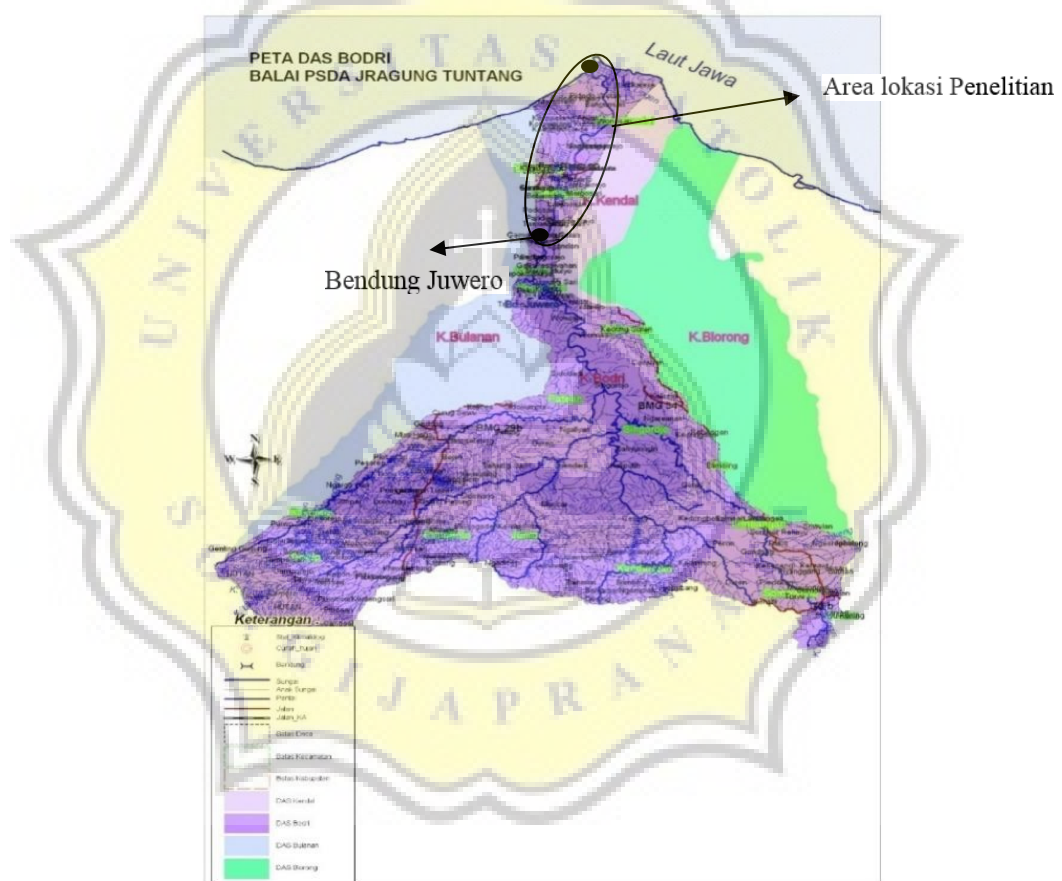


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Sungai Bodri yang letaknya di Kabupaten Kendal Provinsi Jawa Tengah. Penelitian ini dimulai dari Bendung Juwero sampai ke Muara Sungai Bodri dengan panjang sekitar 25,79 km. Gambar dari lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian Sungai Bodri.

Sumber: <http://bpsda->

jragung.jatengprov.go.id/jratun%20new%20design/images/peta%20das%20tuntang/PSDA, 2016

3.2 Proses Penelitian

Agar penelitian berlangsung secara sistematis dan tertata, maka proses penelitian dilakukan secara bertahap. Tahapan penelitian dalam penelitian ini diantaranya adalah studi literature penentuan batas DAS, perhitungan koefisien Poligon Thiessen, perhitungan curah hujan rencana, distribusi hujan jam-jaman, pemodelan HEC-HMS, dan kalibrasi dan pemodelan HEC-RAS.

3.2.1 Studi Literatur

Dalam studi ini, penulis mencari beberapa referensi dari berbagai tempat seperti perpustakaan Universitas Katolik Soegijapranata serta beberapa jurnal maupun data yang penulis dapat dari berbagai sumber. Beberapa literatur yang telah penulis dapatkan, maka penulis dapat melakukan penelitian sesuai dengan judul yang dibuat.

3.2.2 Pengumpulan Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini menggunakan data sekunder. Data tersebut antara lain:

1. Data hidrologi berupa curah hujan yang diambil 3 stasiun dari Stasiun Patean, Patebon dan Singrojo. Curah hujan yang dicatat dengan rentang data dari tahun 1980 sampai tahun 2005,
2. Peta RBI (Rupa Bumi Indonesia) dengan skala 1:25000 berupa Peta Hipsografi, Hidrografi, Penutup lahan,
3. Data Sungai Bodri dari Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air Provinsi Jawa Tengah,
4. Data debit harian Sungai Bodri pada titik kontrol Bendung Juwero dengan rentang data dari tahun 1990 hingga 2004.

3.2.3 Pengolahan Data

Data sekunder yang didapat diolah dan dianalisa menggunakan rumus dan metode yang sesuai dengan kebutuhan untuk mendapatkan nilai debit menggunakan *software* HEC-HMS kemudian dilanjutkan dengan menggunakan pemodelan *software* HEC-RAS.

3.2.4 Kesimpulan

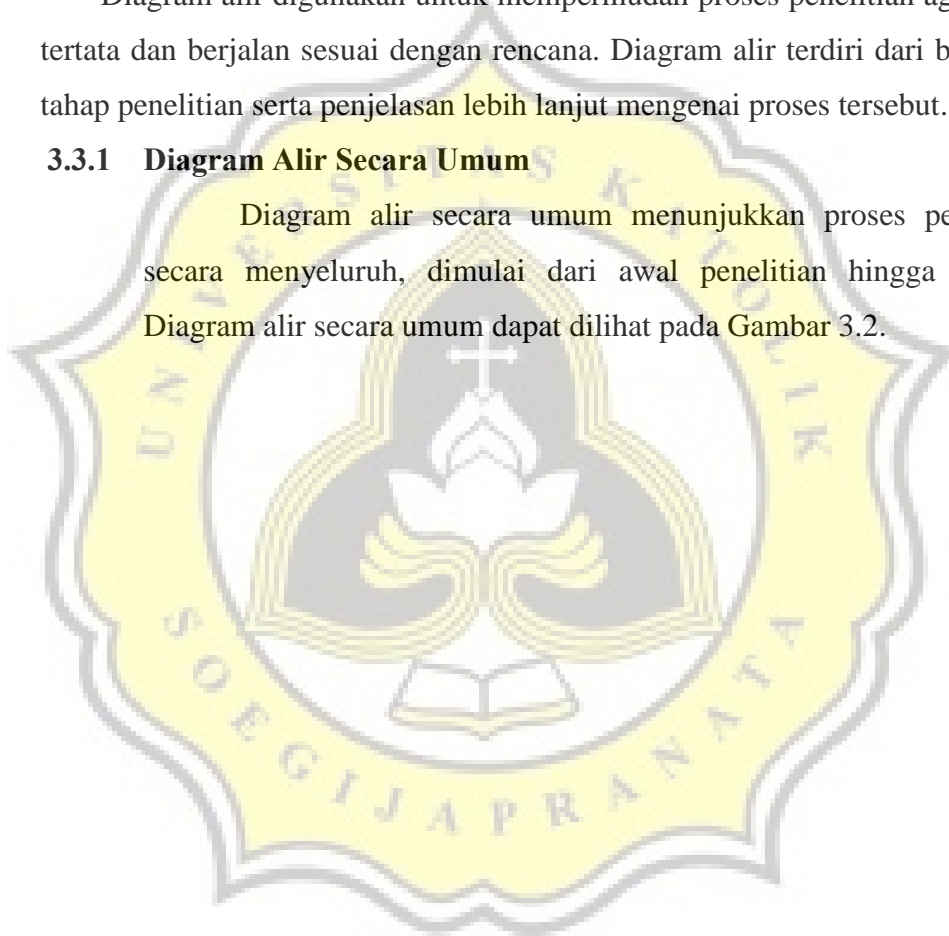
Pada tahapan ini, hasil dari pengolahan data dianalisa untuk menjawab tujuan dari penelitian. Hasil analisa tersebut menjadi tujuan utama dari dilakukannya penelitian ini.

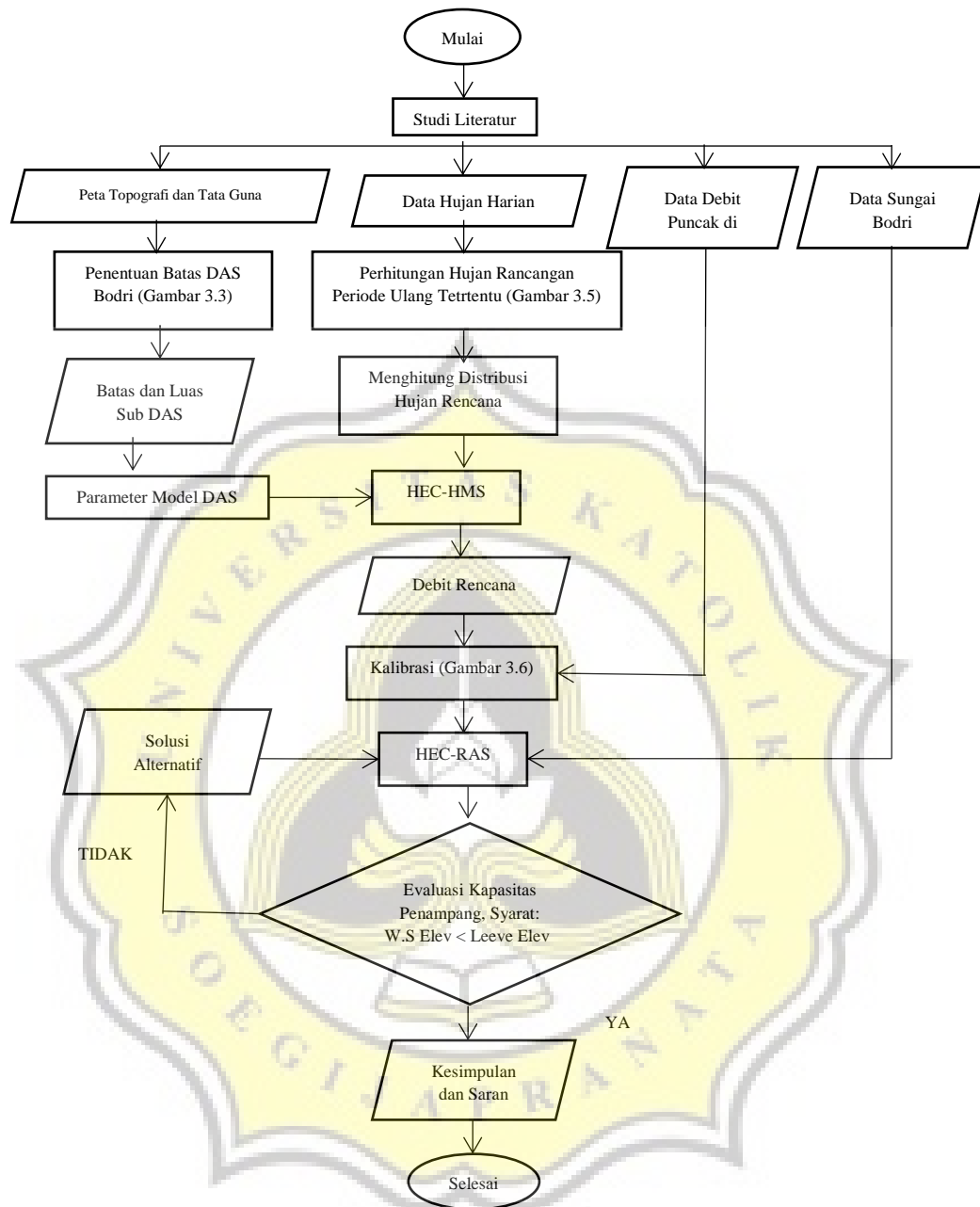
3.3 Diagram Alir

Diagram alir digunakan untuk mempermudah proses penelitian agar lebih tertata dan berjalan sesuai dengan rencana. Diagram alir terdiri dari beberapa tahap penelitian serta penjelasan lebih lanjut mengenai proses tersebut.

3.3.1 Diagram Alir Secara Umum

Diagram alir secara umum menunjukkan proses penelitian secara menyeluruh, dimulai dari awal penelitian hingga selesai. Diagram alir secara umum dapat dilihat pada Gambar 3.2.



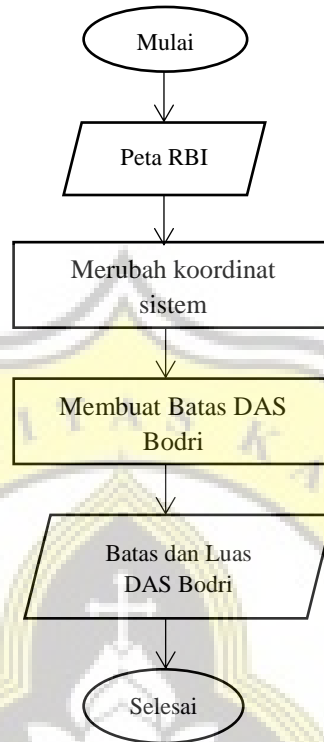


Gambar 3.2 Diagram Alir Secara Umum

3.3.2 Diagram Alir Penentuan Batas DAS

Diagram alir berikut ini menunjukkan proses penentuan batas DAS. Proses ini dimulai dengan registrasi citra peta RBI yang akan menghasilkan peta berkoordinat UTM. Proses selanjutnya adalah proses digitasi menggunakan Arcgis, yaitu proses penggambaran alur sungai, titik kontrol, dan batas DAS. Proses ini menghasilkan batas dan

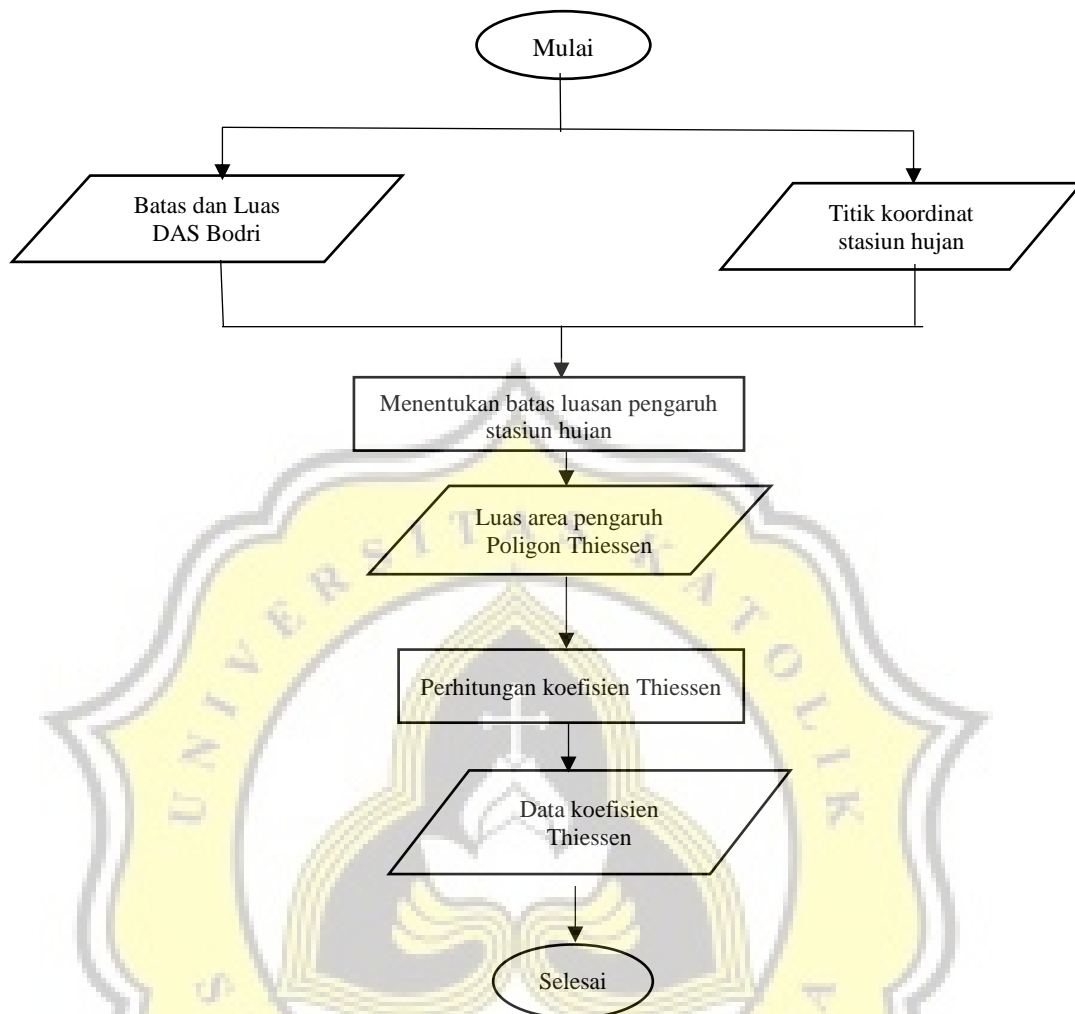
luas sub DAS Bodri. Diagram alir Penentuan DAS Bodri dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Diagram Alir Penentuan Batas DAS

3.3.3 Diagram Alir Poligon Thiessen

Diagram alir berikut ini menunjukkan proses poligon Thiessen. Proses ini dimulai dengan memasukkan titik koordinat stasiun hujan dari data batas dan luas DAS Bodri serta titik koordinat stasiun hujan. Proses selanjutnya adalah menentukan batas luasan pengaruh stasiun hujan yang akan menghasilkan luas area pengaruh poligon Thiessen. Kemudian dilakukan perhitungan koefisien Thiessen yang akan menghasilkan data koefisien Thiessen.



Gambar 3.4 Diagram Alir Poligon Thiessen

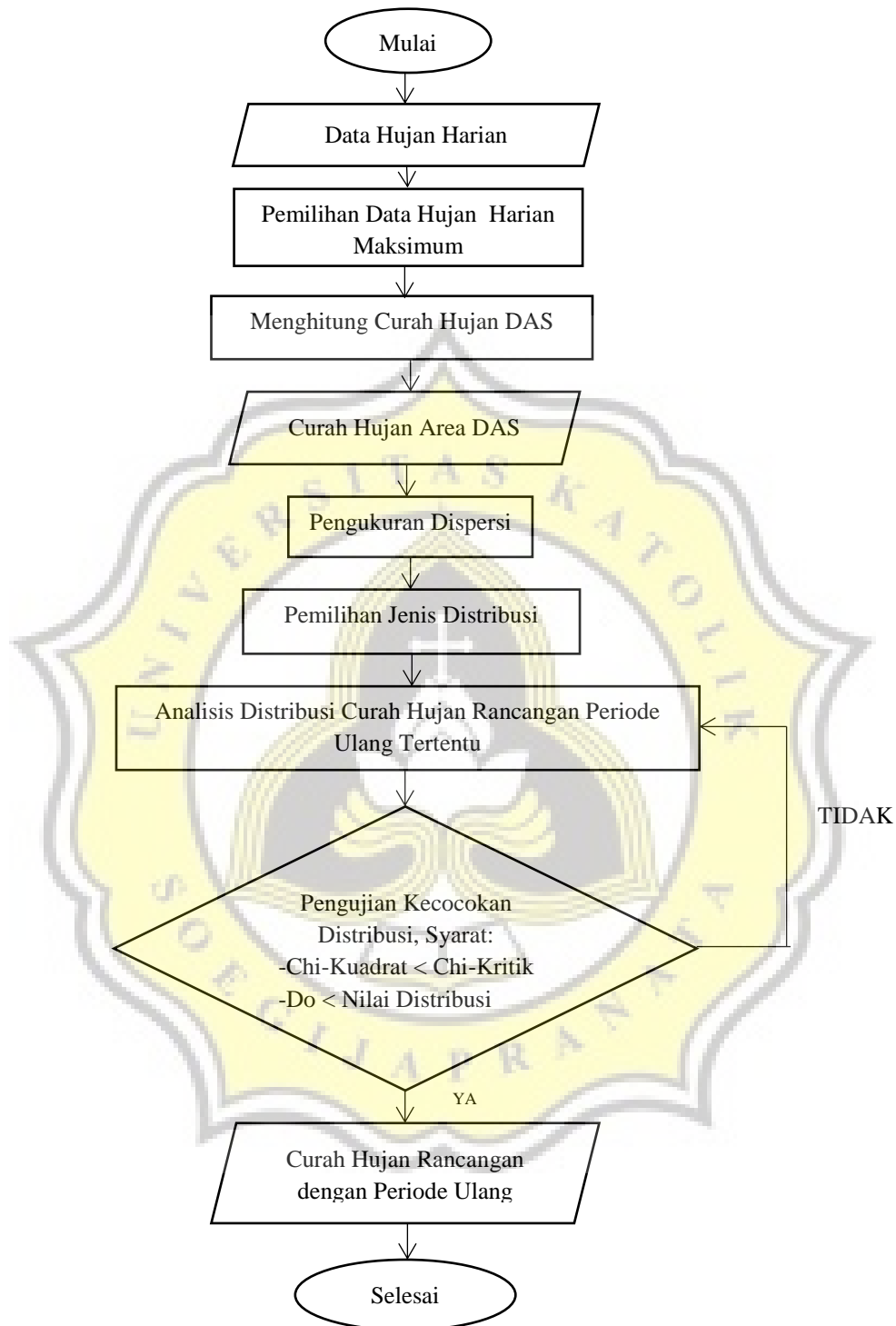
3.3.4 Diagram Alir Curah Hujan Rencana

Diagram alir Gambar 3.5 menunjukkan proses curah hujan rencana. Proses ini dimulai dengan memilih data hujan harian maksimum dari data hujan harian. Kemudian menghitung curah hujan DAS dengan data hujan harian maksimum dan data koefisien Thiessen yang diperoleh dari proses poligon Thiessen.

Proses tersebut menghasilkan curah hujan area DAS. Proses selanjutnya adalah pengukuran dispersi yang akan menghasilkan parameter statistik. Kemudian, memilih jenis distribusi yang akan digunakan dan dilakukan analisis distribusi curah hujan rencana dengan periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun dan 50 tahun.

Proses selanjutnya adalah pengujian kecocokan distribusi dengan Chi-kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov. Apabila hasil perhitungan distribusi tersebut dapat diterima maka akan menghasilkan curah hujan Rencana dengan periode ulang tertentu. Berikut diagram alir curah hujan Rencana pada Gambar 3.5.

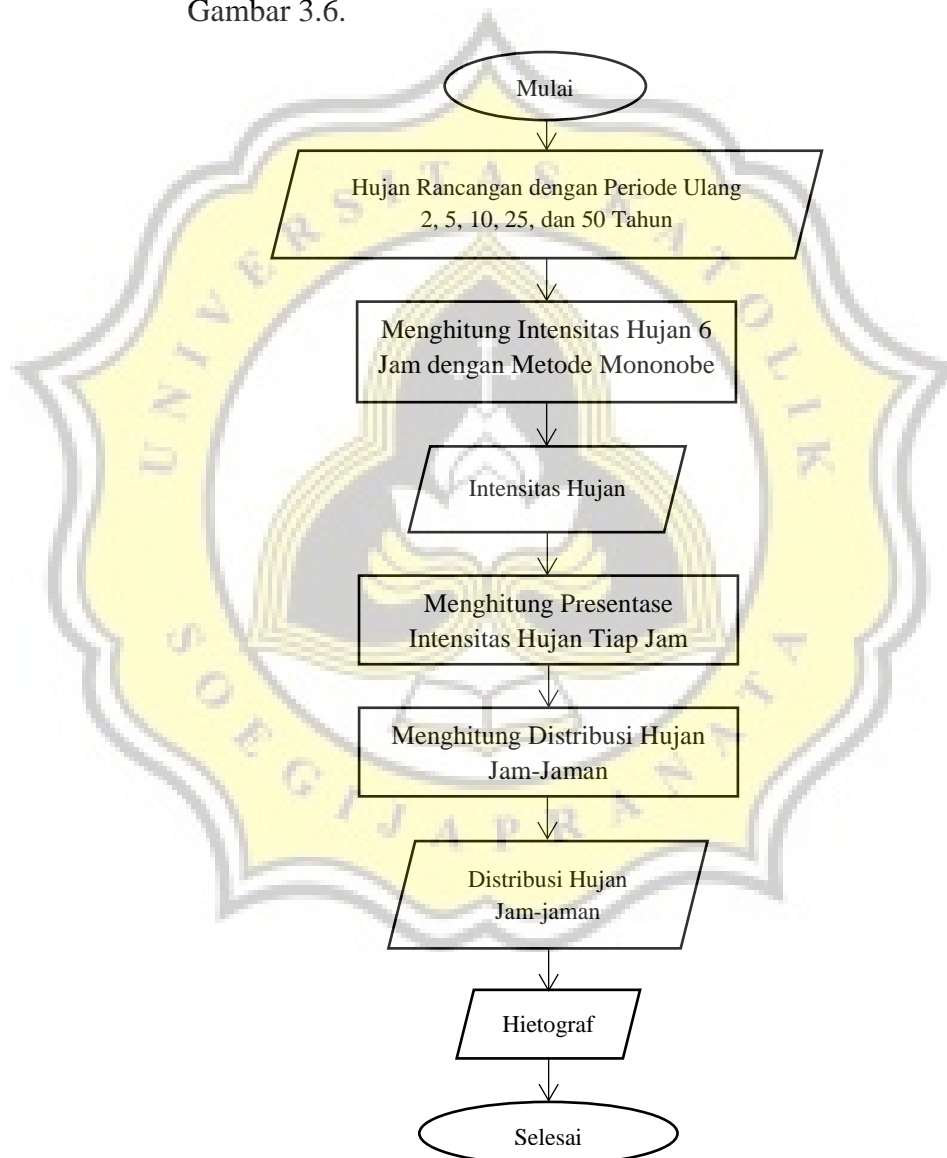




Gambar 3.5 Diagram Alir Curah Hujan Rencana

3.3.4.1 Diagram Alir Distribusi Hujan Jam-jaman

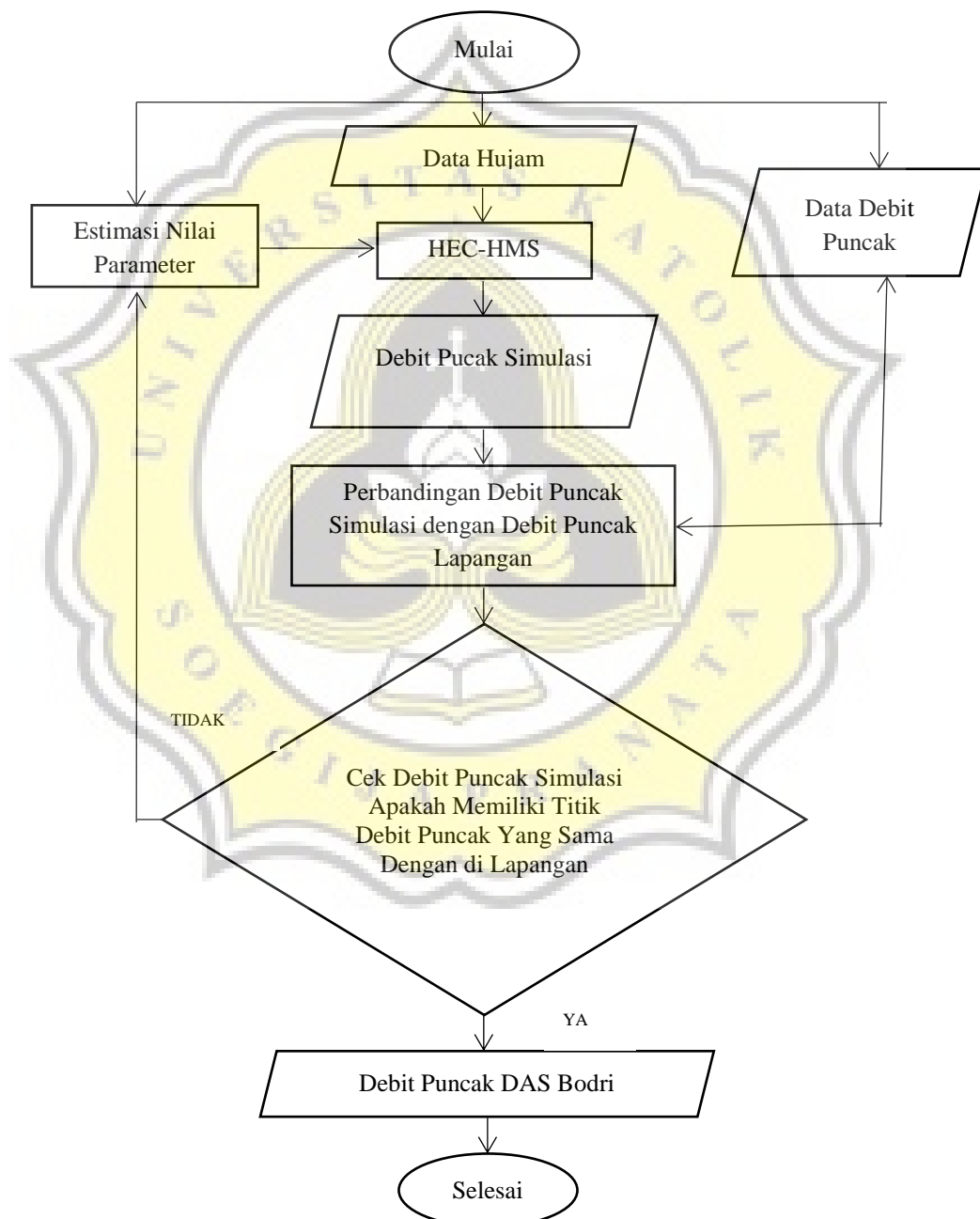
Diagram alir 3.6 menunjukkan proses distribusi hujan jam-jaman. Proses ini dimulai dengan menghitung intensitas hujan selama 6 jam menggunakan data hujan Rencana. Metode yang digunakan untuk menghitung intensitas hujan adalah Metode Mononobe. Berikut diagram alir distribusi hujan jam-jaman pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Diagram Alir Distribusi Hujan Jam-jaman

3.3.4.2 Kalibrasi

Kalibrasi dilakukan setelah data distribusi hujan jam-jaman didapatkan. Dalam melakukan kalibrasi, estimasi nilai parameter terus dilakukan sampai mendapatkan nilai parameter yang hampir sesuai dengan kondisi DAS Bodri. Berikut diagram alir kalibrasi pada Gambar 3.7.

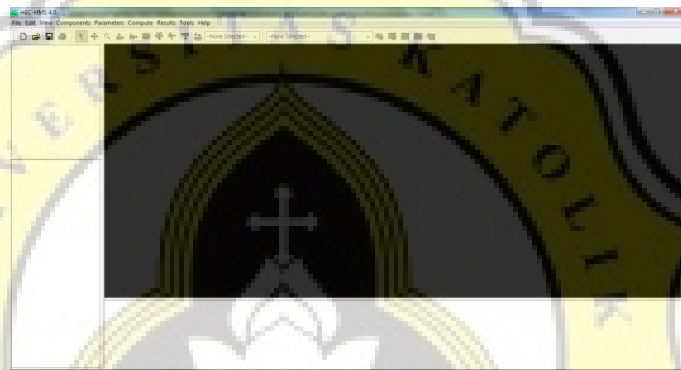


Gambar 3.7 Diagram Alir Alir Kalibrasi

3.3 Pemodelan HEC-HMS

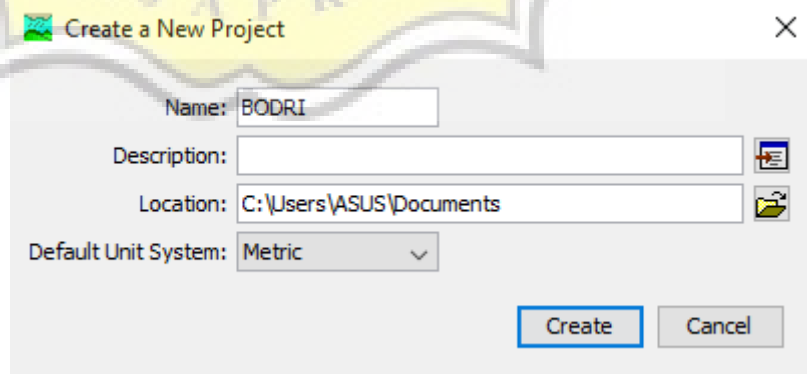
Pemodelan HEC-HMS dilakukan dengan metode SCS-CN setelah data peta batas dan luas sub DAS, distribusi hujan jam-jaman, serta nilai parameter yang digunakan diketahui. Proses HEC-HMS ini kemudian akan menghasilkan debit rencana. Berikut langkah-langkah pemodelan dengan *software* HEC-HMS sebagai berikut:

1. Membuka HEC-HMS dengan cara klik *start program* pilih HEC-HMS atau klik double pada icon HEC-HMS. Kemudian akan keluar tampilan awal HEC-HMS,



Gambar 3.8 Tampilan Awal HEC-HMS

2. Kemudian membuat project baru dengan klik menu *File-New*. Akan muncul jendela *Create a New Project*. Isikan nama project, deskripsi, folder tempat menyimpan project, dan satuan yang digunakan kemudian klik tombol *create*,



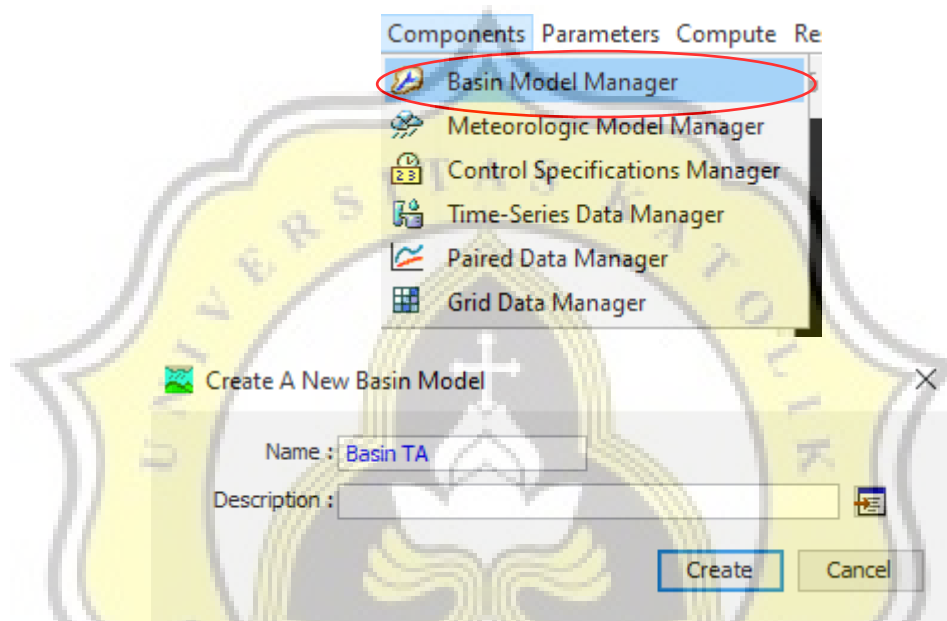
Gambar 3.9 Tampilan Untuk Membuat *Project* Baru

Langkah selanjutnya adalah membuat *input* terhadap empat komponen utama dari *software* HEC-HMS yaitu: *Basin Models*, *Meteorologic Models*, *Control*




Specification dan *Time-Data Series* yang nantinya akan digunakan untuk simulasi run.

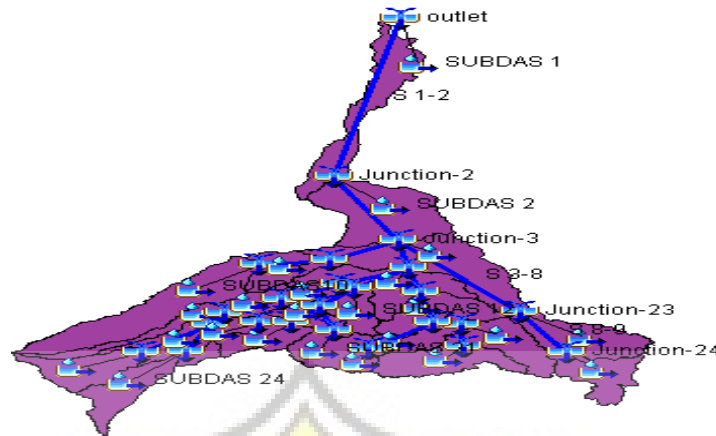
3. Menyusun Basins Models (Model DAS)

- a. Klik Menu *Component* pilih *Basin Model Manager* lalu akan muncul jendela *Basin Model Manager*, klik *New*, muncul jendela *Create a New Basin Model*. Mengisi nama DAS dan klik *create*.



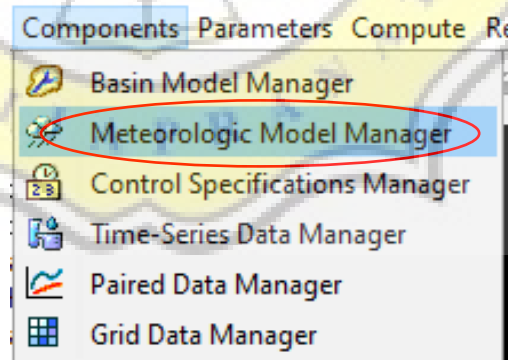
Gambar 3.10 Tampilan Untuk Membuat *Basin Model*

- b. Menyusun skema DAS berdasar elemen hidrologi melalui *icon* yang ada dalam HEC-HMS yaitu *Subbasin* () , *Junction* () , *Reach* () . Skema di buat menyesuaikan DAS Bodri,
- c. Untuk memasukkan peta DAS Bodri klik *View* lalu *Background Maps* kemudian klik *Add* gambar sesuai peta yang akan dijadikan *background*.
- d. Menghubungkan tiap elemen hidrologi dengan cara klik kanan pada *icon* hidrologi kemudian pilih *Connect Downstream*. *Connect Downstream* ini menunjukkan bahwa tiap *icon* hidrologi telah terhubung dengan *icon* hidrologi yang lain.
- e. Hasil konfigurasi DAS Bodri adalah sebagai berikut:



Gambar 3.11 *Basin Model DAS Bodri*

- f. Tiap elemen hidrologi terdapat metode beserta parameter yang diperlukan, terdiri dari *subbasin*, *loss*, *transform*, dan Pada *subbasin* untuk memasukkan luas DAS (km²), *loss method* untuk perhitungan kehilangan air, *transform method* untuk memilih metode hidrograf yang diinginkan.
4. Menyusun *Meteorologic Models*
Klik *Menu Components* dan pilih *Meteorologic Model Manager*. Pilih *New* lalu *Create A New Meteorologic Model* dan isi nama *Meteorologic Model* dan klik *Create*.



Gambar 3.12 *Meteorologic Model*

5. Menyusun *Control Specifications*
 - a. *Control Specifications* berfungsi untuk menata waktu simulasi dimulai dan berakhir. Klik *Menu Components* lalu pilih *Control Specifications Manager*, akan muncul kotak dialog *Control*

Specifications Manager lalu pilih *New* dan isi nama *Control Specifications* kemudian klik *Create*.

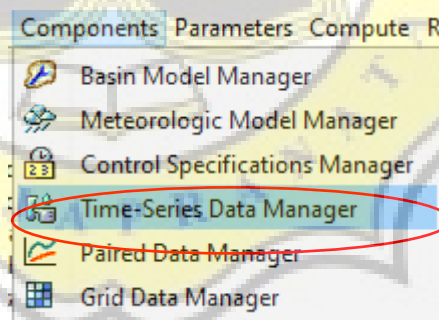
- b. Mengisi waktu simulasi pada komponen *Control Specification*.



Gambar 3.13 *Control Specification*

6. Menyusun Time-Data Series

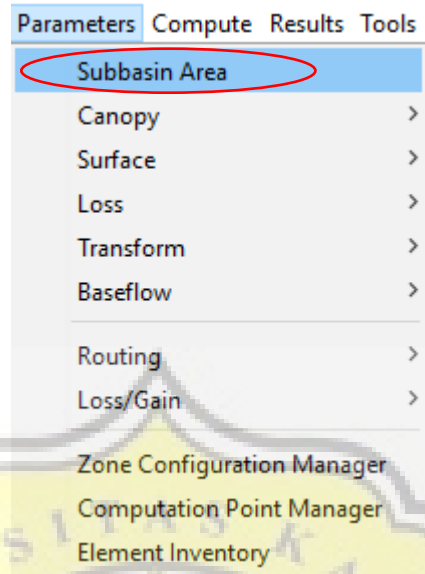
Klik *Menu Components* lalu pilih *Time-Data Series Manager* sehingga muncul kotak dialog *Time-Data Series Manager*. Pilih tipe data *Precipitation Gages* untuk memasukkan data curah hujan jam-jaman dan pilih tipe data *Discharge Gages* untuk memasukkan data debit aliran kemudian klik *New*. Isi nama stasiun (*Gage*) dan klik *Create*.



Gambar 3.14 *Time-Data Series*

7. Luas sub-DAS

Setelah mendapatkan luasan tiap sub-DAS dengan *software* ArcGIS lalu dapat di input ke kolom *Area* dalam ukuran km^2 pada HEC-HMS. Pada *Parameters* klik *Subbasin Area* lalu akan muncul tabel setelah itu bisa diisikan dengan luasan area.




Tabel 3.15 Subbasin Area

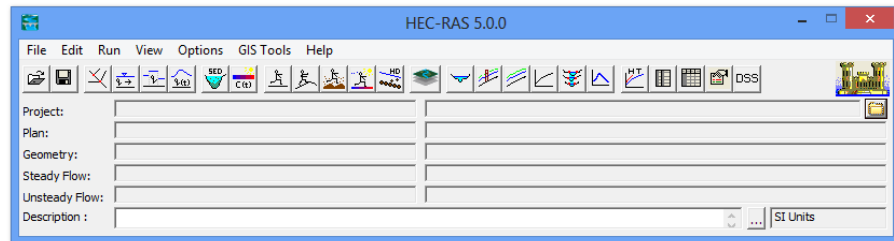
3.4 Pemodelan HEC-RAS

Setelah mengetahui nilai dari debit rencana dengan *software* HEC-RAS tahapan yang dilakukan adalah pengolahan data adalah menggunakan *software* HEC-RAS untuk memodelkan Sungai Bodri dengan menggunakan aliran *steady*. Langkah-langkah pemodelan dengan *software* HEC-RAS adalah sebagai berikut:

1. Langkah sebelum melakukan *input* HEC-RAS

Langkah awal sebelum memulai HEC-RAS adalah dengan membuka *software* HEC-RAS, untuk membuka *software* HEC-RAS, tentu saja *software* HEC-RAS harus diunduh terlebih dahulu, kemudian diinstall di komputer. Setelah kita menginstall HEC-RAS, biasanya ikon HEC-RAS akan muncul di start menu, untuk mulai menggunakan HEC-RAS,

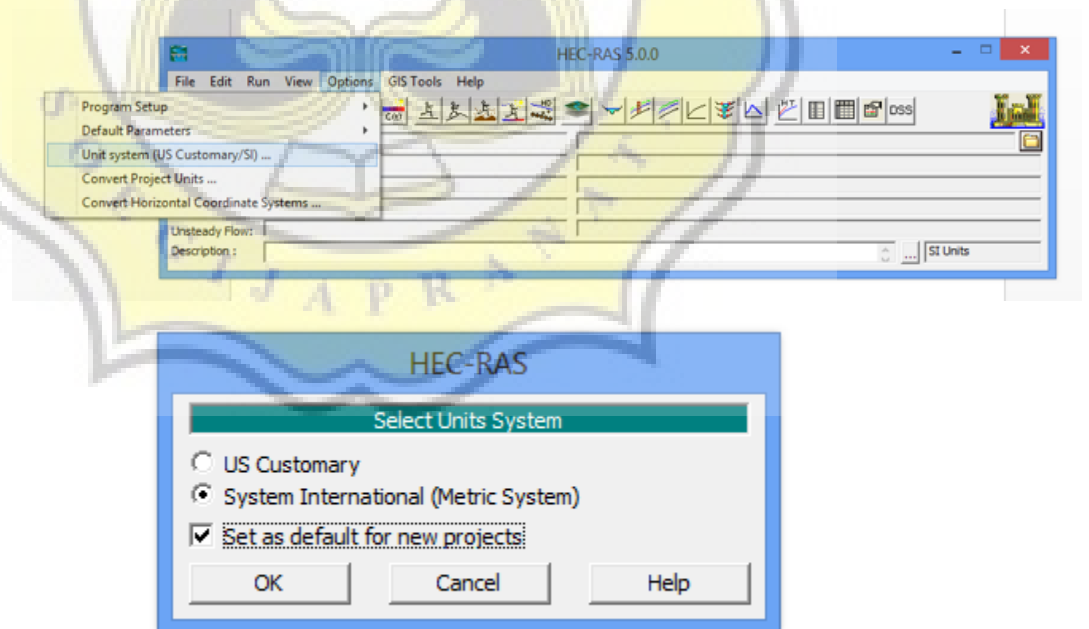
silahkan klik ikon “HEC-RAS”  dan akan muncul tampilan awal seperti ini.



Gambar 3.16 Tampilan awal HEC-RAS

2. Mengatur Awal Program

Pengaturan di sini dimaksudkan untuk mengubah nilai atau definisi bawaan HEC-RAS (nilai *default*). Pengaturan ini tidak mutlak harus dilakukan, namun apabila dilakukan akan memudahkan pemakai dalam melakukan pemodelan dengan HEC-RAS. Salah satu Pengaturan awal HEC-RAS adalah *Unit System*. Sistem satuan yang dipakai dalam HEC-RAS dapat mengikuti sistem Amerika (*US Customary*) atau sistem internasional (SI). Default satuan adalah US Customary. Untuk mengubahnya klik pada menu Options | *Unit System (US Customary/SI) | System International (Metric System) | Set as default for new projects*.

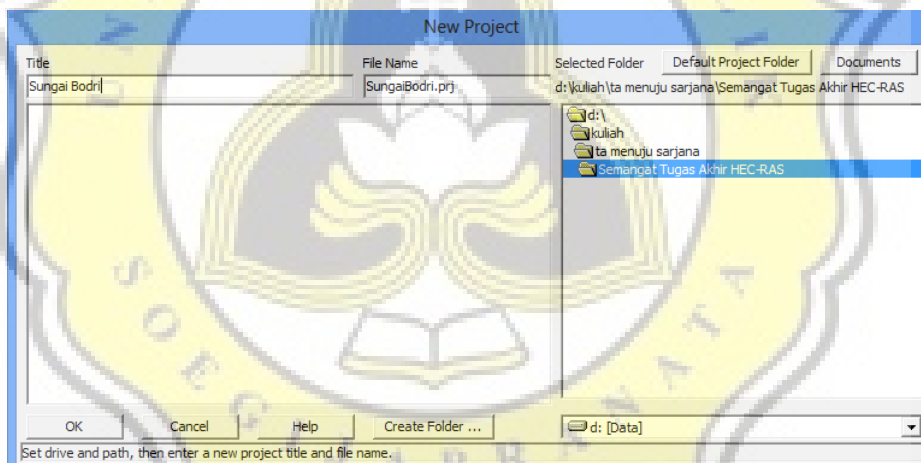


Gambar 3.17 Tampilan Pengaturan Sistem Satuan

3. Pembuatan *File Project*

Suatu model dalam HEC-RAS disimpan dalam sebuah *file project*. Pemakai menuliskan nama file Project dan HEC-RAS akan memakai nama *file project* tersebut untuk menamai semua file yang berkaitan dengan model tersebut. Langkah-langkah yang dilakukan dengan:

- a. *File* | *New Project* → *Default Project Folder* | *Create Folder* → ketik “Sungai Bodri” kemudian klik tombol OK.
- b. Tuliskan judul project “Sungai Bodri” pada tempat di bawah Title. Dituliskan secara otomatis oleh HEC-RAS di bawah File Name, yaitu “Sungai Bodri`.prj”.
- c. Layar konfirmasi akan muncul. Klik tombol OK.
- d. Klik tombol OK



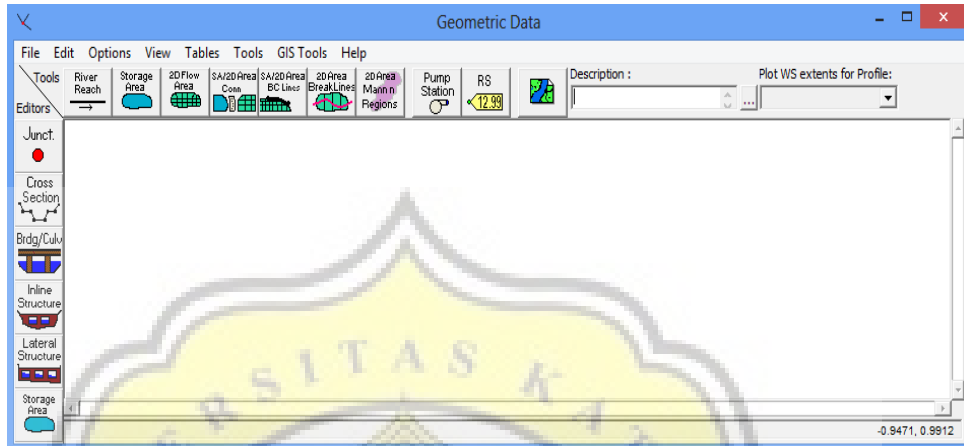
Gambar 3.18 Tampilan Pembuatan *Project* Baru

4. Peniruan Geometri Saluran

Data geometri yang dimasukkan pada tahap ini adalah skema alur Sungai Bodri. Dalam penggambaran skema sistem sungai, alur sungai digambarkan dari hulu ke hilir sebagai anggapan alur posisi. Parameter dibutuhkan adalah alur, tampang panjang dan lintang, kekasaran dasar (koefisien Manning), serta kehilangan energi di tempat perubahan tampang saluran (koefisien ekspansi dan kontraksi).


5. Membuat Alur saluran

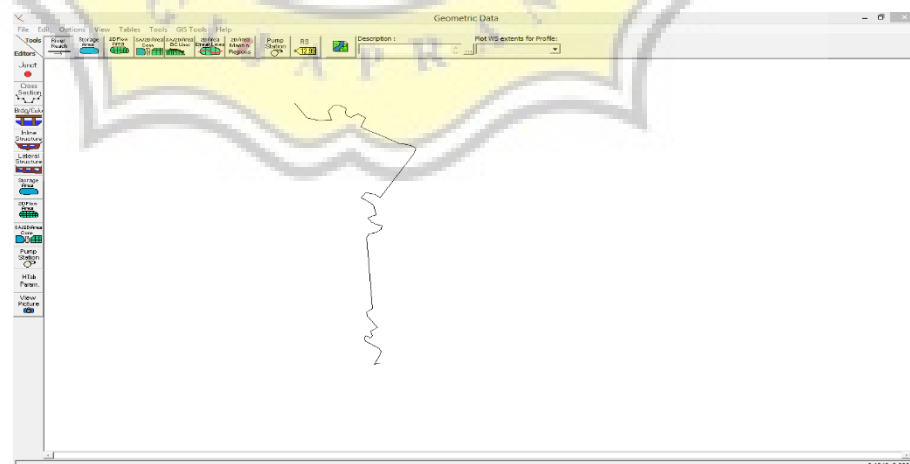
Penruan geometri yang telah dilakukan adalah dengan cara aktifkan layar editor kemudian pilih menu *Edit / Geometric Data*



Gambar 3.19 Tampilan *Geometric Data*

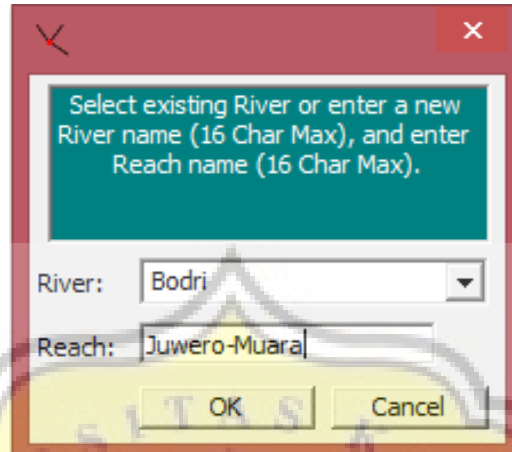
6. Buat skema alur sungai

Buat skema alur sungai dengan memakai gambar latar belakang sebagai template. Ingat, alur sungai harus dibuat dari hulu ke hilir tidak boleh dibalik. Klik tombol *River Reach*  untuk mengaktifkan kursor pembuatan alur sungai. Klik di ujung hulu alur Sungai Bodri kemudian klik berturut-turut mengikuti alur seperti yang ditampilkan oleh Background yang ada. Klik dua kali di titik ujung bawah untuk menandai ujung hilir alur Sungai Bodri.



Gambar 3.20 *Geometric Data* yang berlatar belakang gambar alur


Pada layar akan muncul Gambar 3.21, isikan *River* = “Bodri” dan *Reach* = “Hulu-Hilir”. Klik tombol OK.

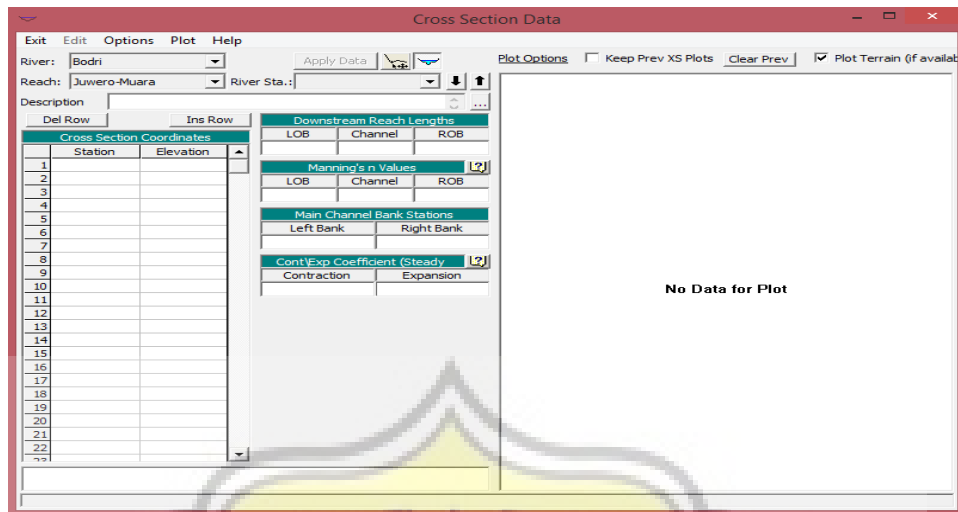


Gambar 3.21 Tampilan Konfirmasi Pembuatan Alur Sungai

7. Tampang lintang (*Cross Section*)

Input data tampang lintang yang dilakukan seperti di bawah ini:


- a. Aktifkan layar Geometri Data, klik tombol *Cross Section* . Masukkan data tampang lintang di setiap ruas sungai (Lampiran Data Geometri). Urutan ruas sungai yang data tampang lintangnya akan dituliskan tidak diatur. Demikian pula, urutan penulisan/pemasukan data tampang lintang di setiap ruas sungai tidak diatur, boleh tidakurut (sembarang), namun nomor tampang lintang harusurut. Nomor tampang lintang harusurut dari kecil ke besar dari sisi hilir ke arah hulu. Oleh karena itu, lebih mudah apabila data tampang lintang dimasukkan secara berurutan mulai dari tampang lintang paling hilir sampai dengan tampang lintang paling hulu. Koefisien kontraksi dan ekspansi tidak diganti, sama dengan nilai default.
- b. Klik *Options / Add a new Cross Section*. Untuk menuliskan data tampang lintang (*cross section*), dari tampang di ujung hilir sampai ke ujung hulu.
- c. Menuliskan nomor tampang lintang “0”. Sebagai *River Sta* di hilir. Setiap tampang lintang diidentifikasi sebagai *River Sta* yang diberi nomorurut, dimulai dari hilir dan bertambah besar ke arah hulu.



Gambar 3.22 Tampilan pada *Cross Section Data*

- d. Menuliskan data koordinat di River Sta “0” pada kolom *Cross section Coordinates* dari titik paling kiri ke kanan. Station adalah jarak titik diukur dari kiri dan Elevation adalah elevasi titik.
- e. Menuliskan angka “0” pada kolom (*Downstream Reach Lengths*) yang merupakan jarak tampang “0” ke tampang tetangga di sisi hilir yang terdiri:
 - Left overbank*, LOB = jarak antar bantaran kiri
 - Main channel*, Channel = jarak antar alur utama
 - Right overbank*, ROB. = jarak antar bantaran kanan
- f. Memasukkan Nilai koefisien kekasaran dasar, *Manning’ s n Values* , sebesar nilainya sesuai dengan kondisi lapangan.
- g. Mengisikan nilai *Main Channel Bank Stations*,
- h. Data *Cont\Exp Coefficients* dibiarkan sesuai dengan nilai default yang ada di dalam HEC-RAS, yaitu 0.1 untuk Contraction dan 0.3 untuk Expansion.

8. Memasukkan Data Aliran

Langkah selanjutnya adalah memasukkan data aliran. klik ikon “*Enter/Edit Steady Flow Data*”  yang ada di tampilan awal HEC-RAS. Run Program Sungai Bodri Setelah semua data dimasukkan, dan telah di run maka program akan menghitung data yang sudah kita *input*. *Output*



yang dihasilkan yaitu profil muka air dan kapasitas tampungan sungai, sehingga kita dapat mengetahui daerah Sungai Bodri yang mengalami banjir.

9. Run Program Sungai Bodri

Setelah semua data dimasukkan, dan telah di run maka program akan menghitung data yang sudah kita *input*. *Output* yang dihasilkan yaitu profil muka air dan kapasitas tampungan sungai, sehingga kita dapat mengetahui daerah Sungai Bodri yang mengalami banjir.

10. Memeriksa Kapasitas Tampungan

Kapasitas tampungan akan ditampilkan oleh HEC-RAS, bila muka air melebihi / melewati tanggul berarti kapasitas tampungan tidak mencukupi atau dapat dikatakan banjir. Apabila kapasitas tampungan mencukupi, maka penelitian selesai. Bila tidak mencukupi, maka dilakukan penanggulangan banjir dengan *software* HEC-RAS.

11. Penanggulangan Banjir dengan HEC-RAS

Beberapa alternatif cara penanggulangan banjir dengan menggunakan *software* HEC-RAS, yaitu:

- a. Normalisasi aliran sungai
- b. Memberi tanggul pada daerah banjir

12. Mengambil Kesimpulan

Dari hasil analisis tersebut kami menarik kesimpulan berapa kapasitas sungai Bodri kondisi eksisting, mengevaluasi kapasitas Sungai Bodri kondisi eksisting terhadap debit rencana dan solusi mengantisipasi banjir pada Sungai Bodri.