalir pada saluran (*flume*).

g. *Stopwatch*

*Stopwacth* digunakan untuk menentukan waktu yang digunakan untuk pengambilan data kedalaman gerusan, pola aliran, kecepatan aliran pada saat percobaan dimulai (*running*).

h. *Waterpass*

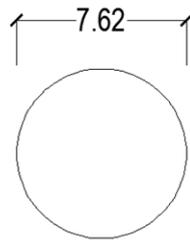
Alat ini digunakan untuk mengetahui perbedaan ketinggian (elevasi) alat uji (*flume*).



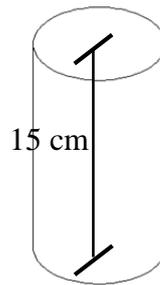
**Gambar 4. 1** Skema alat percobaan flume test, (a) tampak atas dan (b) tampak perspektif samping.

i. Model pilar

Model pilar terbuat dari plat besi dengan bentuk dan ukuran yang berbeda – beda. Pada penelitian ini yang diteliti adalah bentuk pilar lingkaran dengan tinggi 15 cm dan diameter 7,62 cm, serta pilar persegi dengan tinggi 15 cm dan panjang sisinya 7,62 cm.

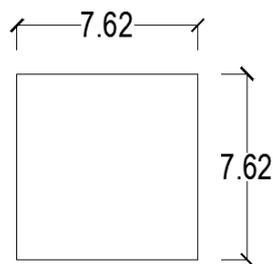


Tampak atas pilar lingkaran

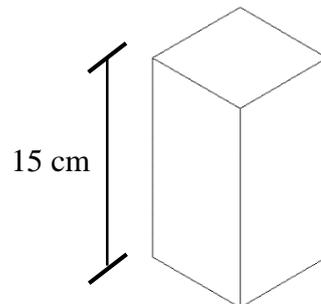


Tampak perspektif pilar lingkaran

(a)



Tampak atas pilar persegi



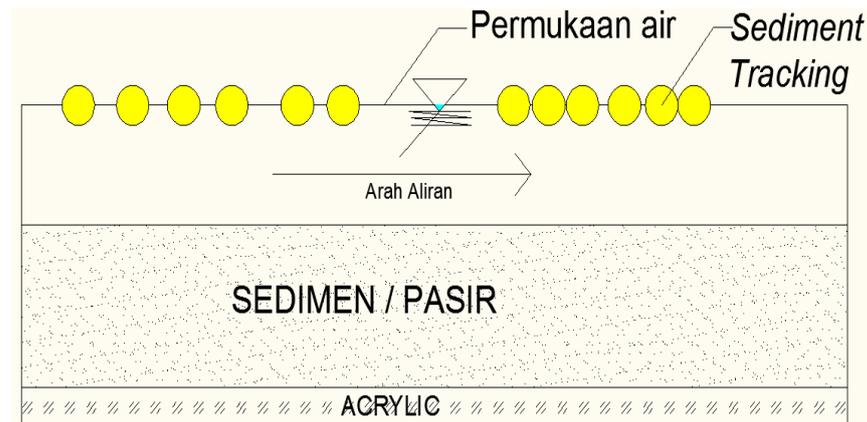
Tampak perspektif pilar persegi

(b)

**Gambar 4. 2** Model pilar, (a) lingkaran (b) persegi

j. *Sediment Tracking*

*Sediment tracking* digunakan untuk menganalisis kecepatan aliran yang terjadi pada *flume* dengan cara menaburkannya pada aliran stabil. Bentuk dari *sediment tracking* adalah bola – bola kecil (manik – manik)



**Gambar 4. 3** *Sediment Tracking* pada *flume*

k. Mistar dan meteran

Penggaris digunakan untuk mengukur ketinggian muka air pada bagian hulu, tengah, dan hilir dengan menempatkan penggaris di dinding saluran. Sedangkan Meteran digunakan untuk pembacaan data kedalaman gerusan disekitar pilar.

### C. Metode Eksperimen

Pengamatan dalam penelitian ini dilakukan dengan 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*, butiran plastik dengan diameter 5,00 milimeter, yang ditaburkan ke dalam area *flume* dalam interval waktu tertentu. Pergerakan aliran air secara lateral atau memanjang dan secara *cross sectional* atau melintang diamati menggunakan kamera yang diletakkan di atas area observasi untuk merekam dan mengambil gambar pergerakan *sediment tracking* selama pengujian dilakukan. Pergerakan *sediment tracking* tersebut kemudian menjadi dasar dalam analisa untuk vektor

kecepatan aliran air dalam dua dimensi. Sedangkan pengamatan pada dasar saluran, khususnya untuk pengujian dengan *movable bed* dilakukan pengukuran berkala menggunakan alat *laser gauge* pada beberapa *section* untuk memperoleh potongan melintang dasar saluran. Pengambilan data *cross section* dilakukan setelah aliran air dalam *flume* berhenti.

Pengukuran debit aliran air dilakukan pada bagian *bucket* atau bak penampung akhir setelah air mengalir melewati *downstream channel*. Untuk pengujian pada kondisi *movable bed*, sedimen yang bergerak karena pengaruh gaya yang diberikan oleh aliran air ditangkap menggunakan *sediment trap*, kain berpori-pori kecil, pada bagian *bucket* sebelum jatuh mengalir ke area pengukuran debit. Peluap segitiga yang diletakkan di dalam area *bucket* digunakan untuk mengukur debit aliran yang mengalir pada *flume test* selama pengujian dilakukan. Kalibrasi peluap segitiga dilakukan pada koefisien debit dengan variasi debit aliran terukur sebelum pengujian dilakukan.

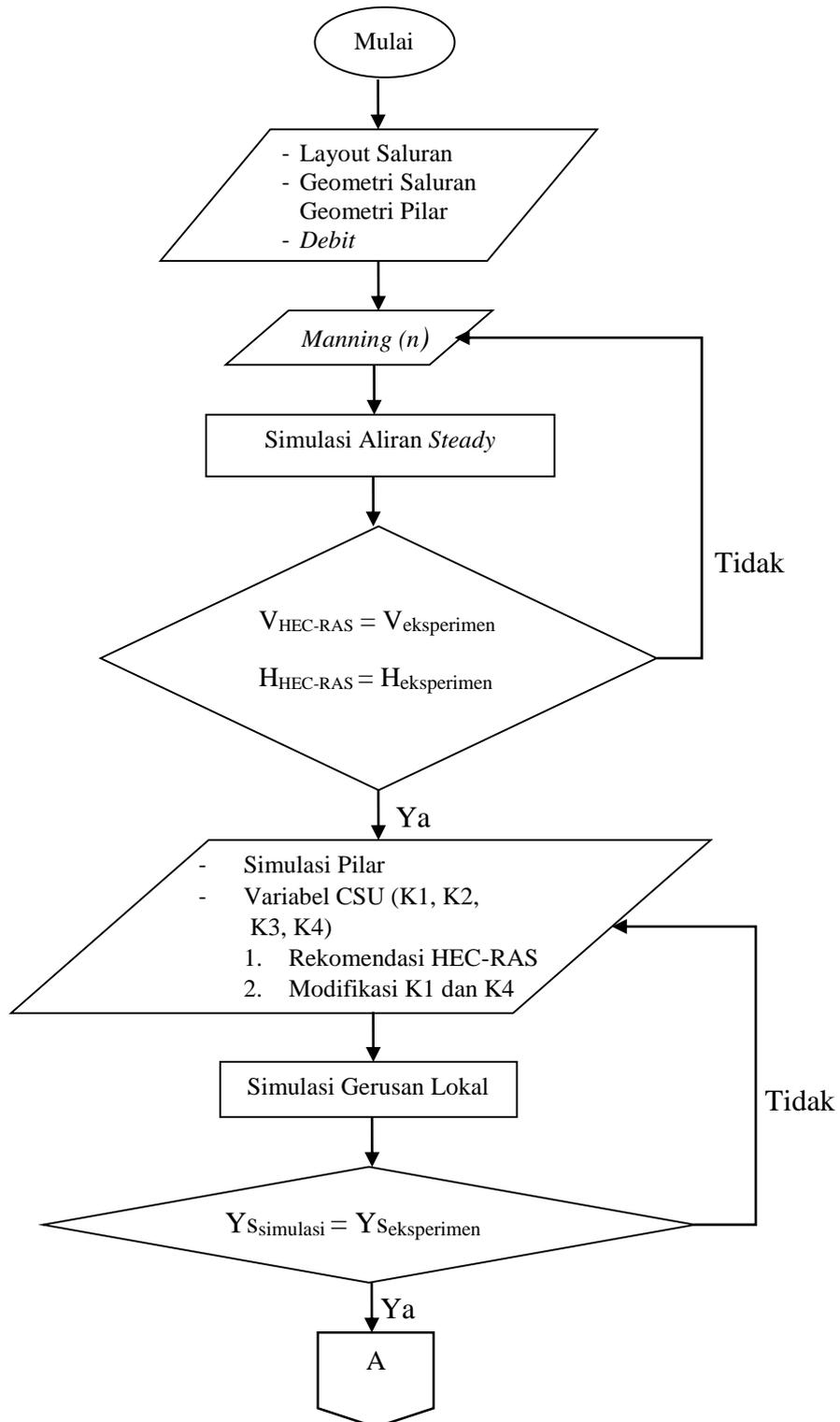
#### **D. Simulasi Model Matematik (HEC-RAS)**

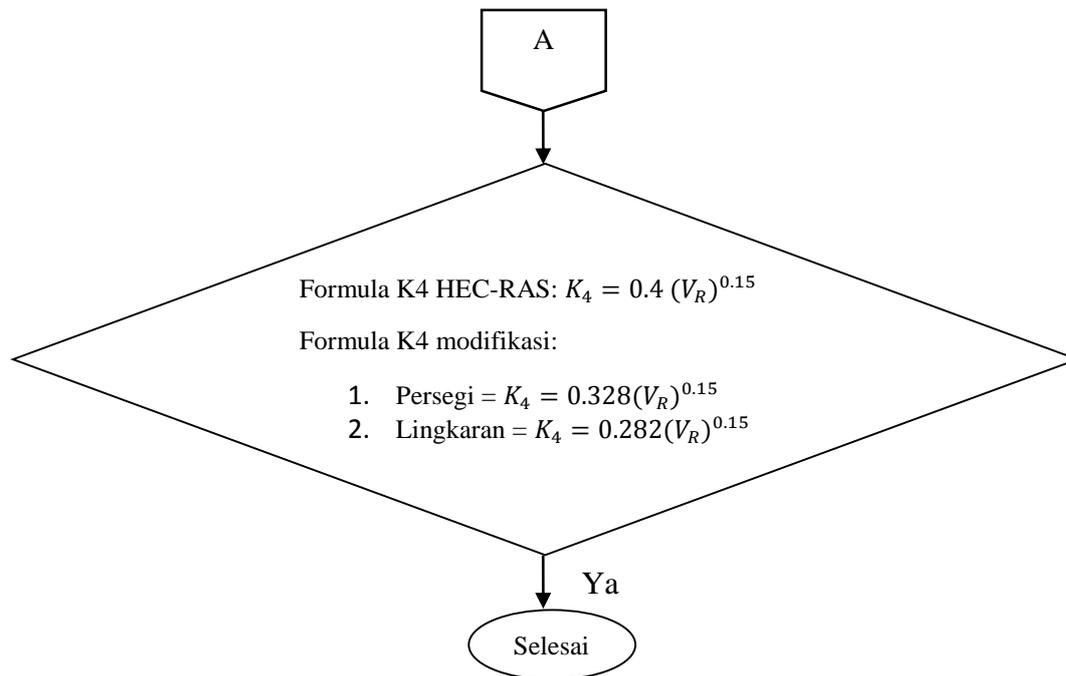
Dalam mempelajari aliran hidraulika, maka perlu dilakukan pemodelan / simulasi yang dapat menggambarkan kondisi suatu saluran. HEC-RAS 5.0.3 adalah salah satu *software* yang dapat digunakan untuk pemodelan. HEC-RAS 5.0.3 merupakan model satu dimensi aliran permanen (*steady flow*) dan satu/dua dimensi aliran tak permanen (*unsteady flow*).

Pada analisa ini dapat dilakukan menggunakan *steady flow* untuk menganalisa gerusan yang terjadi disekitar pilar dengan metode *Colorado State University (CSU)*.

### 1. Alur Simulasi HEC-RAS 5.0.3

Berikut adalah *Flow chart* simulasi HEC-RAS 5.0.3 :





**Gambar 4. 4** Flow Chart Simulasi Matematik

## 2. Data yang Di Input

Diketahui untuk simulasi pemodelan matematik dibutuhkan parameter yang mendukung untuk simulasi dapat dilakukan, berikut adalah parameter yang dibutuhkan untuk me-running pemodelan pada HEC-RAS.

**Tabel 4. 1** Parameter Hidraulik Aliran Superkritik

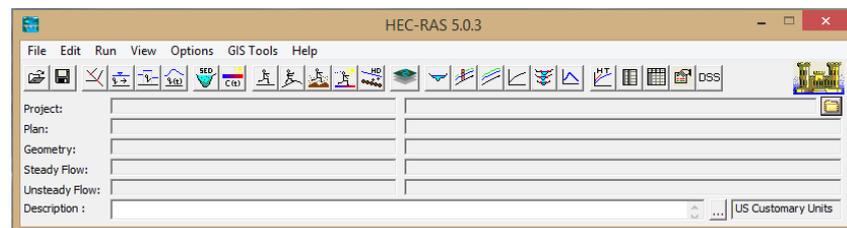
No	Parameter	Nilai	Satuan
1	Panjang Saluran	5,00	m
2	Lebar Saluran utama	0,46	m
3	Kedalaman Aliran	0,0175	m
4	Angka Slope	0,0358	
5	Angka Manning	0,02	
6	Debit Aliran	0,005223	m <sup>3</sup> /s
7	Kecepatan Aliran		
	a. Pilar Persegi	0,2194	m/s
	b. Pilar Lingkaran	0,2840	m/s

8	a. Dimensi Pilar Persegi - Panjang sisi-sisinya	0,0762	m
	b. Dimensi Pilar Lingkaran - Diameter	0,0762	m
9	Ukuran Sedimen 50% (D <sub>50</sub> )	0,98	mm
10	Ukuran Sedimen 95% (D <sub>95</sub> )	1,86	mm

### 3. Langkah – langkah Simulasi HEC-RAS

#### a. Buka *software* HEC-RAS 5.0.3

Untuk membuka *software* HEC-RAS dapat dilakukan dengan meng Klik *icon* HEC-RAS pada *desktop*  → lalu akan muncul kotak dialog seperti pada **Gambar 4.5**

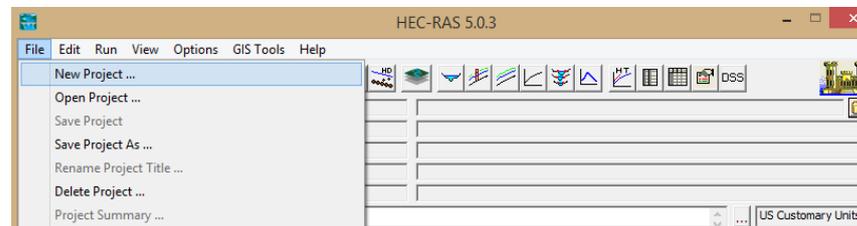


**Gambar 4.5** Tampilan awal HEC-RAS 5.0.3

#### b. Membuat *project* baru

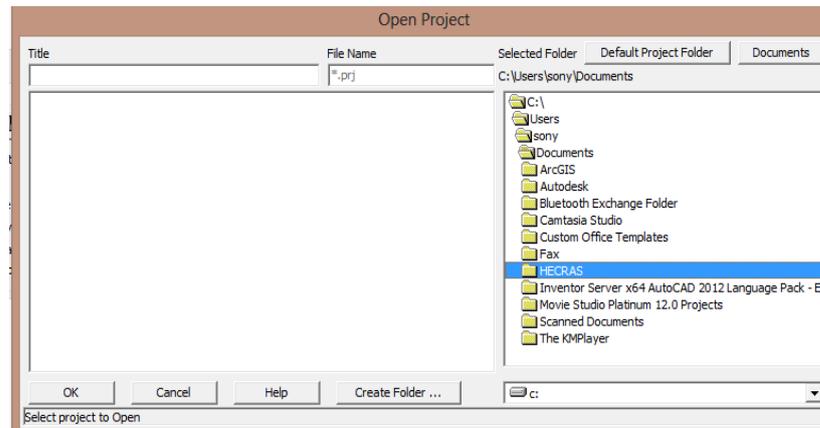
##### 1) Langkah-langkah untuk membuat *project* baru dengan cara:

Klik *file* → Klik new project (**Gambar 4.6**)



**Gambar 4.6** Langkah membuat *project* baru

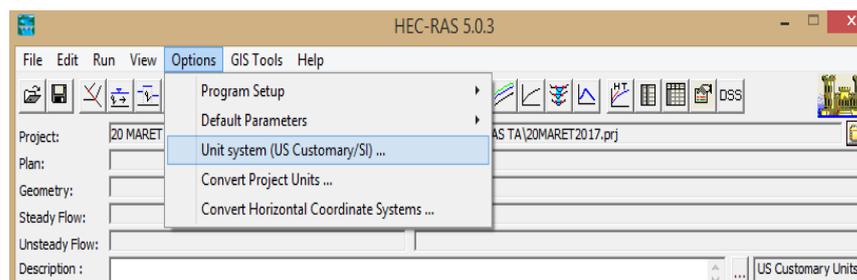
##### 2) Pilih penyimpanan dan folder yang akan digunakan → pada kolom title beri nama file yang akan dibuat → OK (**Gambar 4.7**)



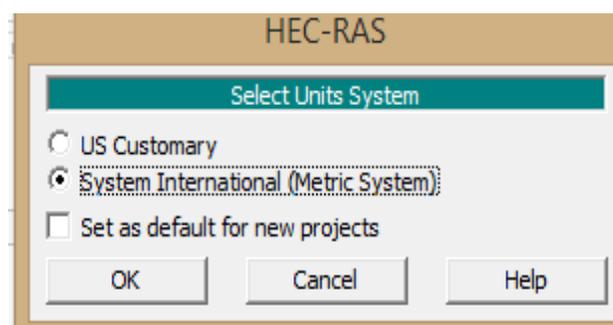
**Gambar 4. 7** Langkah membuat *project* baru

c. Memilih satuan

Klik menu *options* → unit system (**Gambar 4.8**) → pilih *system international (metric system)* → OK (**Gambar 4.9**)



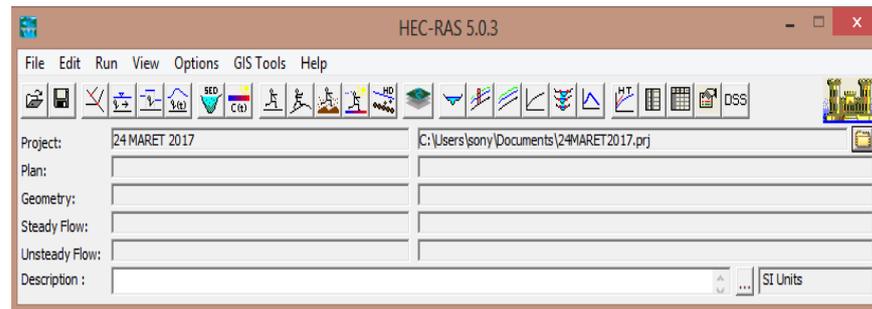
**Gambar 4. 8** Langkah memilih satuan



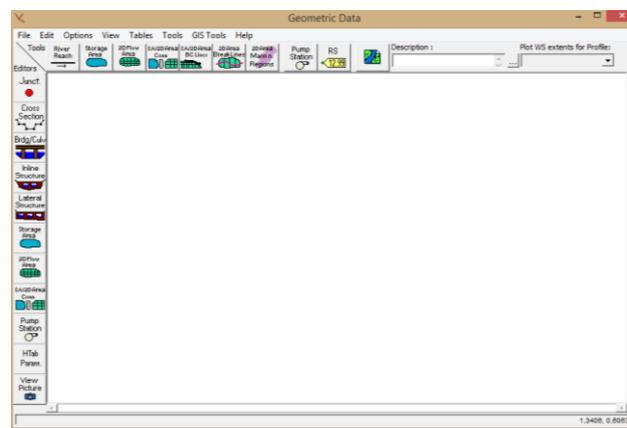
**Gambar 4. 9** Langkah memilih satuan

d. Menginput data geometri

1) Klik *icon*  untuk menginput/mengedit data geometri → akan muncul kotak dialog data geometri (**Gambar 4.10**).

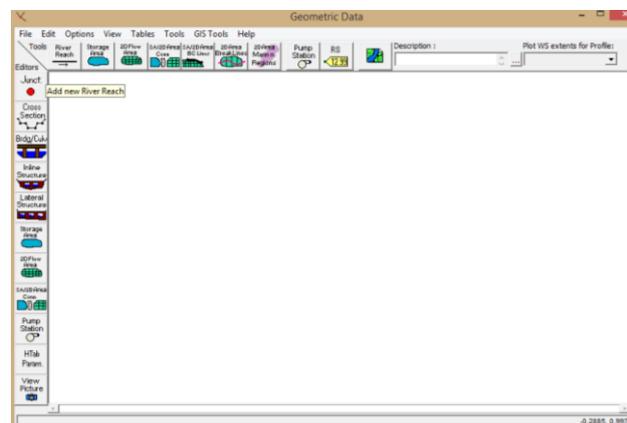


**Gambar 4. 10** Langkah menginput data geometri

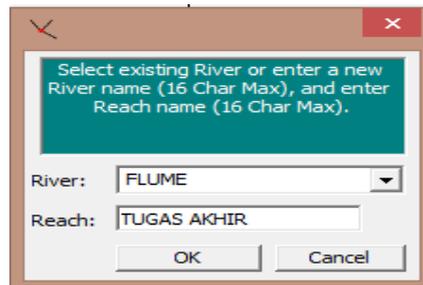


**Gambar 4. 11** Langkah menginput data geometri

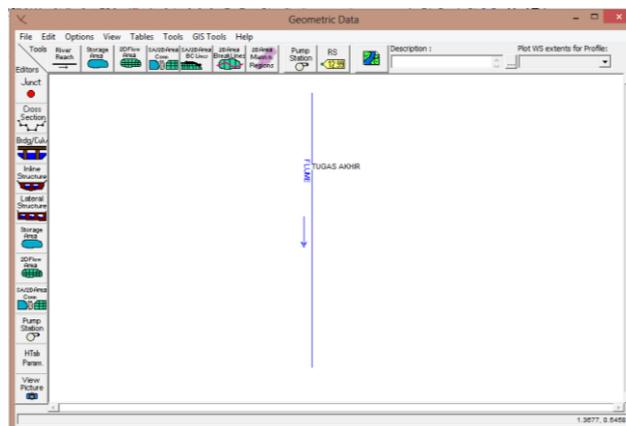
- 2) Klik *icon river reach*  (**Gambar 4.12**) untuk membuat skema saluran sesuai dengan bentuk sungai yang diinginkan, alur sungai dibuat dari hulu ke hilir → Klik dua kali untuk mengakhiri pembuatan saluran → beri nama pada kolom *river* dan *reach* (**Gambar 4.13**).



**Gambar 4. 12** Langkah membuat skema saluran



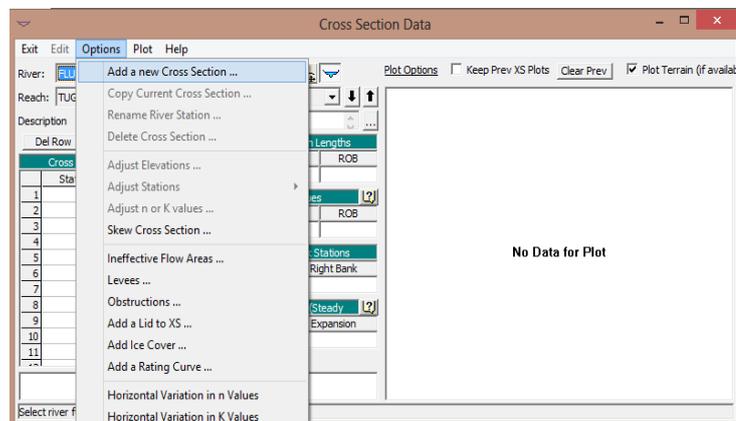
**Gambar 4. 13** Langkah membuat nama saluran



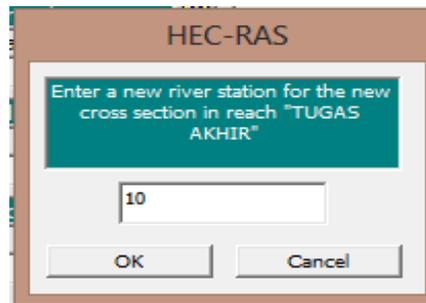
**Gambar 4. 14** Skema saluran

e. Menginput tampang melintang saluran

- 1) Klik *icon cross section*  → akan muncul tampilan editor tampang melintang → Klik *options* → Klik *add new cross section* untuk membuat tampang melintang saluran yang baru (**Gambar 4.15**) → beri nama tampang melintang yang akan dibuat → OK (**Gambar 4.16**).

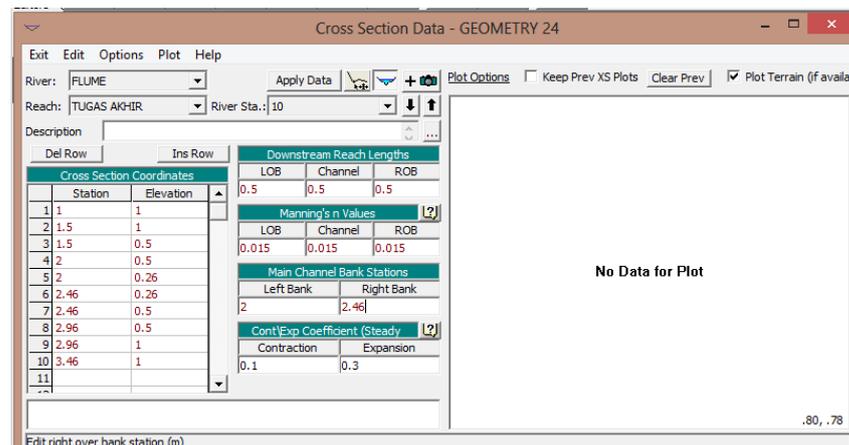


**Gambar 4. 15** Langkah membuat tampang melintang saluran baru



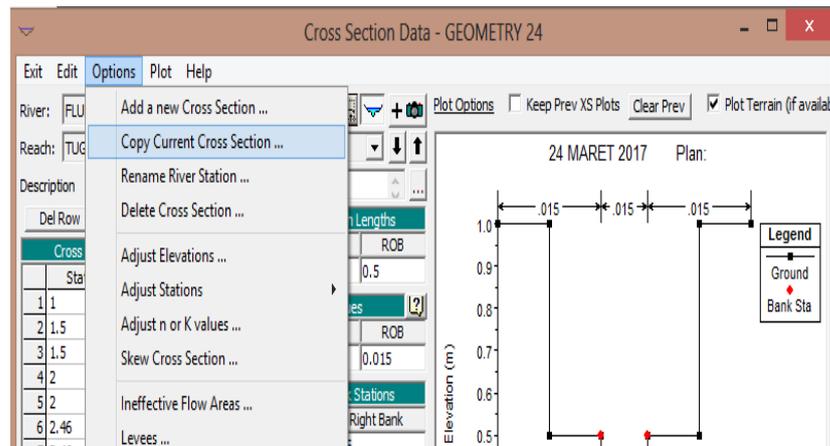
**Gambar 4. 16** Langkah membuat tampan melintang saluran baru

- 2) Isi kolom *river station* dengan urutan tampan melintang yang sudah dibuat → isi kolom *station* dengan titik-titik koordinat yang diawali dari bagian kiri dan *elevation* dengan titik elevasi → isi kolom *downstream reach length* dengan LOB (*left overbank*) jarak antar bantaran kiri, *Channel (main channel)* jarak saluran utama, dan ROB (*right overbank*) jarak antar bantaran kanan → isi koefisien *manning* pada *manning's n values* → isi kolom *main channel bank station* untuk menentukan batas bibir saluran → Klik tombol *apply data* untuk menampilkan data yang telah dibuat.

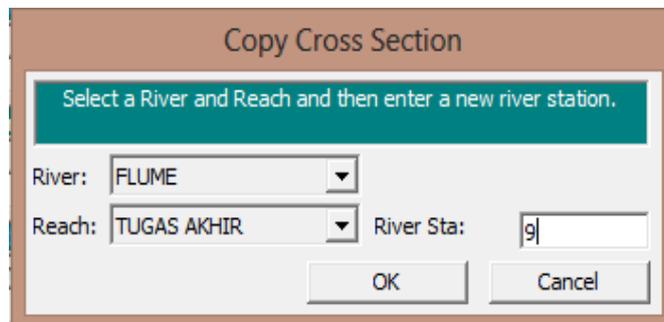


**Gambar 4. 17** Langkah input data pada kotak dialog *cross section data*

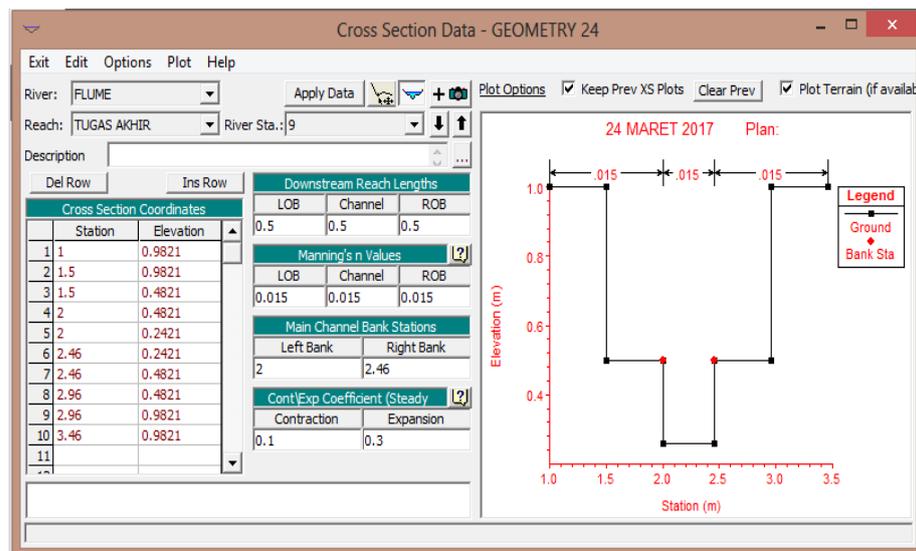
- 3) Untuk membuat *cross section* yang lainnya, dapat dilakukan dengan cara Klik *options* → *copy current cross section* (**Gambar 4.18**) → input data pada kotak dialog *cross section* → isi kolom *river station* sesuai dengan urutan tampan (**Gambar 4.19**).



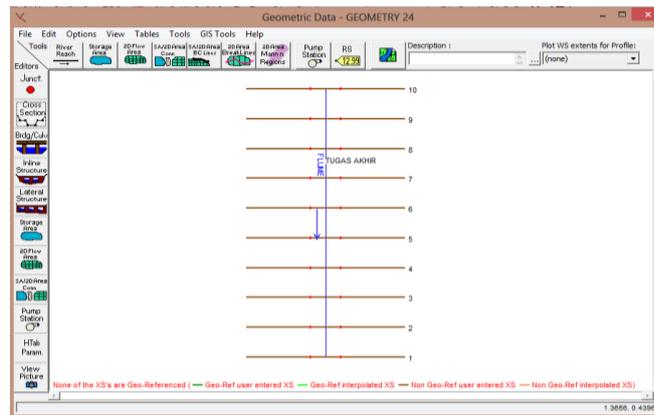
Gambar 4. 18 Langkah menambah *cross section*



Gambar 4. 19 Langkah menambah *cross section*



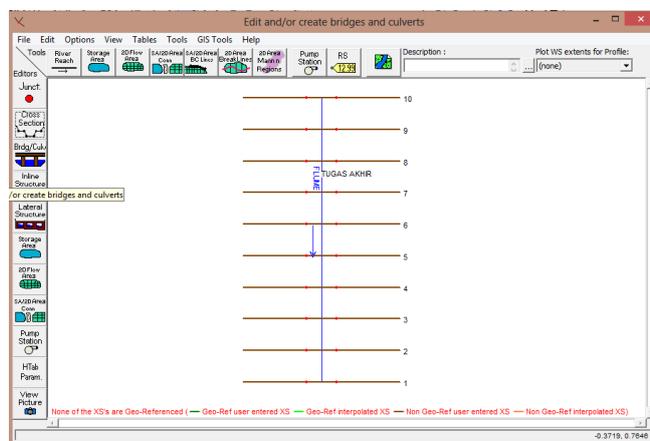
Gambar 4. 20 Langkah menambah *cross section*



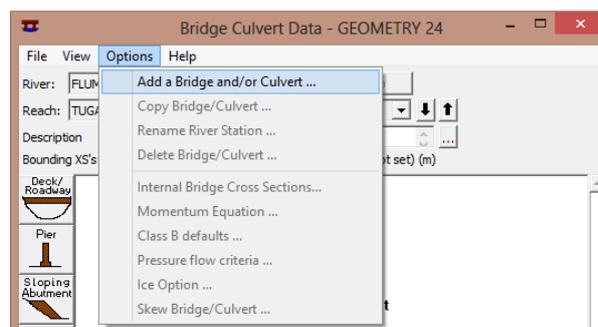
Gambar 4. 21 Skema saluran dan tampang melintangnya

f. Membuat struktur melintang pada sungai

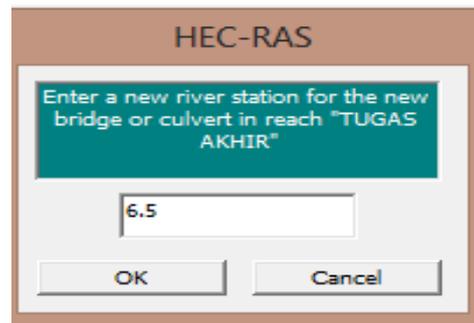
- 1) Klik icon *bridge culvert data*  → klik menu *options* → klik *add a bridge and/or culvert* untuk membuat data baru (Gambar 4.23) → isi *river station* dimana struktur akan dibuat → OK (Gambar 4.24).



Gambar 4. 22 Langkah membuat / menambah struktur melintang sungai

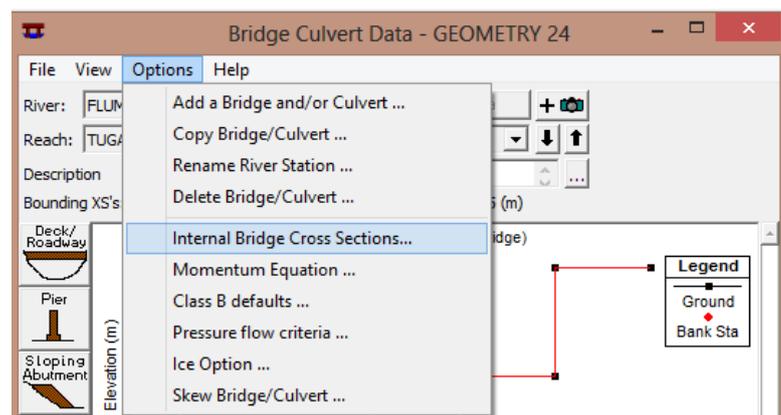


Gambar 4. 23 Langkah membuat / menambah struktur melintang sungai

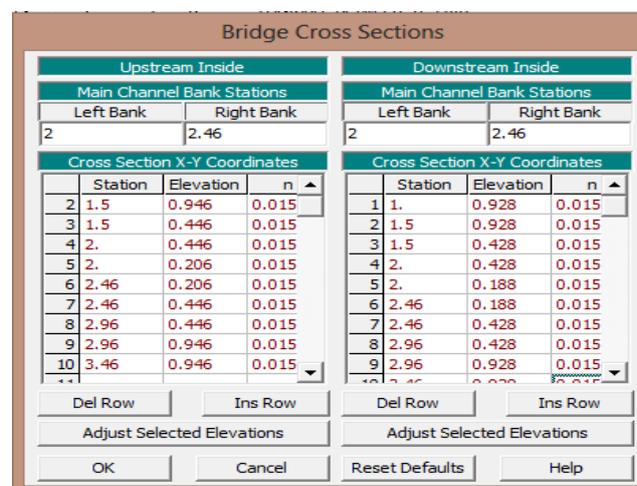


Gambar 4. 24 Langkah membuat / menambah struktur melintang sungai

- 2) Klik *options* → pilih *internal bridge cross section* untuk menginput tampang melintang pada struktur (Gambar 4.25) → isi tampang melintang pada struktur → OK (Gambar 4.26).

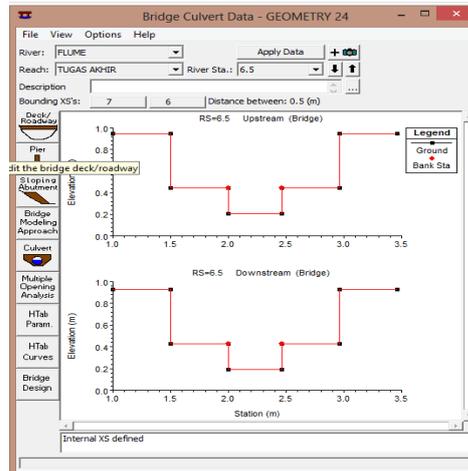


Gambar 4. 25 Langkah menginput tampang melintang struktur (jembatan)



Gambar 4. 26 Langkah menginput tampang melintang struktur (jembatan)

- 3) Klik *icon deck / roadways*  untuk menginput lantai jembatan → isi data elevasi lantai jembatan sisi atas dan sisi bawah → OK (**Gambar 4.28**).



**Gambar 4. 27** Langkah menginput data lantai jembatan

Distance	Width	Weir Coef
0.2	0.0762	1.4

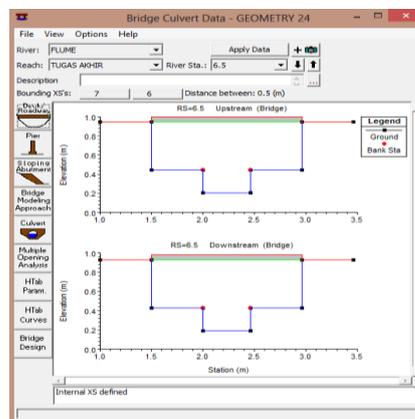
Upstream			Downstream		
Station	high chord	low chord	Station	high chord	low chord
1	1.5	0.95	1.5	0.98	0.93
2	2.96	1.0	2.96	0.98	0.93
3					
4					
5					
6					
7					
R					

U.S. Embankment SS: 0      D.S. Embankment SS: 0

Max Submergence: 0.98      Min Weir Flow Et: [ ]

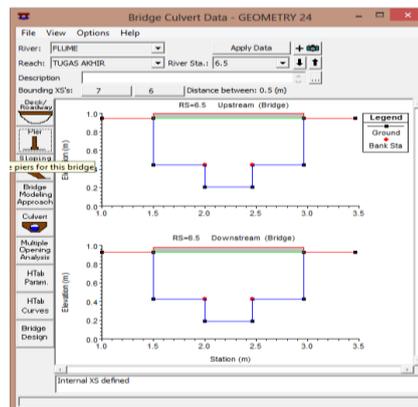
Weir Crest Shape:  Broad Crested       Ogee

**Gambar 4. 28** Langkah menginput data lantai jembatan



**Gambar 4. 29** Hasil input data lantai jembatan

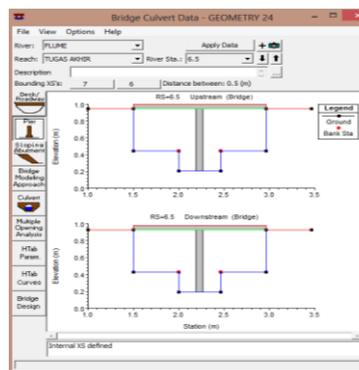
- 4) Klik icon pier  untuk menginput data pilar jembatan → isi letak pilar jembatan pada *centerline station upstream* dan *centerline station downstream* → isi tebal pilar pada *pier width* → isi elevasi pilar pada *elevation* → OK (Gambar 4.31).



Gambar 4. 30 Langkah menginput data pilar jembatan

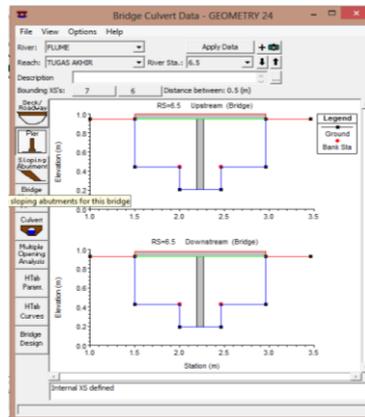
Upstream		Downstream		
Pier Width	Elevation	Pier Width	Elevation	
1	0.076	0.21	0.076	0.19
2	0.076	0.95	0.076	0.93
3				
4				
5				

Gambar 4. 31 Langkah menginput data pilar jembatan

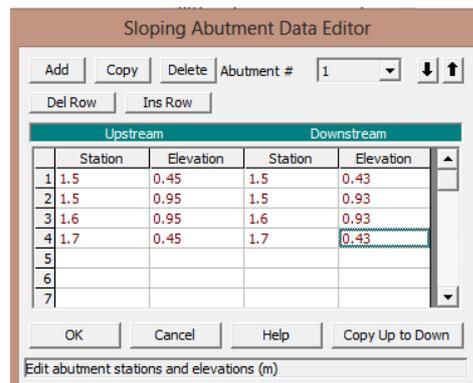


Gambar 4. 32 Hasil menginput data pilar jembatan

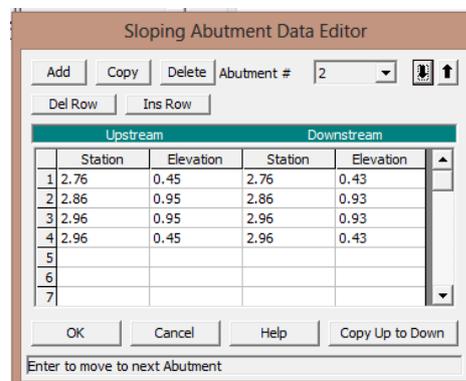
- 5) Klik *icon sloping abutment*  untuk menginput data *abutment* → isi data *abutment* bagian kiri dengan memasukkan stasiun dan elevasi *abutment* (Gambar 4.34) → klik *add* → isi data *abutment* bagian kanan (Gambar 4.35) → OK .



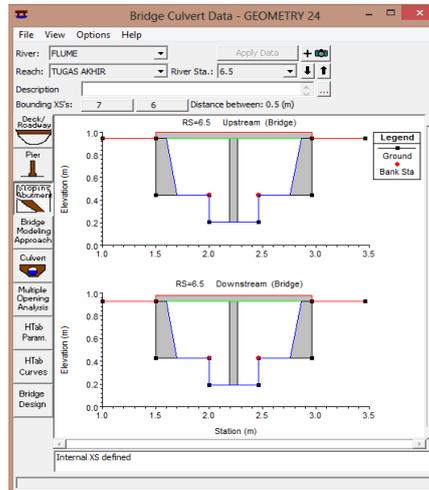
Gambar 4. 33 Langkah input data abutment



Gambar 4. 34 Langkah input data abutment kiri

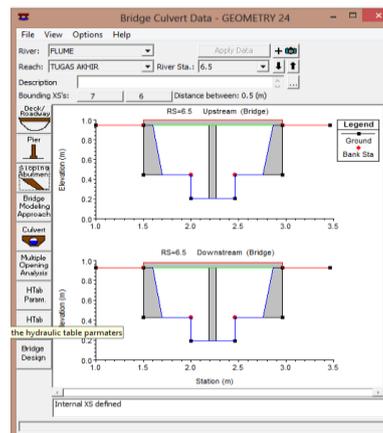


Gambar 4. 35 Langkah input data abutment kanan



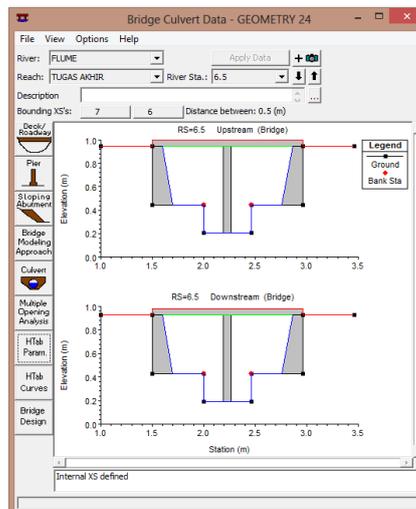
Gambar 4. 36 Hasil input data abutment

- 6) Klik icon *HTab Param*  → isi elevasi muka air maksimum pada *head water maximum elevation* → OK (Gambar 4.37).



Gambar 4. 37 Langkah menginput parameter hidraulik jembatan

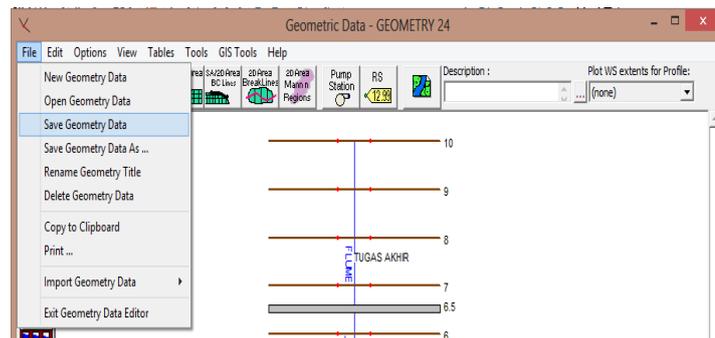
Gambar 4. 38 Langkah menginput parameter hidraulik jembatan



**Gambar 4. 39** Hasil input *bridge culvert data*

g. Menyimpan data geometri

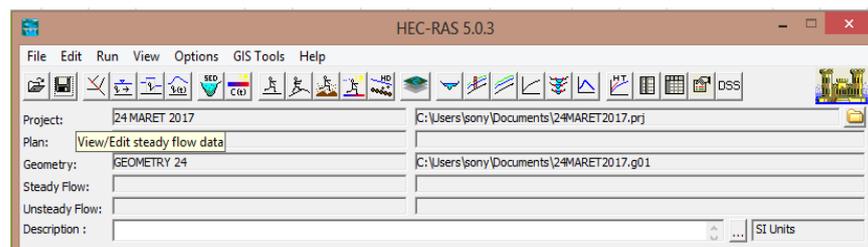
Klik menu *file* → klik *save geometry data* (**Gambar 4.40**) → OK



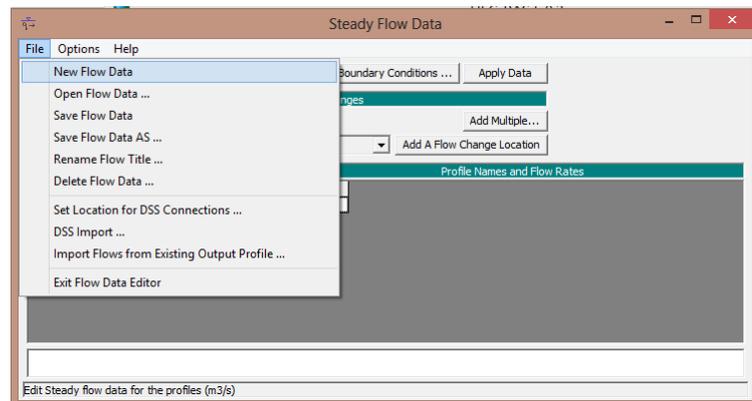
**Gambar 4. 40** Langkah menyimpan data geometri

h. Menginput data debit

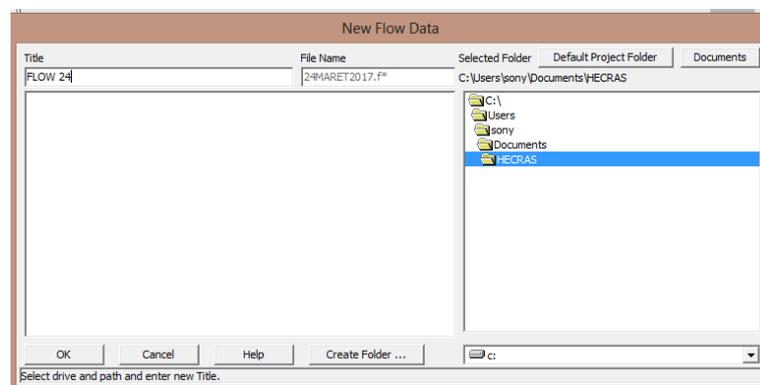
- 1) Klik *icon steady flow* untuk menginput data debit (**Gambar 4.41**) → klik *menu file* → *new flow data* (**Gambar 4.42**) → beri nama untuk file yang dibuat dan pilih folder penyimpanan → OK (**Gambar 4.43**).



**Gambar 4. 41** Langkah membuat data debit

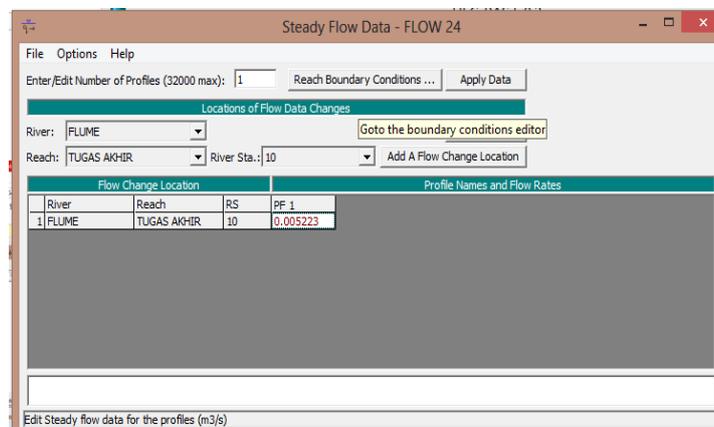


**Gambar 4. 42** Langkah membuat data debit

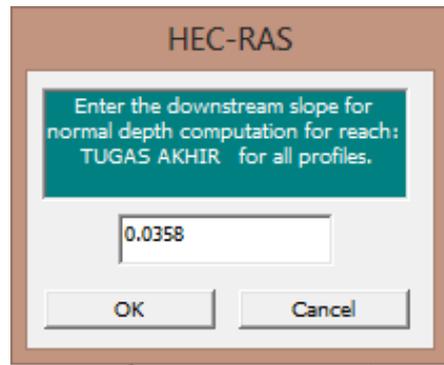


**Gambar 4. 43** Langkah membuat data debit

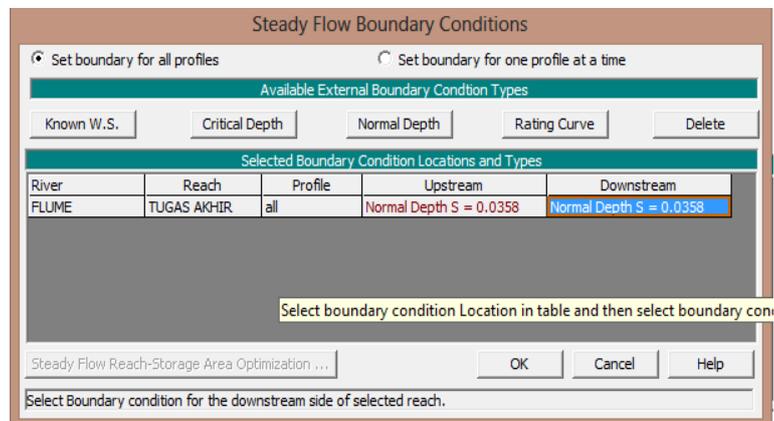
- 1) Pada kolom PF1 isi dengan data debit (**Gambar 4.44**) → klik tombol *reach boundary conditions* → pada kolom *upstream* dan *downstream* klik tombol *normal depth* lalu diisi dengan nilai kemiringan saluran (*slope*) (**Gambar 4.45**) → OK (**Gambar 4.46**).



**Gambar 4. 44** Langkah menginput data debit

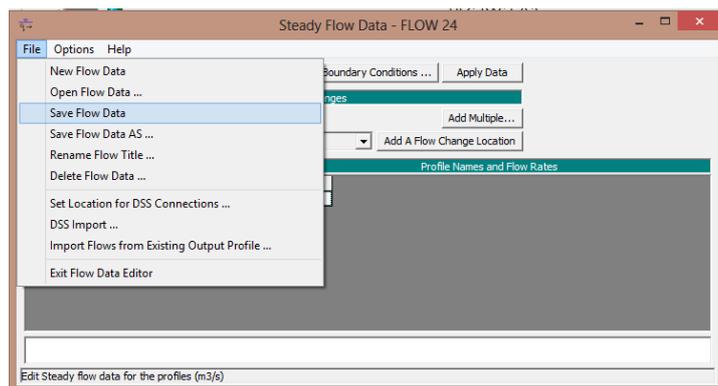


**Gambar 4. 45** Langkah menginput data debit



**Gambar 4. 46** Langkah menginput data debit

2) Klik menu file → klik *save flow data* (**Gambar 4.47**)

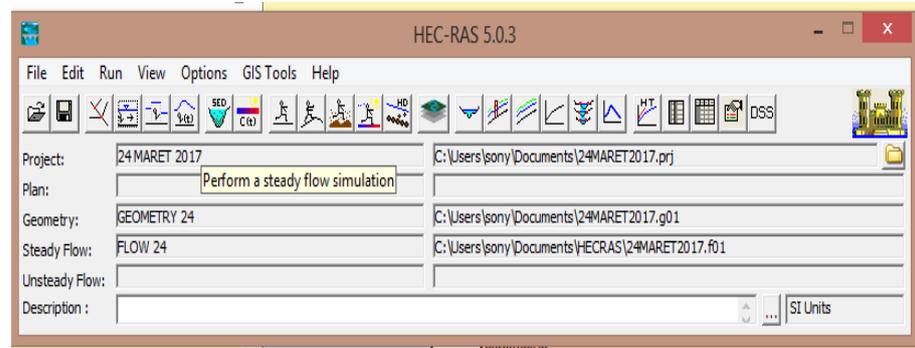


**Gambar 4. 47** Langkah menyimpan data debit

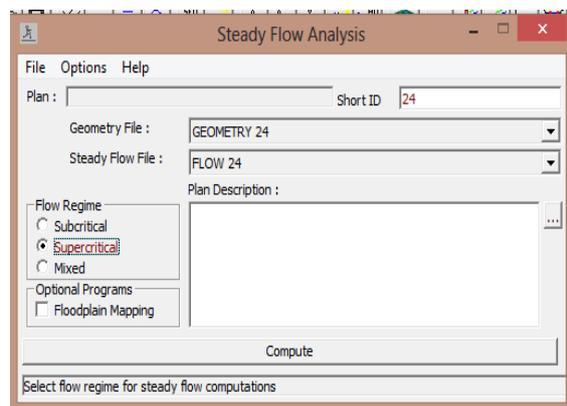
2) *Running data steady flow*

Klik icon  untuk menampilkan simulasi *debit steady* yang telah dibuat (**Gambar 4.48**) → isi kolom *short ID* dan klik *supercritical* pada *flow*

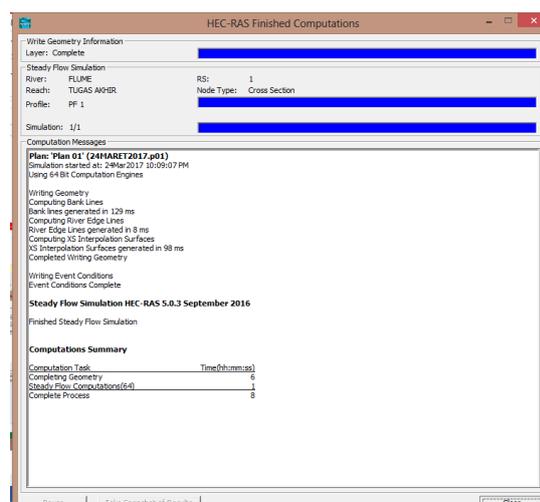
regime lalu klik *compute* (**Gambar 4.49**) → jika proses *running steady flow* telah berhasil maka klik tombol *close* (**Gambar 4.50**).



**Gambar 4. 48** Langkah *running data steady flow*



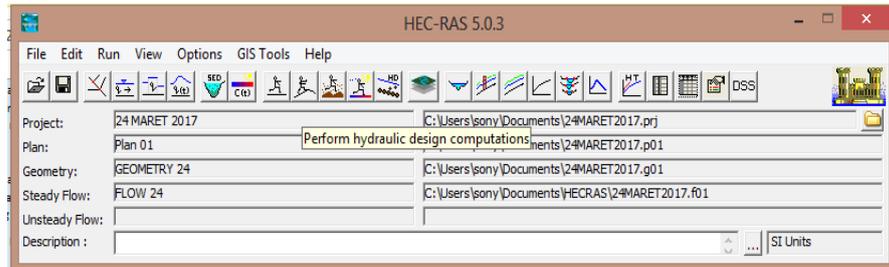
**Gambar 4. 49** Langkah *running data steady flow*



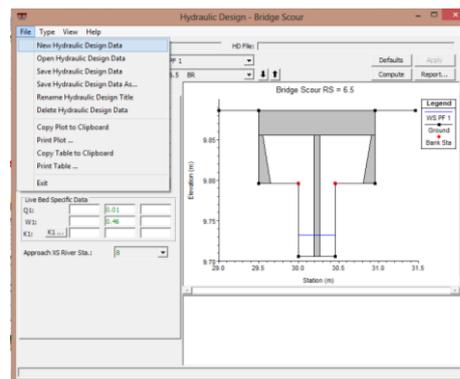
**Gambar 4. 50** Langkah *running data steady flow*

### 3) Menginput data hidraulik

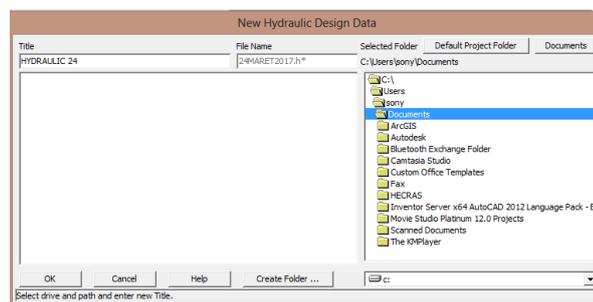
- 1) Klik *icon hydraulic design computations*  (**Gambar 4.51**) → klik menu file → klik *new hydraulic design data* (**Gambar 4.52**) → pilih folder penyimpanan lalu beri nama file yang akan dibuat → OK (**Gambar 4.53**).



**Gambar 4. 51** Langkah membuat data hidraulik



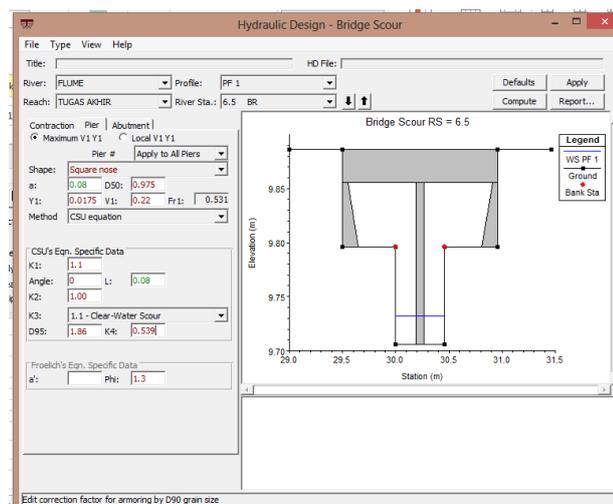
**Gambar 4. 52** Langkah membuat data hidraulik



**Gambar 4. 53** Langkah membuat data hidraulik

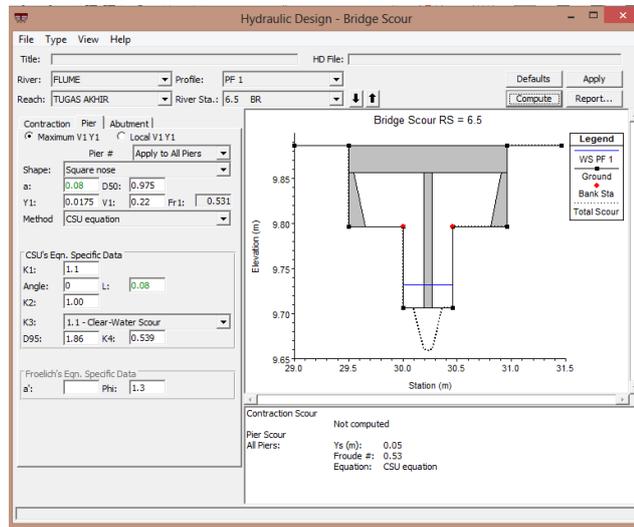
- 2) Mengisi data untuk simulasi gerusan pilar (**Gambar 4.54**)
  - a) Pilih *pier* untuk mensimulasi gerusan yang ada di pilar
  - b) Klik maksimum V1 Y1

- c) Pada *pier#* pilih *apply to all piers*
- d) Pada *shape* pilih bentuk pilar ( *square nose*; pilar persegi, *round nose*; pilar dengan ujung berbentuk lingkaran, *cylindrical*; pilar lingkaran, *sharp nose*; pilar dengan ujung berbentuk tajam, *group of cylinders*; pilar dari kumpulan lingkaran)
- e) Pada 'a' diisi dengan tebal pilar
- f) Pada D50 diisi dengan diameter sedimen saat 50%
- g) Y1 diisi dengan kedalaman aliran hulu
- h) V1 diisi dengan kecepatan rata-rata
- i) Fr1 akan terisi secara otomatis
- j) Pada *method* pilih *CSU equation* untuk menggunakan persamaan CSU
- k) K1 diisi dengan faktor koreksi berbentuk penampang pilar
- l) *Angle* diisi berdasarkan sudut datang aliran pada pilar
- m) L diisi dengan panjang pilar
- n) K2 diisi dengan faktor koreksi arah datang aliran air
- o) K3 diisi dengan faktor koreksi kondisi dasar permukaan dan gundukan
- p) K4 diisi dengan faktor koreksi ketahanan dasar saluran
- q) Pada D95 diisi dengan diameter sedimen saat 95%



**Gambar 4. 54** Langkah mengisi data simulasi gerusan

3) Klik *compute* untuk memulai simulasi gerusan (**Gambar 4.55**)



**Gambar 4.55** Hasil simulasi gerusan pada pilar