

BAB III

PENGUJIAN MODEL

A. Objek Kajian

Sesuai dengan tujuan pengujian, untuk mengetahui besarnya gerusan maksimum pada tebing dan dasar saluran sungai maka dilakukan pengujian dengan model *flume* skala laboratorium. Pengujian ini dilakukan dengan model *flume* memiliki lebar saluran 50 cm, kedalaman 50 cm dan memiliki panjang belokan 5m. Belokan pada model *flume* dibuat dengan sudut 90°. Tebing saluran dibentuk trapesium dengan kemiringan 2 vertikal: 1 horizontal berbahan tanah liat yang memiliki kepadatan semirip mungkin dengan kondisi eksiting lokasi sungai.

Pada dasar saluran pengujian digunakan partikel yang mudah tergerus berupa pasir lolos ayakan nomor 4 atau setara dengan 0.475 cm. Dengan panjang 500 cm dipasangkan variasi pertama dan kedua secara bergantian. Variasi pertama berbentuk krib-penyalaras arus bambu-krib dan kedua berbentuk penyalaras arus bambu-krib-penyalaras arus bambu. Air dialirkan pada saluran model *flume* dengan debit 7.07 liter/detik selama 180 menit. Air dalam pengujian ini digunakan air tanah yang telah ditampung pada *ground water tank* Laboratorium Hidraulika Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Pengujian dilakukan di Laboratorium Hidraulika Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta. Penelitian ini dilakukan pada tanggal 25 Januari 2019 – 15 April 2019 yang

meliputi masa persiapan sampai pada masa pengambilan data kedalaman gerusan saluran model *flume*.

C. Bahan Pengujian

Dalam pemodelan pengujian tentu menggunakan bahan dalam pelaksanaannya. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Pasir

Pasir merupakan material lepas yang sangat mudah tergerus. Dalam penelitian ini pasir dipilih dengan kriteria lolos ayakan nomor 4 atau setara dengan 0.475 cm. Pasir dipasangkan pada dasar saluran karena memiliki sifat yang mudah tergerus.

2. Tanah

Tanah dalam penelitian ini digunakan pada tebing saluran. Tanah dalam penelitian ini diambil dari Guwosari, Pentholan, Pajangan Kidul, Bantul, Yogyakarta. Tanah dipilih dengan syarat lolos ayakan nomor 4 atau setara dengan 0.475 cm. Tanah lolos ayakan nomor 4 didapatkan dengan cara tanah dijemur hingga kering udara kemudian tanah ditumbuk menggunakan mesin *Loss Angels*. Tebing saluran dicetak pada model *flume* dengan perbandingan 2 vertikal: 1 horizontal. Untuk memudahkan proses pencetakan tebing saluran, tanah lolos ayakan nomor 4 dibuat memiliki kadar basah optimal.



Gambar 8. Tanah

3. Air

Air dalam penelitian ini menggunakan air tanah yang telah ditampung dalam *ground water tank* Laboratorium Hidraulika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta. Sistem pengaliran dilakukan dengan model tertutup dengan maksud air dapat dipompa kembali untuk mengaliri *flume* penguji sehingga lebih menghemat air. Pengisian *ground water tank* dilakukan diluar jam kantor karena input pada *ground water tank* cukup besar sehingga sangat dimungkinkan ketika proses pengisian dapat mengganggu sistem *plumbing* dan sanitasi Fakultas Teknik.

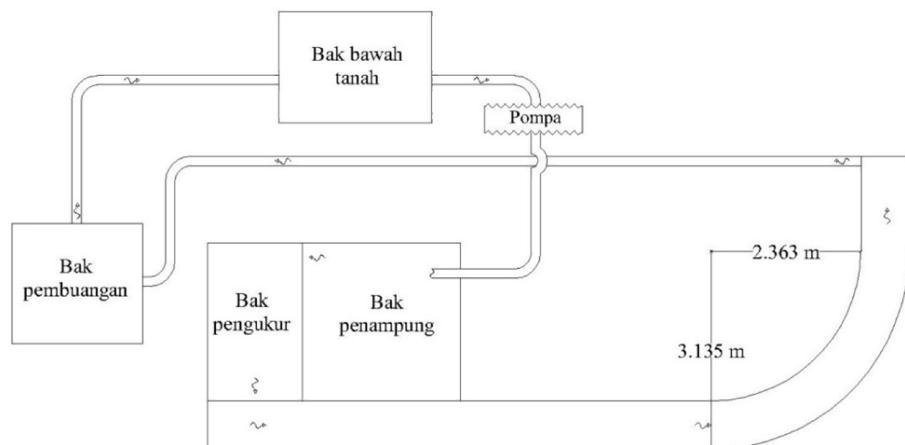
D. Alat Pengujian

Disamping bahan-bahan dalam pengujian, tentu dibutuhkan alat dalam proses pelaksanaan pengujian. Alat-alat yang dibutuhkan dalam pengujian ini berupa:

1. *Flume* model sungai

Flume sungai dibuat dari tembok dan *difinising* sedemikian rupa sehingga memiliki sudut belokan 90° dengan panjang belokan 500 cm. Model *flume* memiliki lebar saluran 50 cm, kedalaman 80 cm dan memiliki penampang halus

pada bagian dalam saluran. Untuk memudahkan pembacaan hasil *running* pada bagian bibir atas saluran dipasangkan besi galvanum sebagai jalur roda motor *track*. Saluran *flume* terhubung dengan bak tampung diatas muka lantai dan *ground water tank*. Saluran buang *flume* akan dialirkan kedalam *ground water tank* yang terdapat di bawah Laboratorium Hidraulika Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan.



Gambar 9. Siklus Air pada *Flume*

2. Pompa Air

Pompa pada pengujian ini berfungsi untuk mempompa air dari *ground water tank* laboratorium hidraulika menuju tangki lantai laboratorium. Pompa ini memiliki debit semburan 7.07 liter/detik dengan model keong dan berpenggerak dinamo yang dihubungkan *belt string*.



Gambar 10. Pompa Air

3. *Distometer*

Distometer atau meteran laser adalah alat yang digunakan untuk mengukur kemiringan baik sebelum perlakuan *runing* ataupun sesudah. *Distometer* yang digunakan dalam pengujian ini bertipe Leica D210 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 11. *Distometer*

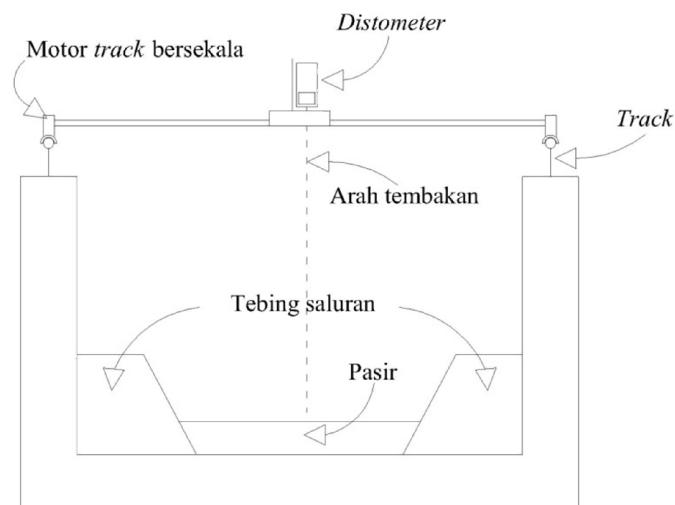
4. Motor *track* berskala

Untuk memudahkan dalam pembacaan dan penembakan digunakan motor *track* berskala. Motor *track* berskala dijalankan pada permukaan saluran pengujian yang telah diberi besi sebagai jalur roda. Motor *track* berskala berbentuk rangkaian roda almunium 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



Gambar 12. Motor *track* bersekala



Gambar 13. Sketsa Cara Kerja Motor *Track*

5. *Stopwatch*

Stopwatch adalah alat yang digunakan untuk mengukur satuan waktu. *Stopwatch* dalam penelitian ini digunakan dalam pengukuran waktu *running* selama 180 menit. *Stopwatch* dinyalakan ketika air sampai pada lapisan dasar saluran stasiun ke-0 dan diakhiri ketika waktu tepat menunjukkan 180 menit.

6. Kamera

Dokumentasi dalam pengujian dibutuhkan untuk pelengkap data dan hasil analisis yang berupa foto maupun video. Dokumentasi selama penelitian dapat diambil menggunakan kamrea atau alat perekam dalam bentuk lainnya. Pengambilan dokumentasi dapat dilakukan pada tahap persiapan hingga setelah pengujian.

7. Mistar Ukur

Pengujian ini menggunakan dua jenis mistar yaitu mistar segitiga dan mistar lurus. Mistar segitiga digunakan untuk mengukur kemiringan krib bronjong dengan sudut 45° terhadap titik pusat serta pada sudut 90° digunakan untuk mengukur kemiringan pemasangan penyelaras arus bambu terhadap titik pusat. Mistar ukur lurus berbahan plastik digunakan untuk mengukur kedalaman tanah dasar saluran. Setelah dilakukan pengukuran dan didapati memiliki ketinggian yang sama maka dilakukan penyelarasan dengan *waterpass*.

8. *Waterpass*

Waterpass dalam pengujian ini digunakan untuk menyelaraskan dasar saluran. *Waterpass* berbahan alumunium dengan panjang 60cm serta terdapat tiga nifu pada kedua ujung dan tengah. Setiap nifu memberikan fungsi masing-masing seperti ketegakan, kemiringan 45° , dan kelandaian.

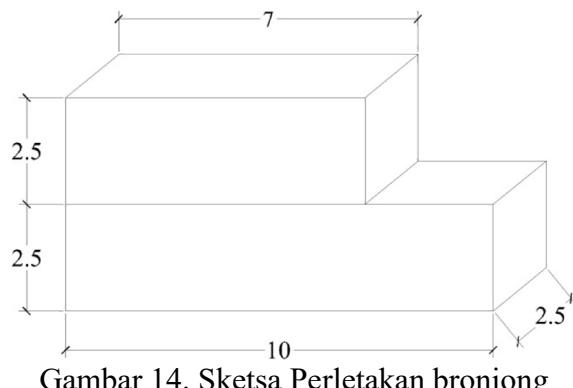
9. Mal Tebing Saluran

Mal tebing saluran dalam penelitian ini digunakan untuk menyetarakan baik lebar maupun ketinggian model saluran. Mal tebing model saluran terbuat dari papan multiplek tebal 3mm yang dibuat sedemikian rupa membentuk trapesium

dengan perbandingan 2 vertikal : 1 horizontal, lebar bawah 37 cm, dan memiliki ketinggian 20 cm. Dalam penggunaannya mal tebing saluran dimasukkan kedalam saluran penguji, pada sisi kanan kiri mal dimasukkan tanah kemudian dipadatkan dengan ketinggian dan kepadatan tertentu pada kedua sisi sehingga didapat saluran yang berbentuk trapesium.

10. Kawat Strimin

Krib batu dibuat dengan kawat strimin yang dibentuk persegi panjang memiliki 2 jenis. Jenis yang pertama memiliki panjang 10 cm dan jenis kedua memiliki panjang 7 cm. Lebar dan tinggi krib batu pada pengujian ini sama yaitu 2.5 cm. Kawat strimin dipilih dengan ukuran lubang 0.5 cm karena memiliki sifat yang mirip dengan kawat krib batu sesungguhnya yaitu semi permeabel. Dalam penyusunannya bronjong model b dipasangkan pada atas bronjong model a atau dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Sketsa Perletakan bronjong



Gambar 15. Bronjong

11. Kerikil tertahan saringan nomor 4 (empat)

Kerikil tertahan saringan nomor 4 atau setara dengan 0.475 cm digunakan sebagai material pengganti batu semi permeabel.

12. Tusuk Sate

Tusuk sate dipilih dalam pengujian ini karena memiliki cara kerja yang hampir sama dengan krib tiang pancang. Tusuk sate berbahan bambu dengan diameter 0.3 cm dipotong dengan panjang 10 cm. Tusuk sate dirangkai menggunakan lem super sedemikian rupa sehingga didapatkan ukuran panjang 10 cm tinggi 10 cm dan terdiri dari 11 tusuk dengan jarak antar tusuk 1 cm.



Gambar 16. Krib Tusuk Sate

13. Palu Kayu

Palu kayu digunakan sebagai alat memadatkan tanah tebing saluran. Palu kayu memiliki gagang kayu silinder, dan kepala palu kayu berbentuk kubus. Palu

kayu dibuat sedemikian rupa di Bengkel Kayu Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan.

E. Teknik Pengambilan Data

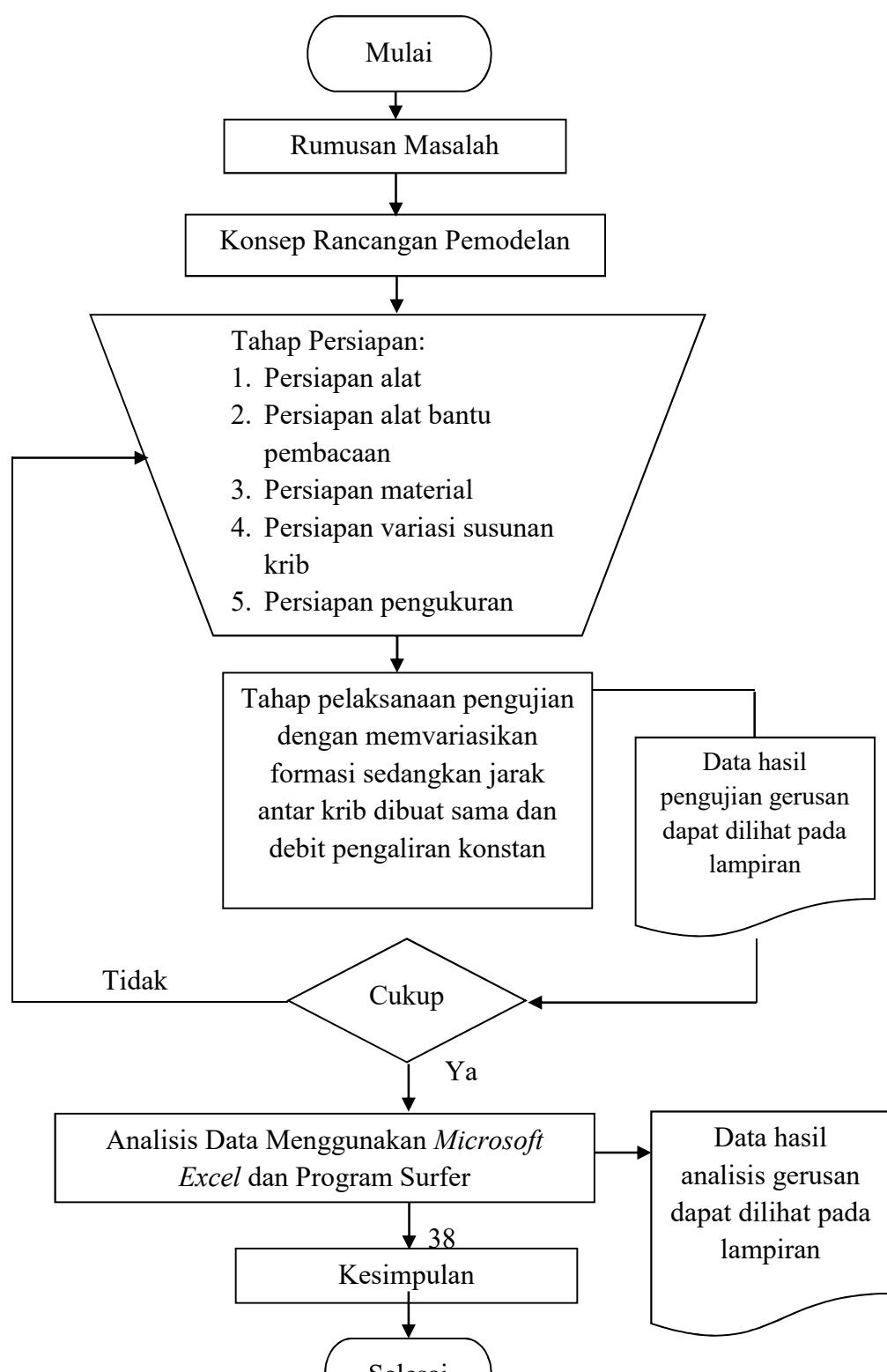
Setiap data yang diambil menggunakan debit dan kedalaman aliran yang sama dan stabil. Pengambilan data yang dilakukan dengan mengamati gerusan yang terjadi disekitar tebing dan dasar saluran sungai sampai dengan gerusan tersebut stabil. Pengambilan data dilakukan dengan cara:

1. Pada bibir saluran dibuat penanda stasiun pengukuran mulai dari ke-0 sampai ke-24
2. Motor *track* bersekala dirakit dan diberi tanda penjarak horizontal sebesar 1 cm sebanyak 21 titik dan 5 cm setelahnya sebanyak 8 titik.
3. *Distometer* dipasangkan pada dudukan motor *track* bersekala.
4. Motor *track* bersekala di posisikan mulai pada stasiun ke-0. Kondisi roda kanan dan kiri harus menempati tepat di stasiun yang akan ditinjau
5. Pengukuran dimulai dengan cara menekan tombol enter pada laptop untuk setiap penjarak melintang.
6. Dudukan *distometer* digerakan horizontal sesuai penjarak yang sudah disiapkan.
7. Proses dilakukan secara berulang untuk stasiun ke-0 sampai ke-24.

Proses pengukuran data dilakukan sebanyak 2 kali untuk setiap variasi yaitu sebelum dan sesudah *running*. Data hasil pengukuran akan dianalisis dengan program *Microsoft Excel* dan *Surfer*.

F. Tahapan Pengujian

Tahapan yang dilakukan dalam pengujian pemodelan ini dijelaskan pada gambar berikut:



Gambar 17. Diagram Alir Tahapan Pengujian

1. Tahap Persiapan

Tahapan-tahapan persiapan dalam penelitian ini sebagai berikut:

a. Persiapan Alat

Pemeriksaan kesiapan komponen alat pada model *flume* sungai, seperti pompa air dan pengecekan papan ukur berupa mistar untuk pembacaan tinggi air pada bak ukur. Peralatan model *flume* perlu dikalibrasi, terutama untuk pembacaan debit aliran yaitu peluap segitiga model *Thompson* sebagai ambang ukur. Kemudian dilakukan pemasangan komponen tambahan pada *flume*, diantaranya pemecah gelombang berupa pipa-pipa yang disusun rapi.



Gambar 18. Pemecah Gelombang

b. Persiapan Alat Bantu Pembacaan

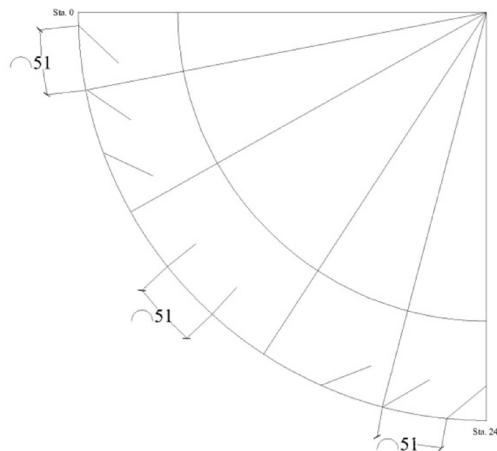
Selain peralatan seperti diatas, diperlukan alat bantu pembacaan pada model *flume* untuk mempermudah pembacaan pada pelaksanaan pengujian. Pemasangan tanda batas ketinggian pasir sebagai dasar saluran dan memberi as pada bagian yang diamati agar letak krib tidak berubah-ubah ketika dilakukan bongkar pasang.

c. Persiapan Material

Material tanah yang telah diambil dan dipersiapkan dicetak pada saluran model *flume* dengan ketinggian 18 cm dan kemiringan 1 vertikal: 2 horizontal. Tebing saluran dibuat dengan kepadatan semirip mungkin dengan kondisi eksiting sungai. Untuk memudahkan dalam pencetakan, tanah dibuat dengan kadar basah optimum. Pasir yang sudah disaring lolos ayakan nomor 4 kemudian di hamparkan pada dasar saluran diantara tebing yang telah selesai dicetak mulai dari hulu hingga hilir. Dalam proses penghamparan dibutuhkan balok kayu yang dipasangkan tegak dengan ketinggian 6 cm. Pemasangan balok kayu dimaksudkan agar proses penghamparan pasir dasar saluran memiliki ketebalan yang relatif sama.

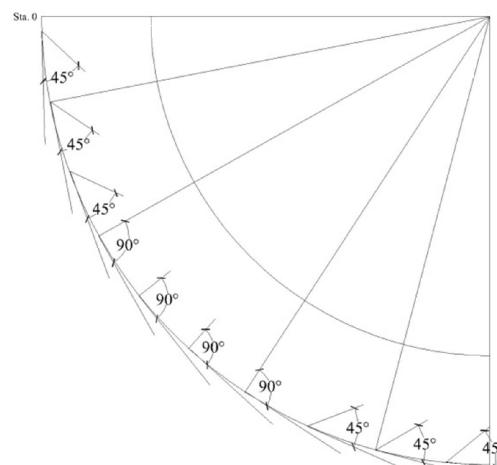
d. Variasi Susunan Krib

Pemasangan krib pada tebing sebelah luar belokan sungai dengan jarak 51 cm antar krib yaitu seperti pada gambar

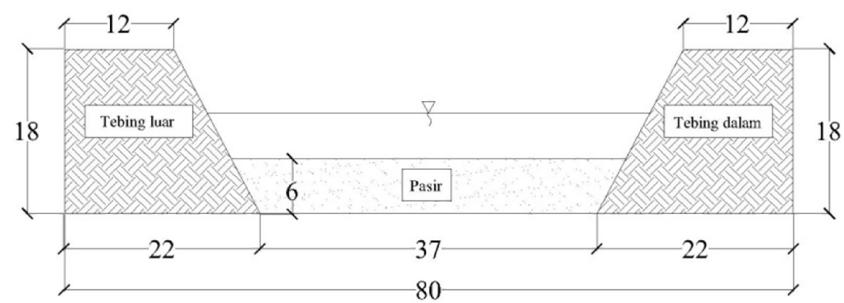


Gambar 19. Jarak Antar Krib

Penyusuan variasi sudut krib terhadap arah aliran sungai dapat dilihat pada Gambar



Gambar 20. Penyusunan Variasi dan Sudut



Gambar 21. Profil Melintang Sungai

e. Persiapan *Running* / Pengambilan Data

Setelah bangunan krib bronjong dan penyelaras arus bambu selesai dipasangkan, tahap selanjutnya adalah persiapan *running* dan pengambilan data. Pengambilan data dilakukan sebelum dan sesudah proses *running*. Pengambilan data dilakukan dengan cara *distometer* dipasangkan pada motor *track* bersekala dan digerakan secara horizontal dengan penjarak sebesar 1 cm sebanyak 21 titik dan 5 cm sebanyak 8 titik. Dalam satu kali pengambilan data dibutuhkan 24 stasiun.

2. Tahap Pelaksanaan

Dalam tahapan perlaksanaan terdapat beberapa hal yang harus dilaksanakan berupa:

a. Pengujian Pendahuluan

Tahap ini dilakukan dengan maksud memperoleh referensi awal besarnya gerusan yang terjadi tanpa adanya gerakan sedimen dasar. Tahap ini merupakan inti dari pengujian yang dilakukan. Selanjutnya dialirkan air ke dalam saluran *flume* dengan debit yang sama. *Running* tahap ini dilakukan dengan pemasangan seperti yang telah disampaikan dalam prosedur persiapan *running* diatas, setelah itu dilakukan pengukuran ragam kedalaman aliran yang terbentuk pada belokan sungai.

b. Pelaksanaan Pengujian

Pada pelaksanaan penegujian direncanakan dengan menggunakan krib dengan dua variasi pada belokan sungai yang meliputi langkah-langkah penelitian :

- 1) Krib pada tebing saluran sebelah luar belokan sungai dan diberi jarak yang sudah direncanakan kemudian diatur dengan material pasir dalam keadaan rata-rata.
- 2) Pengaturan pemasangan jarak antar krib.
- 3) Mesin pompa air dihidupkan agar air mengalir dengan debit yang stabil dan membentuk gerusan pada belokan sungai.
- 4) Pengamatan gerusan dilakukan pada saat kondisi aliran sudah stabil sedangkan mencatat hasil kedalaman gerusan dilakukan setelah *running* pengaliran 180 menit selesai dan sudah tidak ada genangan air lagi di *flume*.
- 5) Setelah dilakukan pengukuran kontur, pasir diratakan kembali untuk selanjutnya dilakukan *running* dengan variasi krib yang lain.

3. Analisis Hasil

Pada pengujian ini diusahakan agar aliran yang terjadi adalah aliran sub kritis dengan nilai $Fr < 1$. Kedalaman aliran (y_0) diukur pada titik tertentu yang belum terganggu akibat adanya krib. Pencatatan kedalaman aliran dilakukan beberapa kali pada saat yang bersamaan untuk mendapatkan data rata-rata kedalaman aliran yang optimal. Kedalaman gerusan (y_s) diukur pada awal memasuki belokan sampai akhir belokan. Pada beberapa hasil pemasangan variasi krib, diperoleh data gerusan maksimum, kontur gerusan, dan panjang gerusan.

Selanjutnya dilakukan analisis data dengan tujuan untuk mencari hubungan antara parameter-parameter yang diperoleh dan mendapatkan hasil analisis pengaruh pemasangan variasi sudut krib yang paling efekif untuk mengurangi gerusan pada belokan sungai. Analisis data dilakukan dengan menggunakan Program *Microsoft Excel* dan *Surfer*.

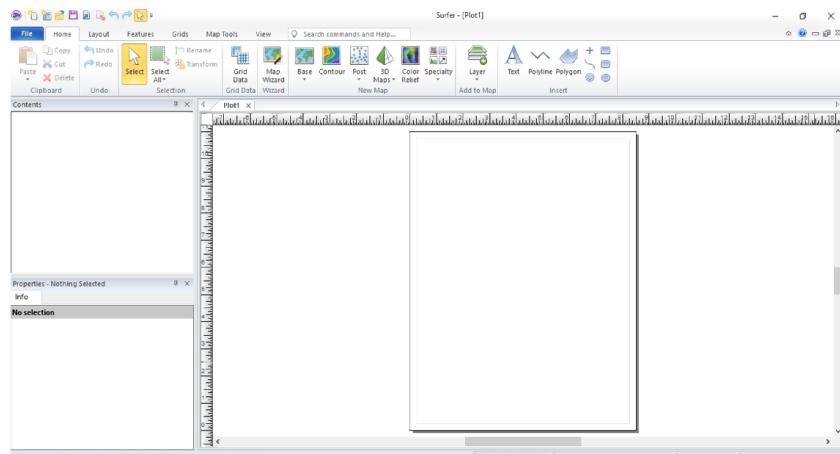
Pengukuran terhadap bentuk, kontur, dan tampak gerusan sangat dibutuhkan untuk menghasilkan data yang akurat. Program yang digunakan dalam menganalisis gerusan adalah Program *Surfer* 14. Penggunaan Program *Surfer* 14 akan diuraikan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

a. Memulai Program *Surfer* 14

Untuk memulai program *surfer* 14 dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- 1) Klik ganda (dua kali) ikon *surfer*  pada desktop komputer.
- 2) Buka start menu, kemudian pilih program *Golden Software Surfer 14* dan kemudian klik ikon *surfer 14*.

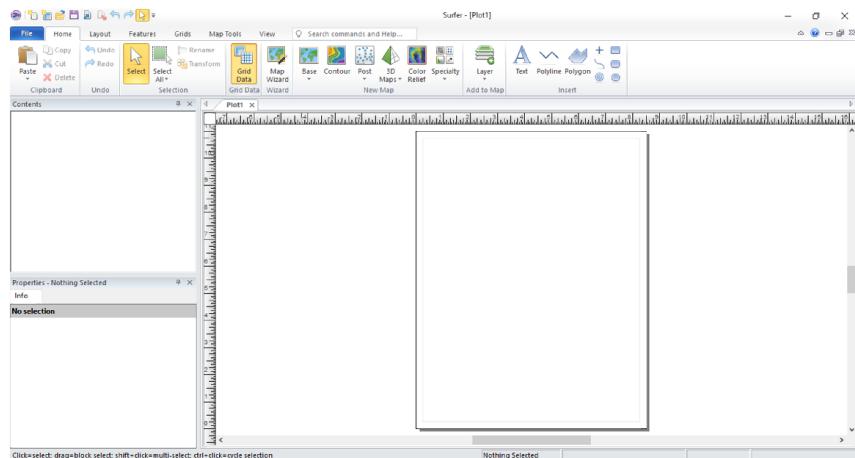
Tampilan *window* awal program *surfer* 14 dapat dilihat seperti gambar di bawah:



Gambar 22. Tampilan *window* awal *surfer* 14

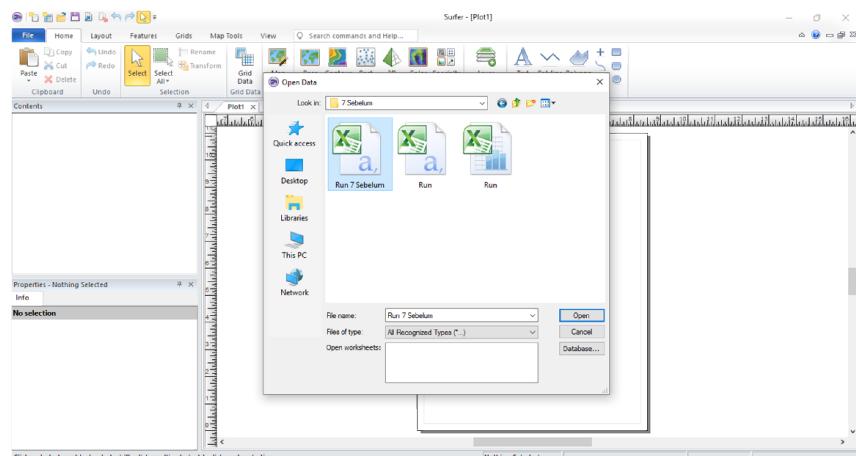
b. Memasukkan Data

- 1) Untuk memasukkan data, klik ikon *Grid* kemudian klik ikon *Data*.



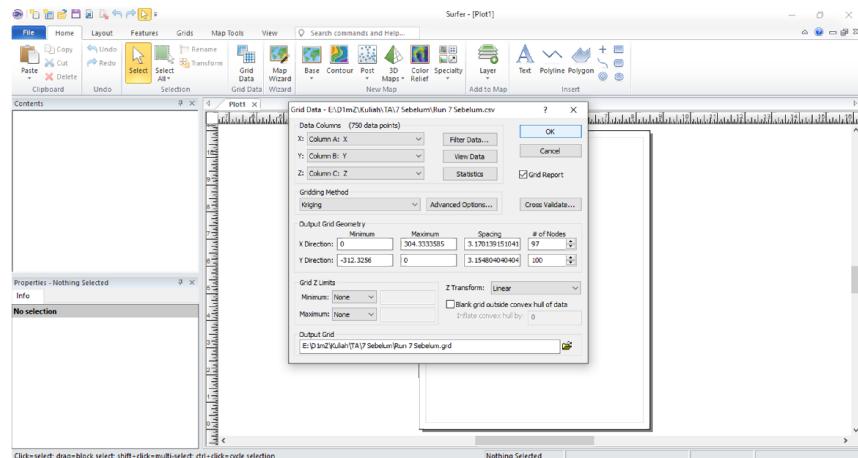
Gambar 23. Tampilan cara memasukkan data

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



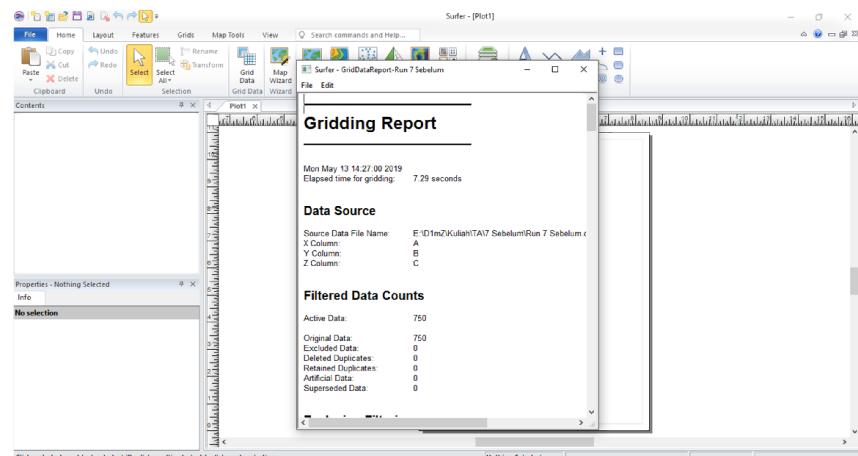
Gambar 24. Tampilan pemilihan data

- 3) Kemudian pilih worksheet sumber yang sesuai, lalu klik *OK*.
- 4) Kemudian akan muncul box dialog, tentukan output data pada surfer.



Gambar 25. Tampilan box dialog

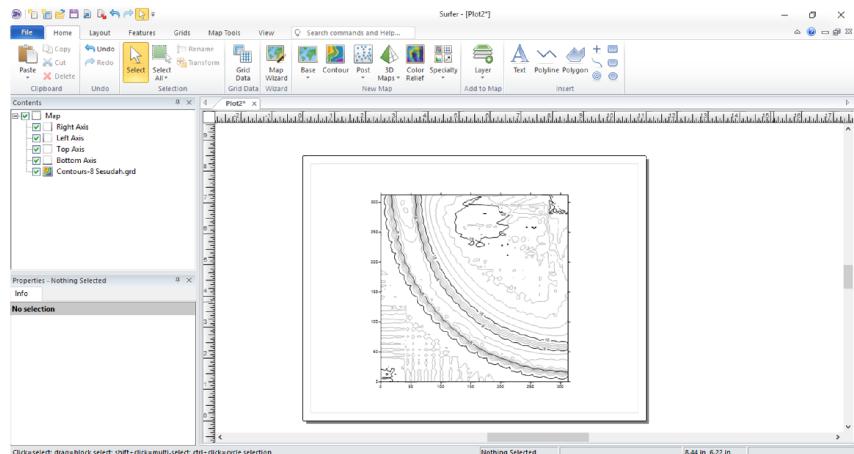
- 5) Lalu muncul *report* mengenai data yang telah dimasukkan, klik OK.



Gambar 26. Tampilan grid report

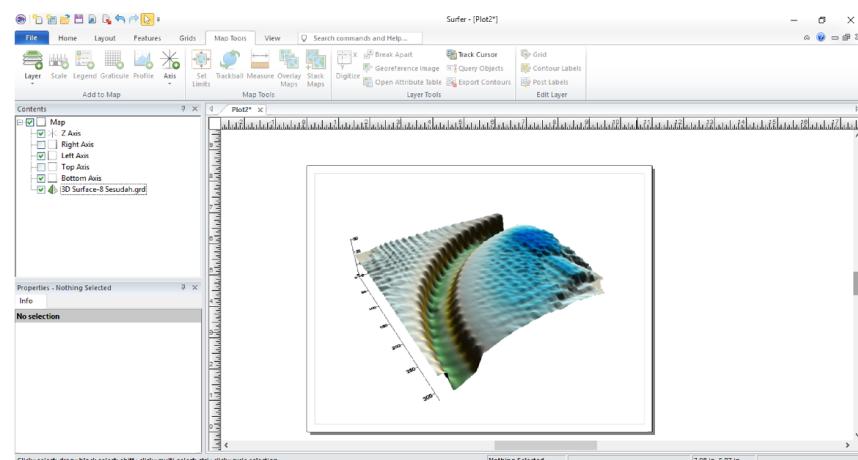
- c. Penggambaran plot data. Data yang sudah dimasukkan dalam *surfer* dapat diplot menjadi gambar.

- 1) Klik ikon *contour map* , pilih data surfer, klik open, klik OK.



Gambar 27. Tampilan gambar kontur

2) Klik ikon *new 3D surface* , pilih data *surfer*, klik *open*, klik *OK*.



Gambar 28. Tampilan gambar 3D