

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Objek Kajian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *tetrapod* dengan penyelarar arus bambu sebagai penanggulangan atau pencegahan gerusan terhadap tebing sisi bagian luar belokan sungai. Pemasangan *tetrapod* dengan penyelarar arus bambu pada tebing menggunakan variasi jarak antar *tetrapod* dengan penyelarar arus bambu menggunakan sudut pemasangan 90° .

Pengujian ini merupakan uji model hidrolika menggunakan *flume* sungai dengan panjang belokan 5 m, lebar dalam 0,8 m, dan tinggi 0,5 m. Saluran berbentuk trapesium dengan sudut belokan 90° , terdapat 2 variasi krib dalam setiap saluran dibuat jarak 50 cm, air yang digunakan adalah air yang bersih dan yang tidak bersedimen. Pengamatan dilakukan dengan debit konstan 7,07 liter/detik, dengan 2 kombinasi variasi *tetrapod*-penyelaras arus bambu-*tetrapod* dan penyelarar arus bambu-*tetrapod*-penyelaras arus bambu terhadap arah aliran yang dialiri selama 3 jam setiap variasinya.

Dalam pengujian ini digunakan bahan dasar tanah lempung dan pasir yang mudah tergerus sebagai tebing sungai yang akan diuji. Setelah pengujian ini, diharapkan dapat memberikan pengetahuan mengenai pembangunan pengaman belokan sungai berupa *tetrapod* dengan penyelarar arus bambu jarak dan sudut yang efektif untuk melindungi tebing belokan sungai dari gerusan arus sungai.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Pengujian dilakukan di Laboratorium Hidrolika Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan (JPTSP) , Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta. Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 21 Januari 2019 sampai 26 April 2019 yang meliputi masa persiapan alat dan bahan, persiapan tempat dan masa pengambilan data kedalaman gerusan pada belokan sungai.

C. Bahan Pengujian

1. Pasir

Pasir adalah sedimen yang digunakan untuk pembuatan dasar saluran pada permodelan sungai. Dalam penelitian ini pasir alam yang digunakan berasal dari Bengkel Batu JPTSP FT UNY. Pasir yang digunakan lolos saringan No.4 , pengujian pasir dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah JPTSP FT UNY. Pasir tersebut digunakan sebagai dasar saluran dengan ketebalan 5 cm seperti pada Gambar 11.



Gambar 11. Pasir Lolos Ayakan No.4
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)

2. Air

Air dalam penelitian ini menggunakan air tanah yang telah ditampung dalam *ground water tank* Laboratorium Hidraulika JPTSP FT

UNY seperti pada Gambar 12. Sistem pengaliran dilakukan dengan model tertutup sehingga air dapat dipompa kembali untuk mengalir *flume* penguji sehingga lebih menghemat air. Pengisian *ground water tank* dilakukan diluar jam kantor karena input pada *ground water tank* cukup besar.



Gambar 12. Air
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)



Gambar 13. Tanah Lempung
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)

3. Tanah Lempung

Bahan yang digunakan untuk pembuatan tebing berupa tanah lempung yang diambil dari Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Tanah lempung dikeringkan kemudian di hancurkan untuk memperoleh tanah yang lolos saringan No.4, pengujian tanah dilakukan di Laboratorium

Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta seperti pada Gambar 13.

D. Alat Pengujian

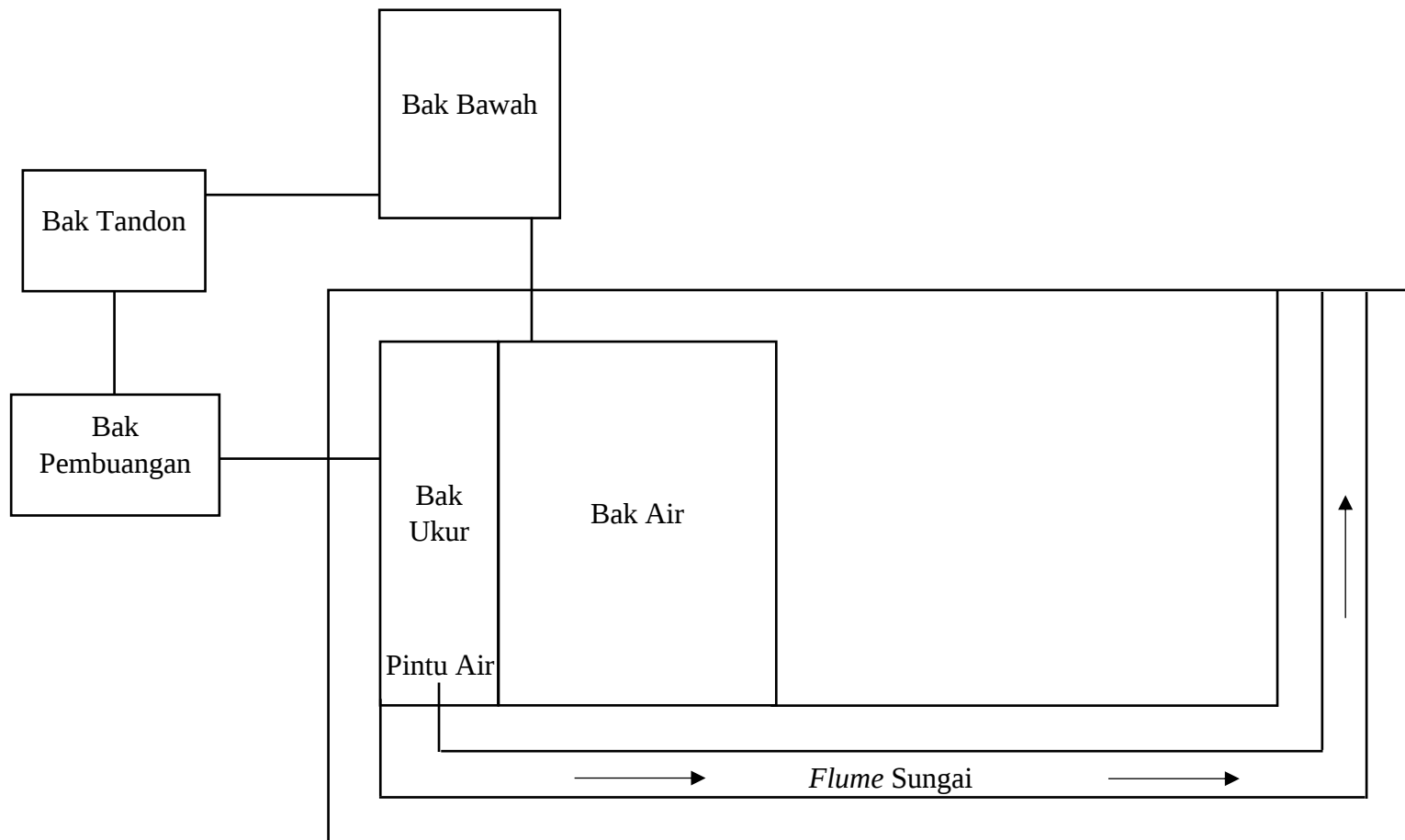
1. *Flume* Sungai

Flume sungai seperti pada Gambar 14 merupakan model sungai yang digunakan pada pengujian ini, dengan panjang belokan 5 m, lebar dalam 0,80 m dan memiliki tinggi 0,50 m. Untuk memudahkan pembacaan hasil *running* pada bagian bibir atas saluran dipasang besi *galvalum* sebagai jalur roda motor *track*. Saluran *flume* terhubung dengan bak tampung diatas muka lantai dan *ground water tank*.



Gambar 14. *Flume* Sungai
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)

Untuk keperluan *running* pengaliran menggunakan air yang dialirkan ke *flume* dengan sistem sirkulasi tertutup sehingga praktis tidak ada air yang hilang. Sirkulasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Siklus Air pada *Flume*
(Sumber: Gambar Pribadi, 2019)



Gambar 16. Peluap segitiga model *Thompson*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)

Komponen pelengkap *flume* antara lain adalah bak kontrol untuk mengatur debit konstan, bak penenang atau kalibrasi (bak ukur), bak pengatur muka air. Alat ukur debit aliran dipakai alat ukur peluap segitiga model *Thompson* seperti Gambar 16 yang sebelumnya telah dikalibrasi.

2. Pompa Air



Gambar 17. Pompa Air
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)

Pompa pada pengujian ini berfungsi untuk mempompa air dari *ground water tank* Laboratorium Hidrolika menuju tangki lantai laboratorium. Untuk keperluan sistim sirkulasi air tertutup digunakan pompa dengan kapasitas 7,07 liter/detik. Pompa air yang digunakan adalah pompa air jenis sentrifugal yang memiliki spesifikasi ukuran pipa 1,5 inci

sampai 3 inchi, daya hisap 9 m dan daya dorong 13,7 m sampai 16 m seperti Gambar 17.

3. *Distometer*

Distometer yang digunakan dalam pengujian ini bertipe Leica D210 seperti pada Gambar 18 dengan daya jangkau ukur 60 meter dan memiliki fasilitas *bluetooth* yang dapat dipasangkan dengan handphone atau laptop. Dalam penggunaannya *distometer* diletakan pada motor *track* bersekala dan digerakan secara horizontal sesuai dengan stasiun dan skala yang dibutuhkan. Untuk pengambilan jarak tembakan dapat dilakukan dengan menekan tombol *enter* pada laptop dan nilai hasil tembakan otomatis tercatat pada *Microsoft excel*.



Gambar 18. *Distometer*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)

4. *Stopwatch*

Stopwatch adalah alat yang digunakan untuk mengukur lamanya waktu yang diperlukan dalam kegiatan. Dalam pengujian ini *stopwatch* yang digunakan seperti Gambar 19 untuk menentukan waktu pengaliran selama 180 menit.



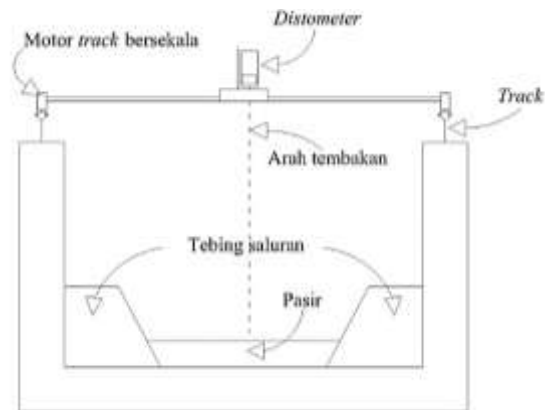
Gambar 19. *Stopwatch*
(Sumber: Dokumentasi Internet, 2019)

5. Motor *track* berskala

Untuk memudahkan dalam pembacaan dan penembakan digunakan motor *track* berskala. Motor *track* berskala dijalankan pada permukaan saluran penguji yang telah diberi besi sebagai jalur roda. Motor *track* berskala berbentuk rangkaian roda aluminium dengan kerangka *hollow* yang dibentuk sedemikian rupa sehingga dapat digerakan secara horizontal kedepan dan kebelakang. Untuk meletakkan *distometer* diberi dudukan pada tengah motor *track* berupa kayu. Kayu dudukan dapat digerakkan secara horizontal kesamping untuk mengukur kedalaman potongan melintang pada saluran dengan bentuk seperti pada Gambar 20.



Gambar 20. Motor *Track*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)



Gambar 21. Sketsa Cara Kerja Motor Track
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)



(a)



(b)

Gambar 22. *Tetrapod*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)

6. *Tetrapod*

Pengaman belokan sungai digunakan jenis bangunan air berupa *tetrapod* yang dipasang melintang pada tebing sebelah luar belokan sungai.

Tetrapod terbuat dari baja tulangan polos dengan $\varnothing 8$ mm, dengan dimensi *tetrapod* 1cm x 1cm x 1cm dimodelkan berbentuk trapesium dengan ukuran panjang 15cm, lebar atas 2,5cm lebar bawah 7cm, dan dengan tinggi 8cm. Jarak antar *tetrapod* 30 cm dibuat sama, jumlah *tetrapod* dalam belokan sebanyak 16 buah seperti Gambar 22 (a) dan untuk detail *tetrapod* seperti Gambar 22 (b).



(a)



(b)

Gambar 23. Penyelaras Arus Bambu
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)

7. Penyelaras arus bambu

Dalam simulasi penelitian ini penyelaras arus bambu diganti menggunakan tusuk sate yang dibuat seperti aslinya dengan diameter 0,3 cm, dirangkai sedemikian rupa sehingga memiliki panjang 10 cm, tinggi 10

cm, dan jarak antara tusuk sate 1 cm seperti pada Gambar 23 (b) dan pengaplikasiannya seperti pada Gambar 23 (a).

8. Mistar Ukur

Mistar ukur segitiga atau penggaris dengan skala kecil 1 mm yang mempunyai ketelitian 0,5 mm dalam penggunaan mistar ukur segitiga/penggaris sebaiknya secara tegak lurus untuk menghindari kesalahan pembacaan. Dalam penelitian ini mistar ukur segitiga atau penggaris seperti pada Gambar 24 digunakan untuk menentukan sudut dalam pemasangan krib dengan sudut 45° . Dalam penggunaan mistar ukur segitiga atau penggaris untuk menentukan sudut pemasangan hanya diletakkan pada dasar saluran dan menempelkan ke dinding saluran.



Gambar 24. Mistar Ukur Segitiga/ Penggaris
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)

9. Kamera

Pada pengujian ini kamera yang digunakan seperti Gambar 25 yang berfungsi untuk mendokumentasikan hasil pengujian dari awal sampai akhir pengaliran secara visual. Cara kerja *kamera* sama seperti cara kerja

mata. Bayangan nyata dari sebuah objek/benda dibentuk oleh lensa cembung pada kamera. Bayangan nyata objek / benda itu ditangkap oleh film kamera ([https:// pengertianahli.id /2014/05/ pengertian-kamera-apa-itu-kamera.html](https://pengertianahli.id/2014/05/pengertian-kamera-apa-itu-kamera.html)).



Gambar 25. Kamera
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)

10. *Waterpass*

Waterpass dalam pengujian ini berfungsi untuk menyelaraskan dasar saluran. Dasar saluran diberi pasir yang telah disaring dengan saringan nomor #4 atau setara dengan 0,475 cm. Pasir dihamparkan dengan ketebalan ± 5 cm pada sepanjang saluran.



Gambar 26. *Waterpass*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)

E. Teknik Pengambilan Data

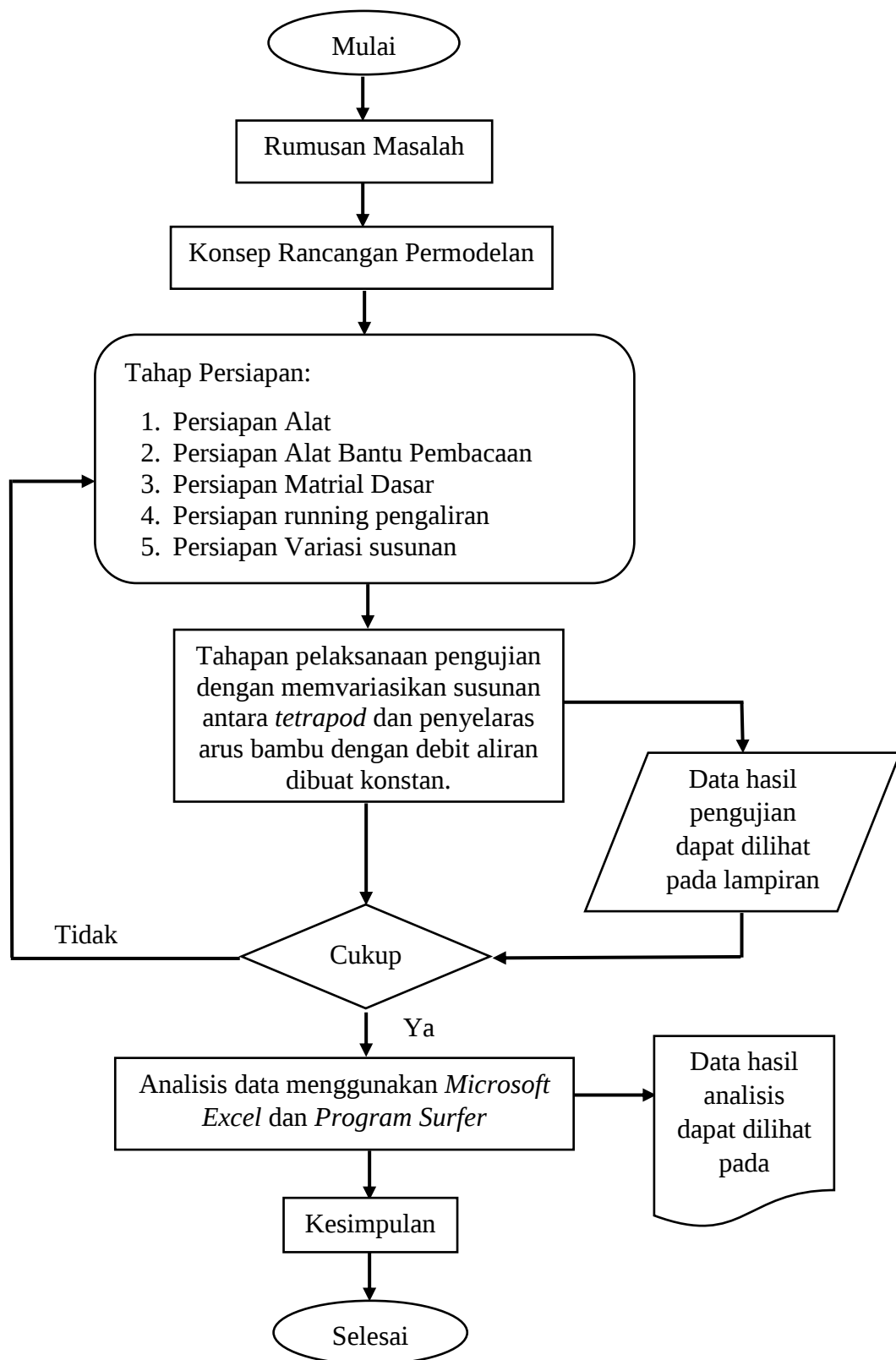
Setiap data yang diambil menggunakan debit dan kedalaman aliran yang sama atau stabil. Pengambilan data yang dilakukan dengan mengamati gerusan yang terjadi disekitar tebing dan dasar sungai sampai dengan gerusan tersebut stabil, percobaan dilakukan sebanyak tiga kali. Jarak antar krib sebesar 51 cm dibuat konstan. Dalam satu kali running terdapat 2 variasi kombinasi krib dengan pengambilan data sebagai berikut:

1. *Tetrapod* jarak 51 cm sudut pemasangan 90° dan penyelaras arus bambu jarak 51 cm sudut pemasangan 45° . Formasi Pemasangan 1 (FP1).
2. Penyelaras arus bambu jarak 51 cm sudut pemasangan 45° dan *tetrapod* jarak 51 cm sudut pemasangan 90° . Formasi Pemasangan 2 (FP2).

Setelah dialiri air selama 180 menit gerusan yang terjadi dianggap cukup stabil. Pengukuran kedalaman gerusan dilakukan menggunakan alat *leica distrometer* yang sudah disambungkan ke laptop menggunakan *bluetooth*. Pembacaan jarak dilakukan secara arah melintang pada saluran di setiap titik yang diletakan bangunan perkuatan yang berupa tetrapot dan penyelaras arus bambu dengan arah melintang yang dibaca setiap 1 cm dan setiap 5 cm.

F. Tahapan Pengujian

Tahapan pengujian dalam penelitian gerusan sungai yang dimodelkan laboratorium ini dijelaskan pada diagram alir tahapan pengujian seperti pada Gambar 27.



Gambar 27. Diagram Alir Tahapan Pengujian

1. Tahap Persiapan

Tahapan-tahapan persiapan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Persiapan Alat

Pemeriksaan kesiapan pompa air dan *flume*, untuk menentukan debit yang akan dipakai. Pembacaan debit dapat dilihat dengan cara meletakkan mistar ukur pada bibir peluap segitiga model *Thompson* untuk memeriksa tinggi (H) debit yaitu 12 cm dengan debit sebesar 7,07 liter/detik. Kemudian dipasang pula komponen tambahan dalam *flume* seperti pada Gambar 28.



Gambar 28. Pemecah Gelombang
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)



Gambar 29. Marking pada *Flume* Sungai
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)

b. Persiapan Alat Bantu Pembacaan

Alat bantu untuk pembacaan ke dalam gerusan agar mempermudah dalam pengambilan data yaitu membuat tempat untuk meletakkan distometer seperti Gambar 29. Pada peluap segitiga dipasang penggaris 30 cm untuk mengontrol ketinggian air pada peluap.

c. Persiapan Material Dasar/Pasir

Dasar saluran diberi pasir yang telah disaring dengan saringan nomor #4 atau setara dengan 0,475 cm. Pasir dihamparkan dengan ketebalan ± 5 cm pada sepanjang saluran.



Gambar 30. Persiapan Pasir
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)

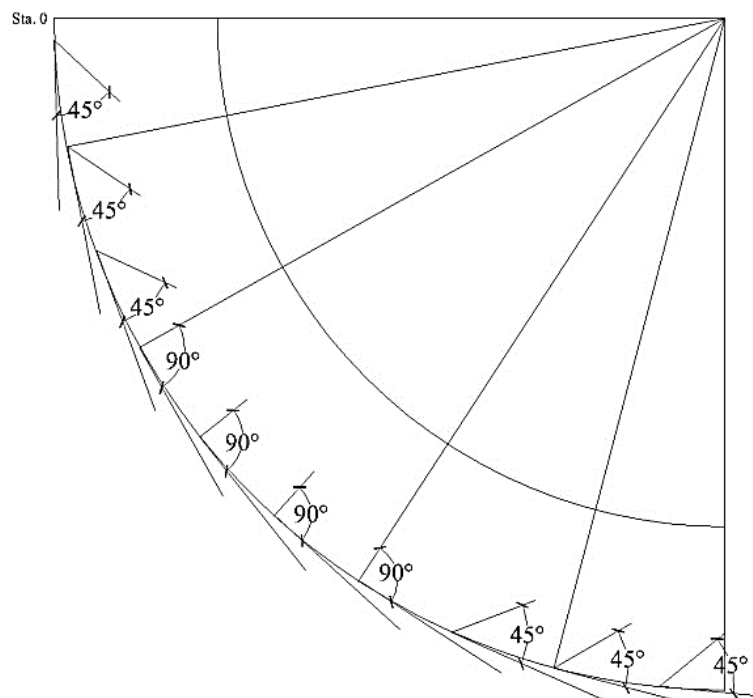
d. Variasi Susunan *tetrapod* dan penyalaras arus bambu

Vaiasi pemasangan *tetrapod* dan penyalaras arus bambu dipasang pada bagian tebing sebelah luar belokan sungai. Pemasangan *tetrapod* dengan jarak 51 sudut 45° dan penyalaras arus bambu dengan jarak 51 dan sudut 45° cm, seperti pada gambar 31.

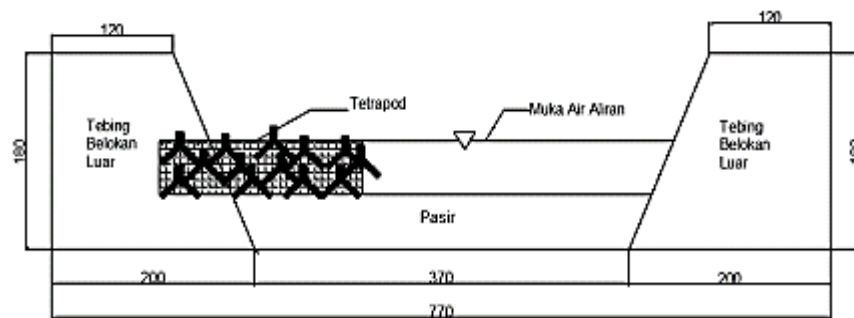


Gambar 31. Pemasangan *Tetrapod*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)

Penyusunan variasi *tetrapod* dan penyelarar arus bambu dengan jarak 51 cm disusun pada bagian belokan luar sungai. Pengukuran jarak diukur menggunakan meteran ukur. Pada setiap variasi *tetrapod* dengan sudut 45° dan penyelarar arus bambu diatur dengan sudut 90° .

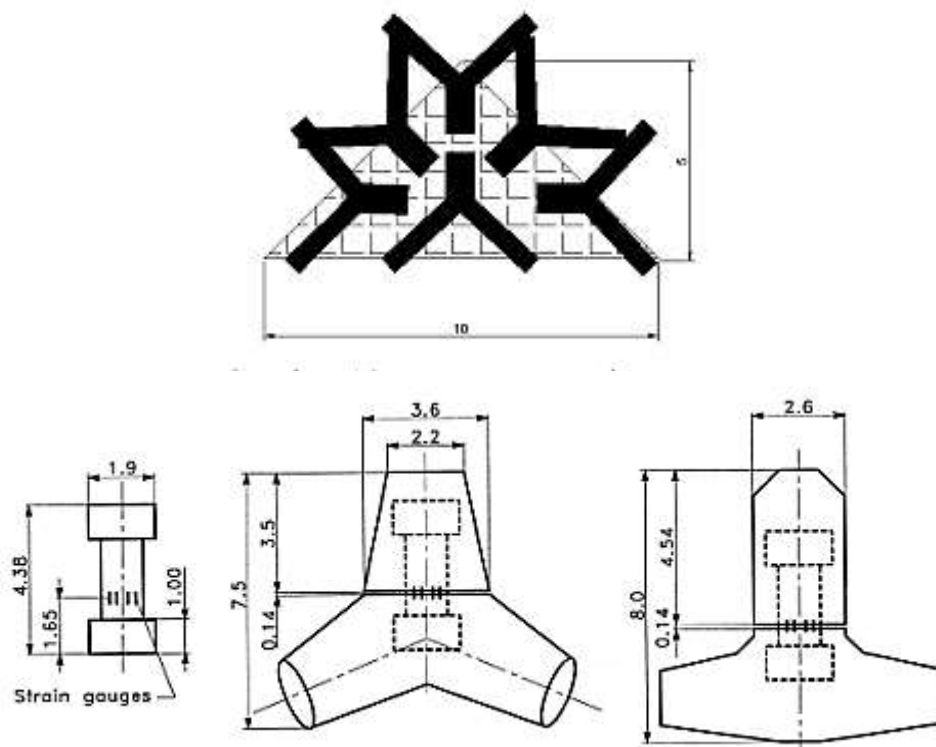


Gambar 32. Penyusunan Variasi Kombinasi dan Sudut
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)



Gambar 33. Profil Melintang Sungai
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)

Gambar 33 adalah gambaran penempatan *tetrapod* pada potongan profil melintang sungai. Dimensi tebing sungai diantaranya adalah tinggi tebing 18 cm, lebar atas 12 cm dan lebar bawah 20 cm. Sementara itu potongan gambar *tetrapod* dapat dilihat pada Gambar 37.



Gambar 34. Potongan *Tetrapod*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)

e. Persiapan *Running* Pengambilan Data

Setelah pada dasar *flume* diisi dengan pasir lolos saringan #4 dan diratakan dengan ketebalan 5 cm. Kemudian dilakukan beberapa langkah sebagai berikut:

- 1) Material dasar saluran yang digunakan pada penelitian ini adalah pasir. Pasir yang digunakan adalah pasir yang sudah disaring dan lolos saringan #4.
- 2) Pengecekan datar dasar saluran menggunakan *waterpass* yang diletakkan diatas material dasar saluran agar elevasi permukaan pasir dasar saluran rata.
- 3) Menggunakan bantuan balok kayu pada ujung *flume* pasir. Air dialirkan dengan debit kecil, agar pasir pada dasar saluran basah dan mendapat kepadatan yang seragam.
- 4) Pada permukaan pasir yang mengalami penurunan elevasi, harus ditambah dengan pasir yang kemudian diratakan kembali.
- 5) Pengecekan terakhir dengan mengalir kembali dengan debit kecil, kemudian diamati jalannya aliran air. Jika aliran air yang mengalir bersamaan rata kiri atau kanan pada permukaan maka dianggap sudah rata.

2. Tahap Pelaksanaan

a. Persiapan Model

Pada pengujian ke 1 dipasang variasi *tetrapod*-penyelaras arus bambu-*tetrapod* dengan jarak 51 cm, pengujian ke-2 dipasang variasi

penyelaras arus bambu-*tetrapod*-penyelaras arus bambu dengan jarak 51 cm.

b. Pengecekan Pompa Air

30 menit sebelum *running* dimulai tandon diisi air terlebih dahulu agar air dalam tandon tidak habis selama proses *running* berlangsung. Kemudian air dipompa naik ke dalam bak penampungan dan mengalir menuju *flume*.

c. Persiapan Material Dasar Sungai

Material dasar yang digunakan dalam penelitian adalah pasir. Pasir disaring agar lolos ayakan #4 dan didapatkan ukuran pasir yang seragam. Setelah dilakukan pengecekan pasir kemudian dihamparkan dan diratakan dengan tebal 5 cm dengan mempertimbangkan gerusan yang terjadi pada saat pengujian tidak melebihi kedalaman pasir.

3. Pengujian Pendahuluan

Pengujian pendahuluan dilakukan sebagai tahap untuk mendapatkan referensi awal besaran gerusan yang terjadi sebelum tebing dipasang *tetrapod* dan penyelaras arus bambu. Tahap ini merupakan inti dari penelitian gerusan sungai. Tahap selanjutnya pengaliran air ke dalam *flume* dengan debit yang konstan. Setelah proses *running* selesai kemudian dilakukan pengukuran kedalaman aliran yang terjadi pada dasar belokan sungai tersebut.

4. Pelaksanaan Pengujian

Setelah semua persiapan siap, dipasang *tetrapod* dan penyalaras arus bambu dengan variasi jarak pada belokan sungai bagian luar. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

- a. Pemasangan variasi pertama *tetrapod*-penyalaras arus bambu-*tetrapod*. Variasi diletakan di *flume* tepatnya pada tebing sebelah luar belokan sungai dan diberi jarak serta sudut yang sudah direncanakan.
- b. Dilakukan pembacaan sebelum *running* menggunakan alat *distrometer*. Pembacaan dilakukan di setiap titik pengukuran.
- c. Mesin pompa air dihidupkan agar air mengalir dengan debit konstan dan dapat membentuk gerusan pada belokan sungai.
- d. Pengamatan gerusan dilakukan selama 180 menit.
- e. Setelah selesai *running* dan air sudah surut kemudian dilakukan pengukuran.
- f. Setelah dilakukan pengukuran kontur, pasir diratakan kembali untuk selanjutnya dilakukan *running* dengan variasi penyalaras arus bambu-*tetrapod*-penyalaras arus bambu.

5. Analisis Hasil

Kedalaman gerusan saat sesudah dilakukan *running* dilakukan pada awal memasuki belokan sampai akhir belokan. Pada pengujian ini diusahakan aliran yang terjadi adalah aliran sub kritis dengan nilai $Fr < 1$. Dengan kedalaman airan (γ_0) diukur pada titik tertentu yang belum terganggu dengan bangunan perkutan belokan tersebut. Kedalaman

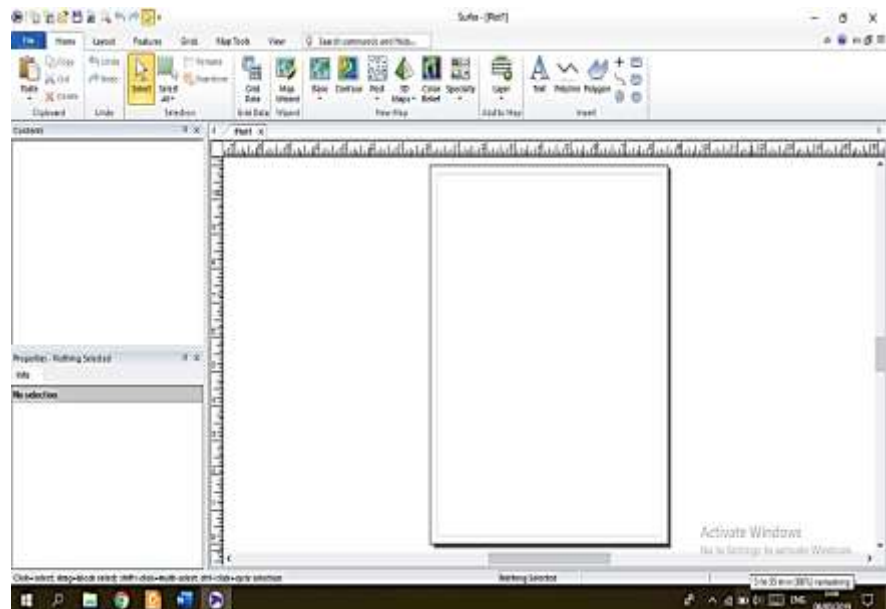
gerusan (γ_s) yang diukur pada awal belokkan hinga akhir belokan. Pada hasil pemasangan kombinasi *tetrapod* dan penyelaras arus bambu didapatkan data gerusan maksimum, kontur gerusan, dan panjang gerusan.

Analisis data dilakukan untuk mencari hubungan antara parameter yang diperoleh dan mendapatkan hasil analisis pengaruh pemasangan dengan kombinasi antara *tetrapod* dan penyelaras arus bambu yang paling efektif untuk mengurangi gerusan pada belokan sungai. Analisis data ini dilakukan dengan menggunakan Program *Microsoft Excel* dan *Surfer 14*.

Langkah-langkah mengelola data menggunakan *surfer 14* adalah sebagai berikut:

- a) Memulai Program Surfer 14.

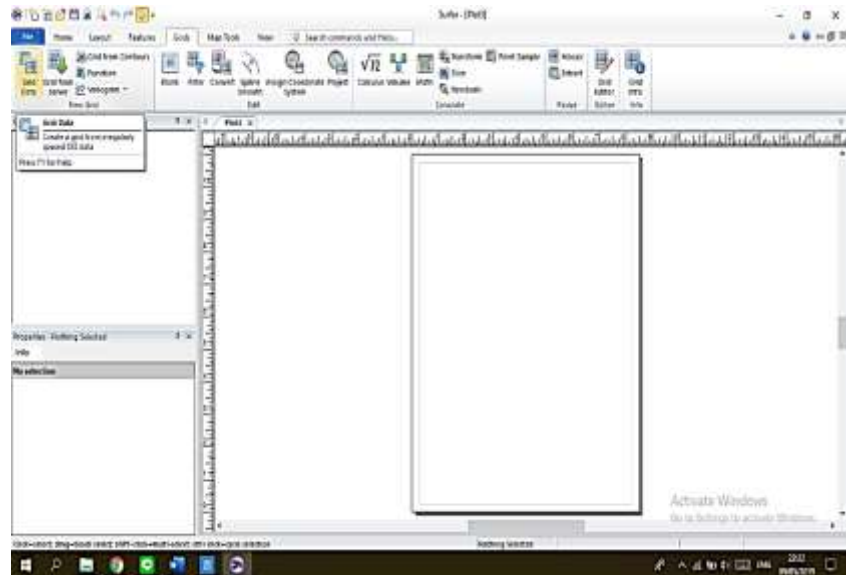
Klik dua kali pada ikon *Srufer* () pada destop komputer.



Gambar 35. Tampilan awal *Surfer 14*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)

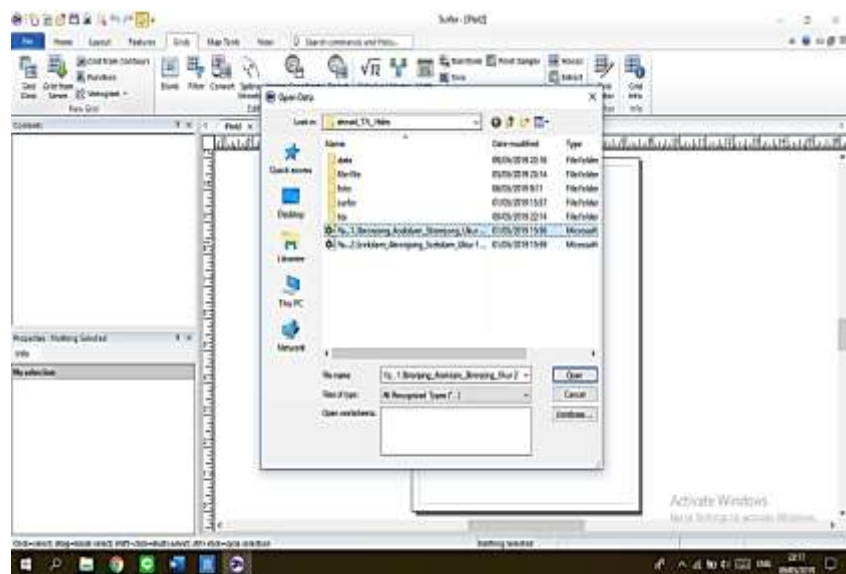
b) Memasukan Data

1) Memasukan data, klik ikon *Grid Data*



Gambar 36. Cara memasukan data.
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)

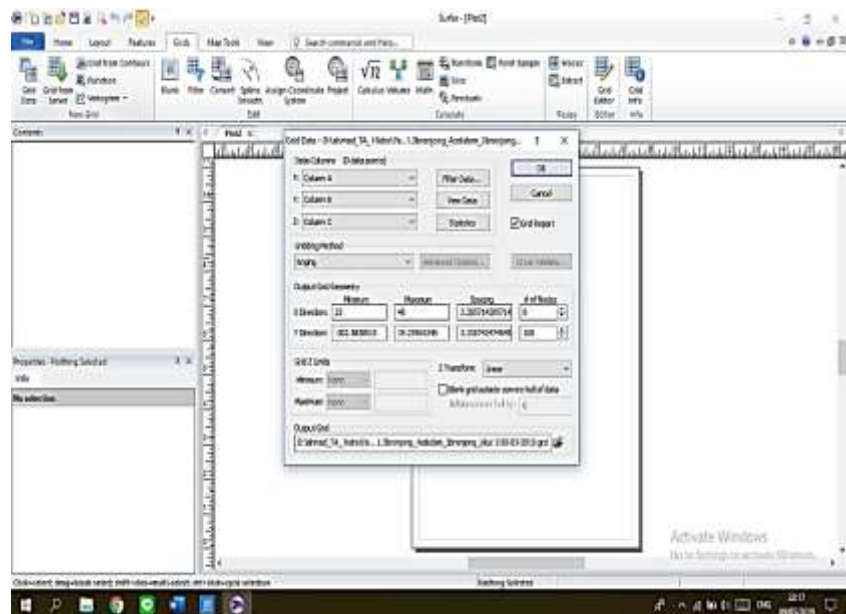
2) Kemudian pilih *File* data dengan *Ekstension Spreadsheet*, klik *Open*.



Gambar 37. Cara memasukan data.
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)

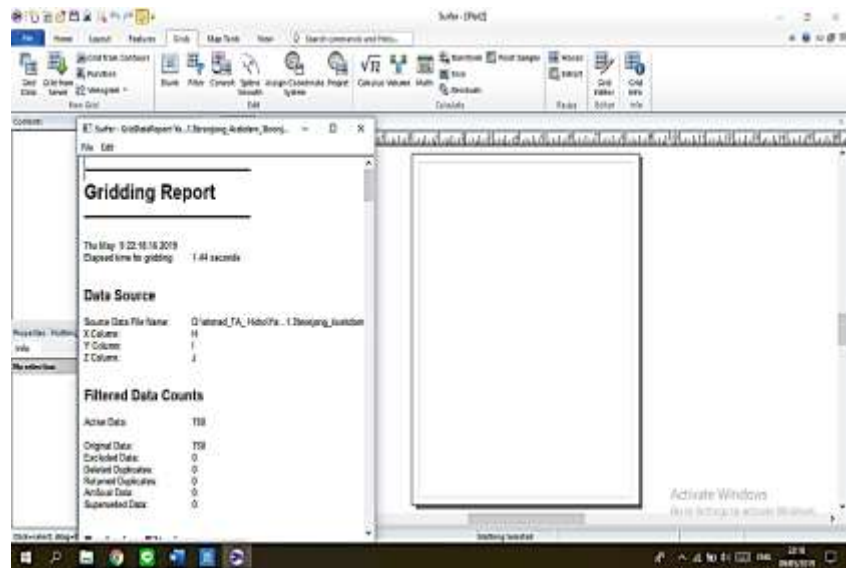
-
- The screenshot displays the SolidWorks software interface. A dialog box titled "GLSL Compiler Options - No. 1: diverging build..." is open in the center. The dialog box contains the following text and options:
- The following lists the available OpenGL drivers. Please select one to compile.
 - OpenGL 4.5 (selected)
 - OpenGL 4.3
 - OpenGL 4.2
 - OpenGL 4.1
 - OpenGL 4.0
 - OpenGL 3.3
 - OpenGL 3.2
 - OpenGL 3.1
 - OpenGL 3.0
 - OpenGL 2.1
 - OpenGL 2.0
 - OpenGL 1.5
 - OpenGL 1.4
 - OpenGL 1.3
 - OpenGL 1.2
 - OpenGL 1.1
 - OpenGL 1.0
- The "OpenGL 4.5" option is selected. The dialog box has "OK" and "Cancel" buttons at the bottom. The background shows the SolidWorks main window with a blank part file and various toolbars.

4) Lalu akan muncul *box dialog*, tentukan *output data* pada *Surfer*.



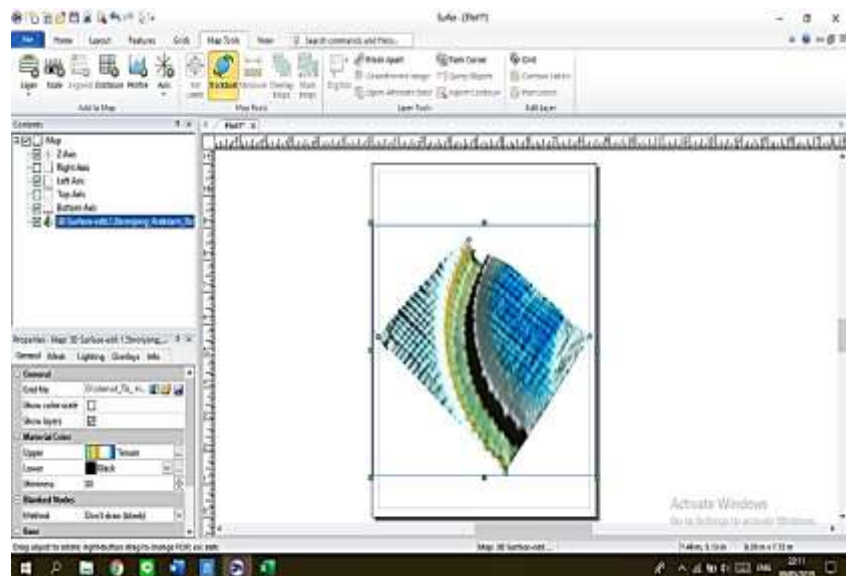
60

- 5) Muncul *Report* mengenai data yang telah dimasukan, klik OK.



Gambar 40. Cara memasukan data.
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)

- c) Penggambaran plot data. Data yang sudah dimasukan dalam *Surfer* dapat diplot menjadi gambar.
- 1) Klik ikon *contour map*, pada data *Surfer*, klik *Open*, klik OK.
 - 2) Klik ikon *new 3D surface*, pilih data *Surfer*, klik *Open*, klik OK.



Gambar 41. Tampilan gambar 3D
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2019)