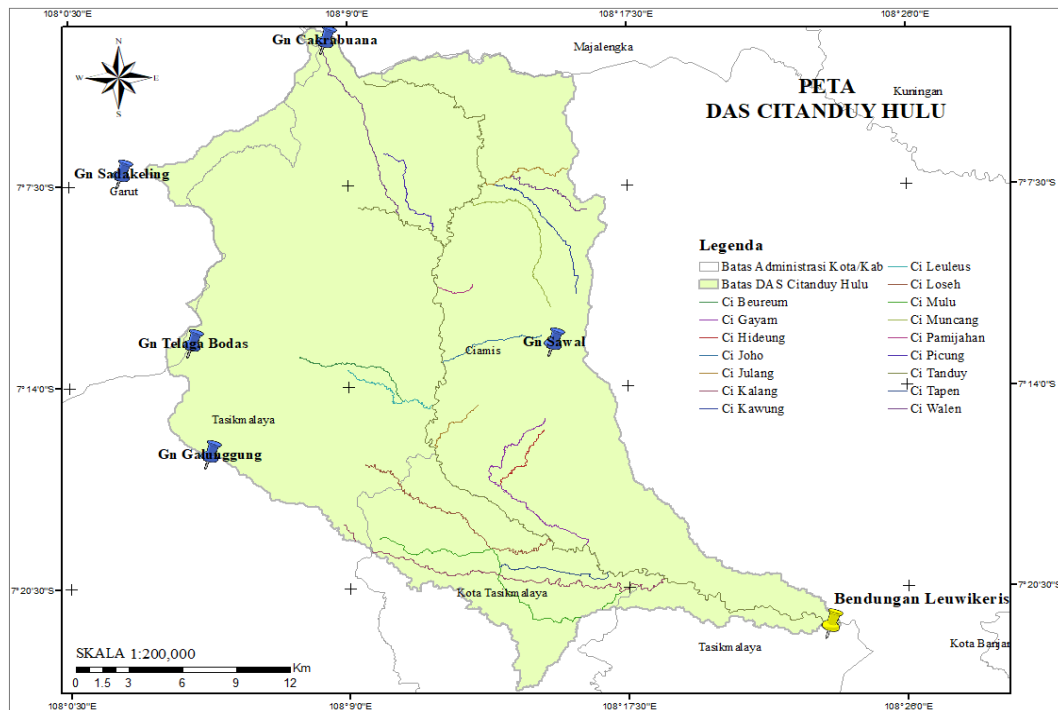


### 3 METODE PENELITIAN

#### 3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di DAS Citanduy Hulu yang merupakan bagian hulu dari DAS Citanduy, secara geografis terletak pada  $7^{\circ}12'48.53''$  LS dan  $108^{\circ}11'38.86''$  BT. DAS Citanduy Hulu berada di wilayah administrasi Kabupaten Tasikmalaya, Ciamis, Majalengka, Garut, dan Kota Tasikmalaya dan memiliki luas daerah aliran sungai (DAS) sepanjang 71,443.30 ha. Berikut merupakan peta wilayah administrasi lokasi penelitian.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian DAS Citanduy Hulu (ArcGIS 10.4.1)

#### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang dapat membantu dalam penelitian untuk mendapatkan data-data terkait hal yang sedang diteliti, yaitu berupa *software* dan peralatan pendukung lainnya yang terdiri dari:

1. Seperangkat komputer atau laptop.

2. Ms. Office 2016 digunakan untuk penulisan laporan tugas akhir dan pengolahan data-data.
3. *Software* ArcGIS 10.4.1 digunakan untuk mengolah berbagai jenis data berbasis SIG (Sistem Informasi Geografis).
4. *Software* Google Earth untuk mendapatkan citra satelit dari lokasi yang dibutuhkan dalam penelitian.
5. *Software* Global Mapper 18.0 (64-bit) untuk mendapatkan batas-batas sub-DAS.
6. *Software* AutoCAD 2020 untuk mendesain *bio sediment trap* dalam bentuk 2D.
7. *Software* SketchUp 2019 untuk mendesain *bio sediment trap* dalam bentuk 3D.

### **3.3 Teknik Pengumpulan Data**

#### **3.3.1 Data Primer**

Data primer merupakan data yang diperoleh dari hasil observasi dan perhitungan di lapangan secara langsung. Namun, penelitian ini tidak menggunakan data primer dan data yang diperlukan hanya berupa data sekunder. Penjelasan lebih lanjut mengenai data sekunder dibahas pada sub-bab berikutnya.

#### **3.3.2 Data Sekunder**

Analisis terhadap erosi dan sedimentasi memerlukan beberapa data yang perlu diolah dalam perhitungan. Data yang diperoleh berupa data sekunder, dimana data sekunder merupakan data yang didapat dari beberapa instansi terkait dan data-data digital yang diperoleh dari hasil pengolahan data dengan menggunakan *software* ArcGIS. Berikut data-data sekunder yang diperlukan terdiri dari:

1. Peta digital batas administratif DAS Citanduy Hulu yang bersumber dari Badan Informasi Geospasial pada tahun 2023 dalam bentuk *Shapefile* (.shp).
2. Data curah hujan harian DAS Citanduy Hulu dimulai dari tahun 2014 – 2023 yang diperoleh dari BBWS Citanduy.
3. Peta digital jenis tanah DAS Citanduy Hulu yang bersumber dari Sistem Informasi Sumberdaya Lahan Pertanian dan peta digital tutupan guna lahan DAS Citanduy Hulu yang bersumber dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan dalam bentuk format *Shapefile* (.shp).

4. Peta topografi dan citra satelit yang bersumber dari Google Earth.
5. Data DEM (*Digital Elevation Model*) yang bersumber dari Badan Informasi Geospasial dan diperoleh dari situs <https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/>.

### 3.4 Analisis Data

Analisis data yang digunakan pada penelitian ini menggunakan data sekunder dan terdapat beberapa tahapan analisis yang perlu dilakukan dalam penelitian ini, terdiri dari:

#### 3.4.1 Analisis Batas DAS

Penentuan batas DAS dalam penelitian ini dibantu oleh perangkat lunak ArcGIS 10.4.1. Proses penentuan batas DAS memerlukan data *Digital Elevation Model* (DEM) dari SRTM yang ada di wilayah penelitian dan menggunakan ArcToolbox pada ArcGIS 10.4.1. Data spasial dan atribut dari DEM dan *Delineasi Watershed* nantinya akan digunakan pada tahapan analisis data spasial dan data atribut. Berikut merupakan langkah-langkah pembuatan batas DAS:

1. Unduh data DEM dari situs web batas wilayah penelitian, <https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/> dengan kode DEMNAS 1208-41, 1208-42, 1208-43, 1208-44. Data DEM harus diregister proyeksi pada perangkat lunak ArcMap.
2. Buka program ArcGIS 10.4.1 untuk membantu pembuatan batas DAS.
3. Masukkan semua data DEM yang sudah diunduh ke dalam wilayah penelitian. Lakukan register proyeksi data DEM dengan memilih menu “*Data Management Tools*” pilih “*Raster*” lalu “*Define Projection*” dan masukkan satu per satu data DEM dan pilih *Coordinate System* WGS 1984.
4. Setelah data DEM diproyeksikan ke dalam *Coordinate System* WGS 1984, gabungkan data DEM dengan memilih menu “*Mosaic To New Raster*”. Setelah itu buatlah file baru dengan memilih menu “*Create New Shapefile*” lalu “*Feature Type Polygon*” atur *Coordinate System* WGS 1984 menjadi *UTM Zone* 49S karena wilayah penelitian berda di Zona 49S.

5. Setelah *LayersPolygon* muncul, pilih *Edit Feature* lalu pilih menu “*Create Feature*” klik “*Construction Tools Polygon*” lalu buatlah polygon acak untuk mempermudah proses selanjutnya, kemudian klik “*Save Editing*” dan “*Stop Editing*”.
6. Selanjutnya pilih menu “*Data Management Tools*” pilih “*Raster Processing*” klik “*Clip*” masukkan *Input Raster* dari data DEM gabungan dan *Output Extent* dari polygon yang sudah dibuat sebelumnya. Lalu klik “*Use Input Feature for Clipping Geometry*”.
7. Setelah data DEM terpotong sesuai dengan batas DAS, lanjutkan dengan memilih menu “*Raster*” lalu “*Project Raster*” dan atur *Coordinate System* WGS 1984 menjadi *UTM Zone 49S*.
8. Kemudian pilih menu “*Spatial Analysis Tools*” lalu “*Hidrology*” dan klik “*Fill*” masukkan *layers* pada tahap nomor (7).
9. Lalu pilih menu “*Spatial Analysis Tools*” lalu “*Hidrology*” dan klik “*Flow Direction*” masukkan *layers* pada tahap nomor (8).
10. Pilih menu “*Spatial Analysis Tools*” lalu “*Hidrology*” dan klik “*Flow Accumulation*” masukkan *layers* pada tahap nomor (9)
11. Kemudian pilih menu “*Spatial Analysis Tools*” lalu “*Conditional*” dan klik “*Con*” masukkan *layers* pada tahap nomor (10).
12. Pilih menu “*Spatial Analysis Tools*” lalu “*Hidrology*” dan klik “*Stream Order*” masukkan *layers* pada tahap nomor (11) dan *Input Flow Direction Raster* pada *layers* nomor (9).
13. Pilih menu “*Spatial Analysis Tools*” lalu “*Hidrology*” dan klik “*Stream To Feature*” masukkan *layers* pada tahap nomor (12) dan *Input Flow Direction Raster* pada *layers* nomor (9).
14. Selanjutnya pilih menu “*Spatial Analysis Tools*” lalu “*Hidrology*” dan klik “*Basin*” masukkan *layers* pada tahap nomor (9). Lalu akan muncul daerah batas DAS penelitian.
15. Pilih menu “*Conversation Tools*” lalu “*From Raster*” klik “*Raster To Polygon*” masukkan *layers* pada tahap nomor (16).

16. Tahap akhir, klik *tools* “*Select Feature*” pilih batas DAS yang akan diteliti, lalu klik *layers* pada nomor (15), dan klik “Data” klik “*Export Data*”. Lalu simpan ke *file document* yang dituju dalam bentuk *Shapefile* (.Shp).

### 3.4.2 Analisis Batas Sub-DAS

Analisis batas Sub-DAS (batas DAS Mikro) dilakukan dengan menggunakan *Software* GlobalMapper v.18.1 (64-bit) yang bersumber dari data DEM. Data DEM tersebut dianalisis dengan luas daerah cakupan 150 ha dan menghasilkan 92 sub-DAS. Berikut merupakan langkah-langkah pembuatan batas sub-DAS:

1. Buka aplikasi GlobalMapper v.18.1 untuk proses pembuatan batas sub-DAS pada daerah penelitian.
2. Pilih menu “*Connect To Online Data*” pilih “*ASTER GDEM v.2 World Wide Elevation Data (1-arc-Second Resolution)*” klik “*connect*” untuk mendapatkan data SRTM seluruh wilayah Indonesia.
3. Selanjutnya untuk memasukkan data batas DAS penelitian, pilih menu “*Open Data File*”, masukan file (.Shp) batas DAS yang sudah dibuat di ArcGIS 10.4.1.
4. Kemudian pilih menu “*Create Watershed*” dan masukan luas lahan pada menu “*Watershed Description*” dibagian “*Stream Drainage Area*”. Setelah itu pada menu “*Watershed Bounds*” pilih bagian “*All Data Visible On Screen*” klik “*Draw A Box*” untuk membuat kotak sebagai batasan pembuatan sub-DAS dan “*Ok*”.
5. Setelah mendapat akumulasi aliran dan batas sub-DAS simpan *file* dalam format *Shapefile* dengan cara klik kanan hasil pada nomor (4), lalu pilih “*layers*” pilih “*Export*” dan simpan *file* ke tempat penyimpanan yang dituju.

### 3.4.3 Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi dilakukan untuk menguji konsistensi data curah hujan hilang dengan menggunakan metode kurva massa ganda (*Double Mass Curve*). Analisis konsistensi data diperlukan untuk menghitung data curah hujan yang hilang, maka diperlukan analisa konsistensi data untuk mengetahui hasil perhitungan curah

hujan sudah konsisten atau belum dengan nilai rerata curah hujan lainnya. Langkah-langkah dalam uji konsistensi pada data hujan, terdiri dari:

1. Menentukan jarak Pos Curah Hujan (PCH) satu dengan lainnya menggunakan *software* ArcGIS 10.4.1. Jarak maksimum yang diambil antara PCH satu dengan sekitarnya adalah 30 km.
2. Menghitung curah hujan hilang menggunakan metode *Inversed Square Distanced* pada rumus persamaan (2.3).
3. Selanjutnya menghitung nilai kumulatif dari data curah hujan tahunan pada stasiun yang akan diuji. Lalu menghitung rerata tahunan dari curah hujan stasiun pembanding.
4. *Plotting* data kumulatif curah hujan dengan kumulatif rerata hujan pembanding pada *Chart* Ms. Excel.
5. membuat garis-garis regresi diantara titik-titik tersebut.
6. Menganalisa data yang dihasilkan konsisten atau tidak dengan mendekati angka 1 (satu). Apabila data sudah konsisten maka direkap dan dihitung curah hujan rerata wilayahnya dengan menggunakan metode Poligon Thiessen dengan rumus persamaan (2.9).

#### **3.4.4 Analisis Karakteristik Laju Erosi**

Penelitian ini menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk menghitung besarnya nilai erosi lahan dengan metode Universal *Soil Loss* Equation (USLE) dalam menghitung pendugaan erosi yang terjadi dengan faktor-faktor sebagai berikut

##### **1. Analisis Laju Erosi**

Pembuatan peta digital erosivitas tanah dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Mengumpulkan data curah hujan 11 Pos Curah Hujan (PCH) di sekitar DAS Citanduy Hulu dari tahun 2014 hingga 2023 dan sudah dihitung pada tahap analisis hidrologi. Kemudian ditentukan persebarannya dengan menggunakan metode Poligon Thiessen pada ArcGIS 10.4.1.

- b. Sebelum melakukan analisis Sistem Informasi Geografis (SIG) dilakukan perhitungan erosivitas hujan (R) menggunakan persamaan (2.13) dan (2.14).
- c. Rekap hasil data koordinat, curah hujan rerata tahunan, dan nilai erosivitas hujan (R) tiap PCH pada Ms. Excel.
- d. Kemudian buka *software* ArcGIS 10.4.1 untuk melakukan analisis dengan Poligon Thiessen.
- e. Pilih “*Add Data*” lalu masukkan data shp Batas DAS Citanduy Hulu pada ArcGIS 10.4.1.
- f. Selanjutnya pilih menu “*Conversation Tools*” klik “*Excel To Table*” masukkan file excel yang berisi rekapan titik koordinat, curah hujan rerata tahunan, dan faktor erosivitas hujan (R).
- g. Lalu akan muncul hasil *export* excel pada *layers*, kemudian klik “*Display Y Data*” pastikan *Geographic System Coordinate* sudah benar pada WGS 1984.
- h. Untuk menampilkan hasil data yang diperoleh, klik kanan pada “*Table Of Content*” yang akan dilihat, lalu pilih “*Open Attribute Table*”. Maka akan muncul data atribut yang berisi nama, titik koordinat, nilai curah hujan rerata tahunan, dan nilai erosivitas hujan (R).

## 2. Faktor Erodibilitas Tanah (K)

Pembuatan peta digital erodibilitas tanah (K) dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Memasukkan peta jenis tanah yang ada di DAS Citanduy Hulu dari Sistem Informasi Sumber Daya Lahan Pertanian dalam format *Shapefile* (.Shp) ke dalam ArcGIS 10.4.1.
- b. Selanjutnya klasifikasi poligon jenis tanah sesuai Tabel 2.4) untuk mendapat nilai erodibilitas tanah pada kelas Grup terdekat dengan DAS Citanduy Hulu, yaitu DAS Cimanuk.
- c. Tahap terakhir, masukkan nilai faktor K pada “*Data Attribute Table*” sesuai jenis tanah yang dipakai.

### 3. Faktor Kemiringan Lereng (LS)

Pembuatan peta digital kemiringan lereng (LS) dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Menyiapkan data DEM hasil dari gabungan yang dibuat pada tahap pembuatan peta DAS.
- b. Selanjutnya pilih menu “*Data Management Tools*” klik “*Raster Processing*” dan “*Clip*”. Masukkan juga *Input Raster* pada data DEM hasil gabungan dan *Output Extent* pada data shp batas DAS klik “*Use Input Feature for Clipping Geometry*”.
- c. Kemudian pilih menu “*Raster Surface*” klik “*Slope*” masukkan layer DEM yang sudah diclip.
- d. Pilih menu “*Raster Reclass*” klik “*Reclassify*” masukkan layer pada tahap (c), kemudian atur *classify* menjadi 5 kelas sesuai Tabel 2.6).
- e. Pilih menu “*Conversion Tools*” klik “*From Raster*” pilih “*Raster To Polygon*”.
- f. Terakhir menggabungkan tiap kelas yang terpisah yang ada pada data atribut “*gridcode*” dengan cara pilih menu “*Geoprocessing*” klik “*Dissolve*”, lalu masukkan layer pada tahap (e) dan pilih “*Dissolve Field; Gridcode*”. Kemudian masukkan nilai faktor LS sesuai 5 (lima) kelas dengan angka kemiringannya.

### 4. Faktor Tutupan Lahan (CP)

Pembuatan peta digital tutupan lahan (CP) dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Memasukkan peta tutupan lahan DAS Citanduy Hulu yang didapat dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan pada tahun 2019 dalam format shp ke dalam ArcGIS 10.4.1.
- b. Modifikasi data shp peta tutupan lahan tahun 2019 ke tahun 2021 dengan cara dimodifikasi pada *software* Google Earth.
- c. Kemudian masuk ke *software* ArcGIS 10.4.1 lalu pilih menu “*Conversion Tools*” dan ubah “*Layer To KML*”.



- d. Selanjutnya masuk ke *software* Google Earth, buka dile KML pada tahap (c) lalu tambahkan poligon tuutupan lahan pada tahun 2021. Jika sudah simpan kembali dalam bentuk format KML.
- e. Buka *software* ArcGIS 10.4.1, pilih menu “*Conversation Tools*” lalu ubah “*KML To Layer*”.
- f. Apabila sudah berubah ke dalam bentuk *layer*, maka selanjutnya klik *layers* lalu klik “Data” dan “*Export Data*”, simpan ke dalam *file* dokumen yang diinginkan dalam bentuk shp.
- g. Klasifikasi poligon tutupan lahan sesuai Tabel 2.8) untuk mendapatkan nilai faktor tutupan lahan (CP). Kemudian masukkan nilai faktor CP pada Data Atribut Tabel sesuai jenis tutupan lahan yang digunakan.

## 5. Analisis Spasial Erosi Lahan

Pembuatan peta erosi lahan dilakukan dengan tumpangtindih (*overlay*) dari beberapa data spasial parameter faktor penentu erosi, untuk menghasilkan pemetaan spasial baru yang akan digunakan sebagai analisis erosi. Berikut langkah-langkah pembuatan peta erosi lahan:

- a. Menyiapkan data spasial atribut faktor penentu erosi lahan, yaitu faktor erosivitas hujan (R), faktor erodibilitas tanah (K), faktor kemiringan lereng (LS), faktor tutupan lahan (CP) dan tindakan konservasi (CP), peta batas administrasi DAS Citanduy Hulu, dan eta sub-DAS di Das Citanduy Hulu.
- b. Kemudian buka *software* ArcGIS 10.4.1 pilih menu “*Geoprocessing*” klik “*Intersect*” dan masukkan semua data spasial faktor penentu erosi lahan.
- c. Selanjutnya hitung laju erosi dengan menggunakan metode USLE dari rumus persamaan (2.12) pada atribut tabel dan klasifikasikan kelas nilai erosi sesuai pada Tabel 2.2) pada data atribut tabel.
- d. Hasil dari *overlay*, diperoleh peta laju erosi lahan, nilai laju rerata erosi DAS Citanduy Hulu, dan nilai erosi terbesar pada daerah sub-DAS Citanduy Hulu.

### 3.4.5 Analisis *Bio Sediment Trap*

Pada penelitian ini, analisis efektivitas *bio sediment trap* dilakukan dengan menentukan lokasi yang memiliki rerata laju erosi paling besar pada salah satu sub-DAS. Setelah mendapatkan lokasi yang akan dipasangkan *bio sediment trap*, maka dilanjutkan dengan membuat model penggambaran 2D dan 3D menggunakan *software* SketchUp 2019 dan AutoCAD 2020.

#### 1. Model 2 (Dua) Dimensi *Bio Sediment Trap*

Pembuatan model *bio sediment trap* 2 (dua) dimensi dilakukan menggunakan *software* AutoCAD 2020 dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Buka aplikasi AutoCAD dan buat proyek baru untuk proses pembuatan desain *bio sediment trap*.
- b. Kemudian atur satuan yang akan digunakan (m, cm, mm, dll) dengan menuliskan “*Units*” dan atur sesuai kebutuhan.
- c. Pilih menu toolbar bagian *layer* lalu klik “*layer properties*” dan tambahkan layer sesuai dengan kebutuhannya.
- d. Selanjutnya ketik “*Line*” untuk menggambarkan ilustrasi bambu dan atur ukurannya sesuai yang ditentukan, lalu klik “*Arc*” untuk membuat bagian oval sesuaikan dengan diameter lingkaran yang digunakan.
- e. Setelah desain bambu arah vertikal selesai, susun bambu secara memanjang dan berikan dimensi dengan menuliskan “*Dimension*” atur dimensi sesuai ukuran desain yang telah dibuat pada tahap (d).
- f. Lalu gambarkan desain bambu secara horizontal sebagai pengikat sekaligus memperkuat bambu yang dipasang secara vertikal pada tahap (e) dan sesuaikan ukurannya dengan bambu arah vertikal.
- g. Klik “*Hatch*” pada *toolbar* untuk memberikan arsiran pada bambu horizontal agar gambar dapat dilihat dan dibedakan dengan mudah. Setelah itu tambahkan ilustrasi tanah dan kontur.
- h. Tahap terakhir tambahkan *layout* peta dan simpan dalam bentuk .png agar mudah diedit dalam penempatannya.

## 2. Model 3 (Tiga) Dimensi *Bio Sediment Trap*

Pembuatan model *bio sediment trap* 3 (tiga) dimensi dilakukan menggunakan *software* SketchUp 2019 dengan langkah-langkah sebagai berikut:

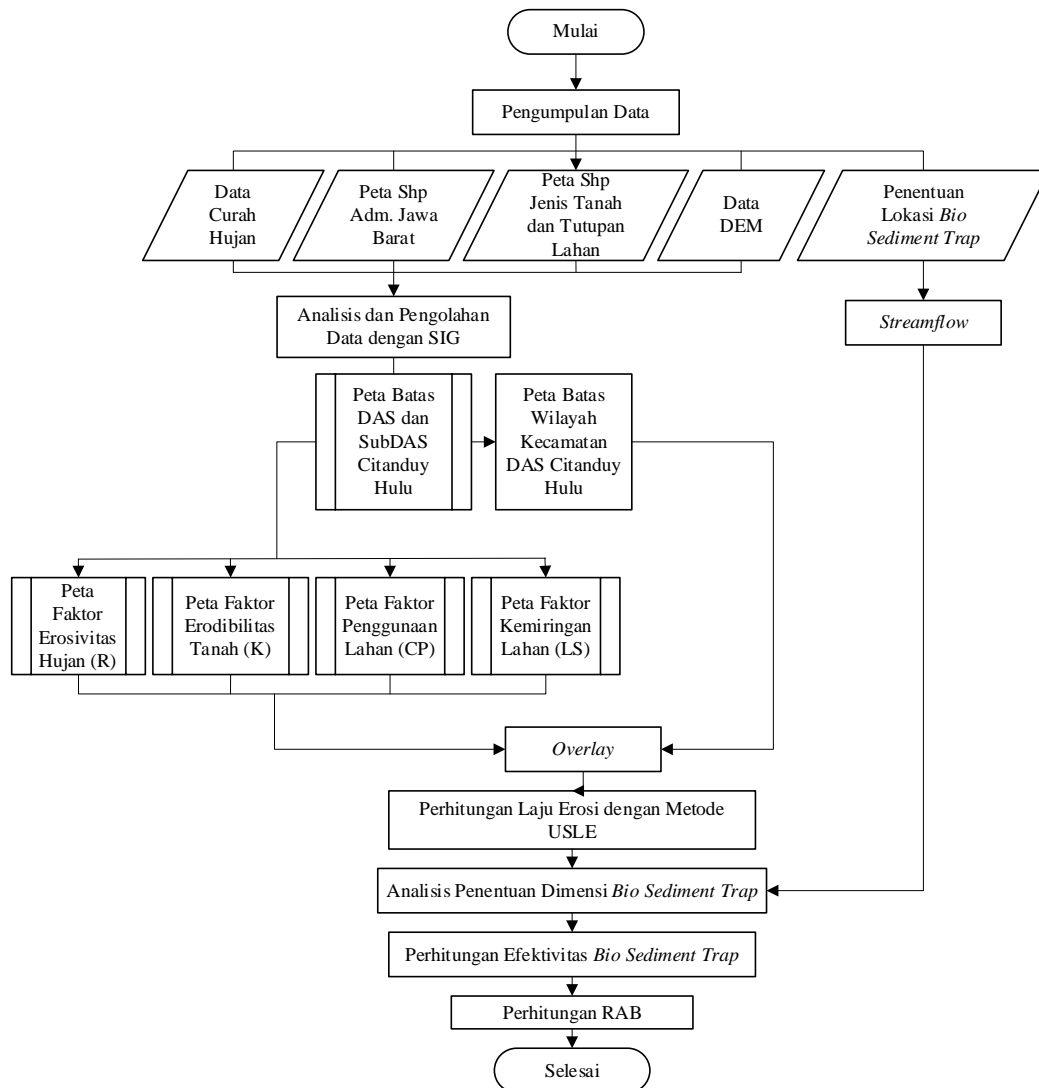
- a. Buka aplikasi SketchUp untuk proses pembuatan desain *bio sediment trap*.
- b. Pilih menu “*Rectangle*” lalu masukkan luasan lahan yang akan digunakan.
- c. Selanjutnya pilih menu “*From Scratch*” lalu masukkan (tempel) pada tahap (b). Kemudian atur jarak luasan kotak kecilnya.
- d. Pilih menu “*Stamp*” untuk membuat ketinggian kontur yang diinginkan, pada “*Default Tray*” pilih bagian “*Materials*” lalu pilih jenis tekstur “*Landscaping, Fancing, and Vegetation*” untuk memberi tekstur rumput dan pohon pada lahan.
- e. Kemudian buat garis konturnya dan beri jarak sekitar 5 cm pada setiap konturnya dan buat alur lahan dengan menggunakan “*From Scratch*” turunkan kontur sedikit sampai membentuk alur.
- f. Buat model bambu menggunakan salah satu contoh gambar bambu yang terdapat di internet, lalu masukkan ke aplikasi SketchUp dan potong menjadi 1 (satu) bagian bambu dengan pilih menu “*Rectangle*” serta hapus bagian yang tidak terpakai.
- g. Selanjutnya pilih menu “*Push and Pull*” untuk mengatur diameter bambu yang diinginkan.
- h. Setelah itu *overlay* bambu pada tahap (g) dengan lahan pada tahap (e), tempatkan bambu pada alur lahan tersebut, kemudian atur posisinya.
- i. Langkah terakhir, simpan hasil desain dan render agar mendapat hasil gambar desain 3D sesuai kenyataan.

### 3.4.6 Analisis Efektivitas *Bio Sediment Trap*

Menentukan umur teknis dari penggunaan *bio sediment trap* dapat dilakukan dengan menentukan asumsi umur rencana dari penggunaan *bio sediment trap* yang

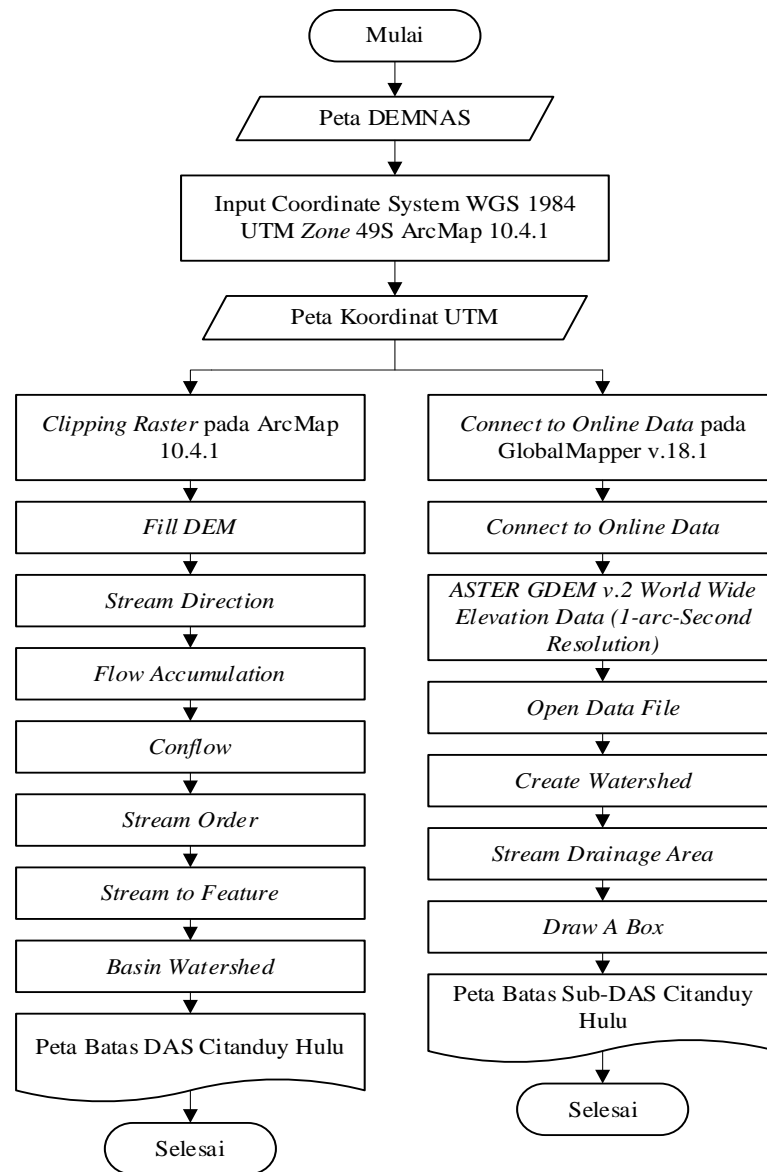
akan berpengaruh pada volume dari model jebakan sedimen tersebut. Perhitungan efektivitas *bio sediment trap* yang diperhitungkan yaitu efektivitas terhadap erosi lahan yang berada di DAS Citanduy Hulu serta memperlihatkan pengurangan jumlah volume erosi dan sedimen yang terjadi dengan efektivitas yang ditentukan. Selanjutnya, menghitung rencana anggaran biaya (RAB) untuk memperkirakan biaya dari pembuatan *bio sediment trap* dengan luasan dan volume yang ada.

Berikut merupakan *flowchart* atau diagram alir penelitian analisis pemanfaatan *bio sediment trap* untuk penanganan erosi di DAS Citanduy Hulu dalam Lingkup Bendungan Leuwikeris:



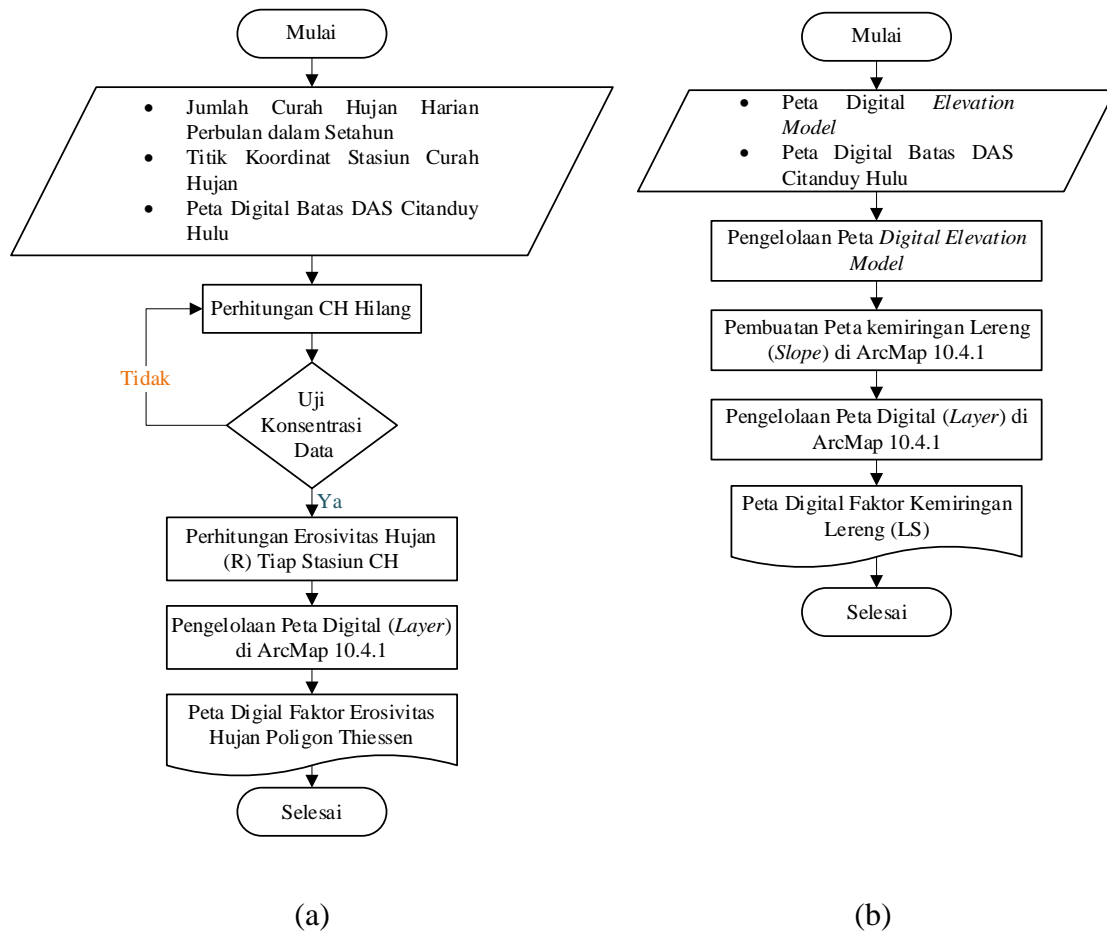
Gambar 3.2 Diagram Alir (*Flowchart*) Pelaksanaan Penelitian

Diagram alir peta batas DAS dan Sub-DAS Citanduy Hulu, dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



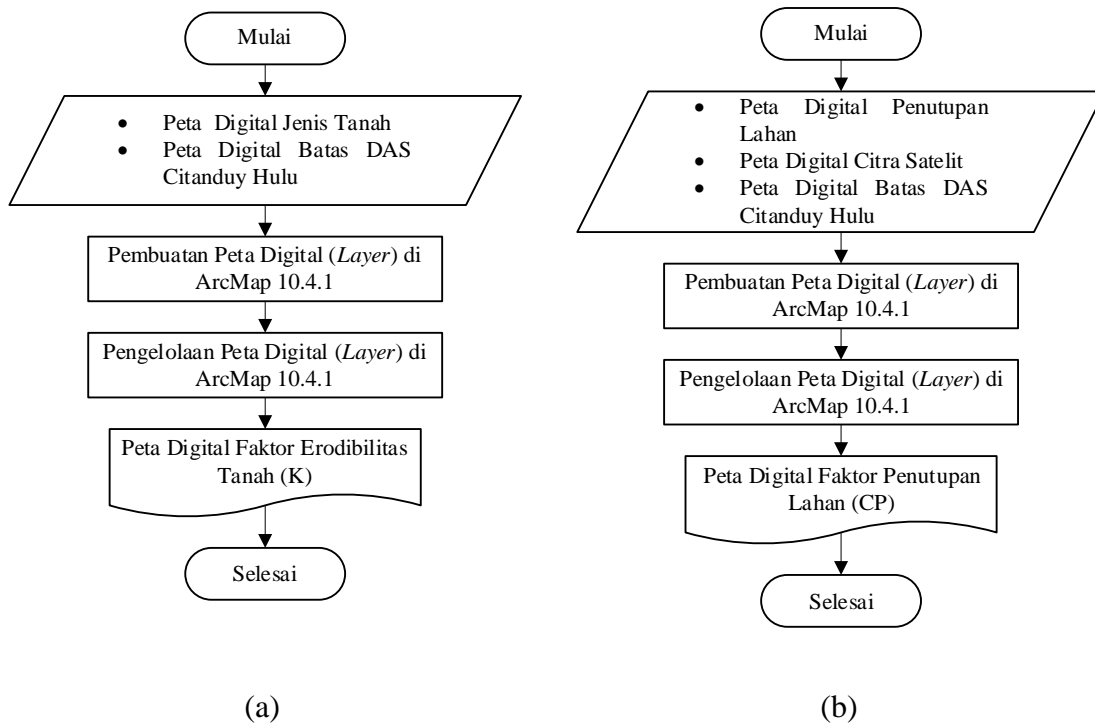
Gambar 3.3 Diagram Alir (*Flowchart*) Pembuatan Peta DAS dan Sub-DAS Citanduy Hulu

Diagram alir peta faktor R dan faktor LS, dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



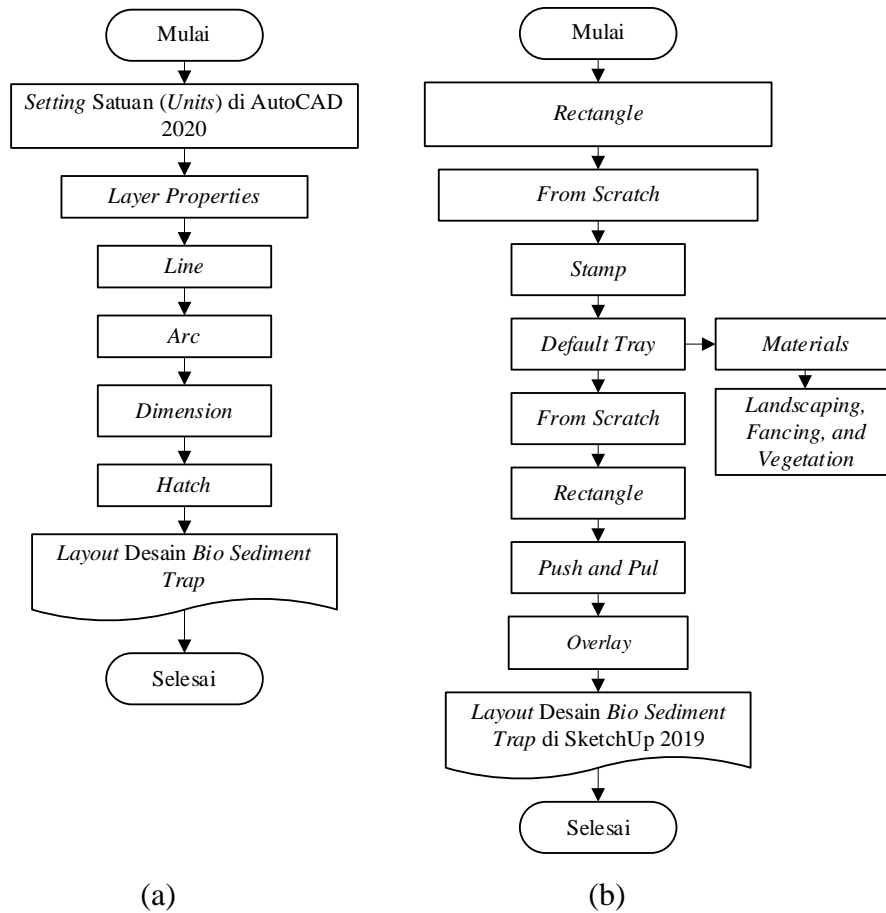
Gambar 3.4 Diagram Alir (*Flowchart*) Pembuatan Peta (a) Faktor R dan (b) Faktor K

Diagram alir peta faktor K dan faktor CP, dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 3.5 Diagram Alir (*Flowchart*) Pembuatan Peta (a) Faktor K dan (b) Faktor CP

Diagram alir desain *bio sediment trap* dengan menggunakan AutoCAD 2020 (2D) dan SketchUp 2019 (3D), dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 3.6 Diagram Alir (*Flowchart*) Pembuatan Desain *Bio Sediment Trap* (a) 2 Dimensi dan (b) 3 Dimensi