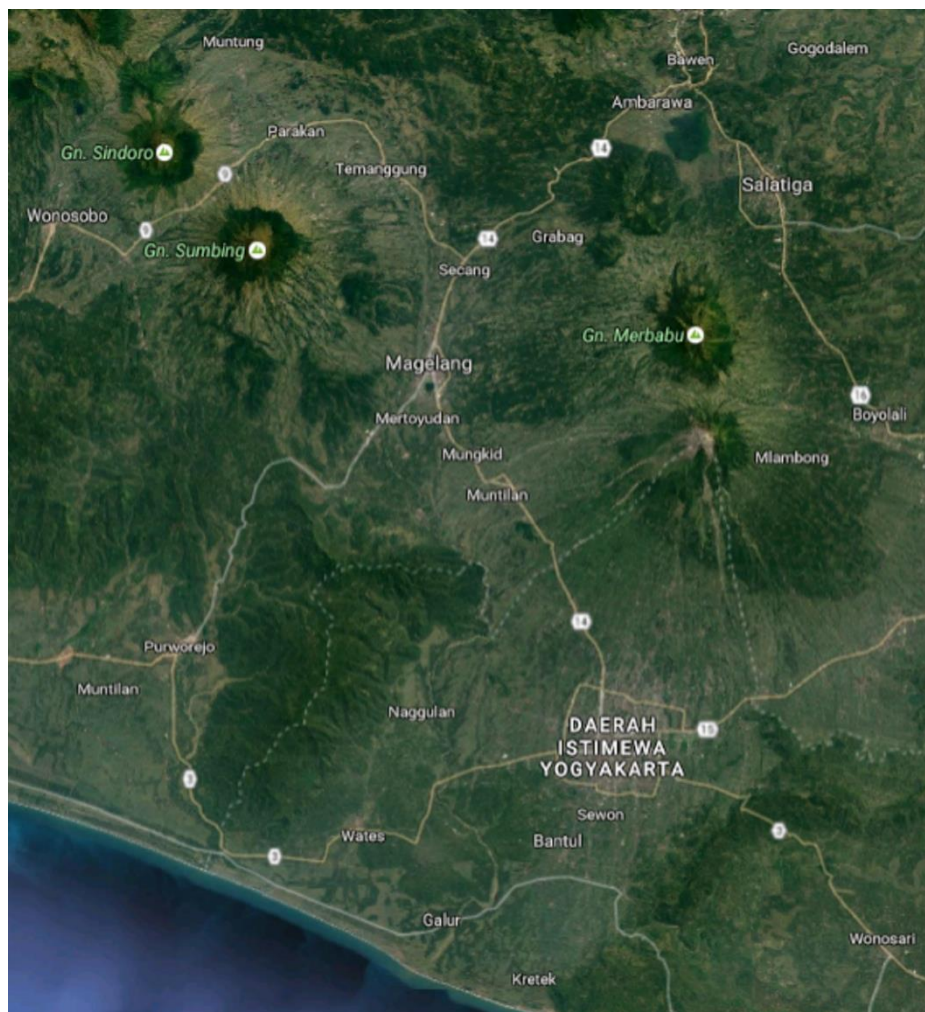


BAB IV

METEDE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah sungai Progo yang memiliki luas daerah tangkapan atau daerah aliran sungai sebesar 246.119,02 Ha, panjang sungai 140 km, elevasi tertinggi di hulu sungai $\pm 1637,00$ mdpl dengan elevasi terendah $\pm 0,00$ mdpl. Sungai mengalir mulai dari Lereng Gunung Sindoro, Sumbing, Merbabu dan Merapi di Propinsi Jawa Tengah. Sungai Progo bagian hilir mengalir melintasi perbukitan rendah Menoreh yang berada di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dan akhirnya bermuara di Samudera Indonesia di Pantai Selatan Pulau Jawa. DAS Progo terbentang antara $07^{\circ} 11' 7'' - 7^{\circ} 59' 06''$ LS dan $110^{\circ} 11' 18'' - 110^{\circ} 38' 18''$ BT.



Gambar 4.1 Citra Satelit Lokasi Penelitian

B. Bahan Penelitian

Seluruh data yang digunakan dalam analisis adalah data sekunder, berikut merupakan data-data yang digunakan dalam analisis penelitian.

a. Data Elevasi *Benchmark* dan *Control Point*

Diperoleh dari PT. Bhawana Prasasta pada proyek “DED Pemanfaatan Air Baku di WS Serayu Bogowonto dan WS Progo Opak Serang”.

b. Digital Elevation Model (SRTM 1 Arc Second)

Download di situs earthexplorer.usgs.gov dengan membuat akun terlebih dahulu,

Dengan spesifikasi;

- 1) Sumber data : SRTM 1 Arc Second Global
- 2) Tanggal publikasi : 23 September 2014
- 3) Format : GeoTIFF
- 4) Kedalaman Pixel : 16 Bit Signed Integer
- 5) Pyramids : Level 4
- 6) Resolusi : 1 Arc Second ($\pm 30,98\text{m}$)
- 7) Datum : World Geografic System 1984

c. Peta kontur, batas administrasi, tatagunalahan, dan jenis tanah provinsi Jawa Tengah dan DI Yogyakarta, diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG).

d. Peta jaringan sungai Jawa tengah dan DI Yogyakarta, diperoleh dari BIG dan BPDAS Serayu Opak Progo.

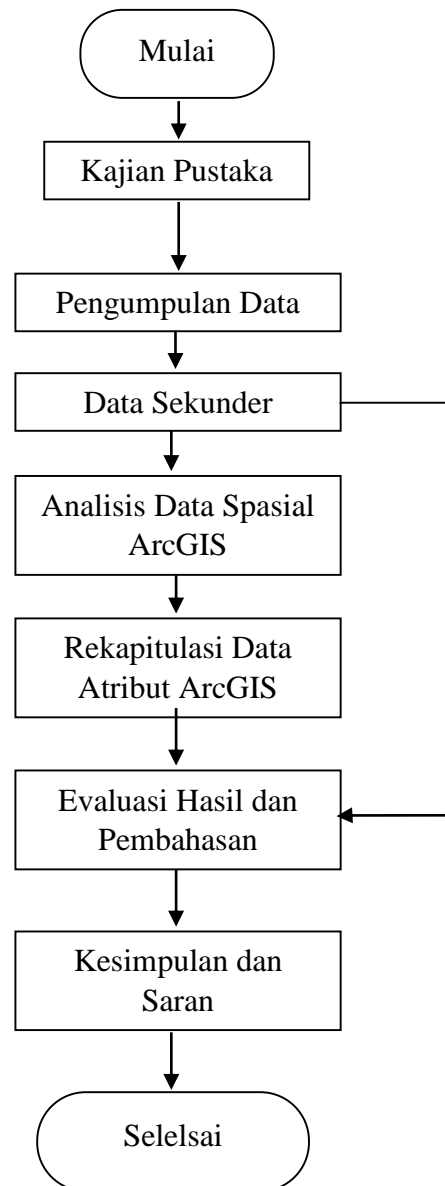
e. Peta batas DAS Progo, diperoleh dari BPDAS Serayu Opak Progo.

C. Alat Penelitian

1. PC atau Laptop yang digunakan harus berspesifikasi terhadap software ArcGIS Desktop 10.3.1 dan Microsoft Office 2013.
2. Software ArcMap 10.3.1 (ArcGIS Desktop 10.3.1), digunakan untuk melakukan pengolahan data DEM dan analisis hidrologi.
3. Extensi software ArcHydro untuk software ArcGIS Desktop 10.3.1, digunakan untuk melakukan rekondisi DEM.
4. Software Microsoft Excel 2013, digunakan untuk melakukan rekap data hasil analisis ArcGIS Desktop 10.3.1.
5. Software Microsoft Word 2013, digunakan untuk menyimpulkan hasil analisis.

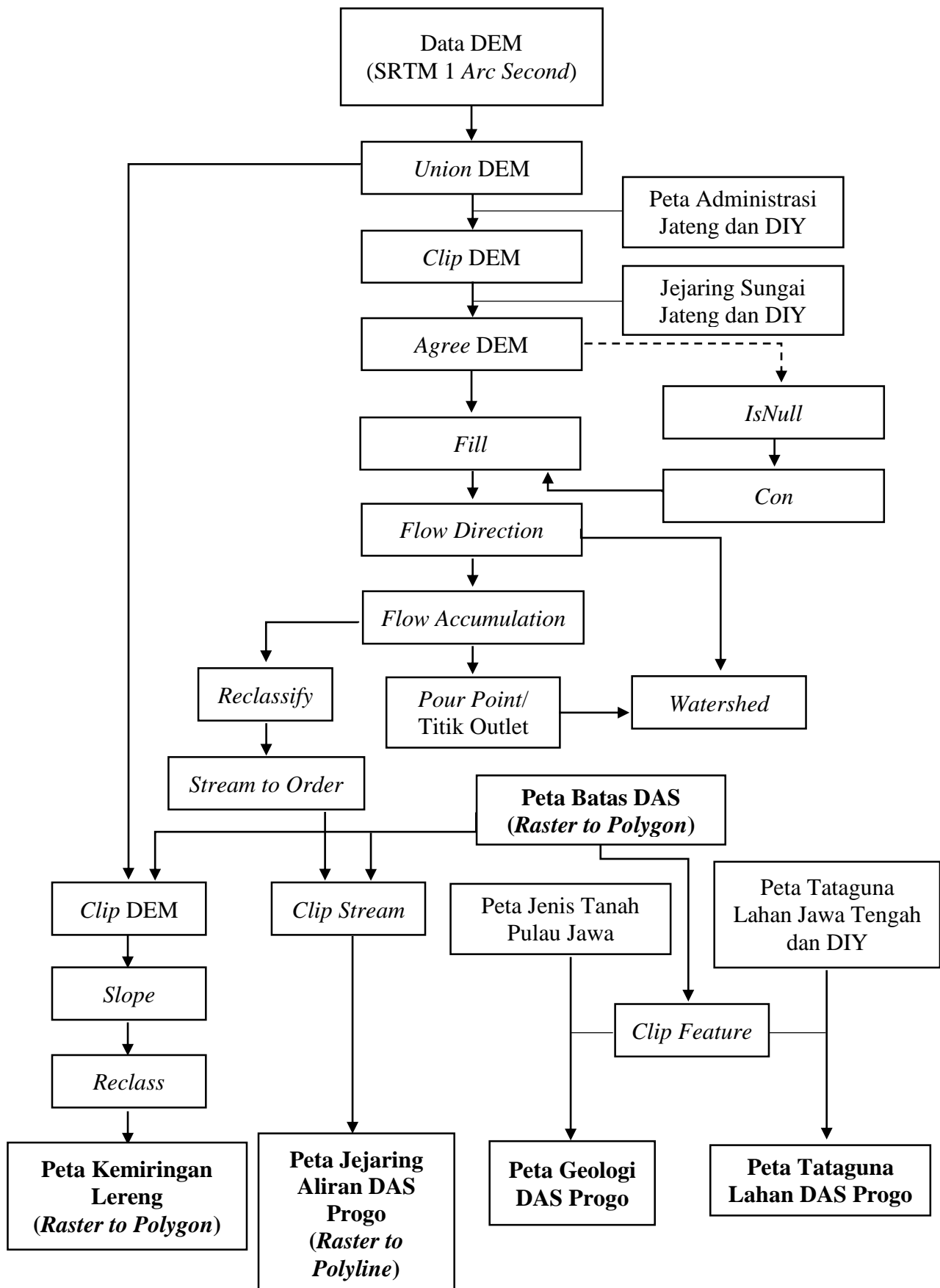
D. Tahapan Penelitian

Berikut merupakan tahapan penelitian yang disajikan dalam bentuk bagan alir.



Gambar 4.2 Bagan Alir Tahapan Penelitian

Selain tahapan penelitian, terdapat pula tahapan analisis data spasial pada ArcGIS yang disajikan dalam bentuk bagan alir.



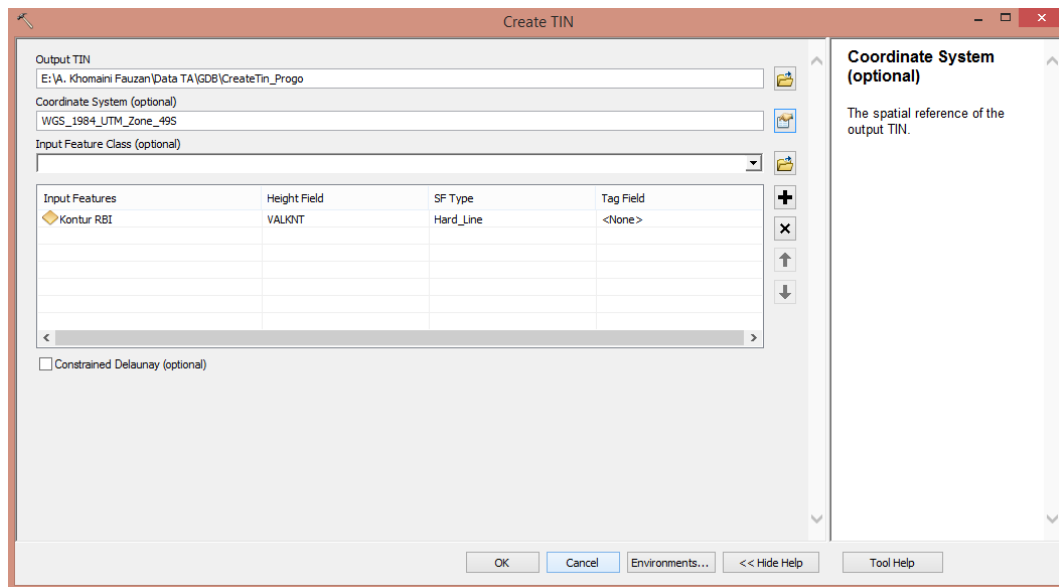
Gambar 4.3 Bagan Alir Tahapan Analisis Spasial

E. Analisis Hasil

1. Analisa Perbandingan Elevasi

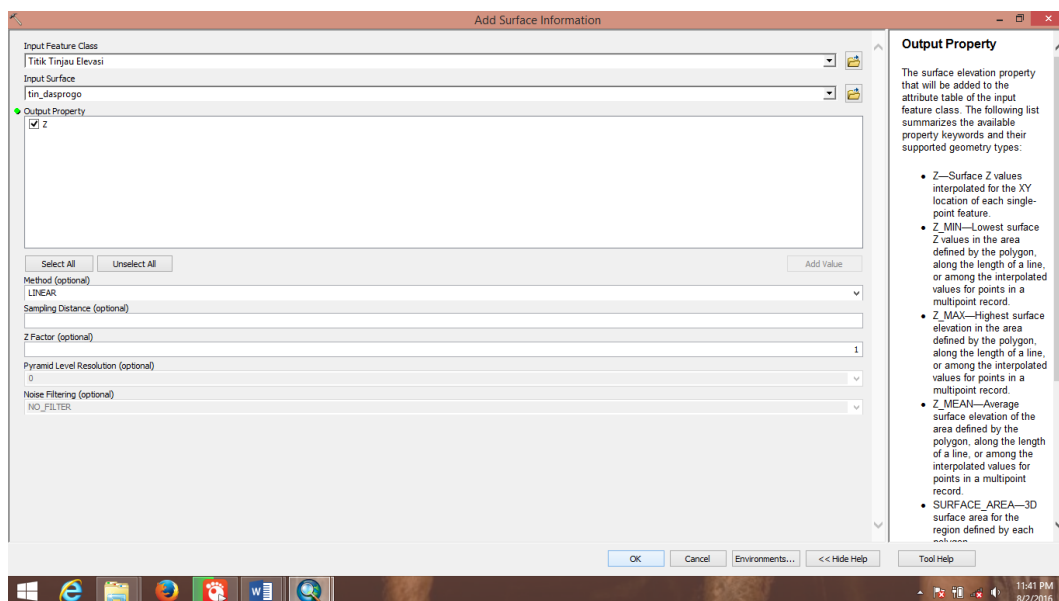
Perbandingan dilakukan pada elevasi dari data *Digital Elevation Model* terhadap data kontur dari BIG (RBI). Teknik perbandingan yang dilakukan adalah dengan membandingkan data elevasi antara dua sumber pada 100 titik sampel yang sama. Titik sampel berupa data *shapefile* yang berupa *point*, kemudian diletakkan pada 100 titik secara acak dan merata pada wilayah DAS Progo.

Pengambilan data elevasi pada data kontur BIG dilakukan dengan terlebih dahulu mengkonversi data kontur menjadi data *surface* atau permukaan atau TIN (*Triangulasi Irregular Network*). Adapun tool yang digunakan adalah *Create TIN (toolbox)* dengan menggunakan data kontur BIG sebagai *Input Feature Class*, dan kolom “VALKNT” sebagai kolom yang berisi informasi ketinggian pada garis kontur.



Gambar 4.4 Kotak Dialog Input Data Tool *Create TIN*

Kemudian digunakan tool *Add Surface Information (toolbox)* untuk mendapatkan nilai elevasi pada setiap titik sampel. *Input Feature Class* diisi data *shapefile* titik sampel, *Input Surface* diisi data TIN dari kontur DAS Progo dan *Output Property* dicentang “Z”. Sedangkan untuk data DEM dilakukan dengan cara yang sama, namun pada data DEM tidak perlu dilakukan pembuatan TIN.



Gambar 4.5 Kotak Dialog Input Data Tool *Add Surface Information*

Setelah proses di atas selesai, dapat dilakukan pengamatan perbedaan elevasi dengan melakukan konversi dari tabel atribut ke excel. Proses konversi ke excel dilakukan guna mempermudah pengamatan, pengelolaan dan evaluasi data. Proses konversi ke excel dapat dilakukan dengan menggunakan tool *Table to Excel (Toolbox)*.

Selain melakukan perbandingan elevasi DEM terhadap kontur yang bersumber dari BIG, dilakukan juga perbandingan elevasi DEM terhadap elevasi dari beberapa *Benchmark* dan *Control Point* yang berada di wilayah DAS Progo yang diperoleh dari pengukuran topografi oleh PT. Bhawana Prasasta untuk proyek “DED Pemanfaatan Air Baku di WS Serayu Bogowonto dan WS Progo Opak Serang”.

Perbandingan dilakukan dengan teknik/cara yang sama pada perbandingan antara data DEM dan kontur BIG. Perbedaan perbandingan terletak pada titik yang digunakan sebagai acuan. Titik yang digunakan sebagai acuan adalah titik dari input koordinat *Benchmark* dan *Control Point*.

Titik *Benchmark* dan *Control Point* selanjutnya di plot pada DEM SRTM 1 Arc Second untuk mencari elevasi DEM pada titik-titik tersebut. Ekstraksi elevasi DEM dilakukan dengan tool *Add Surface Information*,

dengan *input feature* adalah titik *Benchmark* dan *Control Point*, kemudian untuk *Input Surface* adalah DEM SRTM 1 Arc Second.

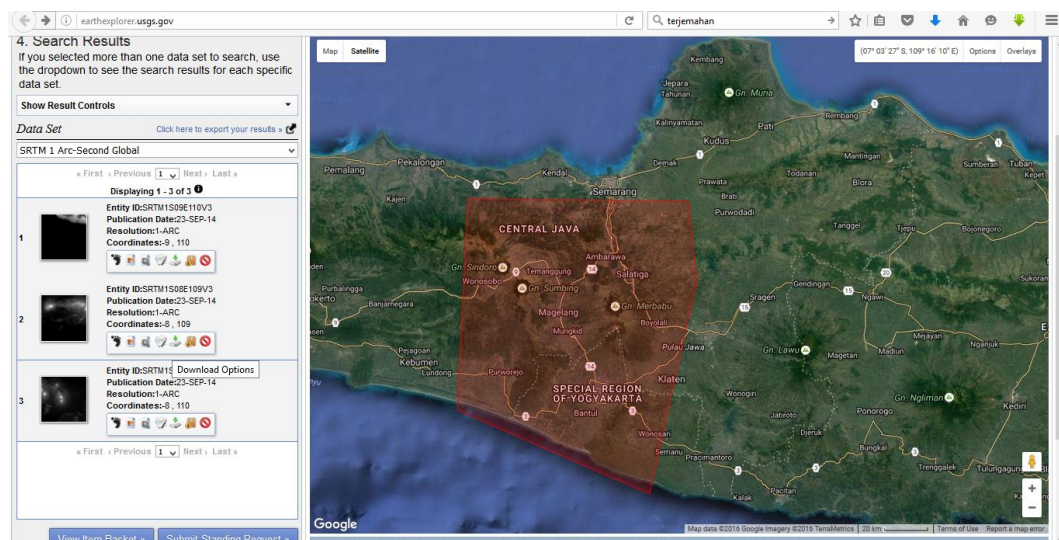
2. Delineasi Batas DAS

Untuk mendelineasi batas DAS digunakan tool *Watershed* (*Toolbox*) yang mampu menentukan wilayah suatu DAS berdasarkan arah aliran dan titik outletnya. Berikut merupakan langkah-langkah untuk memperoleh delineasi batas DAS menggunakan tool *Watershed* menggunakan data DEM.

a. Download Data DEM

Proses *download* dilakukan pada situs earthexplorer.usgs.gov yang menyediakan data DEM dari SRTM 1 Arc Second per 1 luasan dengan satuan derajat atau $1,1664 \times 10^{10}$ m. Adapun wilayah data DEM yang didownload adalah;

- 1) 7°LS , 108°BT sampai dengan 7°LS , 111°BT
- 2) 8°LS , 108°BT sampai dengan 8°LS , 111°BT
- 3) 9°LS , 110°BT sampai dengan 9°LS , 111°BT



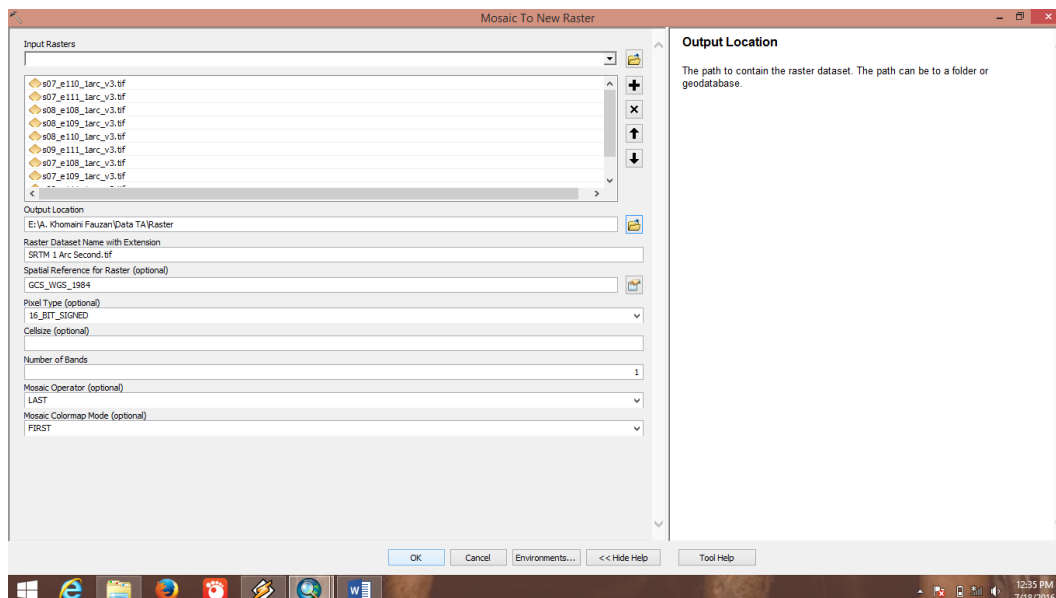
Gambar 4.6 Screen link download data SRTM

3. Mempersiapkan DEM

Untuk melakukan penggabungan data DEM yang saling bertetangga, pengguna dapat menggunakan tool *Mosaic to New Raster* (*toolbox*). Tool ini berfungsi menyatukan beberapa data raster yang saling bertetangga dan identik, kemudian menyimpannya sebagai data

raster yang baru. Berikut adalah hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengisian informasi untuk analisis,

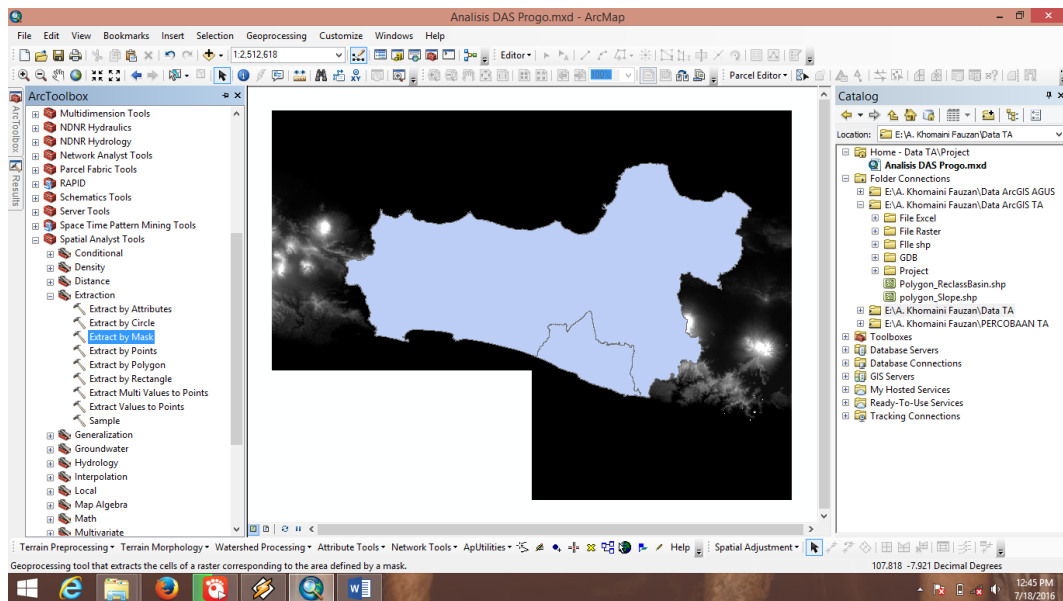
- 1) *Input raster* diisi data-data DEM (raster) yang akan digabungkan
- 2) Nama DEM (raster) baru diisi disertai ekstensinya yaitu “.tif”
- 3) *Number of band* diisi 1, karena DEM akan terdiri dari 1 *band*.



Gambar 4.7 Kotak Dialog Input Data Tool *Mosaic to New Raster*

Sedangkan untuk melakukan pemotongan pada data raster, pengguna dapat memilih beberapa metode pemotongan yang terdapat pada *toolbox*. Pilihan yang paling efisien, mudah dan cepat adalah dengan metode koordinat (*extract by polygon* atau *extract by rectangle*) dan metode topeng (*extract by mask*). Tool *extract by mask* berfungsi memotong atau mengclip raster berdasarkan wilayah dari *mask* atau topeng yang dapat berupa data *feature* ataupun raster. Berikut adalah beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengisian informasi untuk analisis,

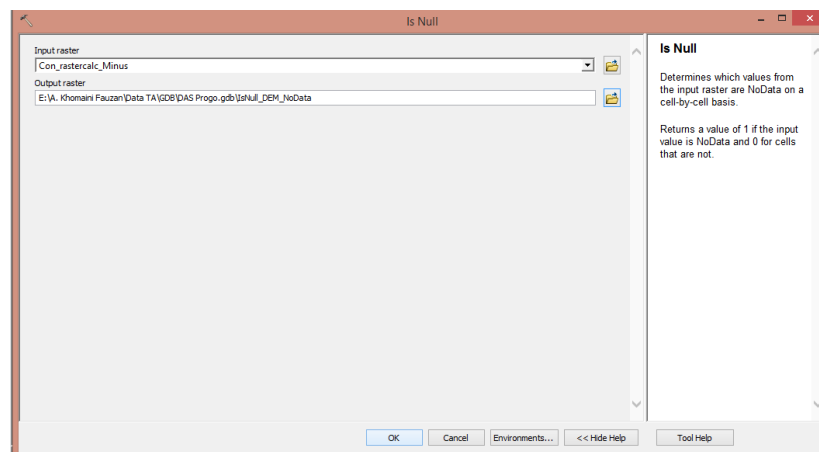
- 4) *Input raster* diisi data DEM yang akan dipotong,
- 5) *Input mask* diisi data batas administrasi Jawa Tengah dan DI Yogyakarta, dikarenakan wilayah analisis DAS Progo berada di provinsi Jawa Tengah dan DI Yogyakarta,



Gambar 4.8 Peta Administrasi dan Data DEM

Menggabungkan dan memotong data DEM terkadang akan menemukan masalah *NoData* atau dengan kata lain beberapa piksel tidak memiliki nilai atau kosong. Untuk mengatasi masalah tersebut, dapat digunakan tool *IsNull* dan *Con (toolbox)*.

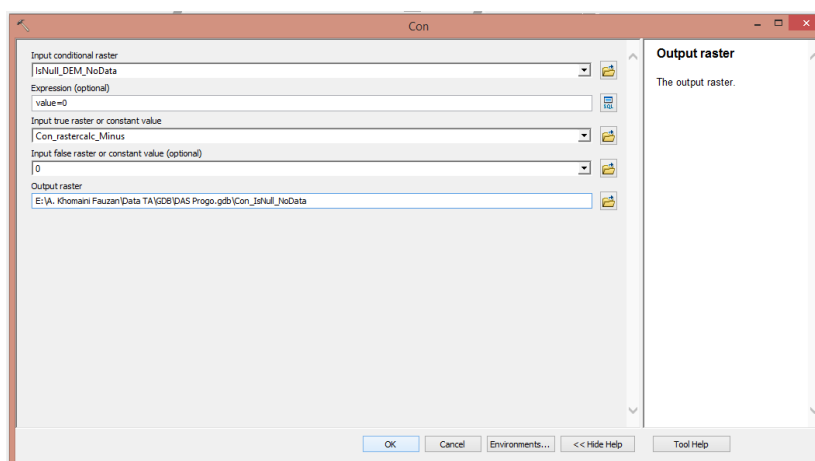
Tool *IsNull* berfungsi mengubah nilai piksel *NoData* menjadi 1 dan piksel yang tersisa menjadi 0. Dimana *input raster* yang digunakan adalah data DEM yang telah dipotong/diclip.



Gambar 4.9 Kotak Dialog Input Data Tool *IsNull*

Kemudian tool *Con* berfungsi melakukan kondisi atau logika *if* (jika) yang sangat identik dengan formula/logika *if* pada Ms. Excel. Dimana,

- 6) *Input conditional raster*, pilih raster yang akan dikondisikan, hasil analisis *IsNull* dimasukkan mengingat data hasil *IsNull* telah terbagi menjadi 2 nilai (0 dan 1).
- 7) *Expression (optional)*, masukkan logika, formula, atau ekspresi nilai. Pada data *IsNull* dapat tulis “value=0”, hal ini dikarenakan nilai 0 pada data *IsNull* merupakan wilayah yang akan diinput dengan nilai DEM yang asli.
- 8) *Input true raster or constant value*, diisi data DEM yang asli, hal ini dikarenakan logika yang digunakan adalah jika nilai dari raster (*IsNull*) adalah 0, maka nilainya akan berubah sesuai dengan *input true raster* (DEM asli).
- 9) *Input false raster or constant value (optional)*, dimasukkan nilai (0). Dapat juga memasukkan referensi DEM lain sebagai pengganti nilai dari piksel yang kosong. Jika nilai dari raster *IsNull* adalah selain 0, maka nilai/value akan dianggap salah (*false*) dan kemudian akan diganti nilai pikselnya berdasarkan *Input false raster or constant value*.

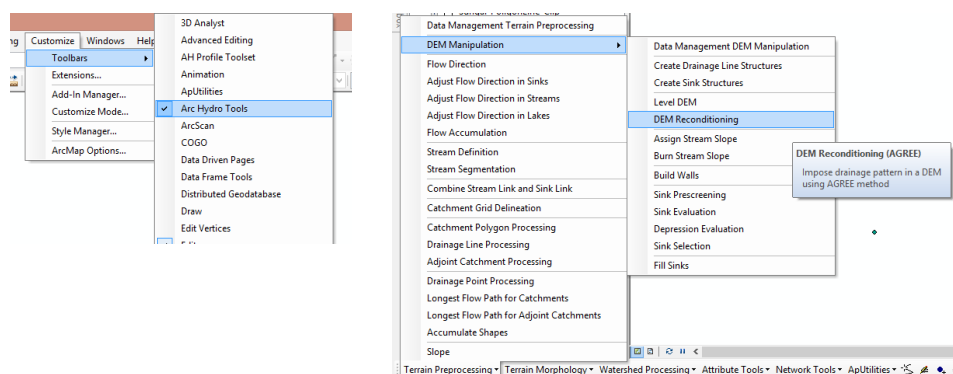


Gambar 4.10 Kotak Dialog Input Data Tool *Con*

Maka semua piksel yang kosong (NoData) akan diganti nilainya dengan 0 (nol).

4. Rekondisi DEM

Untuk merekondisi DEM dibutuhkan fitur tambahan pada ArcGIS yaitu ArcHydro. Rekondisi DEM dengan ArcHydro menggunakan tool *DEM Recontioning*, data DEM dan data jejaring aliran atau sungai. Data jejaring aliran yang digunakan adalah data sungai dari BIG. Penggunaan data jejaring aliran dari BIG dipilih dikarenakan keakuratan data dari BIG yang lebih baik dibanding dari BPDAS Serayu Opak Progo. Hal ini telah dibuktikan oleh penulis dengan melakukan survei langsung ke lapangan untuk memperhatikan topologi dari DAS Progo.

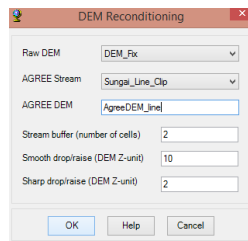


Gambar 4.11 *Toolbar* ArcHydro untuk Rekondisi DEM

Kemudian untuk pengisian data dan nilai analisis adalah sebagai berikut;

- *Raw DEM*, diisi data raster DEM yang akan direkondisi,
- *AGREE Stream*, diisi data fitur Sungai dari BIG,
- *AGREE DEM*, diisi nama data DEM setelah rekondisi, yang diawali dengan kata “*AgreeDEM*”,
- *Stream buffer (number of cell)*, diisi jumlah sel/piksel yang akan direkondisi di sekitar garis sungai, terhitung dari piksel pada titik tengah garis sungai ke kiri dan ke kanan,
- *Smooth drop/raise (DEM Z-unit)*, diisi nilai ketajaman/kemiringan melintang sungai dalam satuan yang menyesuaikan satuan ketinggian DEM (meter),

- *Sharp drop/raise (DEM Z-unit)*, diisi nilai kedalaman sungai pada satu titik piksel yang berada di tengah sungai dalam satuan yang menyesuaikan satuan ketinggian DEM (meter),

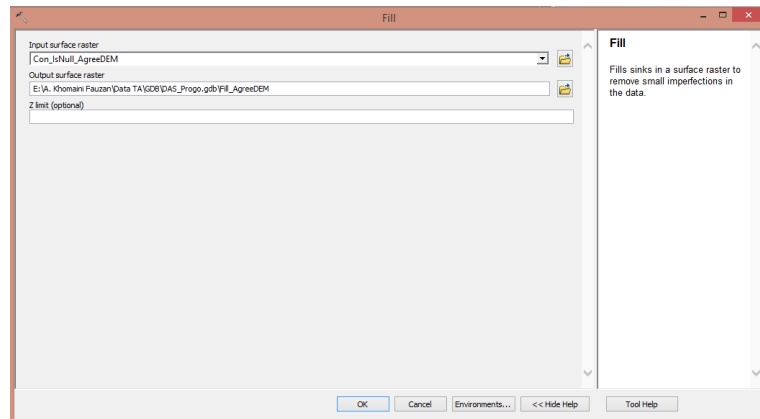


Gambar 4.12 Kotak Dialog Input Data Tool *DEM Reconditioning*

Hal yang paling berpengaruh dalam merekondisi DEM adalah input nilai pada *Stream buffer*, *Smooth drop/raise* dan *Sharp drop/raise*. Pemahaman terhadap topologi dari suatu wilayah DAS dan sungai yang ada di dalamnya akan sangat membantu dalam menemukan hasil batas DAS sesuai harapan.

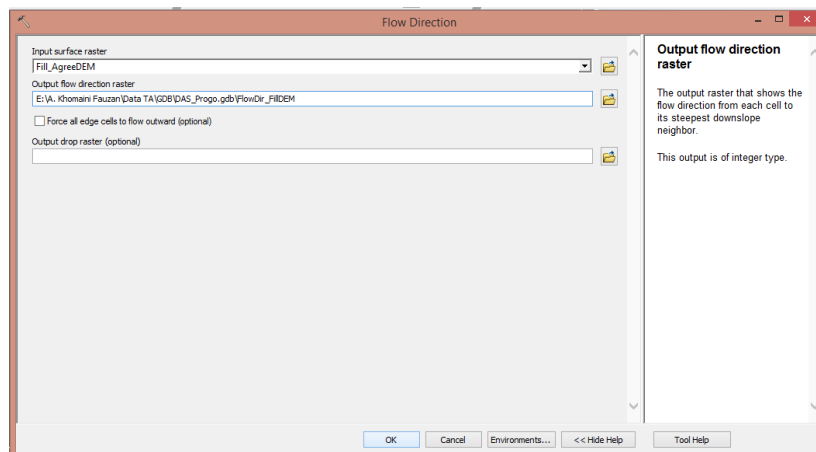
5. Analisis Aliran

Dalam melakukan analisis aliran, digunakan tool *Flow Direction* untuk menentukan arah aliran dan tool *Flow Accumulation* untuk menentukan nilai akumulasi aliran. Namun sebelum menentukan arah aliran, terlebih dahulu harus melakukan pengisian pada beberapa piksel yang memiliki nilai lebih kecil dibandingkan dengan piksel disekitarnya. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan tool *Fill*. *Input raster* yang digunakan pada tool *Fill* adalah data DEM yang telah siap dan tanpa kerusakan pada piksel-pikselya, baik melalui tahapan rekondisi ataupun tidak.



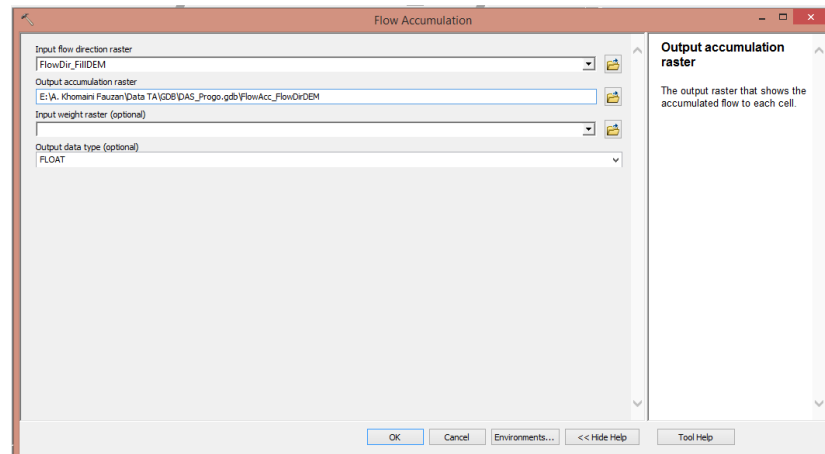
Gambar 4.13 Kotak Dialog Input Data Tool *Fill*

Kemudian dilakukan analisis arah aliran menggunakan tool *Flow Direction* dengan *Input raster* adalah data DEM yang telah melewati proses analisis *Fill*.



Gambar 4.14 Kotak Dialog Input Data Tool *Flow Direction*

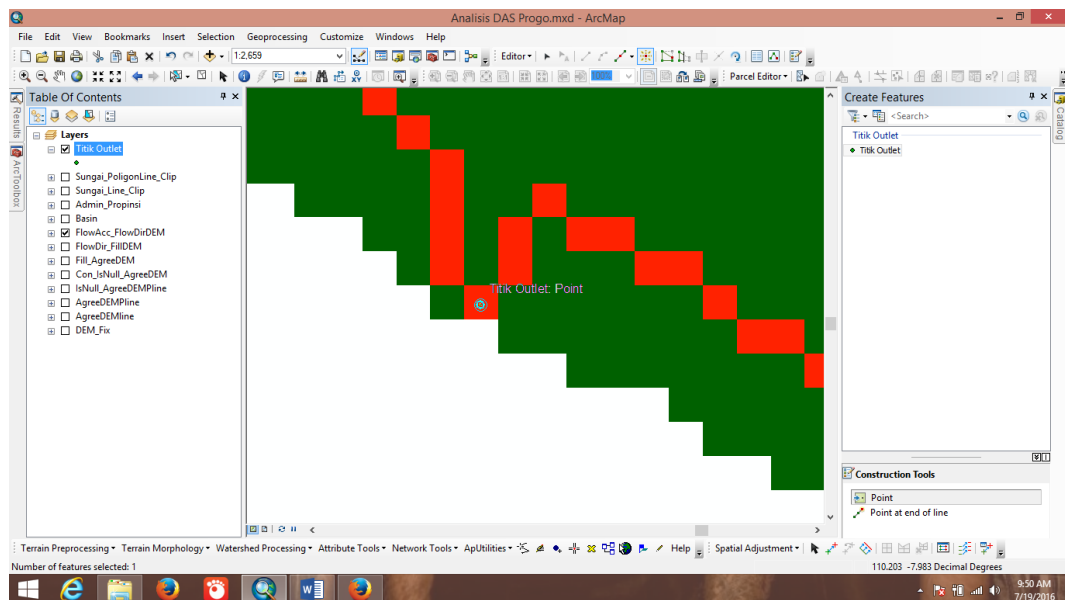
Untuk analisis akumulasi aliran menggunakan tool *Flow Accumulation* dengan hasil analisis *Flow Direction* sebagai *Input Raster* yang digunakan.



Gambar 4.15 Kotak Dialog Input Data Tool *Flow Accumulation*

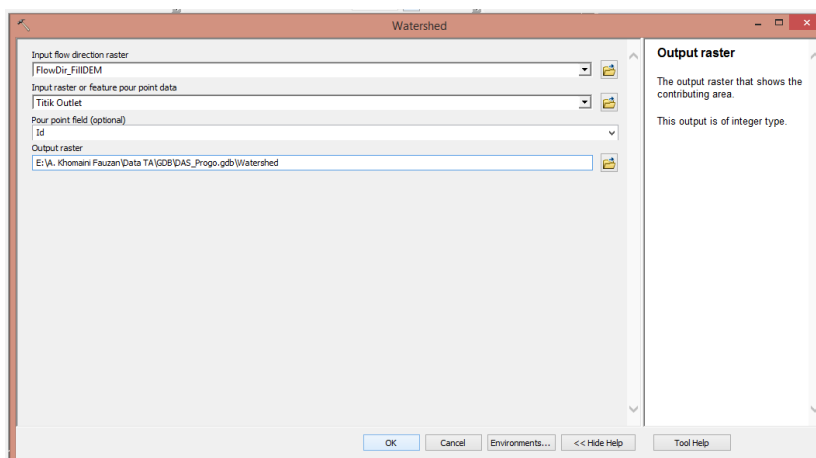
6. Watershed

Untuk melakukan delinasi Batas DAS menggunakan tool *Watershed*, dibutuhkan sebuah titik outlet atau biasa disebut *pour point*. Titik outlet harus terletak pada akumulasi aliran tertinggi dari jejeran sungai yang dihasilkan DEM. Titik outlet dibuat dengan cara meletakkan sebuah titik atau point berupa data fitur ataupun *shapefile* di wilayah dengan nilai akumulasi aliran tertinggi.



Gambar 4.16 Peletakan Titik Outlet

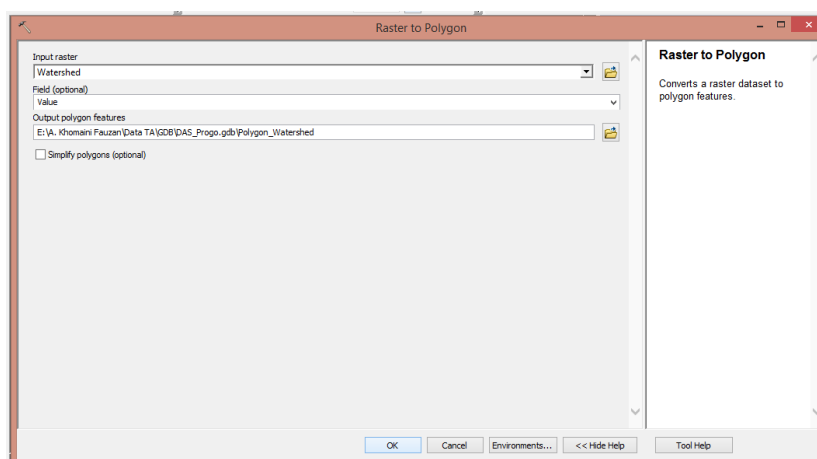
Setelah melakukan peletakan titik outlet pada daerah dengan nilai akumulasi tertinggi, selanjutnya menjalankan tool *Watershed* dengan *Input raster* berupa raster hasil *Flow Direction* dan *Input raster or feature pour point data* adalah data *feature* titik outlet.



Gambar 4.17 Kotak Dialog Input Data Tool *Watershed*

7. Konversi dan kalkulasi geometri

Hasil analisis tool *Watershed*, *Flow Accumulation*, dan *Slope* merupakan data raster dengan dimensi yang cukup sulit untuk diidentifikasi. Untuk itu dibutuhkan sebuah proses konversi dari data raster ke data feature. Hasil analisis tool *Watershed* kemudian dikonversi menggunakan tool *Raster to Polygon*.



Gambar 4.18 Kotak Dialog Input Data Tool *Raster to Polygon*

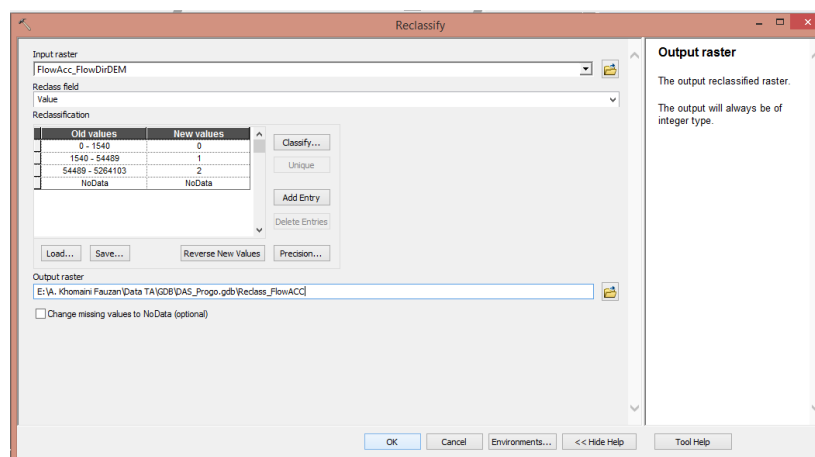
Setelah melakukan konversi ke data feature, dapat dilakukan proses perhitungan atau kalkulasi luasan dan panjang. Proses kalkulasi dapat dilakukan dengan menggunakan tool *Add Geometry Attributes*

yang mampu melakukan perhitungan atau kalkulasi geometri terhadap data atribut. Adapun beberapa parameter yang diperhatikan dalam proses kalkulasi adalah sebagai berikut;

- Pada baris *Geometry Propertise*, centang *LENGTH_GEODESIC* (untuk panjang garis sungai), *AREA_GEODESIC* (untuk luasan DAS), dan *PARIMETER_LENGTH_GEODESIC* (untuk panjang keliling DAS)
- Untuk satuan panjang (*Length Unit (optional)*) diisi *METERS*
- Untuk satuan luas (*Area Unit (optional)*) diisi *SQUARE_METERS*

8. Jejaring Aliran

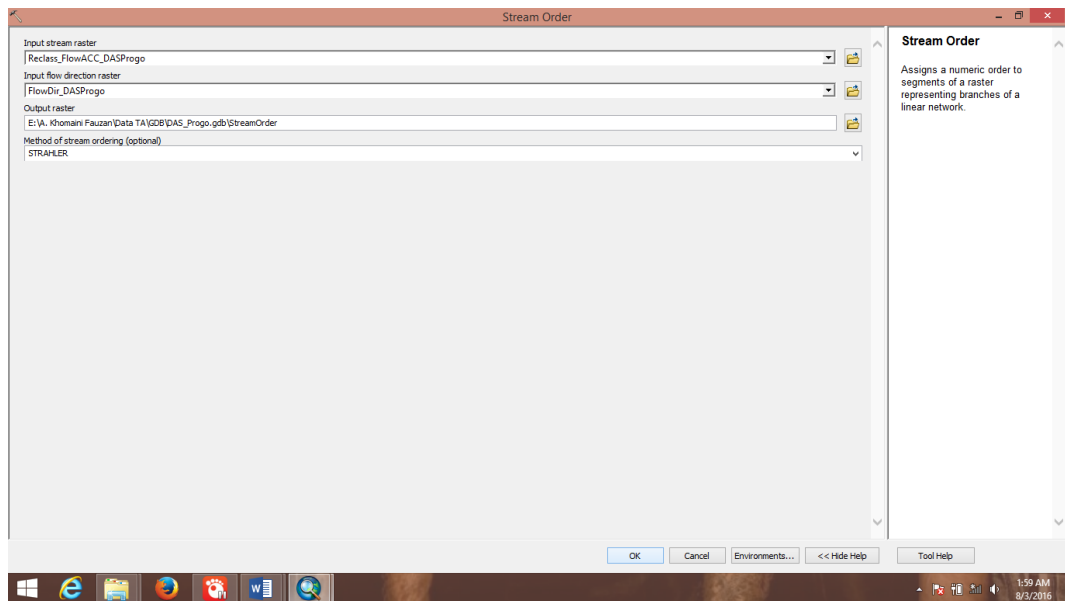
Untuk membuat jejaring aliran dilakukan analisis tool *Flow Accumulation* yang terlebih dahulu diklasifikasi menggunakan tool *Reclassify (Toolbox)*. Proses klasifikasi dilakukan untuk menentukan nilai



Gambar 4.19 Kotak Dialog Input Data Tool *Reclassify*

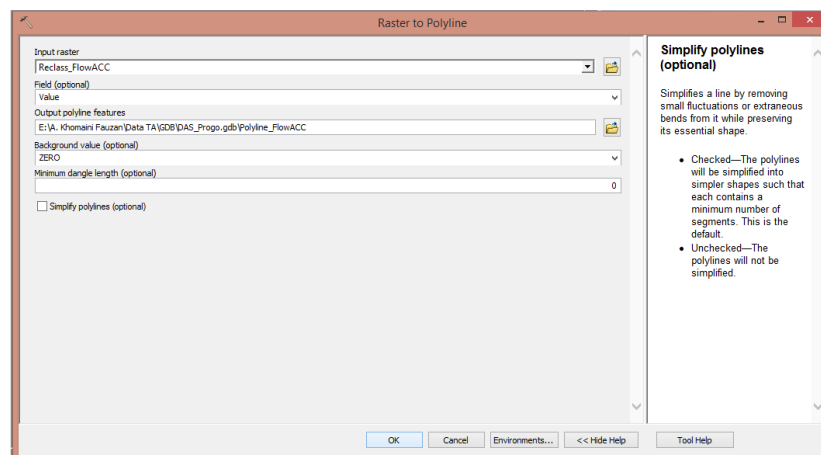
atau *value* dari raster yang akan dijadikan sebagai DAS dan Sungai. Klasifikasi untuk hasil akumulasi aliran (*Flow Accumulation*) dilakukan dengan pengamatan *pixel value* yang layak sebagai anak sungai dan sungai utama. Berdasarkan penyesuaian terhadap jaringan sungai dari BIG, ditentukan nilai rata-rata dari *pixel value* secara keseluruhan ditentukan sebagai klasifikasi untuk anak sungai, kemudian nilai standar deviasi (*Pixel Value*) untuk menentukan nilai dari sungai utama.

Untuk menentukan ordo sungai, digunakan tool *Stream Order*. Dengan menggunakan metode Strahler.



Gambar 4.20 Kotak Dialog Input Data Tool *Stream Order*

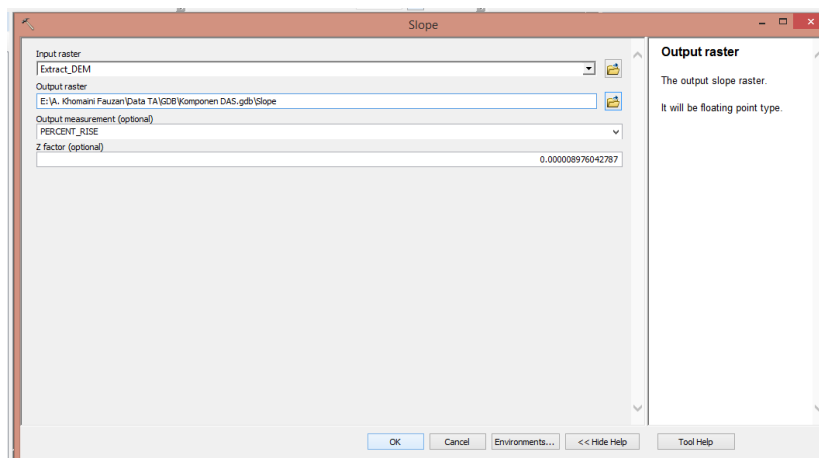
Data jejaring aliran berupa garis anak sungai dan sungai utama diperoleh berdasarkan hasil analisis *Flow Accumulation* atau akumulasi aliran yang telah diklasifikasi dan ditentukan ordonya kemudian dikonversi menjadi data *feature polyline*.



Gambar 4.21 Kotak Dialog Input Data Tool *Raster to Polyline*

9. Kemiringan Lahan

Untuk memperoleh data kemiringan lahan, digunakan tool *Slope*. Wilayah data DEM yang digunakan adalah batas administrasi Jawa Tengah dan DI Yogyakarta. Hal yang perlu diperhatikan adalah satuan kemiringan lereng (*Output measurement (optional)*) yang berupa *DEGREE* harus diubah menjadi *PERCENT RISE*. Hal ini dikarenakan satuan kemiringan yang akan digunakan adalah persentase perbedaan elevasi terhadap jarak. Sedangkan untuk baris *Z factor (optional)* diisi 0,000008976042, hal ini dikarenakan konversi satuan derajat ke meter pada satuan dari data DEM yang menggunakan referensi spasial *WGS_1984*.

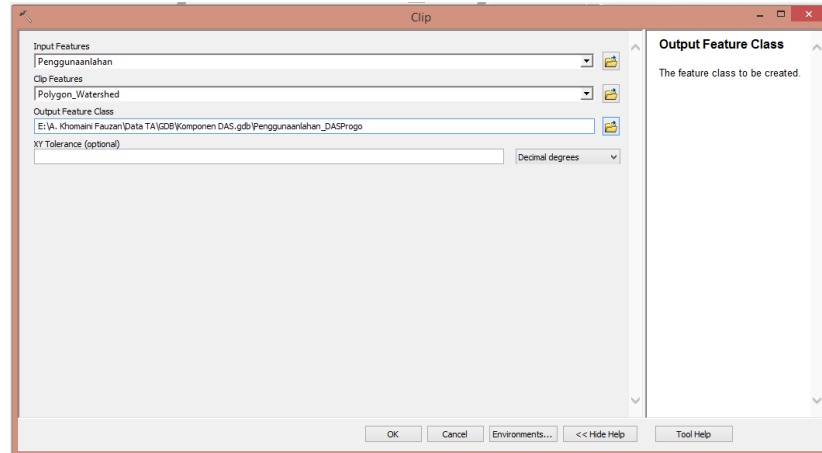


Gambar 4.22 Kotak Dialog Input Data Tool *Slope*

Setelah diperoleh data kemiringan yang masih berupa data raster, pengguna dapat melakukan proses konversi ke data feature dengan terlebih dahulu melakukan klasifikasi yang ditetapkan berdasarkan kelas kemiringan (5 kelas) pada RLKT tahun 1986 tentang penetapan faktor LS berdasarkan kelas kemiringan lahan. Setelah proses konversi, dilakukan pemotongan wilayah menggunakan tool *Clip* pada daerah aliran sungai Progo hasil analisis.

10. Tataguna Lahan

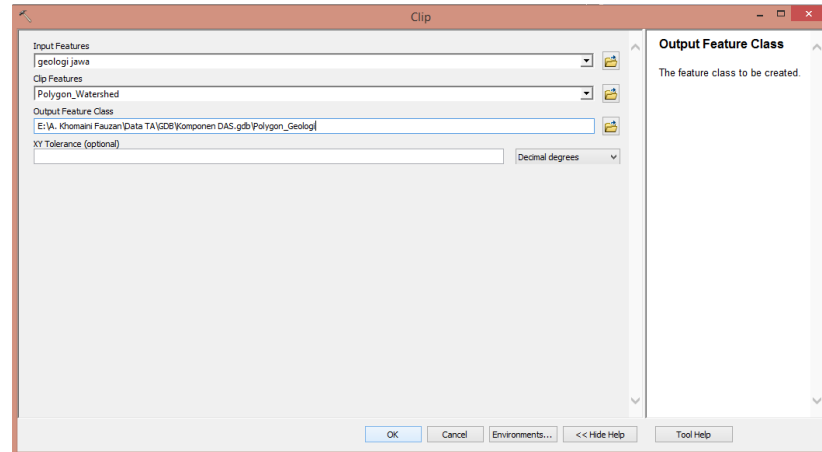
Berdasarkan data tataguna lahan pulau Jawa, dilakukan pemotongan menggunakan tool *Clip* berdasarkan luasan daerah aliran sungai Progo.



Gambar 4.23 Kotak Dialog Input Data Tool *Clip* Tataguna Lahan

11. Jenis Tanah

Berdasarkan data jenis tanah pulau Jawa, dilakukan pemotongan menggunakan tool *Clip* berdasarkan luasan daerah aliran sungai Progo.



Gambar 4.24 Kotak Dialog Input Data Tool *Clip* Jenis Tanah

F. Kesulitan Penelitian

Melakukan rekondisi DEM memerlukan pemahaman terhadap kondisi topografi dan kekhasan areal studi. Selain itu, pemilihan data jejaring aliran atau sungai sangat menentukan rekondisi DEM yang dilakukan. Sedangkan ketersediaan data jejaring aliran sangat bervariasi dari setiap instansi.

Dalam analisis wilayah DAS menggunakan fitur *watershed*, penentuan *pour point* atau titik outlet sangat berpengaruh terhadap wilayah yang dihasilkan. Sedangkan penentuan posisi outlet pada setiap daerah tangkapan air yang bersifat subjektif berdasarkan analisa akumulasi aliran tertinggi. Sehingga harus melakukan peletakan titik outlet secara manual pada setiap daerah tangkapan, hal ini tentunya memerlukan pengamatan lebih seksama terhadap kondisi medan dan jejaring aliran pada DEM.