

NASKAH SEMINAR
ANALISIS KARAKTERISTIK FISIK DAS DENGAN DEM SRTM 1 ARC SECOND DI SUNGAI
PROGO¹

A. Khomaini Fauzan², Nursetiawan³, Puji Harsanto⁴
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta⁵
2016⁶

ABSTRAK

Karakteristik fisik DAS merupakan variabel dasar yang menentukan proses hidrologi pada DAS, sedangkan karakteristik sosial ekonomi dan budaya masyarakat adalah variabel yang mempengaruhi percepatan perubahan kondisi hidrologi DAS. Pembuatan jaringan sungai dan batas DAS dengan manual menggunakan peta topografi hardcopy memakan waktu yang lama dan biaya yang sangat besar, sehingga diperlukan suatu cara agar bisa menghemat waktu dan biaya tersebut. Data Digital Elevation Model (DEM) merupakan data digital yang menggambarkan geometri dari bentuk permukaan bumi atau bagiannya yang terdiri dari himpunan titik-titik koordinat hasil sampling. Data DEM dalam penelitian ini menggunakan data dari SRTM 1 Arc Second, data ini merupakan versi terbaru dimana data DEM memiliki ukuran piksel yang lebih kecil yaitu $\pm 30m^2$ jika dibanding versi sebelumnya yaitu $\pm 90m^2$.

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis karakteristik fisik DAS Progo menggunakan data DEM SRTM 1 Arc Second dan software ArcGIS. Pada penelitian ini analisis deliniasi batas DAS diperoleh dari fitur Watershed, sedangkan untuk jejaring aliran atau sungai diperoleh dari fitur Flow Accumulation dan Stream Order. Analisis tambahan pada penelitian ini adalah perbandingan data elevasi DEM dan rekondisi DEM. Analisis tambahan dilakukan guna membandingkan dan menyesuaikan data DEM terhadap kondisi topografi di lapangan.

Perbedaan nilai batas DAS 6,0585 km² dengan persentase 0,2462 % terhadap data dari instansi. Sehingga metode dalam penelitian ini dapat digunakan untuk menentukan batas DAS. Panjang sungai utama 121,71 km dengan perbedaan nilai 18,29 km atau 13,0665 % terhadap panjang sungai Progo dari BPDAS Serayu Opak Progo dan perbedaan nilai 6,71 km atau 5,8348 % terhadap pengukuran data jejaring aliran dari Badan Informasi Geospasial.

Kemiringan lahan yang diperoleh pada wilayah DAS Progo adalah 15,94%, sehingga dapat dikategorikan cukup curam. Penggunaan lahan di DAS Progo didominasi oleh kebun, persawahan, pemukiman dan tegalan, dengan luas total mencapai 2.294.492.959m². Sedangkan untuk jenis tanah di didominasi batuan gunung api terutama batuan gunung api tak terpisahkan yang mencapai luas 942.327.488,97m².

Kata Kunci : Daerah Aliran Sungai, Karakteristik fisik DAS, Digital Elevation Model, ArcGIS, SRTM 1 Arc Second, Batas DAS, Jejaring Aliran, Kemiringan Lahan, Tataguna Lahan, Jenis Tanah.

- ¹) Judul Tugas Akhir
- ²) Penulis/Mahasiswa
- ³) Dosen Pembimbing 1
- ⁴) Dosen Pembimbing 2
- ⁵) Tempat Terbit
- ⁶) Tahun Terbit

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sungai Progo berhulu di gunung Sindoro dan bagian hilir di kabupaten Bantul tepatnya samudra Hindia. Panjang sungai mencapai 140 km dengan daerah aliran air seluas 246.119,02 Ha. Ketersediaan data suatu DAS yang bervariasi dan terjadi perbedaan batas DAS antar instansi disebabkan oleh metode yang digunakan dalam pengambilan data DAS berbeda-beda pula. Sedangkan pembuatan jaringan sungai dan batas DAS dengan cara manual menggunakan peta topografi hardcopy memakan waktu yang lama dan biaya yang sangat besar, sehingga diperlukan suatu cara agar bisa menghemat waktu dan biaya tersebut. Sesuai dengan perkembangan teknologi, khususnya komputer grafik, basisdata, teknologi informasi, dan teknologi satelit indera (penginderaan jauh/remote sensing), maka kebutuhan mengenai penyimpanan, analisis, dan penyajian data yang berstruktur kompleks dengan jumlah besar makin mendesak.

ArcGIS adalah perangkat yang sangat populer dan andal dalam melakukan tugas-tugas Sistem Informasi Geografis (GIS). Keandalan ArcGIS tidak saja dalam hal membuat peta, melainkan yang lebih utama adalah membantu praktisi SIG melakukan analisis, pemodelan, dan pengelolaan data spasial secara efektif dan efisien. Salah satu bentuk data yang dapat diolah oleh ArcGIS adalah data DEM yang mampu menggambarkan geometri muka bumi.

Sepanjang dasawarsa terakhir, penelitian dan aplikasi menunjukkan bahwa DEM telah memberikan hasil yang cukup signifikan dan dapat diterima secara ilmiah. Sehingga tidak dapat dipungkiri lagi perkembangan teknologi DEM begitu pesat dan banyak dimanfaatkan orang untuk berbagai analisis keruangan.

Dengan tersedianya data DEM dan software ArcGIS, diharapkan dapat menghasilkan data karakteristik fisik DAS di wilayah sungai Progo.

B. Rumusan Masalah

Berikut merupakan rumusan masalah dalam penelitian ini:

1. Bagaimana keakuratan geometri muka bumi data DEM jika dibandingkan dengan data kontur BIG dan pengukuran topografi langsung.

2. Bagaimana mengolah data DEM menggunakan software ArcGIS untuk menganalisis karakteristik fisik DAS sungai Progo.
3. Bagaimana perbandingan luas DAS dan jejaring aliran antara hasil analisis dan data yang telah ada di instansi.

C. Tujuan Penelitian

Berikut merupakan tujuan dalam penelitian ini:

1. Mengetahui kesesuaian atau keakuratan data DEM terhadap data kontur BIG dan pengukuran topografi lapangan.
2. Menganalisis karakteristik fisik DAS Progo dengan menggunakan data SRTM 1 Arc Second (DEM) dan software ArcGIS 10.3.1.
3. Melakukan perbandingan data hasil analisis karakteristik fisik DAS Progo terhadap data karakteristik fisik dari BPDAS Serayu Opak Progo dan Badan Informasi Geospasial (BIG).

D. Batasan Masalah

Berikut merupakan batasan masalah dalam penelitian ini:

1. Analisis karakteristik fisik dan perbandingan data elevasi yang dilakukan hanya pada wilayah DAS Progo.
2. Data yang digunakan dalam analisis adalah data DEM dari SRTM 1 Arc Second.
3. Data pendukung adalah data-data tentang karakteristik fisik pada DAS Progo yang diperoleh dari instansi terkait yaitu BPDAS Serayu Opak Progo dan Badan Informasi Geospasial (BIG).
4. Perangkat lunak GIS yang digunakan adalah ArcGIS Desktop 10.3.1 khususnya ArcMap 10.3.1.

E. Manfaat Penelitian

Berikut merupakan manfaat yang diperoleh dari penelitian ini:

1. Menjadi referensi kesesuaian data DEM terhadap data kontur BIG dan pengukuran topografi lapangan.
2. Memberikan informasi tentang karakteristik fisik DAS pada sungai Progo.
3. Menjadi referensi dalam teknik analisis karakteristik fisik pada sebuah DAS.
4. Menjadi referensi pembandingan terhadap pengaruh penggunaan data dan metode yang berbeda terhadap hasil karakteristik fisik DAS yang diperoleh.

5. Menjadi referensi pembandingan terhadap karakteristik fisik DAS Progo yang telah ada pada instansi terkait.

F. Keaslian Penelitian

Dalam melakukan analisis batas DAS, penulis menggunakan data DEM yang bersumber dari SRTM 1 Arc Second, kemudian diolah dengan salah satu fitur spasial analisis ArcMap yaitu Watershed. Sepengetahuan penulis, belum pernah ada publikasi tentang dilakukannya analisis tentang karakteristik fisik DAS menggunakan data DEM SRTM 1 Arc Second pada studi kasus sungai Progo.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum

Rahayu (2009) menyatakan bahwa karakteristik fisik DAS merupakan variabel dasar yang menentukan proses hidrologi pada DAS, sedangkan karakteristik sosial ekonomi dan budaya masyarakat adalah variabel yang mempengaruhi percepatan perubahan kondisi hidrologi DAS. Oleh karena itu, pemahaman mengenai karakteristik fisik DAS, dalam hal ini 'terrain' dan geomorfologi, pola pengaliran dan penyimpanan air sementara pada DAS, dapat membantu mengidentifikasi daerah yang memiliki kerentanan tinggi terhadap terjadinya persoalan DAS, serta perancangan teknik-teknik pengendalian yang sesuai dengan kondisi setempat.

B. Peran GIS dalam Analisis DAS

K.L. Verdin (1999) telah menyajikan sebuah sistem untuk delineasi dan kodifikasi DAS bumi yang dipercaya unik dalam menentukan batas dan penerapannya secara global. Hal ini merupakan sebuah sistem alami yang mengidentifikasi kontrol topografi drainase dan topologi jaringan sungai. Sistem ini diusulkan sebagai kerangka spasial mendasar yang dapat digunakan untuk melakukan rekonsiliasi data dan informasi dari berbagai skala model sirkulasi global untuk proyek irigasi.

Fred L. et al. (2001) menyajikan aplikasi dan model yang dapat mengambil keuntungan dari distribusi data spasial dalam format Sistem Informasi Geografis (GIS) untuk analisis DAS dan tujuan pemodelan hidrologi. Jurnal tersebut juga membahas isu-isu

implementasi utama bagi individu dan organisasi yang akan mempertimbangkan untuk membuat transisi ke penggunaan GIS dalam bidang hidrologi. Meluasnya penggunaan modul GIS dan distribusi model DAS memiliki faktor-faktor pengendalian yang diantaranya adalah ketersediaan data, pengembangan modul GIS, penelitian mendasar pada penerapan distribusi model hidrologi, dan penetapan peraturan dari alat-alat baru dan metodologinya.

C. Analisis Spasial ArcGIS Desktop dalam Pengelolaan DAS

Fred L. et al. (2001) mendiskusikan salah satu software pendukung dalam analisis DAS yaitu ARC/INFO GIS dari Environmental Systems Research Institute (ESRI), Redlands, California. ARC/INFO GIS berisi sejumlah fungsi yang berguna untuk hidrologi yang sebagian besar merupakan pengolahan data geospasial dan mengkoordinasikan rutinitas konversi.

Pengelolaan DAS dapat dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SIG. Penggunaan perangkat lunak SIG, yaitu ArcMap dapat mempermudah dalam melakukan analisis DAS guna mendukung pengelolaan DAS terpadu seperti yang dimaksudkan ke dalam PP No 37 tahun 2012 tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai.

Namun pengetahuan tentang ArcGIS saja tidaklah cukup untuk dapat melakukan analisis DAS, pengguna harus terlebih dahulu mengetahui konsep dasar dari DAS, terutama dari segi fisik atau morfometrinya. Kesalahan dalam melakukan langkah-langkah analisis dengan fitur-fitur ArcGIS dapat mempengaruhi hasil analisis. Selain itu, pemilihan data yang baik akan sangat berpengaruh pada analisis. Data yang baik merupakan data yang memiliki ketelitian atau resolusi tinggi. Data DEM yang memiliki resolusi tinggi akan berpengaruh terhadap bentuk/relief muka bumi yang akan diproses (Beni, 2015).

D. Analisis Karakteristik DAS dengan Data DEM

Sulianto (2006) mengungkapkan bahwa penggunaan Model Elevasi Digital (Digital Elevation Model, DEM) memungkinkan untuk memunculkan informasi tentang morfologi

permukaan tanah yang digunakan dalam prediksi hidrologi. Algoritma untuk mengekstrak struktur topografi dari elevasi digital dan implementasinya dalam berbagai paket Sistem Informasi Geografi (SIG) sebagai sistem pemrosesan raster telah banyak dikembangkan.

O' Callaghan dan Mark (1984) dalam Sulianto (2006) melakukan pendekatan dalam menentukan jaringan drainase dari DEM raster didasarkan pada simulasi aliran limpasan. Dimana secara esensial mencakup pengidentifikasian aliran limpasan ke arah kemiringan paling curam antara masing-masing sel DEM raster dan sel-sel tetangganya. Pendekatan ini lebih sederhana, dan langsung membangkitkan jaringan yang terhubung.

Rahman (2011) menerapkan sebuah metode baru dalam menganalisis daerah rawan banjir, Metode Indeks Kebasahan TWI (Topographic Wetness Index) adalah metode untuk memodelkan zona rawan banjir dengan menggunakan data Digital Elevation Model (DEM). Model data raster yang digunakan lebih sesuai untuk memodelkan zona rawan banjir, terutama dalam memahami pola aliran dari data topografis yang ada. Model ini menggunakan DEM yang diturunkan menjadi akumulasi aliran (flow accumulation), batas DAS (Watershed), arah aliran (flow direction) dan tipe/ordo sungai (stream), dengan menggunakan Watershed Delineation Tools (WDT) pada Analyst Tools program ArcGIS dapat dihitung zona banjir.

Mesay Daniel (2005) telah melakukan penelitian tingkat akurasi data DEM (SRTM 3 Arc Second dan ASTER V002) terhadap Triangulation Ground Control Point pada wilayah studi Naivasha, Kenya. Penelitian ini kemudian merekomendasikan data DEM SRTM 3 Arc Second sebagai data yang lebih memiliki akurasi ketinggian dibanding ASTER V002. Namun ASTER V002 memiliki kubikasi yang lebih detail.

III. LANDASAN TEORI

A. Siklus Hidrologi

Pada prinsipnya, jumlah air di alam ini tetap dan mengikuti suatu aliran yang dinamakan "siklus hidrologi". Siklus Hidrologi adalah suatu proses yang berkaitan, dimana air

diangkut dari lautan ke atmosfer (udara), ke darat dan kembali lagi ke laut. Hujan yang jatuh ke bumi baik langsung menjadi aliran maupun tidak langsung yaitu melalui vegetasi atau media lainnya akan membentuk siklus aliran air mulai dari tempat yang tinggi (gunung, pegunungan) menuju ke tempat yang rendah baik di permukaan tanah maupun di dalam tanah yang berakhir di laut. Asdak (2002) menyatakan bahwa dalam daur hidrologi, masukan berupa curah hujan akan didistribusikan melalui beberapa cara yaitu air lolos (throughfall), aliran batang (streamflow) dan air hujan langsung sampai ke permukaan tanah untuk kemudian terbagi menjadi air larian, evaporasi dan air infiltrasi.

B. Daerah Aliran Sungai

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan (Permen PU 2013).

Perencanaan dan pengelolaan DAS membutuhkan pengetahuan tentang karakteristik fisik DAS merupakan parameter-parameter yang berkaitan dengan keadaan morfometri, topografi, tanah, geologi, vegetasi, penggunaan lahan, hidrologi dan manusia (Seyhan, 1993). Dengan demikian karakteristik fisik DAS dapat menjadi referensi dalam melakukan rangkaian pendekatan perencanaan, pelaksanaan maupun pemantauan, dan evaluasi pengelolaan DAS secara efektif dan efisien, sehingga dapat meminimalisir terjadinya bencana alam seperti tanah longsor, banjir bandang dan bencana geologis.

C. Geographic Information System (GIS)

Sistem Informasi Geografis yang selanjutnya disingkat SIG adalah suatu sistem yang berbasis komputer yang mempunyai kemampuan untuk menangani data yang bereferensi geografis yang mencakup : data input (pemasukan), manajemen data

(penyimpanan dan pemanggilan data), analisis dan manipulasi data (Permen PU 2013).

Sistem Informasi Geografis juga biasa disebut GIS atau Geografis Information System yang definisikan sebagai “an integrated collection of computer software and data used to view and manage information about geographic place, analyze spatial relationships, and model spatial processes”(ESRI 2011). Dalam pengertian tersebut adalah framework untuk memperoleh dan mengorganisir data spasial dan informasi terkait, sehingga dapat ditampilkan dan dianalisis.

GIS berhubungan data spasial dan data non-spasial. Salah satu jenis data spasial adalah data raster yang merupakan data yang terdiri dari elemen (sel/pixel), yang mana setiap elemen memiliki nilai tertentu. Data raster digunakan dalam GIS untuk data kontinyu seperti citra satelit, foto udara, model elevasi digital (DEM), kelas lereng dan sebagainya. Untuk kepentingan analisis, data raster sering juga digunakan untuk data diskret seperti kelas lereng, kecamatan, atau areal studi. Penggunaan data raster dalam GIS disumbang oleh teknologi seperti penginderaan jauh, photogrammetry dan photography.

D. ArcGIS Desktop

ArcGIS merupakan perangkat lunak yang dikeluarkan oleh Environmental Systems Research Institute (ESRI), sebuah perusahaan yang telah lama berkecimpung di dalam bidang geospasial. ArcGIS adalah platform yang terdiri dari beberapa software yaitu Desktop GIS, Server GIS, Online GIS, ESRI Data, dan Mobile GIS. ArcGIS Desktop adalah bagian dari Desktop GIS yang juga bagian dari ArcGIS. ArcGIS Desktop merupakan platform dasar yang dapat digunakan untuk mengelola suatu proyek dan alur kerja SIG yang kompleks serta dapat digunakan untuk membangun data, peta, model, serta aplikasi.

ArcMap adalah software paling utama di dalam ArcGIS Desktop karena hampir semua tahapan GIS seperti input, analisis dan output data spasial dapat dilakukan pada ArcMap. Meskipun demikian, banyak tugas-tugas GIS yang tidak dapat dilakukan menggunakan ArcMap sehingga pengguna masih perlu untuk

mempelajari dan menggunakan software ArcGIS Desktop lain selain ArcMap.

Penyimpanan dan pengelolaan data geografis pada perangkat lunak ArcGIS dapat dilakukan dalam berbagai format. Diantaranya adalah:

Vektor adalah data yang direkam dalam bentuk koordinat titik yang menampilkan, menempatkan dan menyimpan data spasial dengan menggunakan titik, garis atau area/poligon.

Raster adalah data yang disimpan dalam bentuk kotak segi empat (grid)/sel sehingga terbentuk suatu ruang yang teratur, foto digital seperti areal fotografi atau citra satelit merupakan bagian dari data raster.

E. Digital Elevation Model (DEM)

Digital Elevation Model yang selanjutnya disingkat DEM adalah data digital yang menggambarkan geometri dari bentuk permukaan bumi atau bagiannya yang terdiri dari himpunan titik-titik koordinat hasil sampling dari permukaan dengan algoritma yang didefinisikan permukaan tersebut menggunakan himpunan koordinat (Permen PU 2013).

Model Permukaan Digital (Digital Terrain Model/DTM) adalah sekumpulan koordinat titik 3D yang mewakili suatu permukaan fisik, wujud koordinat ini dapat berupa titik dengan lokasi acak semata atau yang dapat dibentuk segitiga-segitiga, (raster) grid, atau membentuk pola garis kontur. Kualitas DEM/DTM merupakan ukuran seberapa akurat elevasi pada setiap pixel (akurasi mutlak) dan seberapa akurat morfologi disajikan (akurasi relatif). Beberapa faktor dalam kualitas DEM adalah kekasaran daerah, kepadatan sampling, resolusi kotak atau pixel, interpolasi algoritma, resolusi vertikal, algoritma analisis medan, dan referensi produk termasuk masker berkualitas yang memberikan informasi tentang garis pantai, danau, salju, awan, korelasi dan lain-lain.

SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) adalah satelit penginderaan jauh yang bertugas memperoleh data permukaan bumi menggunakan SAR (Synthetic Aperture Radar). SRTM merupakan hasil kerjasama antara NASA dan NGA untuk membuat peta

Digital Elevation Model (DEM) secara global menggunakan interferometri. Instrumen SRTM terdiri dari Spaceborn Imaging Radar-C (SIR-C) yang dipasang pada satelit antariksa. Petak-petak SRTM membentang dari 30° off-Nadir sampai dengan 58° Nadir dengan ketinggian 233km, dan memiliki luas tiap petaknya 225km.

Data DEM SRTM ini diproduksi dalam dua versi data, yaitu DEM SRTM dengan sampel 1 detik dan DEM SRTM dengan sampel 3 detik. Data DEM SRTM sampel 1 detik disebut SRTM1 memiliki resolusi 30m. Sedangkan data SRTM sampel 3 detik disebut SRTM3 memiliki resolusi spasial sebesar 90 meter. Data DEM SRTM disediakan dalam bentuk 16-bit biner raster sederhana. SRTM memiliki format data yang sama seperti format GRID lainnya, yaitu terdiri atas sel-sel yang setiap sel memiliki nilai ketinggian.

F. Fitur ArcGIS terkait Hidrologi

Beni dan Ikhsan (2015) menyatakan dalam buku tutorial ArcGIS bahwa ArcGIS Desktop menyediakan tool-tool yang dapat digunakan untuk analisis hidrologi di dalam ekstensi Spatial Analyst, beberapa tool untuk melakukan persiapan hingga delineasi daerah tangkapan sudah tersedia. Beberapa analisis yang termasuk kelompok ini adalah penghitungan flow direction, flow accumulation, flow length, pour point, stream order dan watershed.

Rekondisi DEM (DEM recondition) dilakukan untuk melakukan penyesuaian DEM agar konsisten dengan data vektor jejaring aliran (stream) ataupun gigit (ridge). Penyesuaian jejaring aliran ke dalam data DEM akan sangat membantu akurasi dari analisis hidrologi. DEM baru yang dihasilkan akan sesuai dengan jejaring aliran (sungai, parit, dsb) ataupun gigit yang sudah tersedia.

Flow Direction digunakan untuk menentukan arah aliran dari setiap sel, yaitu arah penurunan yang paling curam (steepest path). Suatu sel dikelilingi oleh sebanyak delapan (8) buah sel tetangga. Output dari fitur flow direction adalah suatu data raster yang setiap selnya memiliki arah dengan diwakili oleh nilai 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 atau 128.

Flow Accumulation digunakan untuk menentukan akumulasi aliran dari setiap sel. Semakin tinggi nilai flow accumulation suatu sel maka semakin tinggi juga potensi air akan terakumulasi pada sel tersebut. Output dari fitur flow accumulation adalah data raster dengan nilai pada sel adalah jumlah sel yang akan menyumbangkan air kepadanya.

Stream dapat diartikan sebagai jejaring aliran, baik itu berupa sungai, parit, dan sebagainya yang secara teoritis jika terjadi hujan akan secara signifikan dialiri air. Identifikasi stream dapat diartikan dengan sebagai identifikasi jejaring aliran dengan ambang batas tertentu.

Stream order adalah urutan dari segmen stream dengan menggunakan metode Strahler atau Shreve sesuai dengan keperluan analisis. Hasil dari analisis Stream Order adalah sebuah data raster diskret dengan nilai 1, 2, dst yang menunjukkan ordo dari stream (ordo sungai). Dengan menggunakan metode Strahler, order 1 menunjukkan sungai baru terbentuk di daerah hulu atau ujung daerah tangkapan. Semakin ke hilir, ordo sungai akan bertambah.

Titik outlet, atau sering disebut watershed outlet atau pour point, adalah titik dimana batas daerah tangkapan ditentukan. Beda posisi outlet memiliki beda hasil delineasi. Titik outlet dapat berupa bendungan atau stasiun pengamatan erosi. Titik outlet harus tepat berada di atas sel yang memiliki flow accumulation paling tinggi.

Delineasi daerah tangkapan adalah identifikasi sel-sel yang jika dituangkan air akan mengalir kepada titik outlet yang akan ditentukan. Untuk melakukan delineasi daerah tangkapan diperlukan adanya arah aliran, akumulasi aliran dan outlet. Salah satu fitur ArcGIS desktop untuk melakukan delineasi adalah watershed. Hasil dari tool watershed adalah data raster dimana sel yang berada pada daerah tangkapan yang sama akan memiliki atribut yang sama yang bersumber dari atribut atau nilai outlet

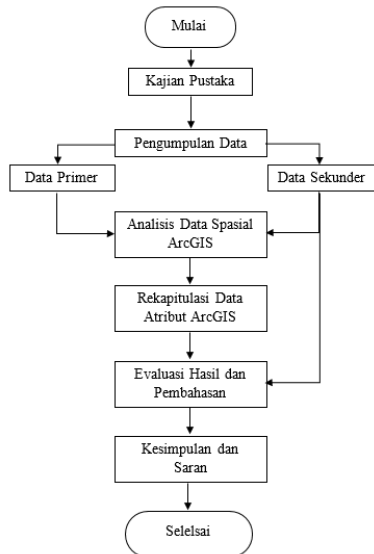
IV. METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

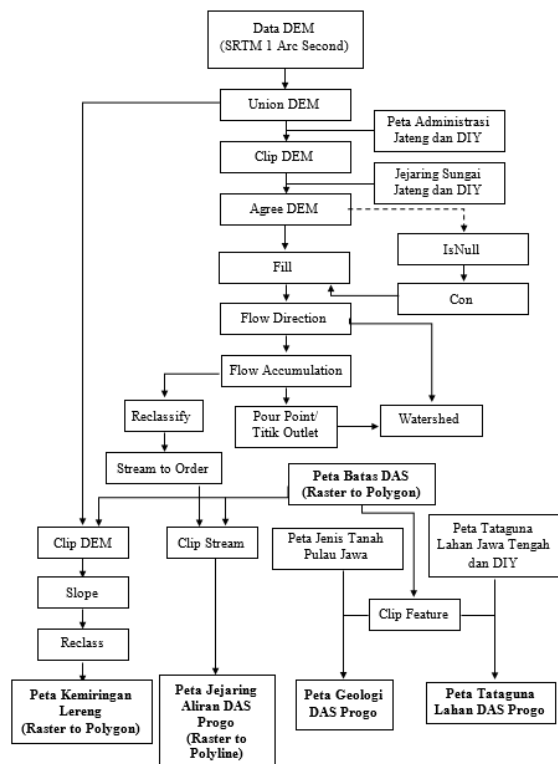
Lokasi penelitian adalah sungai Progo yang memiliki luas daerah tangkapan atau daerah aliran sungai sebesar 246.119,02 Ha

dan panjang sungai 140 km. 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.

B. Tahapan Penelitian



Gambar 4.1 Bagan Alir Tahapan Penelitian



Gambar 4.2 Bagan Alir Tahapan Analisis Spasial

C. Analisis Hasil

1. Perbandingan data 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.

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”.

2. Delineasi batas DAS

Untuk mendelineasi batas DAS digunakan tool Watershed (Toolbox) yang mampu menentukan wilayah suatu DAS berdasarkan arah aliran dan titik outletnya. Untuk penjelasan langkah-langkah analisis yang lebih detail silahkan perhatikan bagan alir analisis spasial (Gambar 4.2)

3. 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 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. Kemudian untuk

menentukan ordo sungai digunakan tool Stream Order

4. Kemiringan Lahan

Untuk memperoleh data kemiringan lahan, digunakan tool Slope. Wilayah data DEM yang digunakan adalah batas administrasi Jawa Tengah dan DI Yogyakarta.

5. Tatagunalahan

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

6. Jenis Tanah

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

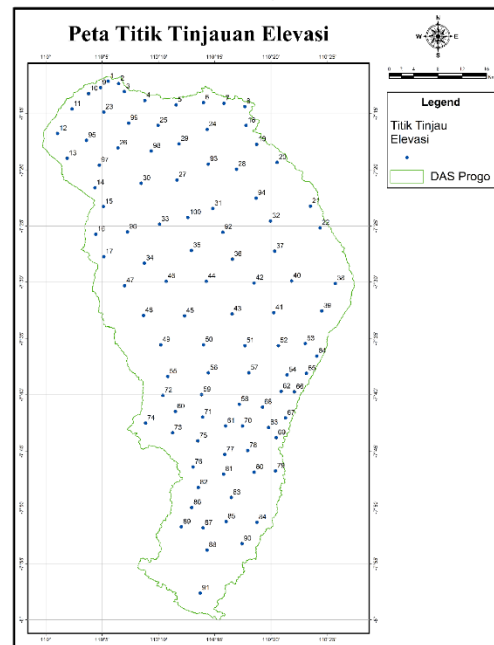
D. Kesulitan Penelitian

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.

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perbandingan Data Elevasi



Gambar 5.1 Peta Sebaran Titik Tinjauan

Tabel 5.1 Statistik terhadap kontur BIG

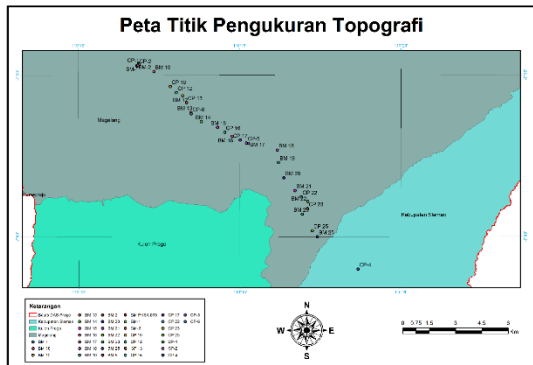
Keterangan	Nilai
Rata-rata	6,9550
Standar Error	0,8119
Nilai Tengah	8,1311
Standar Deviasi	8,1191
Variasi Sampel	65,9195
Minimum	-23,8098
Maksimum	26,0858
Jumlah	695,4990

Data elevasi SRTM 1 Arc Second memiliki selisih 6,955 meter dari data elevasi kontur RBI. Jika diasumsikan bahwa data elevasi kontur RBI memiliki akurasi yang lebih baik, maka penggunaan data elevasi SRTM 1 Arc Second harus dikurangi 6,955 meter.

Jika diasumsikan bahwa data elevasi kontur RBI memiliki akurasi yang lebih baik, maka persentase kepercayaan data SRTM 1 Arc Second terhadap data elevasi kontur RBI adalah 96,53%.

Perbedaan data elevasi antara kedua data yang mencapai nilai 6,955 meter akan sangat berpengaruh pada wilayah dengan elevasi rendah, perbedaan ini dapat mengakibatkan adanya perbedaan data jejaring

aliran yang dihasilkan oleh data DEM (SRTM 1 Arc Second), sehingga penulis harus melakukan rekondisi DEM yang dapat memperbaiki data jejaring aliran yang dihasilkan oleh data DEM (SRTM 1 Arc Second).



Tabel 5.2 Statistik terhadap pengukuran topografi

Keterangan	Nilai
Rata-rata	-0,6874
Standar Error	2,2310
Nilai Tengah	-2,5274
Standar Deviasi	12,8164
Range Data	67,9627
Minimum	-19,1140
Maksimum	48,8486
Jumlah	-22,6826
Total Data	33

Data elevasi SRTM 1 Arc Second memiliki selisih 0,6874 meter dari data elevasi pengukuran topografi.

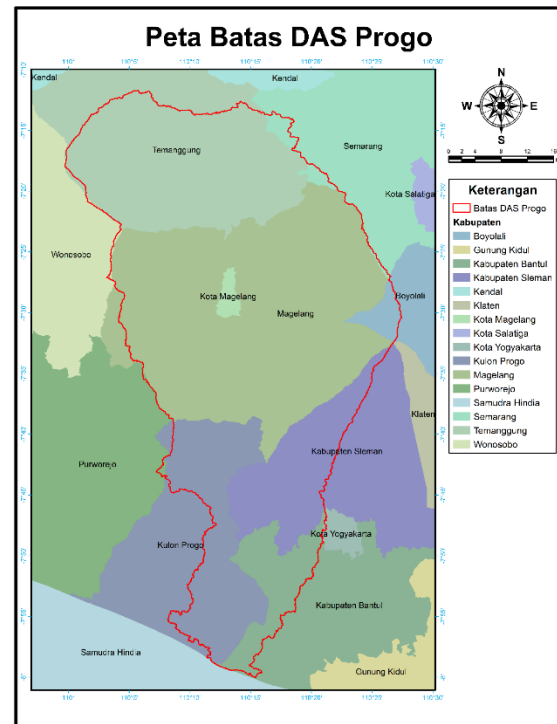
Jika diasumsikan bahwa data elevasi pengukuran topografi memiliki akurasi yang lebih baik, maka penggunaan data elevasi SRTM 1 Arc Second harus dikurangi 0,6874 meter.

Jika diasumsikan bahwa data elevasi kontur RBI memiliki akurasi yang lebih baik, maka persentase kepercayaan data SRTM 1 Arc Second terhadap data elevasi pengukuran topografi adalah 96,5861%.

Nilai elevasi dari data DEM cukup sesuai dengan pengukuran topografi. Namun jika diperhatikan lebih seksama pada beberapa titik yang memiliki nilai beda elevasi yang cukup signifikan yakni 15 sampai dengan 48 meter, maka dapat disimpulkan bahwa pada beberapa wilayah, data DEM SRTM tidak memiliki nilai

yang valid terhadap pengukuran topografi di lapangan. Jika diasumsikan bahwa pengukuran topografi memiliki nilai elevasi yang lebih akurat, maka penggunaan data DEM untuk melakukan analisis hidrologi harus sangat memperhatikan kecocokan keadaan topografi terhadap data DEM pada wilayah analisis.

B. Batas DAS



Gambar 5.3 Peta Batas DAS Progo

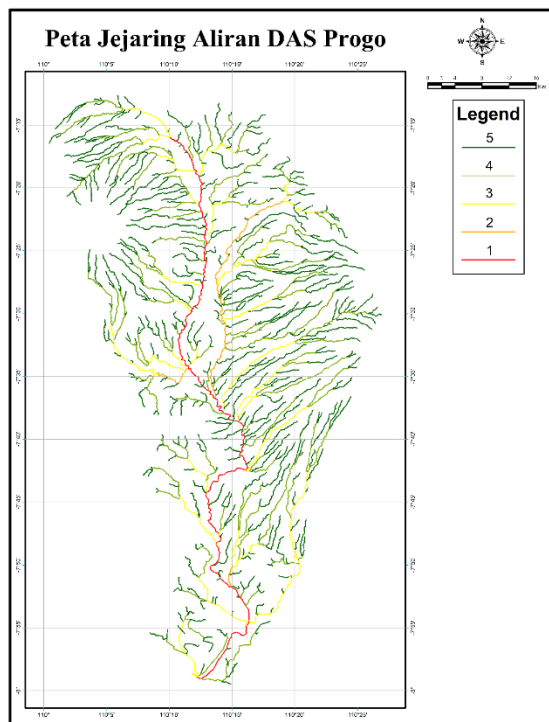
Luas DAS hasil analisis menggunakan data DEM SRTM memiliki perbedaan nilai 6,0585 km² dengan data BPDAS Serayu Opak Progo. Sehingga dapat disimpulkan bahwa perbedaan nilai ini tidak signifikan mengingat persentase perbedaannya adalah 0,2462 % terhadap data BPDAS Serayu Opak Progo.

Perbedaan luas DAS yang tidak signifikan menunjukkan bahwa hasil analisis dapat dikatakan memuaskan. Hal ini tentunya memberikan informasi yang cukup berharga dimana data DEM SRTM dapat digunakan untuk melakukan delineasi batas DAS secara efektif dan efisien.

Dari hasil pengamatan langsung, perhitungan faktor bentuk dan faktor kebulatan dapat disimpulkan bahwa bentuk DAS dikategorikan memanjang. Semakin rendah nilai faktor bentuk dan faktor kebulatan maka akan semakin baik kemampuan sungai utama untuk mengalirkan air ke titik outlet,

dikarenakan sungai memiliki rentang waktu yang lebih lama dan debit yang relatif kecil untuk mengalirkan air hingga ke titik outlet.

C. Jejaring Aliran



Gambar 5.4 Peta Jejaring Aliran

Tabel 5.3 Data Jejaring Aliran

Keterangan	Nilai	Satuan
Panjang Sungai Utama	70.348,53	Meter
Total Panjang Anak Sungai	2.123.940,48	Meter
Posisi Hulu		
- Bujur	110,16821	Derajat
- Lintang	-7,266803	
Elevasi Hulu	765,00	Mdpl
Posisi Hilir		
- Bujur	110,20321	Derajat
- Lintang	-7,982775	
Elevasi Hilir	0	Mdpl
Kemiringan Memanjang	1,0874	%
Kerapatan Jaringan	0,000893756	Meter ⁻¹

Sungai utama sepanjang 70,3485 km memiliki perbedaan yang sangat signifikan dengan data panjang sungai Progo dari BPDAS Serayu Opak Progo yang menentukan nilai panjang sungai Progo 140 km. Hal ini disebabkan proses klasifikasi oleh BPDAS yang mengkategorikan sungai berordo 2 pada

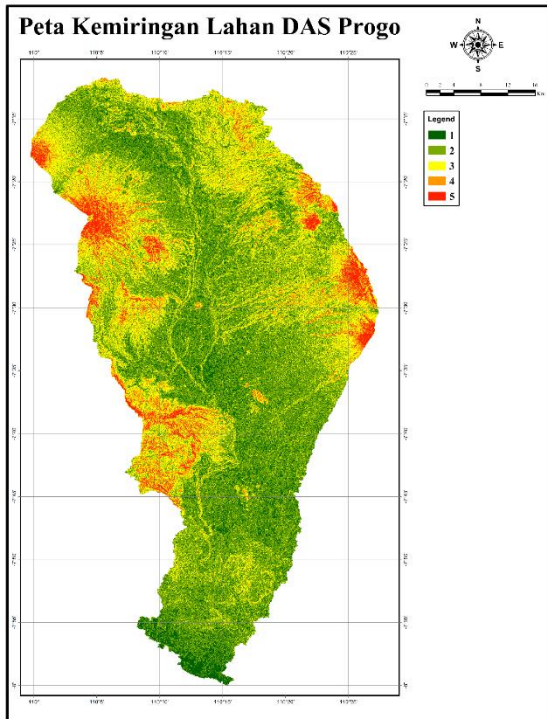
bagian tengah DAS sebagai sungai utama atau sungai Progo. Jika mengikuti dari proses klasifikasi oleh BPDAS maka total panjang sungai Progo adalah 121,71 km. Sehingga diperoleh perbedaan nilai 18,29 km atau 13,0665 % dari panjang sungai Progo (BPDAS Serayu Opak Progo).

Perbedaan data jejaring aliran tersebut tentunya dinilai sangat signifikan. Oleh karena itu, proses rekondisi DEM atau dengan kata lain menurunkan elevasi beberapa piksel DEM berdasarkan data jejaring aliran yang akurat sangat dibutuhkan guna menyesuaikan data jejaring aliran hasil analisis dan data milik instansi (BPDAS Serayu Opak Progo). Berdasarkan data jejaring aliran yang digunakan penulis untuk merekondisi DEM adalah dari BIG, sehingga dianggap wajar jika terjadi perbedaan data hasil analisis dan data BPDAS.

Perbandingan data jejaring aliran antara hasil analisis DEM dan data yang bersumber dari BIG dilakukan dengan pengukuran tidak langsung menggunakan software ArcGIS 10.3.1. Hal ini dilakukan mengingat keterbatasan data yang diberikan oleh BIG mengenai panjang sungai utama DAS Progo. Dari proses pengukuran tersebut, diperoleh panjang total sungai Progo adalah 115 km. Sehingga diperoleh perbedaan sebesar 6,71 km. Perbedaan ini dianggap tidak signifikan mengingat jika dibandingkan terhadap panjang sungai Progo dari BIG memiliki nilai perbandingan 5,8348 %.

Dari nilai perbandingan terhadap data jejaring aliran BPDAS dan BIG, kemudian mengingat data yang digunakan untuk proses rekondisi DEM adalah data dari BIG. Maka dapat disimpulkan bahwa proses rekondisi DEM dan data jejaring aliran yang digunakan sangat berpengaruh terhadap hasil analisis jejaring aliran.

D. Kemiringan Lahan



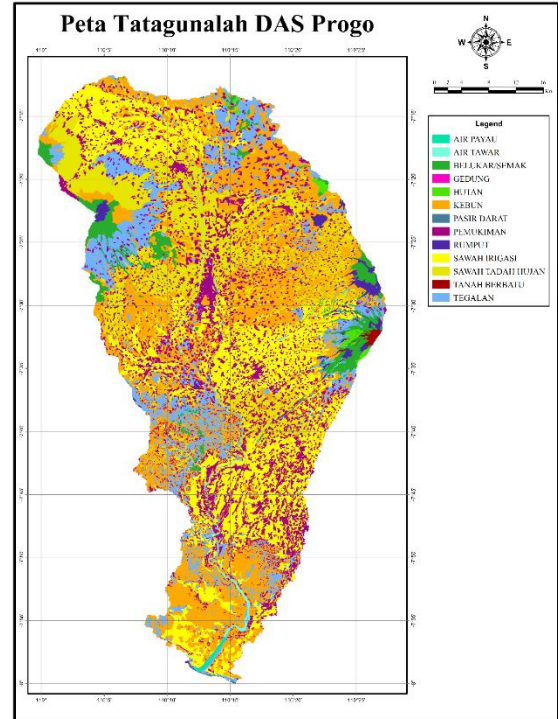
Gambar 5.5 Peta Kemiringan Lahan

Tabel 5.4 Luas dan Keliling Kemiringan

Kemiringan persen	Luas Ha	Keliling Km	Faktor LS
0 - 5	39.960,2875	26.894,1847	0,75
5 - 15	111.724,9802	47.615,5638	1,2
15 - 35	69,132,609784	30.162,3794	4,5
35 - 50	14,664,354554	9.513,7387	7,5
> 50	10,030,937636	3.610,5971	12

Dari data statistik dapat disimpulkan bahwa rata-rata kemiringan lahan yang diperoleh pada wilayah DAS Progo adalah 15,94%, sehingga dapat dikategorikan bahwa DAS Progo memiliki nilai kemiringan yang cukup curam.

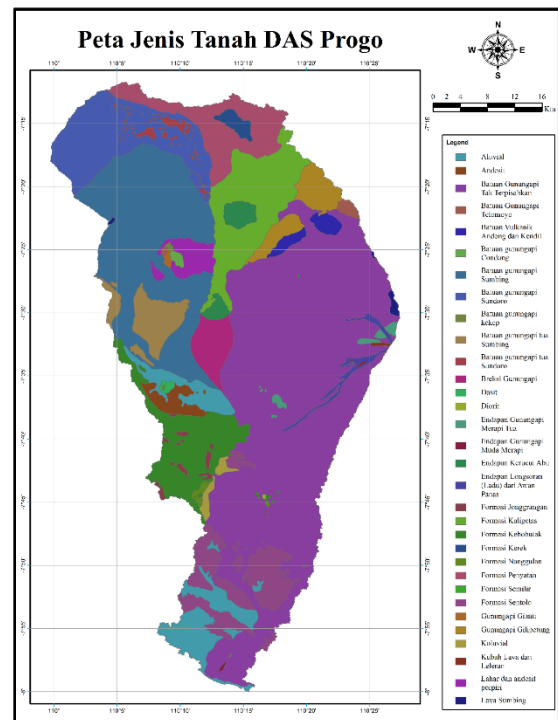
E. Tataguna Lahan



Gambar 5.6 Peta Tataguna Lahan

Berdasarkan gambar 5.6 dapat disimpulkan bahwa penggunaan lahan di DAS Progo didominasi oleh kebun, persawahan, pemukiman dan tegalan, dengan luas total mencapai 2.294.492.959 m².

F. Jenis Tanah



Berdasarkan tabel di atas dapat disimpulkan bahwa jenis tanah di DAS Progo

didominasi batuan gunung api terutama batuan gunung api tak terpisahkan yang mencapai luas 942.327.488,97 m².

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Data elevasi SRTM 1 Arc Second memiliki selisih 6,955 meter dari data elevasi kontur RBI. Jika diasumsikan bahwa data elevasi kontur RBI memiliki akurasi yang lebih baik, penggunaan data elevasi SRTM 1 Arc Second harus dikurangi 6,955 meter dan memiliki persentase kepercayaan 96,53%. Sedangkan selisih 0,6874 meter terdapat pada perbandingan terhadap data elevasi pengukuran topografi. Jika diasumsikan bahwa data elevasi pengukuran topografi memiliki akurasi yang lebih baik, penggunaan data elevasi SRTM 1 Arc Second harus dikurangi 0,6874 meter, dan persentase kepercayaan sebesar 96,5861%. Namun pada beberapa titik yang memiliki nilai beda elevasi yang cukup signifikan yakni 15 sampai dengan 48 meter, maka dapat disimpulkan bahwa pada beberapa wilayah, data DEM SRTM tidak memiliki nilai yang valid terhadap pengukuran topografi di lapangan.

Luas DAS hasil analisis menggunakan data DEM SRTM memiliki perbedaan nilai 6,0585 km² terhadap data BPDAS Serayu Opak Progo. Sehingga dapat disimpulkan bahwa perbedaan nilai ini tidak signifikan mengingat persentasenya adalah 0,2462 %. Dengan selisih yang tidak signifikan, maka penggunaan data DEM untuk menganalisis batas DAS cukup efektif dan efisien. Dari hasil pengamatan langsung, perhitungan faktor bentuk dan faktor kebulatan dapat disimpulkan bahwa bentuk DAS dikategorikan memanjang.

Berdasarkan klasifikasi jejaring aliran yang disesuaikan dengan klasifikasi yang dilakukan oleh BPDAS Serayu Opak Progo, sungai utama atau sungai Progo memiliki panjang 121,71 km dengan perbedaan nilai 18,29 km atau 13,0665 % terhadap panjang sungai Progo dari BPDAS Serayu Opak Progo dan perbedaan nilai 6,71 km atau 5,8348 % terhadap pengukuran data jejaring aliran dari BIG.

Dari data statistik dapat disimpulkan bahwa rata-rata kemiringan lahan yang diperoleh pada wilayah DAS Progo adalah 15,94%, sehingga dapat dikategorikan bahwa DAS Progo memiliki nilai kemiringan yang cukup curam.

Penggunaan lahan di DAS Progo didominasi oleh kebun, persawahan, pemukiman dan tegalan, dengan luas total mencapai 2.294.492.959m². Sedangkan untuk jenis tanah di DAS Progo didominasi batuan gunung api terutama batuan gunung api tak terpisahkan yang mencapai luas 942.327.488,97m².

B. Saran

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, berikut merupakan beberapa saran yang dapat diperhatikan:

1. Penggunaan data DEM harus disesuaikan dengan kondisi topografi wilayah studi agar dapat mengetahui seberapa besar perbedaan data elevasinya yang nantinya dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk menggunakan data DEM pada wilayah studi tertentu. Hal ini mengingat tingginya standar deviasi dari nilai beda elevasi antara kedua perbandingan yang dilakukan.
2. Rekondisi DEM sangat direkomendasikan terutama pada wilayah studi yang dapat dikategorikan datar ataupun elevasi yang rendah terhadap permukaan air laut.
3. Pemilihan data jejaring aliran yang digunakan untuk melakukan rekondisi DEM harus seakurat mungkin terhadap keadaan topografi sungai di wilayah studi.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C.. 2002. "Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai". Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Atie, Dewi S., Tarigan J.. 2003. "Sistem Informasi Geografis untuk Pengelolaan Sumberdaya Alam". Bogor: Center for International Forestry Research.
- Bambang. "Karakteristik Fisik Sub Daerah Aliran Sungai Batang Gadis, Mandailing Natal, Sumatra Utara". Balai Penelitian Kehutanan Aek Nauli (2003).
- Daniel, M.. 2005. "SRTM DEM Suitability in Runoff Studies" International Institute For Geo-Information Science and Earth Observation Enschede, The Netherland.
- ESRI, 2011, Hydrology Tools, Redlands, CA, USA.
- Fowler, L.C.. 1996. "Introduction : The Hydrologic Cycle". Hydrology Handbook : CP:1, Page 2. American Society of Civil Engineers Technical Activities Committee.
- Fred, L.O., Garbrecht, J., DeBarry, P.A., Johnson, L.E.. "GIS and Distributed Watershed Models II: Modules, Interfaces, And Models". Journal of Hydrologic Engineering, 6:515-523. ASCE No. 22287 (2001).
- Garbrecht, J., Fred, L.O., DeBarry, P.A., Maidment, D.R.. "GIS and Distributed Watershed Models II: Data Coverage's and Source". Journal of Hydrologic Engineering, 6:515-523. ASCE No.22286 (2001).
- Indarto. "Studi Tentang Karakteristik Fisik dan Hidrologi pada 15 DAS di Jawa Timur". Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan Teknik Pertanian UNEJ (2013)
- Indarto, Widodo., S., Subakti., A.P.. "Karakteristik Fisik dan Kurva Durasi Aliran pada 15 DAS di Jawa Timur". Teknik Pertanian Universitas Jember (2013).
- Li, J., Wong, D.W.S.. "Effect of DEM Source on Hydrologic Applications". Department of Geography and GeoInformation Science, George Mason University. Journal Computers, Environment and Urban Systems 34 (2010) 251-261.
- Mahmudi. 2014. "Analisis Ketelitian DEM ASTER GDEM, SRTM dan LIDAR untuk Identifikasi Area Pertanian Tebu Berdasarkan Parameter Kelerengan di Distrik Tubang Kabupaten Merauke". Teknik Geodesi Universitas Diponegoro.
- O'Callaghan, J.F., dan Mark, D.M.. 1984. "The extraction of drainage networks from digital elevation data: Computer, Vision, Graphics, and Image Processing, v. 28, p. 323-344.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 37 tahun 2012, tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS).
- Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor 59 tahun 2013, tentang Tata Cara Penetapan Batas Daerah Aliran Sungai (DAS).
- Raharjo, B., Ikhsan, M.. 2015. "Belajar ArcGIS Desktop 10: ArcGIS 10.2/10.3." Banjarbaru: Geosiana Press.
- Rahayu, S., Widodo, R.H., van Noordwijk, M., Suryadi, I., Verbist, B.. 2009. "Monitoring air di daerah aliran sungai". Bogor, Indonesia. World Agroforestry Centre – Southeast Asia Regional Office, 104 p.
- Rahman, A.. "Analisis Rawan Banjir di Kabupaten Barito Kuala". Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru (2011).
- Seyhan, E.. 1990. "Dasar-dasar Hidrologi". Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Seyhan, E.. 1993. "Dasar-Dasar Hidrologi". Edisi Indonesia, Cetakan Kedua, Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sheng, T.C.. 1986. "Watershed Management Planning : Practical Approaches Strategies, approaches, and systems in integrated watershed management". FAO Conservation Guide 14. FAO,UN. Rome.
- Sheng, T.C.. 1990. "Watershed Management Field Manual. Watershed survey and planning". FAO Conservation Guide 13/6. FAO,UN. Rome. 170 pp.
- Sudarmadji. 2007. "Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (Watershed management)". Fakultas Geografi UGM.
- Sulianto, A., Haji, T.S.. "Definisi Numerik Jaringan Drainase dan Daerah Aliran Sungai dari Model Elevasi Digital untuk Model Hidrologi". Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya (2006).
- Undang-undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2004, tentang Sumber Daya Air.
- Verdin, K.L., Verdin, J.P.. "A topological system for delineation and codification of the Earth's river basins". Journal of Hydrology 218 (1999) 1-12.