BAB IV
METODOLOGI PENELITIAN

4. 1 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.

4. 2 Pengumpulan Data (Eksperimen)

4. 2. 1 Bahan

Pada eksperimen ini bahan yang digunakan adalah:

a. 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^3.

b. Air

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

4. 2. 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** menunjukan 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

Kamera digunakan untuk pengambilan dokumentasi selama eksperimen dimulai.

f. *Thomson's Weir*

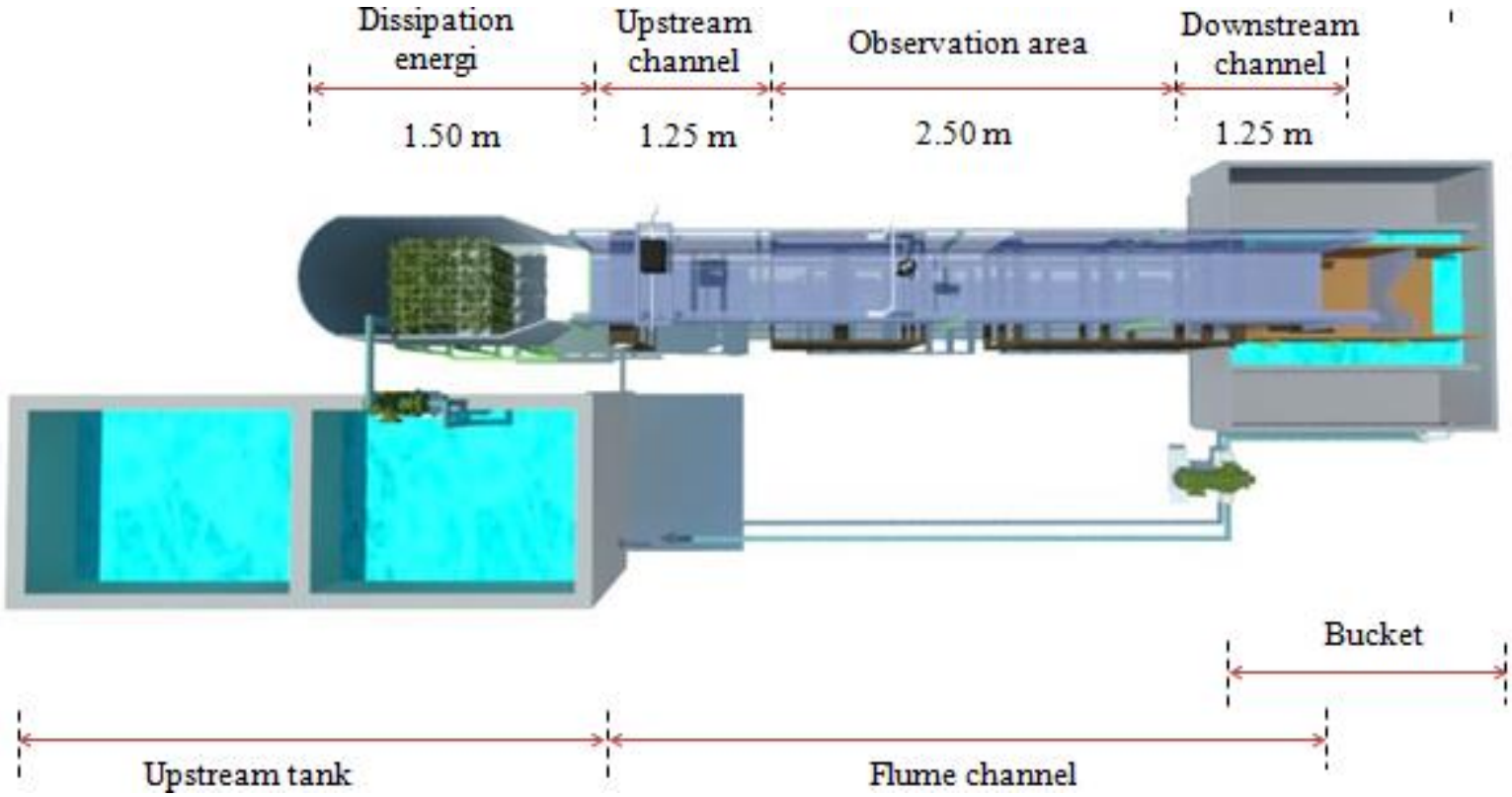
Thomson's weir digunakan untuk mengukur debit yang mengalir pada saluran (*flume*).

g. *Stopwatch*

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

h. *Waterpass*

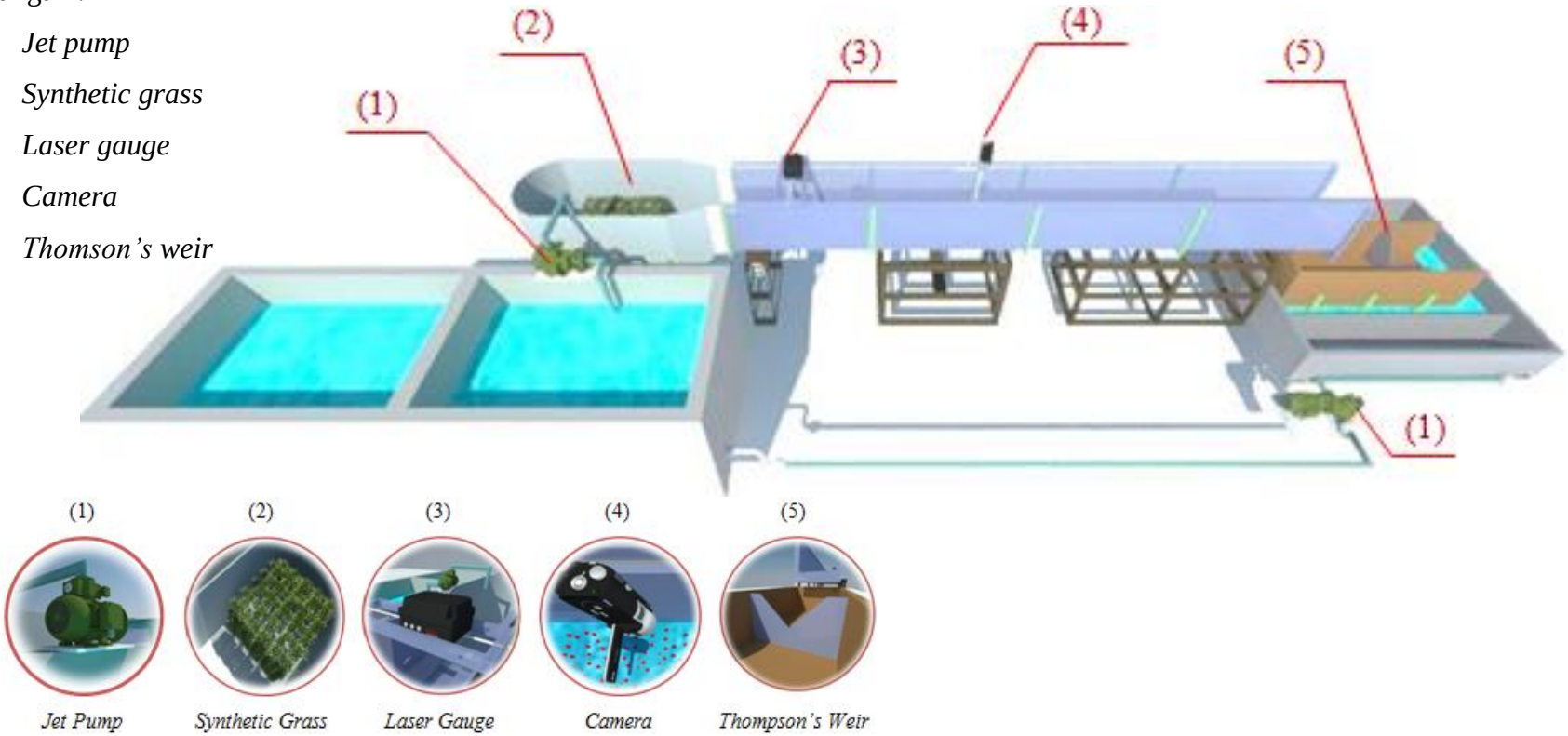
Alat ini digunakan untuk mengetahui perbedaan ketinggian (elevasi) alat uji (*flume*).


Dissipation energi
Upstream channel
Observation area
Downstream channel
1.50 m
1.25 m
2.50 m
1.25 m
Bucket
Upstream tank
Flume channel

(a)

Keterangan :

a. *Jet pump*
b. *Synthetic grass*
c. *Laser gauge*
d. *Camera*
e. *Thomson's weir*



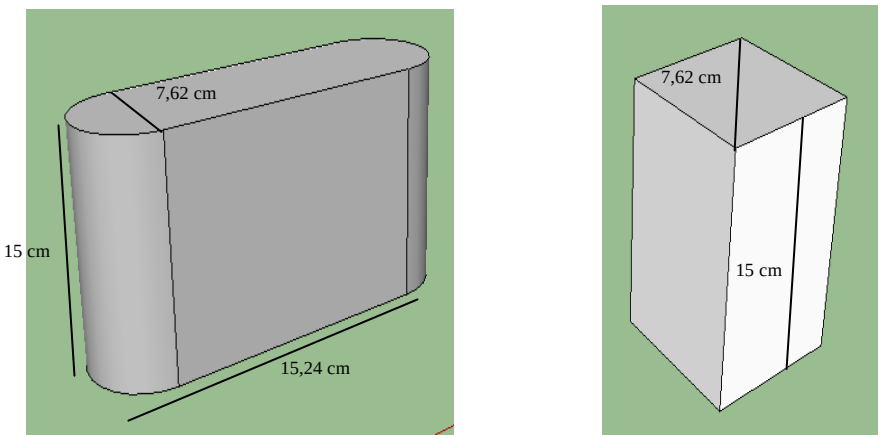
(b)

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 kapsul dengan tinggi 15 cm, panjang 15,24 cm, dan lebar 7,62 cm, serta pilar tajam dengan tinggi 15 cm, dan panjang diagonal 7,62 cm.

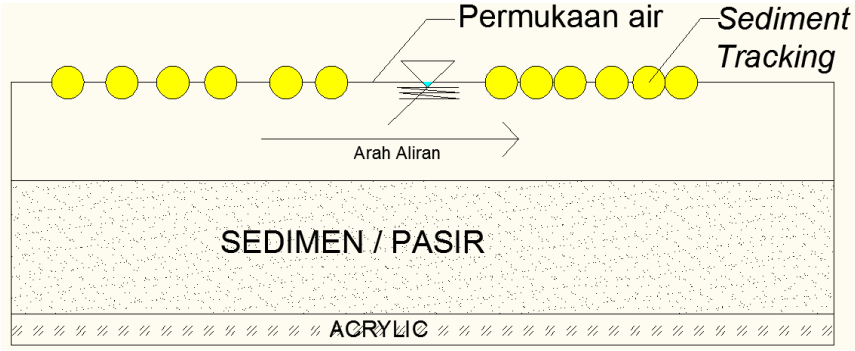


(a) (b)

Gambar 4. 2 Model pilar (a) Pilar kapsul, (b) Pilar tajam

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

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

4. 2. 3 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.

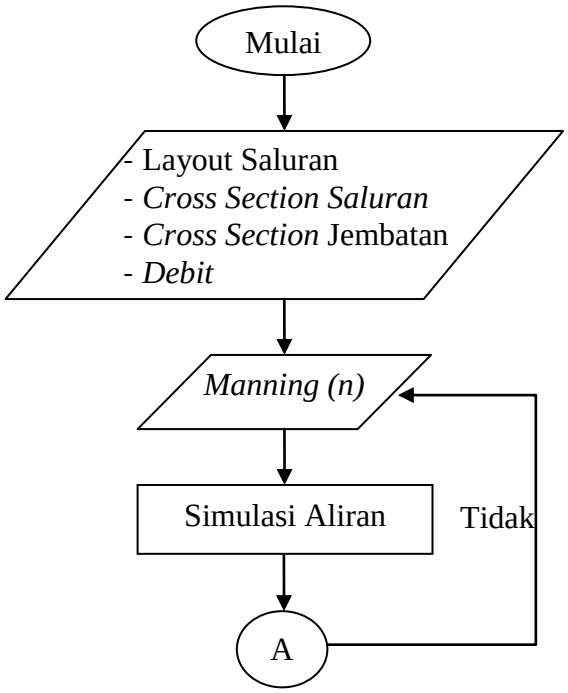
4. 3 Simulasi Model Matematik

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*).

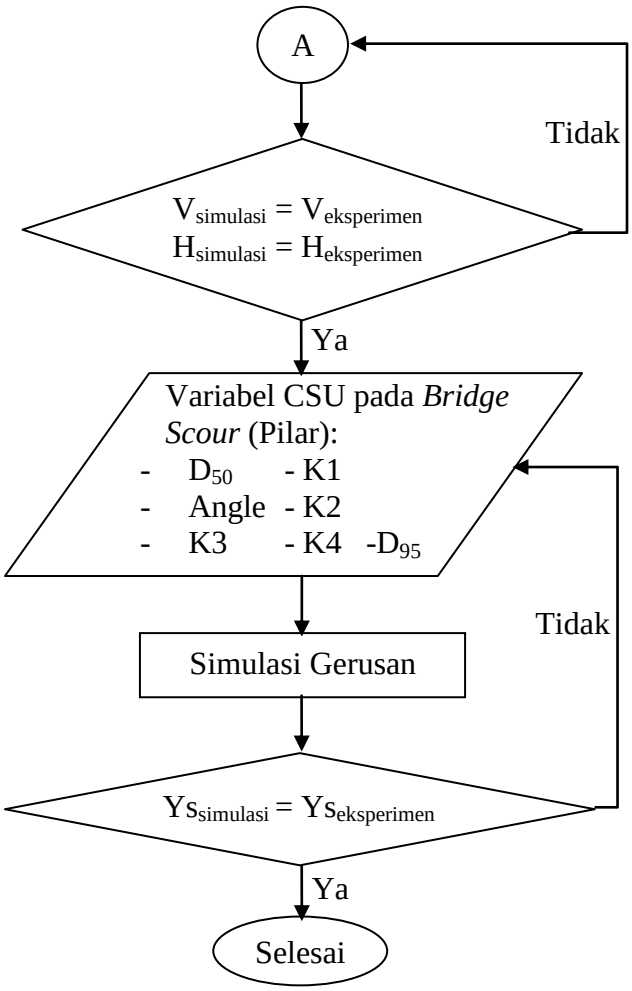
Pada analisa ini dapat dilakukan menggunakan *steady flow* untuk menganalisa gerusan yang terjadi disekitar pilar dengan metode *Colorado State University* (CSU).

4. 3. 1 Alur Simulasi *HEC-RAS 5.0.3*

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



Gambar 4. 4 *Flow chart simulasi metematik*



Gambar 4. 5 *Flow chart simulasi matematik* (lanjutan)

4. 3. 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 *HEC-RAS*.

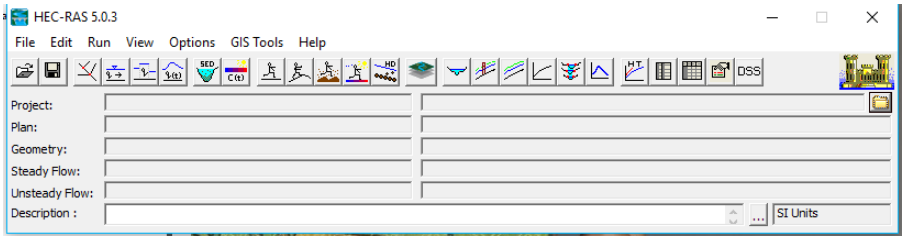
Tabel 4. 1 Parameter hidraulika

No	Parameter	Nilai	Satuan
1	Panjang Saluran	5,00	m
2	Lebar Saluran utama	0,46	m
3	Kedalaman Aliran	0,0245	m
4	Angka Slope	0,004	
5	Angka Manning	0,01 – 0,15	
6	Debit Aliran	0,0044	m^3/s
7	Kecepatan Aliran a. Pilar Kapsul b. Pilar Tajam	 0,3643 0,3261	 m/s m/s
8	a. Dimensi Pilar Kapsul - Panjang - Lebar b. Dimensi Pilar Tajam - Diagonal	 0,1524 0,0762 0,0762	 m m m
9	Ukuran Sedimen 50% (D_{50})	0,975	mm
10	Ukuran Sedimen 95% (D_{95})	1,86	mm

4. 3. 3 Langkah - langkah simulasi *HEC-RAS*

1. Buka *software HEC-RAS 5.0.3*

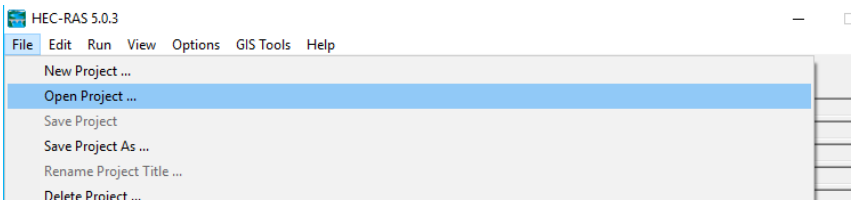
   Untuk membuka *software HEC-RAS* dapat dilakukan dengan klik *icon HEC-RAS* pada *desktop* → lalu akan muncul layar seperti **Gambar 4. 6**.



Gambar 4. 6 Tampilan awal *HEC-RAS 5.0.3*

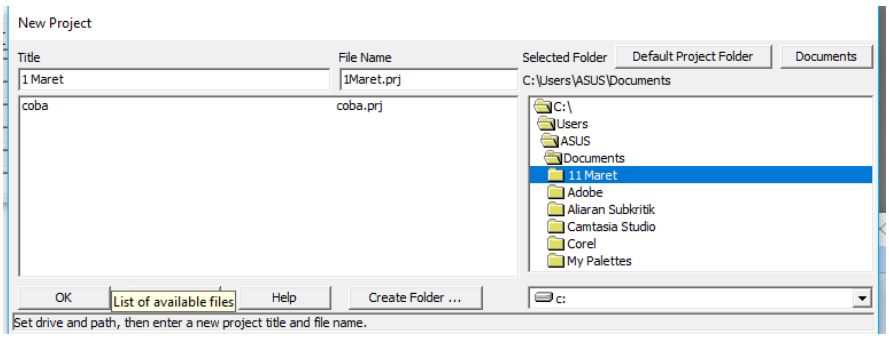
2. Membuat *project* baru

   a. Langkah – langkah untuk membuat *project* baru dengan cara: Klik *menu file* → Klik *new project* (lihat **Gambar 4.7**)



Gambar 4. 7 Langkah membuat *project* baru

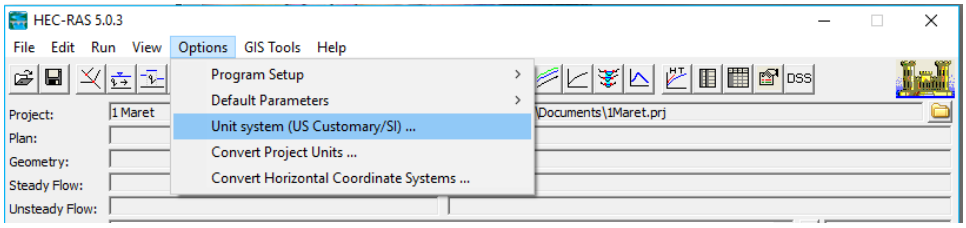
   b. Pilih penyimpanan dan *folder* yang akan digunakan → pada kolom *title* beri nama file yang akan dibuat → OK (**Gambar 4.8**)



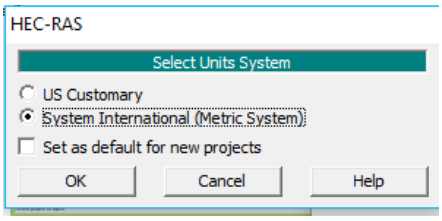
Gambar 4. 8 Langkah membuat *project* baru

3. Memilih satuan.

   Klik *menu options* → *unit system* (**Gambar 4.9**) → pilih *system international* (*metric system*) → OK (**Gambar 4.10**).



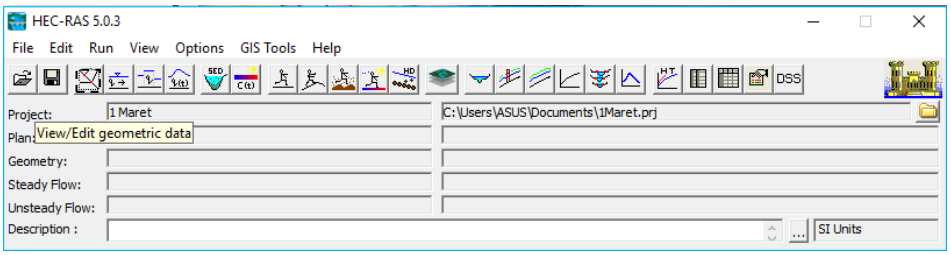
Gambar 4. 9 Langkah memilih satuan



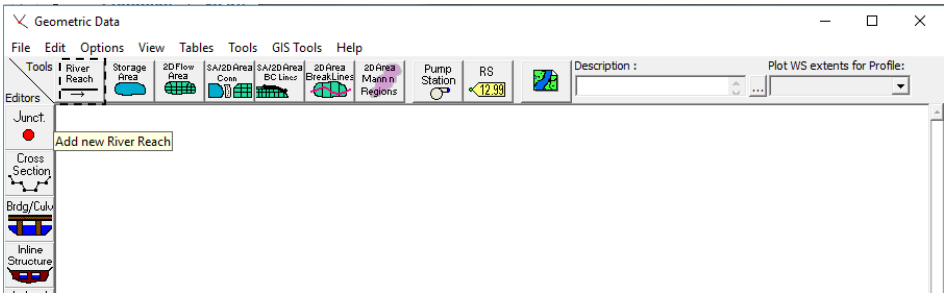
Gambar 4. 10 Langkah memilih satuan

4. Menginput data geometri

   a. Klik *icon* untuk menginput/mengedit data geometri.

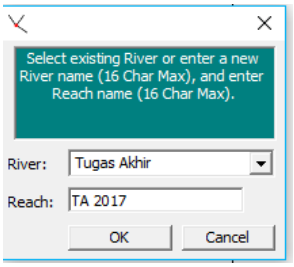


Gambar 4. 11 Langkah menginput data geometri

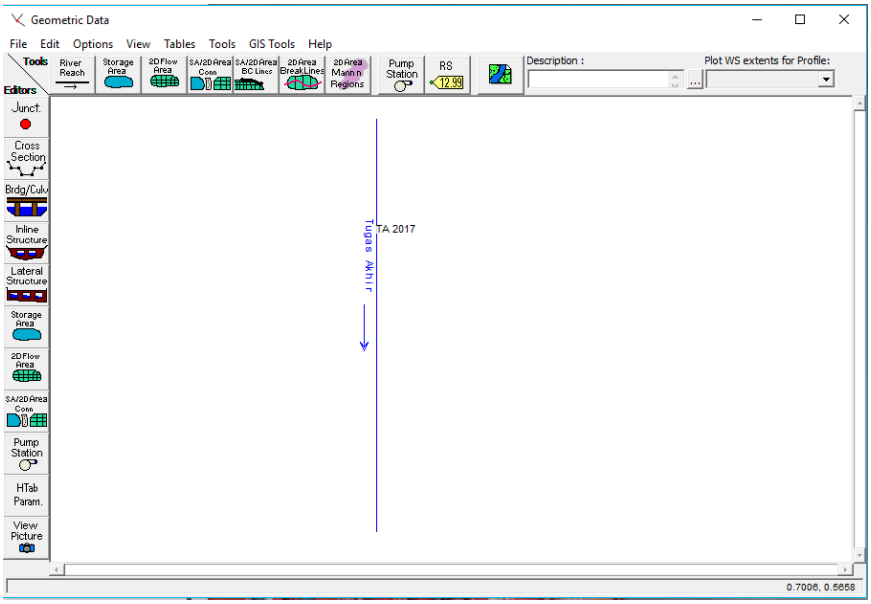


Gambar 4. 12 Langkah menginput data geometri

b. Klik *icon river reach* 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 4.11**).



Gambar 4. 13 Langkah menginput data geometri

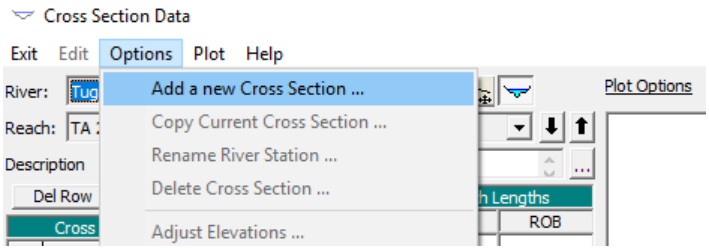


Gambar 4. 14 Skema saluran

5. Menginput tampang melintang saluran.

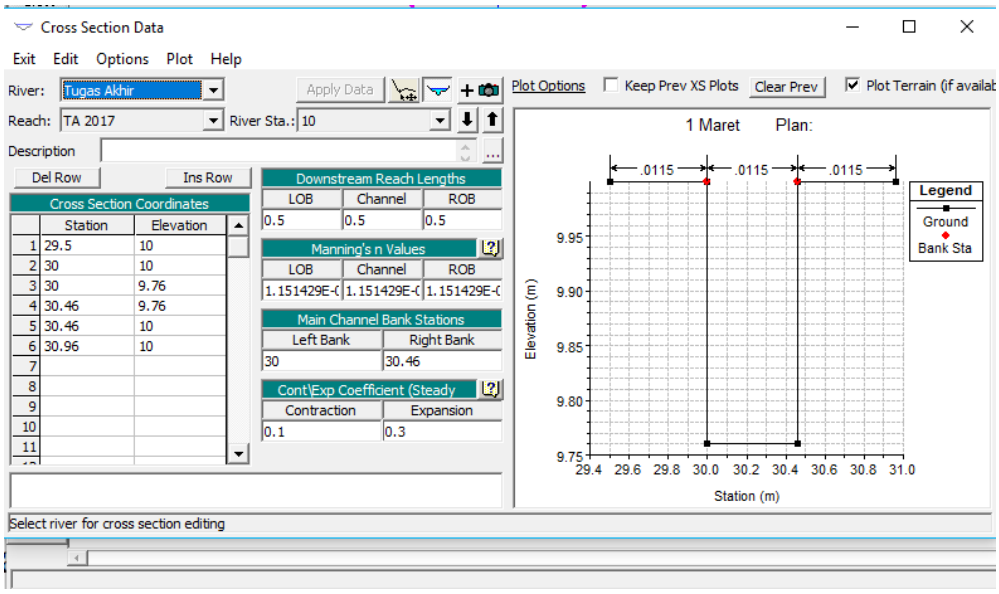
   a. Klik *icon cross section* → akan muncul tampilan editor tampang melintang → klik *options* → klik *add new cross section* untuk membuat tampang melintang saluran yang baru

(**Gambar 4.15**) → beri nama tampang melintang yang akan dibuat → OK.



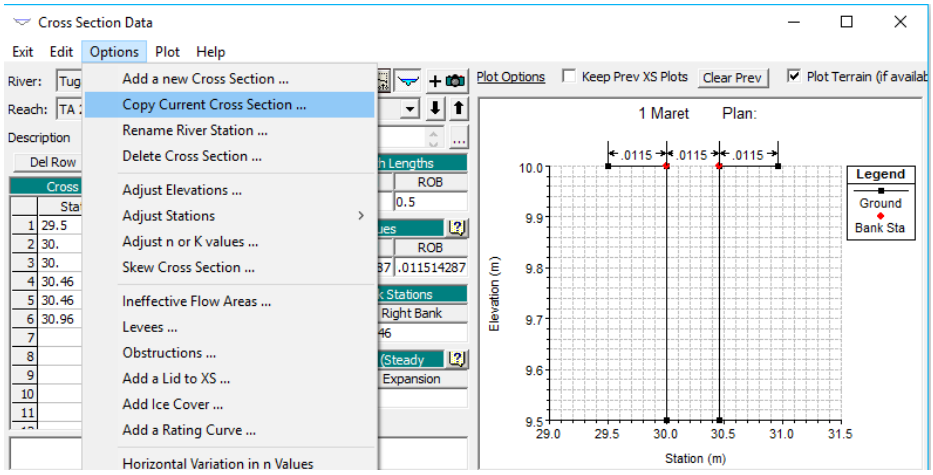
Gambar 4. 15 Langkah membuat tampang melintang saluran baru

b. Isi kolom *river station* dengan urutan tampang 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 lengths* 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 menemtukan batas bibir saluran → klik tombol *apply data* untuk menampilkan data yang telah dibuat.

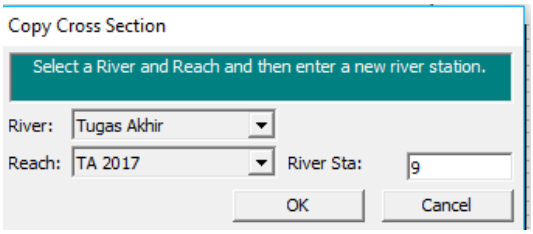


Gambar 4. 16 Tampang melintang pada *river station* 10 (hulu)

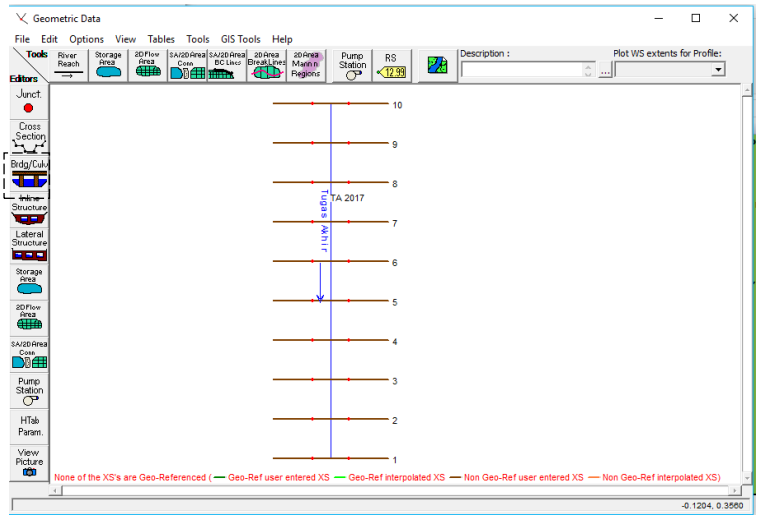
c. Untuk membuat *cross section* yang sama cukup klik *option* → klik *copy current cross section* (**Gambar 4.17**) → isikan kolom *river station* sesuai dengan urutan tampang (**Gambar 4.18**).



Gambar 4. 17 Langkah men-*copy* tampang lintang



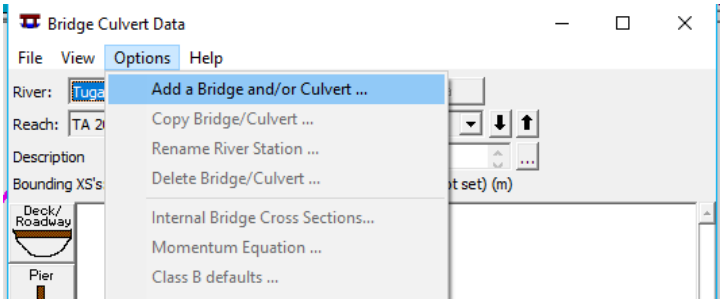
Gambar 4. 18 Langkah men-*copy* tampang lintang



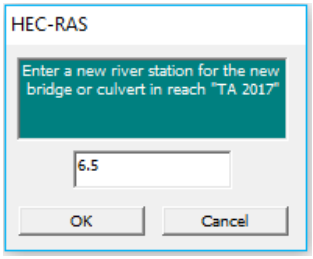
Gambar 4. 19 Skema saluran dan tampang lintangnya

6. Membuat struktur pada melintang sungai

   a. Klik *icon bridge culvert data* → klik *menu options* → klik *add a bridge and/or culvert* untuk membuat data baru (**Gambar 4.20**) → isikan *river station* dimana struktur berada → OK (**Gambar 4.21**).

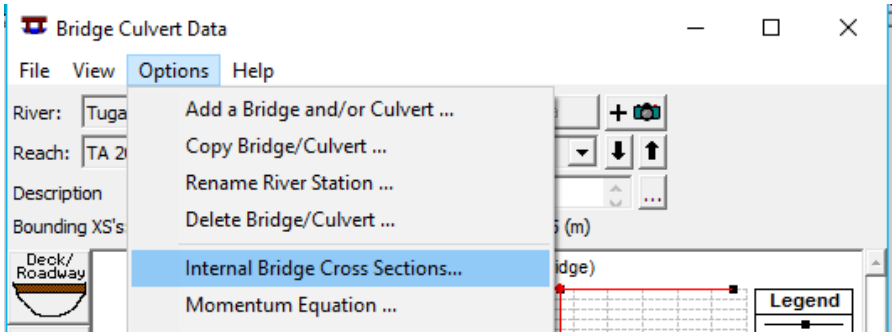


Gambar 4. 20 Langkah membuat/menambahkan struktur melintang sungai

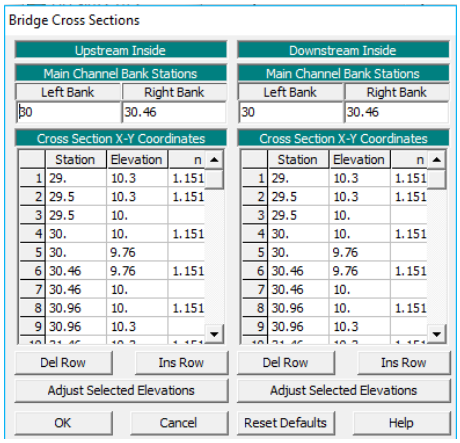


Gambar 4. 21 Langkah membuat/menambahkan struktur melintang sungai

   b. Klik *options* → pilih *internal bridge cross section* untuk menginput tampang melintang pada struktur (**Gambar 4.22**) → isikan tampang melintang pada struktur → OK (**Gambar 4.23**).

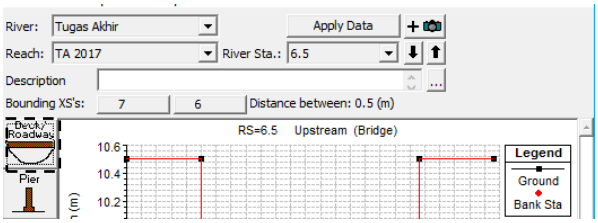


Gambar 4. 22 Langkah menginput tampang melintang struktur (Jembatan)

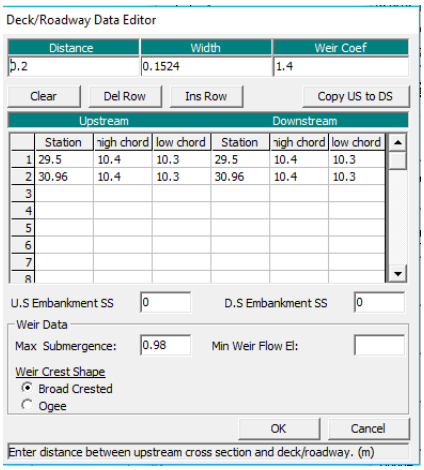


Gambar 4. 23 Langkah menginput tampang melintang struktur (jembatan)

c. Klik *icon deck / roadways* untuk menginput lantai jembatan (**Gambar 4.24**) → isikan data elevasi lantai jembatan sisi atas dan sisi bawah → klik tombol *copy US to DS* → OK (**Gambar 4.25**).

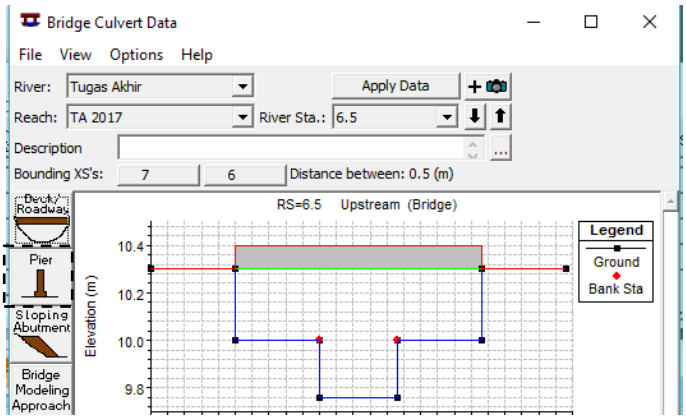


Gambar 4. 24 Langkah menginput data lantai jembatan

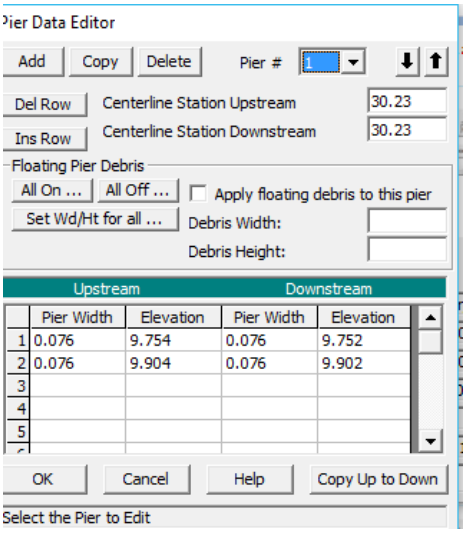


Gambar 4. 25 Langkah menginput data lantai jembatan

d. Klik *icon Pier* untuk menginput data pilar jembatan (**Gambar 4.26**) → isi letak pilar jembatan pada *centreline station upstream* dan *centreline station downstream* → isi tebal pilar pada *pier width* → isi elevasi pilar pada *elevation* → klik tombol *copy up to down* untuk menyalin data pilar hulu ke hilir → OK (**Gambar 4.27**).



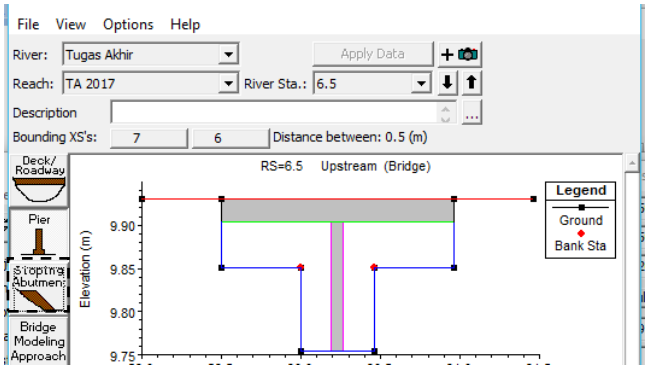
Gambar 4. 26 Langkah menginput data pilar jembatan



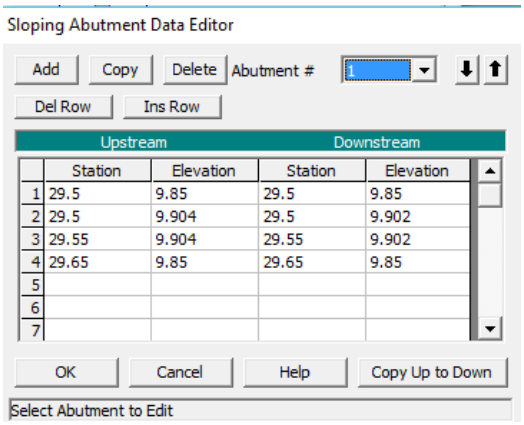
Gambar 4. 27 Langkah menginput data pilar jembatan

e. Klik *icon sloping abutment* untuk menginput data abutmen (**Gambar 4.28**)→ isi data abutmen bagian kiri dengan memasukan stasiun dan elevasi abutmen (**Gambar 4.29**) →

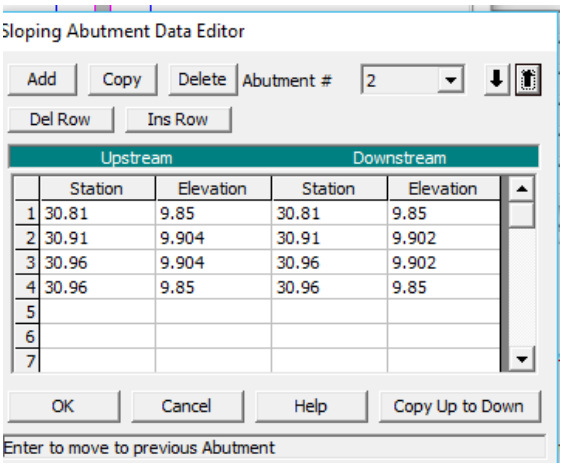
klik *add* → isi data abutmen bagian kanan → OK (**Gambar 4.30**).



Gambar 4. 28 Langkah menginput data abutmen jembatan

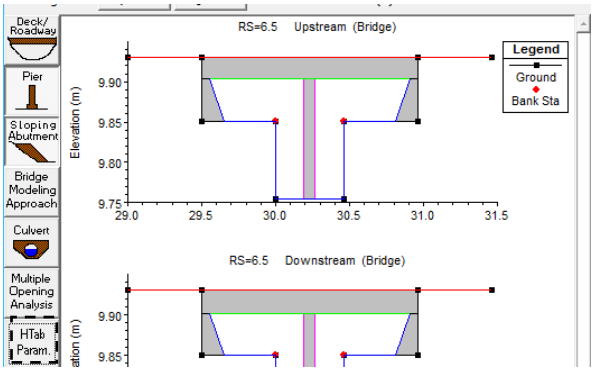


Gambar 4. 29 Langkah menginput data abutmen jembatan

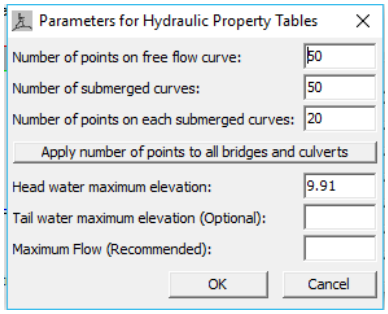


Gambar 4. 30 Langkah menginput data abutmen jembatan

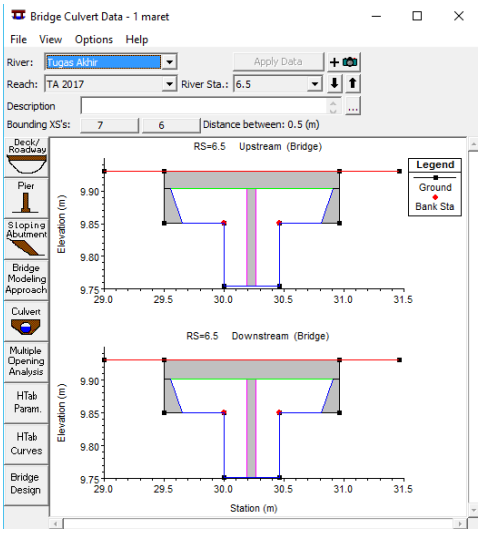
f. Klik *icon HTab Param* (**Gambar 4.31**) → isi elevasi muka air maksimum pada *head water maximum elevation* → OK (**Gambar 4.32**).



Gambar 4. 31 Langkah menginput parameter hidraulik jembatan

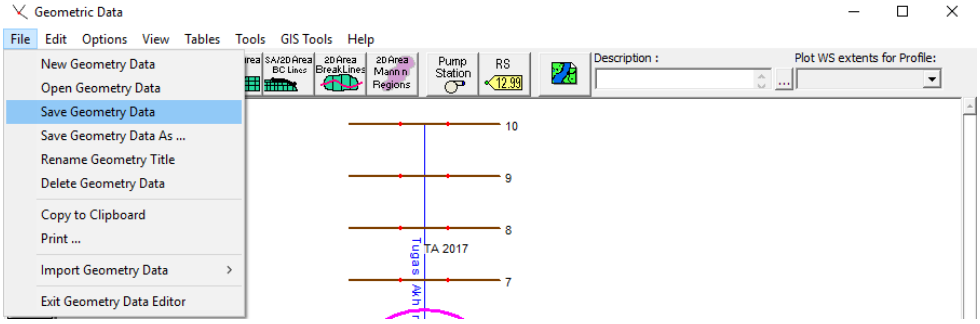


Gambar 4. 32 Langkah menginput parameter hidraulik jembatan



Gambar 4. 33 Hasil input *bridge culvert data*

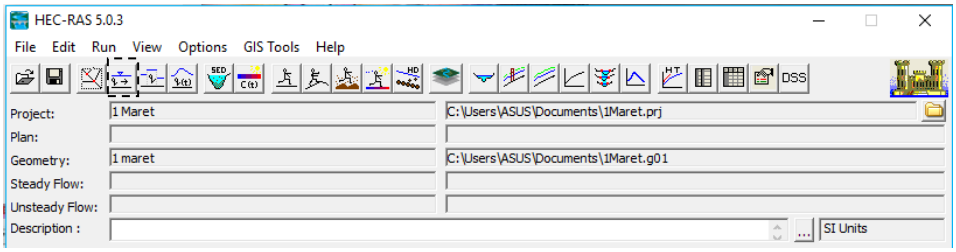
7. Klik *menu file* → klik *save geometry data* (**Gambar 4.34**)



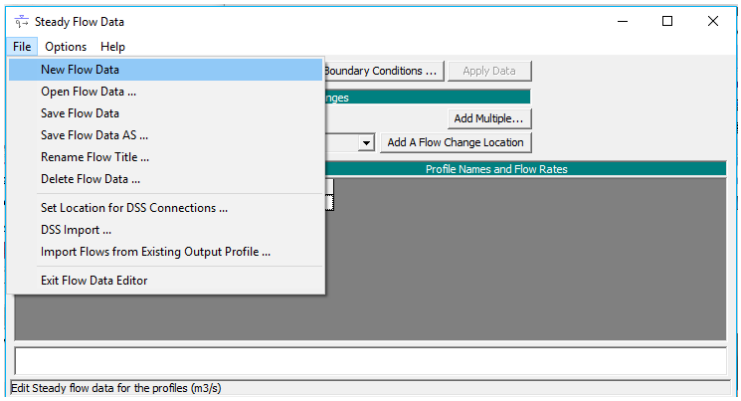
Gambar 4. 34 Langkah menyimpan data geometri

8. Menginput data debit

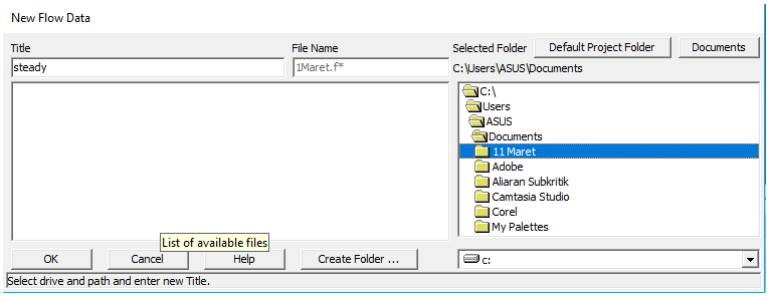
   a. Klik *icon steady flow* untuk menginput data debit (**Gambar 2.35**) → klik *menu file* → *new flow data* (**Gambar 2.36**) → beri nama untuk *file* yang dibuat dan pilih folder penyimpanan → OK (**Gambar 2.37**).



Gambar 4. 35 Langkah membuat data debit

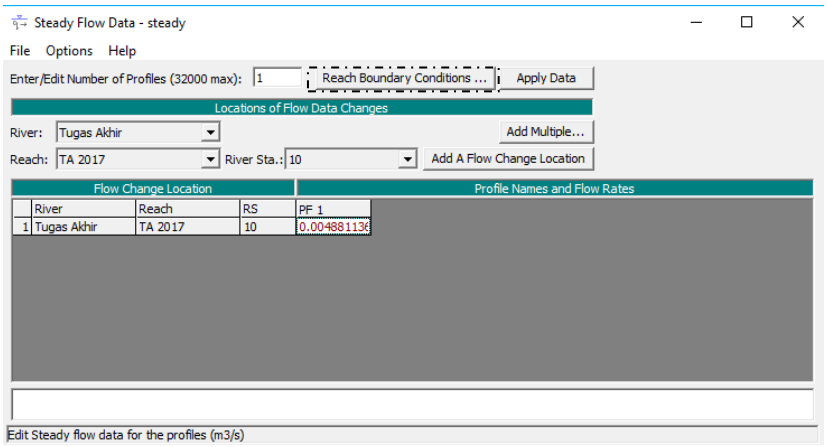


Gambar 4. 36 Langkah membuat data debit

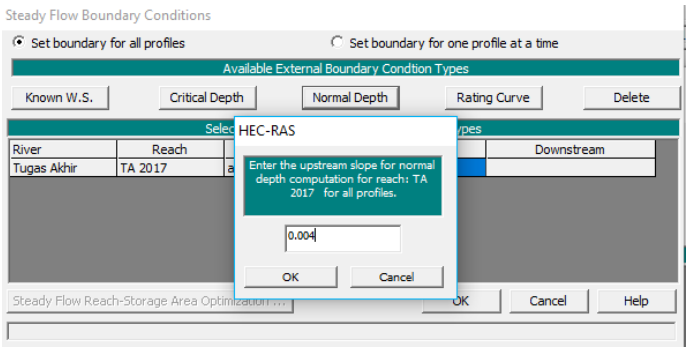


Gambar 4. 37 Langkah membuat data debit

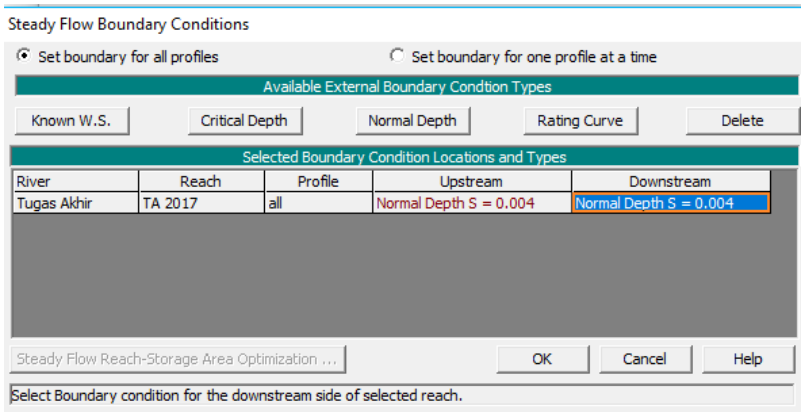
b. Pada kolom PF1 isi dengan data debit (**Gambar 2.38**) → klik tombol *reach boundary conditions* → pada kolom *upstream* dan *downstream* klik tombol *normal depth* lalu diisi dengan nilai kemiringan saluran (*slope*) (**Gambar 2.39**) → OK (**Gambar 2.40)**



Gambar 4. 38 Langkah menginput data debit

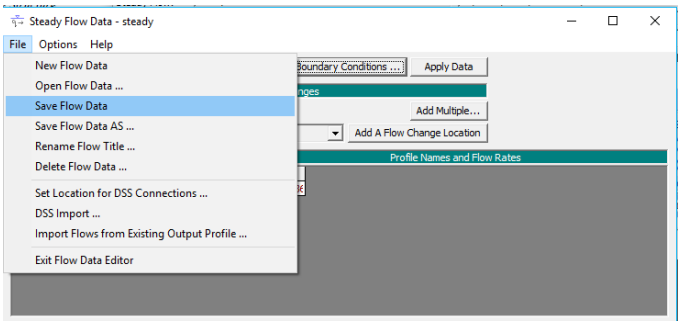


Gambar 4. 39 Langkah menginput data debit



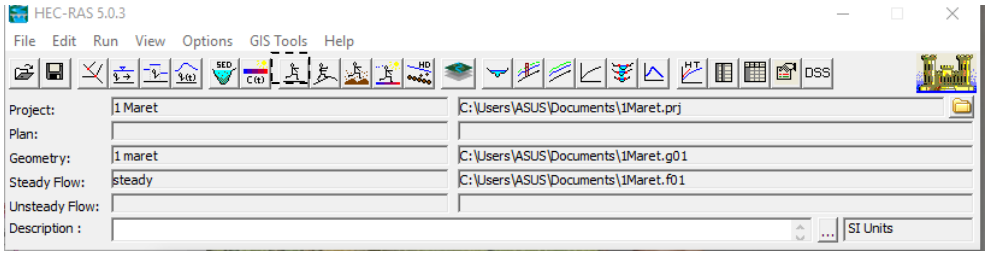
Gambar 4. 40 Langkah menginput data debit

c. Klik *menu file* → klik *save flow data* (**Gambar 2.41**)

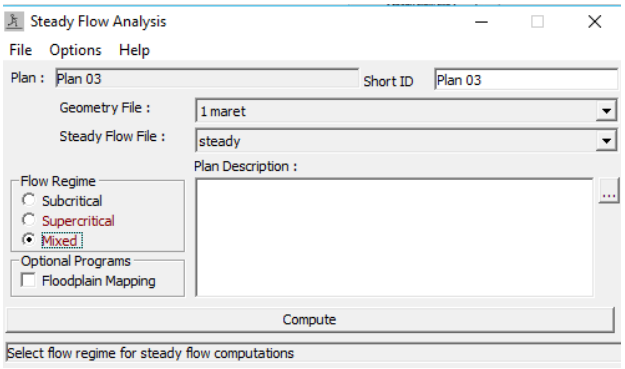


Gambar 4. 41 Langkah menyimpan data debit

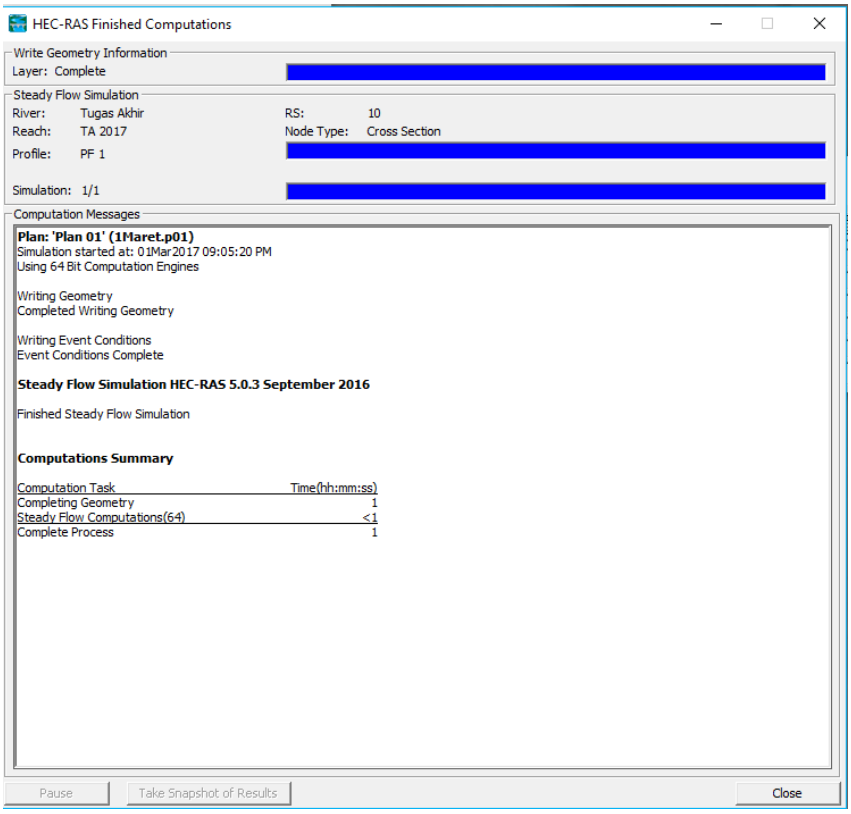
9. Klik *icon* untuk menampilkan simulasi debit *steady* yang telah dibuat (**Gambar 2.42**) → isi kolom *short ID* dan klik *mixed* pada *flow regime* lalu klik *compute* (**Gambar 2.43**) → jika proses *running steady flow* telah berhasil maka klik tombol *close* (**Gambar 2.44**)



Gambar 4. 42 Langkah *running* data *steady flow*



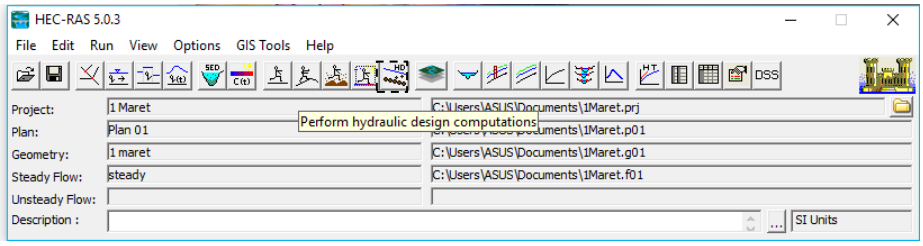
Gambar 4. 43 Langkah *running* data *steady flow*



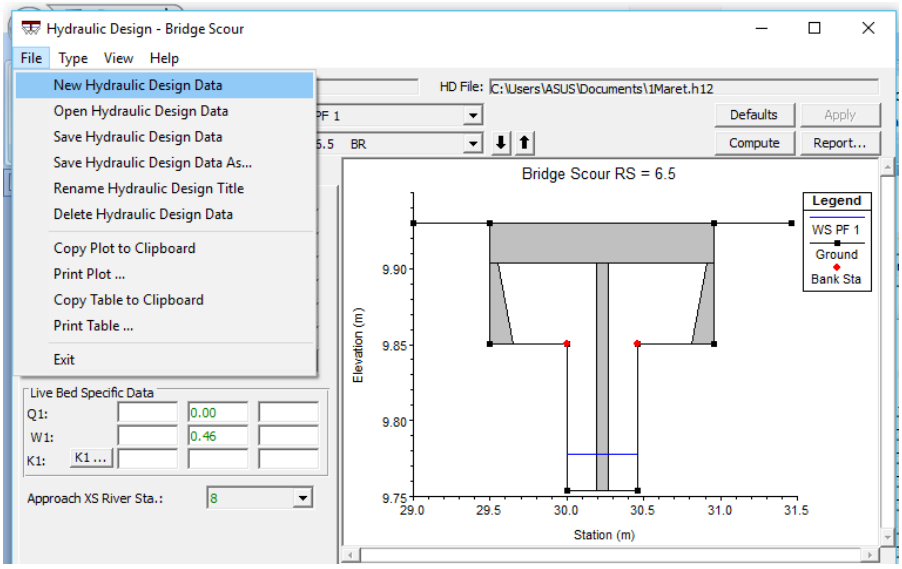
Gambar 4. 44 Langkah *running* data *steady flow*

10. Menginput data hidraulik

    a. Klik *icon hydraulic design computations* (**Gambar 2.45**) → klik *menu file* → klik *new hydraulic design data* (**Gambar 2.46**).



Gambar 4. 45 Langkah membuat data hidraulik



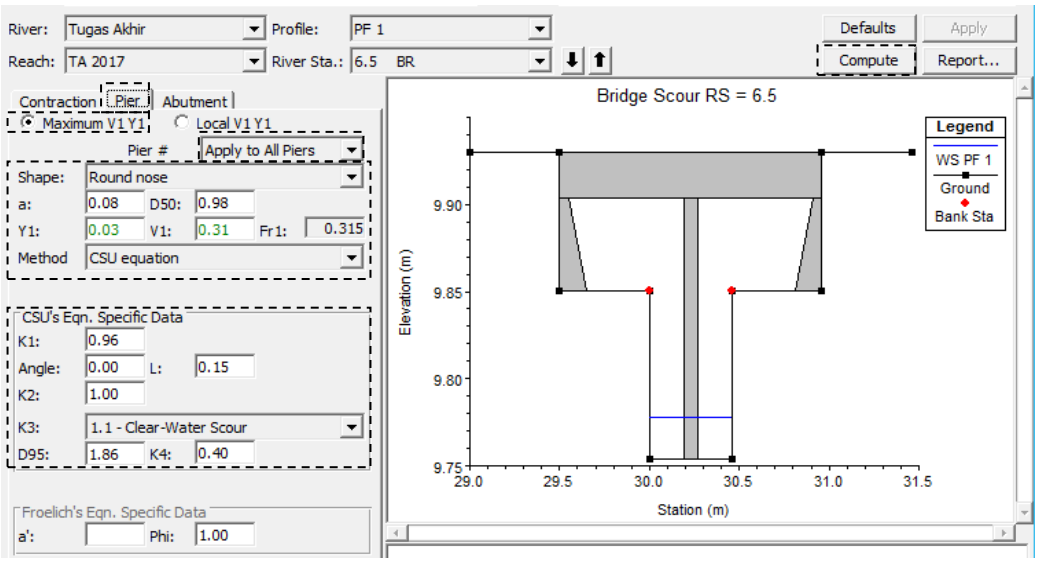
Gambar 4. 46 Langkah membuat data hidraulik

b. Mengisi data untuk simulasi gerusan pilar (**Gambar 2.47**)

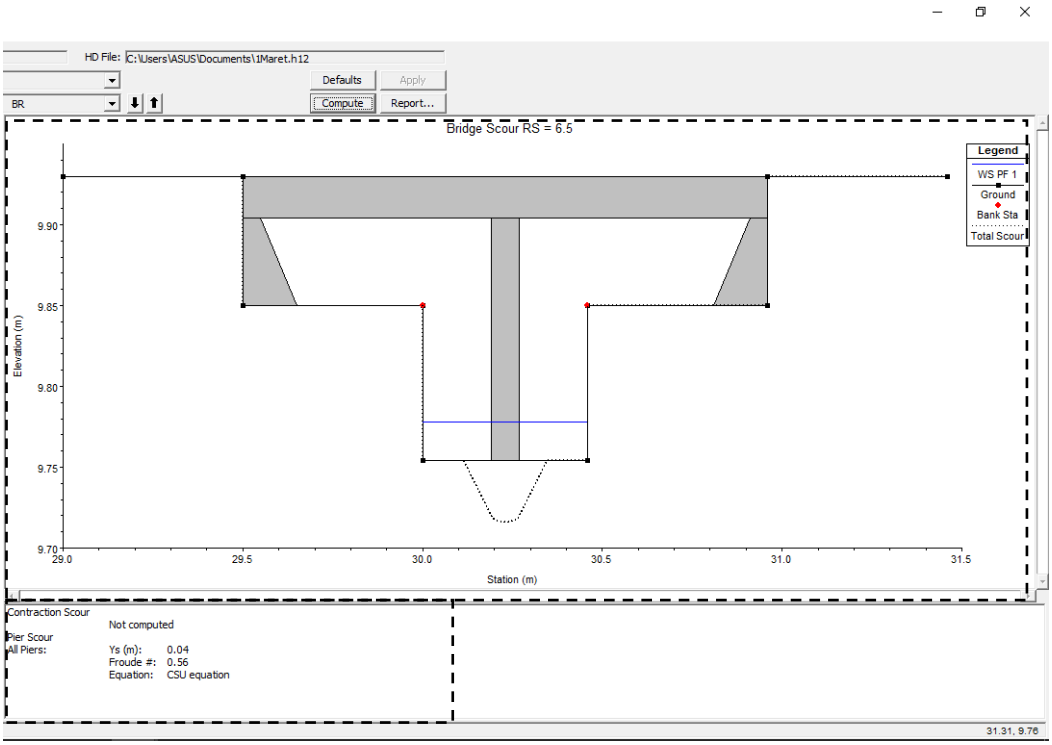
- Pilih *pier* untuk mensimulasi gerusan yang ada dipilar
- Klik *maximum* V1 Y1
- Pada *pier#* pilih *apply to all piers*
- Pada *shape* pilih bentuk pilar (*square nose*:ujung pilar berbentuk kotak ; *round nose*:ujung pilar berbentuk lingkaran ; *cylindrical*:pilar berbentuk lingkaran ; *sharp nose*:ujung pilar berbentuk tajam; *group of cylinders*: pilar dari kumpulan lingkaran)
- Pada ‘a’ isi dengan tebal pilar
- Pada D50 isi dengan diameter sedimen saat 50%
- Y1 diisi dengan kedalaman aliran hulu

- V1 diisi dengan kecepatan rata-rata
- Fr1 (*froude number*) akan terisi secara otomatis
- Pada *method* pilih CSU *equation* untuk menggunakan persamaan CSU
- K1 diisi dengan faktor koreksi bentuk penampang pilar
- *Angle* diisi berdasarkan sudut datang aliran pada pilar
- L diisi dengan panjang pilar
- K2 diisi dengan faktor koreksi arah datang aliran air
- K3 diisi dengan faktor koreksi kondisi dasar permukaan dan gundukan
- K4 diisi dengan faktor koreksi ketahanan dasar saluran
- Pada D95 isi dengan diameter sedimen saat 95%

c. Klik *compute* untuk memulai simulasi gerusan (**Gambar 2.47**)



Gambar 4. 47 Langkah mengisi data simulasi gerusan



Gambar 4. 48 Hasil simulasi gerusan pada pilar