

NASKAH SEMINAR
ANALISIS KARAKTERISTIK FISIK DAS DENGAN ASTER GDEM Versi 2.0 DI SUNGAI
OPAK_OYO¹

Sigit Syusanto², Nursetiawan³, Puji Harsanto⁴
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
2016

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 ASTER GDEM V2.0, data ini merupakan versi terbaru dimana data DEM memiliki ukuran piksel yaitu $\pm 30m^2$.

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis karakteristik fisik DAS Opak-Oyo menggunakan data ASTER GDEM V.2.0 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.

Hasil penelitian ini diperoleh perbedaan batas DAS yang berbeda antara data ASTER GDEM versi 2.0 dibandingkan batas DAS BPDAS Serayu Opak Progo. Hal tersebut ditunjukkan luas yang berbeda-beda untuk masing-masing DAS, luas DAS dari sumber ASTER GDEM versi 2.0 ($1.781,02 km^2$) sedangkan luas DAS dari BPDAS Serayu Opak Progo ($1.408,17$). Data Digital Elevation Model ASTER GDEM versi 2.0 lebih baik dalam pembuatan batas DAS dibandingkan Data Kontur RBI karena data DEM memiliki ketelitian lebih baik.

Kata Kunci : *Daerah Aliran Sungai, Digital Elevation Model, Batas DAS, Jejaring Aliran.*

¹) Judul Tugas Akhir

²) Penulis/Mahasiswa

³) Dosen Pembimbing 1

⁴) Dosen Pembimbing 2

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang dibatasi oleh pemisah topografi berupa punggung bukit yang menerima, menampung, dan mengalirkan air hujan yang jatuh di atasnya menuju sungai sampai ke laut atau danau. Suatu DAS terdiri dari komponen fisik berupa tanah, air, vegetasi dan komponen non fisik berupa manusia dan segala aktifitasnya. Air merupakan salah satu komponen utama Daerah Aliran Sungai (DAS) yang sangat penting bagi kehidupan di muka bumi ini (UU RI no 7 tahun 2004 tentang sumber daya air).

Di dalam bidang hidrologi diperlukan beberapa pemahaman karakteristik suatu das yang dicirikan oleh morfometri, topografi, tanah, geologi, penggunaan lahan, hidrologi dan manusia yang dapat mempengaruhi aliran air. Sehingga dapat diketahui kemana air tersebut mengalir. Untuk mengetahuinya maka dapat dimanfaatkan teknologi analisis hidrologi yang mampu membuat suatu bentuk model batas DAS dari DEM (digital elevation model).

Pembuatan jaringan sungai dan batas DAS dengan proses manual akan mengakibatkan banyak waktu yang terbuang. Otomatisasi menjadi salah satu pilihan karena mampu menghasilkan keluaran hasil secara lebih mudah dan lebih terstruktur. Data DEM mempunyai kelebihan untuk membentuk terrain seperti DAS, basin igir, kelerengan dan lembah hingga bentuk lahan. Dari kelebihan data DEM tersebut maka dapat dilakukan ekstraksi sesuai dengan algoritma yang disediakan suatu software pengolah data spasial.

B. Rumusan Masalah

Berikut merupakan rumusan masalah dalam penelitian ini:

1. Bagaimana keakuratan grometri muka bumi data DEM jika dibandingkan dengan data kontur BIG.
2. Bagaimana mengolah data DEM menggunakan software ArcGIS untuk menganalisis karakteristik fisik DAS sungai Opak-Oyo.

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. Ekstraksi morfometri daerah aliran sungai (DAS) dari data *Digital Elevation Model* (DEM).
2. Menganalisis karakteristik fisik DAS Opak-Oyo dengan menggunakan data ASTER GLOBAL DEM Versi 2.0 dan software ArcGIS 10.1.
3. Melakukan perbandingan data hasil analisis karakteristik fisik DAS Opak-Oyo terhadap data karakteristik fisik dari instansi terkait.

D. Batasan Masalah

Berikut merupakan batasan masalah dalam penelitian ini:

1. Data yang digunakan dalam analisis adalah data DEM dari ASTER Global Versi 2.0
2. Analisis karakteristik fisik DAS hanya pada lingkup sungai Opak-Oyo.
3. Data pendukung adalah data-data tentang karakteristik fisik pada DAS Opak-Oyo 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 10.1.

E. Manfaat Penelitian

Berikut merupakan manfaat yang diperoleh dari penelitian ini:

1. Memberikan informasi tentang karakteristik fisik DAS pada sungai Opak-Oyo.
2. Menjadi referensi dalam teknik analisis karakteristik fisik pada sebuah DAS.
3. Menjadi referensi pembanding terhadap karakteristik fisik DAS Opak-Oyo yang telah ada pada instansi terkait.

F. Keaslian Penelitian

Dalam melakukan analisis batas DAS, penulis menggunakan data DEM yang bersumber ASTER GDEM Versi 2.0, kemudian diolah dengan salah satu fitur spasial analisis ArcMap yaitu Watershed..

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum

(Asdak, 2002) mengatakan bahwa DAS adalah suatu wilayah daratan yang secara topografi dibatasi oleh punggung-punggung gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkannya ke laut melalui sungai utama. Kemudian dapat disimpulkan bahwa pemahaman terhadap fenomena hidrologi yang terjadi di dalam suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) sangat diperlukan sebagai dasar pengelolaan DAS.

B. 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.

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).

C. Geografic Information System (GIS)

Sistim 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).

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.

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).

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.

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

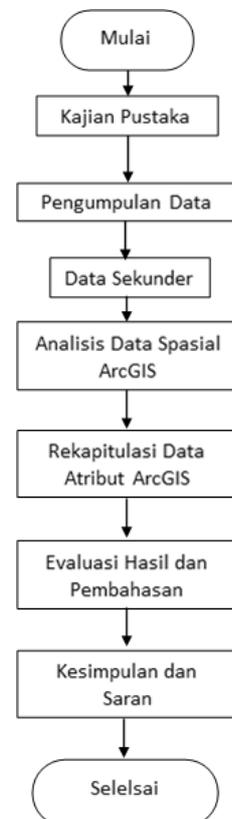
hulu atau ujung daerah tangkapan. Semakin ke hilir, ordo sungai akan bertambah.

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.

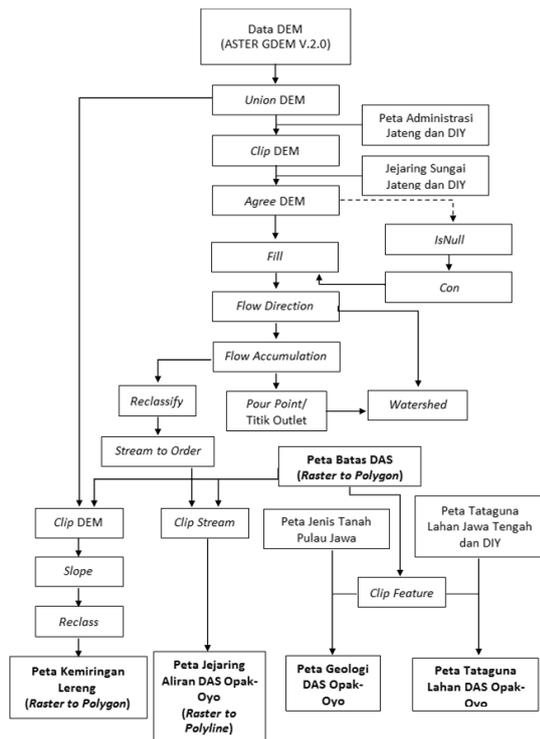
Delineasi daerah tangkapan adalah identifikasi sel-sel yang jika dijatuhkan air akan mengalir kepada titik outlet yang akan ditentukan. Untuk melakukan delineasi daerah tangkapan diperlukan adanya arah aliran, akumulasi aliran dan outlet. Salah satu fitur ArcGIS desktop untuk melakukan delineasi adalah 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. Tahapan Penelitian



Gambar 4.1 Bagan Alir Tahapan Penelitian



Gambar 4.2 Bagan Alir Tahapan Analisis Spasial

B. Analisis Hasil

1. 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)

2. Jejarng Aliran

Untuk membuat jejarng 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

3. Kemiringan Lahan

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

4. Tatagunalahan

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

5. Jenis Tanah

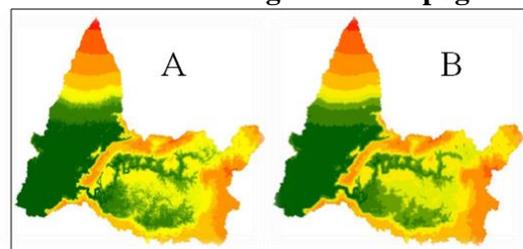
Berdasarkan data jenis tanah pulau Jawa, dilakukan pemotongan menggunakan tool Clip berdasarkan luasan daerah aliran sungai Opak-Oyo.

C. Kesulitan Penelitian

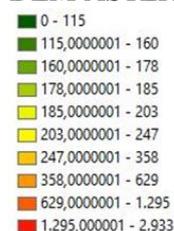
Dalam analisis wilayah DAS menggunakan fitur watershed, penentuan pour point atau titik outlet sangat berpengaruh terhadap wilayah yang dihasilkan. Sedangkan penentuan posisi outlet pada setiap daerah tangkapan air yang bersifat subjektif berdasarkan analisa akumulasi aliran tertinggi. Sehingga harus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

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perbandingan Peta Topografi



Gambar 5.1 (A) DEM ASTER (B) DEM RBI



Gambar 5.2 Klasifikasi Warna

Tabel 5.1 Statistik Peta Topografi

Data	DEM	RBI	Satuan
Minimum	4	-5,254	Mdpl
Maksimum	2.933	2.610	Mdpl
Jumlah	433.914.563	6.837.922	Piksel
Rata-rata	229,27	219,73	Piksel
Standar deviasi	184,53	183,19	

Berdasarkan perbandingan statistik antara DEM dengan kontur RBI dapat diambil kesimpulan :

- Perbedaan yang cukup signifikan terdapat pada jumlah piksel yang memiliki selisih 427.076.641 piksel.
- Data DEM memiliki piksel-piksel yang berukuran kecil sedangkan untuk data RBI memiliki piksel-piksel yang lebih besar, hal ini yang menyebabkan Data DEM memiliki piksel yang lebih banyak dibanding Data RBI yang memiliki piksel yang lebih sedikit.
- Nilai rata-rata dari kedua data yang tidak terlalu signifikan menunjukkan hasil analisis dapat dikatakan memuaskan. Hal ini tentunya memberikan informasi yang cukup berharga dimana data DEM ASTER GDEM dapat digunakan untuk melakukan

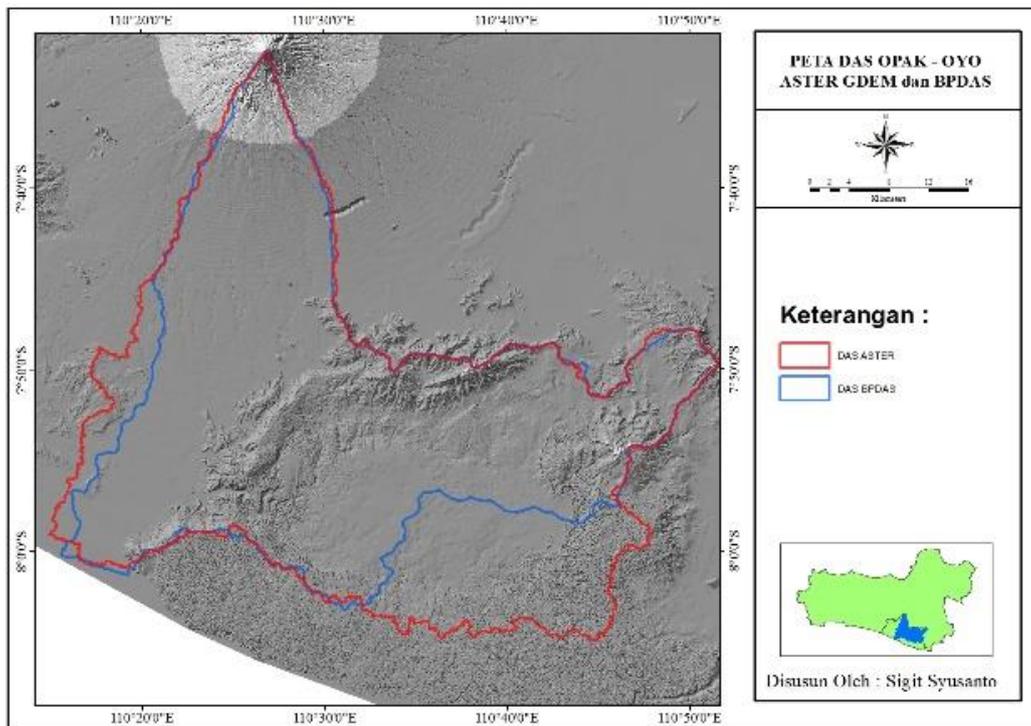
delineasi batas DAS secara efektif dan efisien.

- Degradasi warna yang ada pada kedua data tidak memiliki perbedaan yang signifikan atau dapat dikatakan data DEM memiliki bentuk permukaan yang mirip dengan data kontur RBI akan tetapi data DEM memiliki ketelitian yang lebih baik ketimbang data kontur RBI.

B. Batas DAS

Batas DAS (Gambar 5.3) yang diperoleh dari hasil proses menggunakan fitur *Watershed* dengan titik outlet berada pada koordinat 110,285700 BT : -8,012122 LS. Dari hasil delinasi diperoleh luas DAS dengan menggunakan data ASTER GDEM Versi 2.0 sebesar 1.781 km² sedangkan untuk luas DAS dari sumber BPDAS Serayu Opak Progo sebesar 1.408 km².

Perbandingan luas DAS hasil analisis menggunakan data GDEM ASTER memiliki perbedaan nilai 372,85 km² dengan data BPDAS Serayu Opak Progo. Sehingga dapat disimpulkan bahwa perbedaan nilai ini sangat signifikan mengingat persentasenya adalah 26,48 % terhadap data BPDAS Serayu Opak Progo.

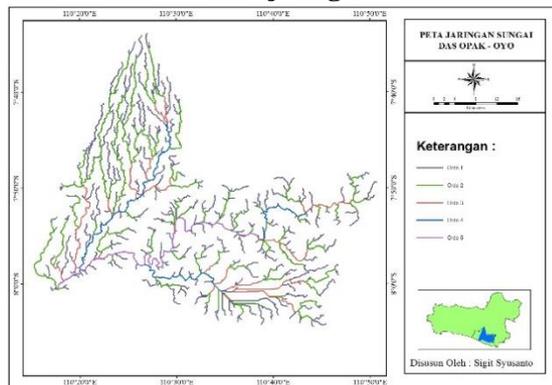


Gambar 5.3 Peta Batas DAS Opak-Oyo

Perbedaan pertama berada pada bagian barat atau lebih lengkapnya pada daerah bantul, Dari hasil pengamatan pada daerah tersebut BPDAS tidak menganggap wilayah tersebut sebagai DAS Opak-Oyo melainkan sebagai sebagian wilayah DAS Progo yang ditampilkan dengan warna hijau dan dari hasil survei lapangan ternyata jaringan sungai yang berada pada wilayah tersebut lebih mengarah ke arah sungai Progo yang berarti wilayah tersebut memang bukan bagian dari DAS Opak-Oyo.

Perbedaan DAS yang mencolok terjadi di bagian tenggara tepatnya pada wilayah Paliyan Wonosari, hal ini kemudian dijelaskan akibat adanya sungai tadah hujan yang mengarah ke DAS Opak-Oyo. Menurut klasifikasi dari BPDAS sungai tersebut bukan merupakan bagian dari DAS Opak-Oyo, sedangkan hasil analisis dari data DEM mengidentifikasi bahwa sungai tersebut tersebut masih merupakan bagian dari DAS Opak-Oyo.

C. Jejaring Aliran



Gambar 5.4 Peta Jejaring Aliran

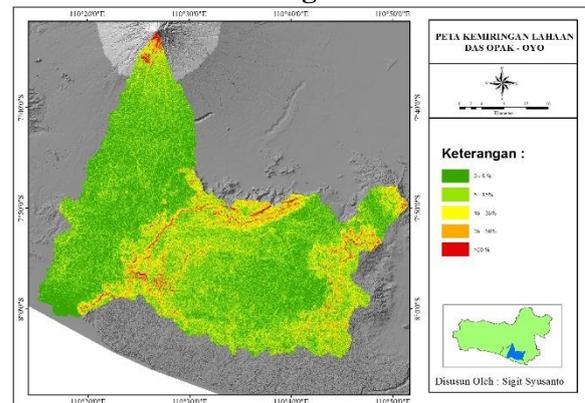
Tabel 5.2 Data Jejaring Aliran

Keterangan	Nilai	Satuan
Panjang Sungai Utama	86.526,37	Meter
Total Panjang Anak Sungai	1.363.449,97	Meter
Posisi Hulu		
- Bujur	110,79519	Derajat
- Lintang	-7,86003	
Elevasi Hulu	221,00	Mdpl
Posisi Hilir		
- Bujur	110,28570	Derajat
- Lintang	-8,012122	
Elevasi Hilir	0	Mdpl

Tabel 5.3 Ordo DAS Opak-Oyo

Ordo	Total Ordo	Panjang Total (meter)
1	361	697473,3444
2	87	443389,5946
3	21	153305,3424
4	2	69281,6908
5	1	86526,3657
Total		1449976,3379

D. Kemiringan Lahan



Gambar 5.5 Peta Kemiringan Lahan

Dari data statistik dapat disimpulkan bahwa rata-rata kemiringan lahan yang diperoleh pada wilayah DAS Opak-Oyo adalah 13,02%, sehingga dapat dikategorikan bahwa DAS Opak-oyo memiliki nilai kemiringan yang cukup curam.

Tabel 5.3 Luas dan Keliling Kemiringan

Kemiringan persen	Luas meter ²	Keliling Meter	Faktor LS
0 - 5	762.175.223,01	27.615.761,04	0,75
5 - 15	661.841.346,19	36.442.054,62	1,2
15 - 35	241.248.801,33	14.843.351,75	4,5
35 - 50	92.224.819,50	5.065.958,68	7,5
> 50	22.236.538,19	1.025.021,75	12

- standar deviasi dari topografi antara kedua perbandingan yang dilakukan.
2. Sebelum data DEM digunakan sebaiknya dilakukan perbandingan dengan data yang didapatkan dari instansi lain untuk membandingkan bentuk permukaannya.
 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 MadaUniversity Press. Yogyakarta
- 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.
- Fauzan A. Khomaini. 2016 "Analisis Karakteristik Fisik DAS Dengan RSTM 1 arc Second Di Sungai Progo". Universitas Muhammadiyah Yoyakarta.
- 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.
- 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).