

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Tinjauan Umum**

Hidrologi sebagai cabang ilmu yang basisnya adalah pengukuran Fenomena Alam, dihadapkan pada tantangan bagaimana memodelkan atau memprediksi proses hidrologi pada wilayah (atau DAS) yang tidak terukur. Fenomena Alam dalam hal ini adalah Siklus Hidrologi, yang pada hakekatnya adalah suatu proses yang sangat kompleks (Indarto, 2013). Siklus hidrologi adalah sirkulasi air yang tidak pernah berhenti dari atmosfer ke bumi dan kembali ke atmosfer melalui kondensasi, presipitasi, evaporasi dan transpirasi (Anonim, 2006) dalam Fauzan (2016). Proses perjalanan air di daratan itu terjadi dalam komponen-komponen siklus hidrologi yang membentuk sistem Daerah Aliran Sungai.

Kajian siklus hidrologi sangat bermanfaat dalam memahami konsep keseimbangan air dalam skala global hingga daerah aliran sungai . 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 (Asdak, 2002). Kemudian dapat disimpulkan bahwa pemahaman terhadap fenomena hidrologi yang terjadi sangat diperlukan sebagai dasar pengelolaan DAS.

Karakteristik fisik DAS merupakan salah satu bagian penting pada sebuah DAS, hal ini sejalan dengan yang dikemukakan Rahayu (2009) 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.

Dalam penelitiannya tentang karakteristik fisik DAS diharapkan dapat memudahkan pengelola terkait dalam menyusun perencanaan pembangunan daerah setempat yang sesuai dengan karakteristik fisik DAS, sehingga dapat meminimalisir terjadinya bencana alam seperti tanah longsor, banjir bandang dan bencana geologis, misalnya gempa bumi (Bambang, 2006).

### **B. Peran GIS dalam analisis DAS**

Secara harafiah, SIG dapat diartikan sebagai "suatu komponen yang terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, data geografis dan sumberdaya manusia yang bekerja bersama secara efektif untuk menangkap, menyimpan, memperbaiki, memperbaharui, mengelola, memanipulasi, mengintegrasikan, menganalisa, dan menampilkan data dalam suatu informasi berbasis geografis" (Atie, 2003).

Penyajian 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 (K.L. Verdin, 1999) dalam Fauzan (2016).

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 ini 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. Modul GIS dan distribusi model hidrologi akan memungkinkan perkembangan hidrologi dari bidang yang didominasi oleh

teknik yang membutuhkan rata-rata spasial dan metode empirisme untuk ilmu spasial yang lebih deskriptif.

Manfaat yang paling sering dikaitkan dengan penggunaan GIS di DAS dan analisis hidrologi adalah meningkatkan akurasi, sulit diduplikasi, penyimpanan peta lebih mudah, lebih fleksibel, kemudahan berbagi data, ketepatan waktu, efisiensi yang lebih besar, dan kompleksitas produk yang lebih tinggi. Secara umum, sistem GIS telah dipuji karena memungkinkan masukan yang cepat, penyimpanan, dan manipulasi informasi geospasial. Namun, teknologi GIS tidak menyediakan fasilitas input, penyimpanan, dan manipulasi data dari variasi waktu dengan cara yang mudah.

### **C. Analisis Spasial ArcGIS Desktop dalam pengelolaan DAS**

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. Mayoritas fungsi-fungsi ini adalah software GRID pemodelan spasial. GRID adalah komponen dari ARC/INFO suite perangkat lunak. GRID adalah toolbox geoprocessing raster atau sel berbasis yang terintegrasi dengan ARC/INFO. Fungsi flow direction menciptakan grid baru berupa direksi aliran dari setiap sel ke sel yang disebelahnya berdasarkan kemiringan elevasi grid sebagai masukan. Flow Accumulation berfungsi menghitung jumlah daerah hulu atau aliran yang terhitung dari sel yang mengalir ke setiap sel. Fungsi Watershed adalah menggambarkan seluruh daerah hulu yang mengalir ke sel yang disediakan pengguna sebagai titik outlet. Fungsi dari Slope, Aspect, dan Curvature adalah menghitung kemiringan, azimuth, dan kelengkungan setiap sel. Perangkat lunak GRID mampu menemukan jalur aliran hulu atau hilir dari setiap sel dalam model digital elevasi (DEM) dan panjang jalan tersebut arus, menggambarkan jaringan sungai, dan memerintahkan jaringan sungai dengan kedua metode Strahler dan Shreve. Sebagian besar fungsi analisis GRID juga tersedia dalam Spatial Analyst ArcView, produk GIS Desktop dari ESRI (Fred L. at, 2001). Kombinasi dari semua tool dan fungsi untuk pekerjaan hidrologi

ditambah kerangka bahasa pemrograman pada setiap alat analisis disediakan oleh lingkungan GIS untuk kepentingan hidrologi.

Teknik analisis hidrologi berbasis GIS berada dalam berbagai tahap pembangunan dan mulai memasukkan praktek rekayasa hidrologi yang umum digunakan. Saat ini, teknik yang paling banyak digunakan adalah GIS untuk model tradisional seperti HEC-1 dan TR-20. Tidak ada keraguan bahwa dalam teknik hidrologi modeling masa depan akan semakin tergantung pada GIS dan modul geospasial dan model interface (Fred et al., 2001).

Dalam perencanaan DAS penggunaan fitur-fitur ArcGIS dan data DEM yang digunakan dapat mempengaruhi luas dan batas DAS itu sendiri. Hal ini dikarenakan arah aliran dan akumulasi aliran sangat dipengaruhi tata letak punggung muka bumi yang divisualisasikan ArcGIS berdasarkan data DEM. 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**

Sesuai dengan fungsi data DEM yang memvisualisasikan relief bumi dalam bentuk 3D, maka fungsi tersebut dapat diterapkan dalam analisa karakteristik fisik atau morfologi yang penting dalam pengelolaan sebuah DAS. Kemudian Sulianto (2006) mengungkapkan pada penelitiannya yang tentang definisi numerik jaringan drainase dan daerah pengaliran sungai 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 kearah kemiringan paling curam antara masing- masing sel DEM raster dan sel-sel tetangganya. Pendekatan ini lebih sederhana, dan langsung membangkitkan jaringan yang terhubung. Pendekatan ini dianggap sebagai pendekatan yang lebih baik karena mengandalkan analogi limpasan untuk menetapkan lintasan aliran.

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. Dengan menggunakan fasilitas Spatial Analyst data DEM juga dapat diturunkan peta lereng (slope) sebagai parameter masukan untuk menentukan TWI. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan Extension Math pada software Arc.GIS 9.2 (Rahman, 2011).