

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

##### 2.1.1. Penelitian Terdahulu

Laksono (2011) Melakukan penelitian mengkaji tentang pemodelan dan visualisasi tiga dimensi bencana banjir pasca erupsi Merapi pada Kali Code. Pemodelan geometri sungai menggunakan ArcGIS 9.3 dengan ekstensi Hec-GeoRAS 9.3 dan simulasi banjir menggunakan HEC-RAS 4.0. Skenario yang digunakan kala ulang 5, 25 dan 100 tahun. Membuat visualisasi tiga dimensi menggunakan ArcGlobe.

Sari dkk. (2013) melakukan pemodelan area luapan Kali Babon di Kota Semarang akibat kenaikan debit air di kali Penggaron. Pemodelan geometri pada penelitian tersebut menggunakan program ArcGIS dan ekstensi HEC-GeoRAS dengan data dasar berupa TIN yang dibentuk dari peta kontur Kota Semarang skala 1:25.000 dan peta morfologi skala 1:25.000. Pemodelan hidraulika menggunakan program HEC-RAS dengan *input* debit banjir rancangan kala ulang 5, 10, dan 25 tahun yang dianalisis menggunakan Hidrograf Satuan Sintetik Snyder dan data pasang surut pada periode 27-29 Juni 2013. Nilai kekasaran saluran yang digunakan pada penelitian tersebut diperoleh berdasarkan hasil survei lapangan dan dianggap sama sepanjang sungai, yaitu diasumsikan berupa tanah yang berumput pendek dan sedikit pengganggu.

Amin dkk. (2018) Melakukan pemodelan banjir pada subsistem sekakak dikota Palembang. Dengan menggunakan data hujan harian kota Palembang selama 14 tahun (2002-2015). Pemodelan hidrologi menggunakan HEC-HMS dan Pemodelan hidrolika menggunakan HEC-RAS. Dengan menggunakan skenario perbandingan elevasi muka air minimum, muka air rata-rata dan muka air maksimum menghasilkan luasan kedalaman genangan dan kecepatan aliran.

Triyananda D. dan Astor Y. (2018) melakukan penelitian pembuatan *smart map* 3 dimensi potensi banjir dan genangan dikota Cimahi. Menggunakan data citra satelit *Quickbird*, DEM-SRTM 30 m, curah hujan, vector bangunan dan vector genangan. Pemodelan dilakukan dengan aplikasi ArcMaps 10.1 dan

Cityengine 2016.0. hasil yang didapat merupakan visualisasi tiga dimensi genangan pada kota Cimahi.

### **2.1.2. Perbedaan dengan Penelitian Terdahulu**

Penelitian dilakukan pada sub-DAS Gajahwong yang merupakan bagian dari DAS Serayu Opak terletak di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Dalam penelitian ini, peneliti meneliti luas daerah genangan, bangunan terdampak, peta 2 dimensi dan membuat visualisasi 3 dimensi menggunakan berbagai macam *software*. *Software* yang digunakan antara lain 1). ArcGIS Desktop 10.6.1 dengan ekstensi Hec-GeoRAS untuk pembuatan geometri dan peta genangan 2). HEC-RAS 5.0.1 untuk simulasi banjir dan 3) ArcGIS Pro untuk visualisasi tiga dimensi.

## **2.2. Dasar Teori**

### **2.2.1. Sungai**

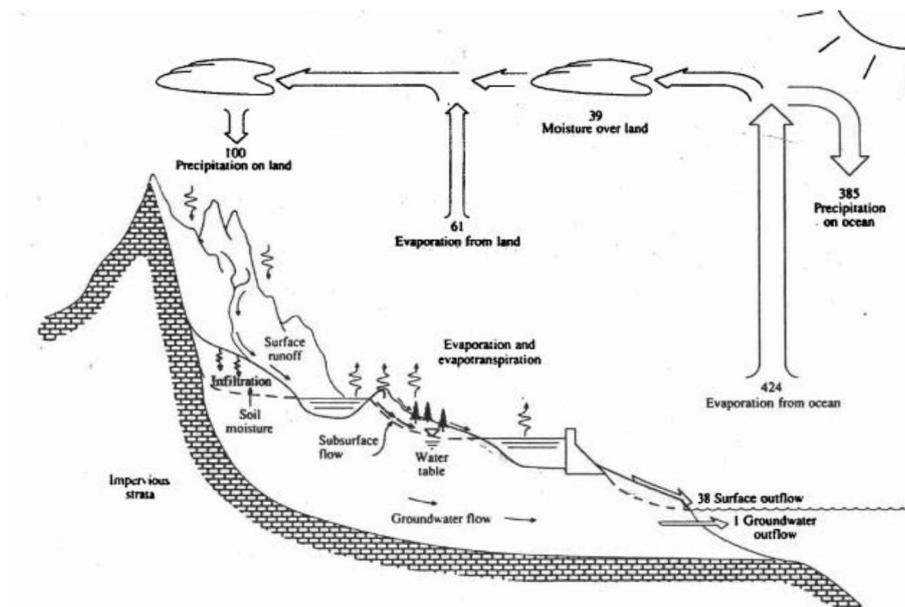
Sungai adalah alur atau wadah air alami/buatan berupa jaringan pengaliran air beserta air didalamnya, mulai dari hulu sampai muara dengan dibatasi kanan dan kiri oleh garis sepadan (PP No.38 Tahun 2011). Selain itu sungai merupakan air yang mengalir dari sumbernya di daratan menuju dan bermuara di laut, danau atau sungai yang lebih besar Pangestu dan Hakki, (2013). Sungai merupakan sumber air yang menunjang kehidupan dan kegiatan manusia. Pada jaman dahulu seluruh kegiatan manusia tidak terlepas dari sungai, oleh sebab itu, banyak dijumpai pemukiman di sepanjang daerah dekat sungai.

Selain memiliki potensi positif, sungai juga memiliki daya rusak. Daya rusak tersebut disebabkan oleh banjir. Timbulnya kerusakan yang diakibatkan oleh banjir diantaranya disebabkan oleh adanya penggunaan lahan pada daerah dataran banjir (*floodplain*) yang kurang sesuai dengan peruntukannya (Laksono 2011).

### **2.2.2. Siklus Hidrologi**

Menurut Triatmojo, (2015) Hidrologi merupakan ilmu yang berhubungan dengan air di bumi, baik mengenai terjadinya, peredaran dan penyebarannya, sifat-sifatnya, dan hubungan dengan lingkungannya terutama makhluk hidup.

Siklus hidrologi merupakan mekanisme sirkulasi air dari bumi ke atmosfer dan kembali lagi ke bumi melalui tahap kondensasi, presipitasi, evaporasi dan transpirasi. Sirkulasi hidrologi yang berulang dan terus menerus menyebabkan ketersediaan air dipermukaan bumi tetap terjaga. Sirkulasi hidrologi juga berdampak pada stabilnya suhu lingkungan, hujan dan keseimbangan ekosistem di bumi. Skema terjadinya siklus hidrologi dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Siklus hidrologi (Chow dkk., 1988)

### 2.2.3. Banjir

Banjir merupakan kondisi dimana air melebihi dari batas tebing sungai yang mengakibatkan air menggenangi daerah lebih rendah disekitar sungai.

Menurut (Chow,1989) Banjir adalah setiap aliran dengan muka air yang relative tinggi yang melampaui tebing sungai sehingga aliran tersebut menyebar kedataran sungai dan menimbulkan masalah bagi manusia. Dalam pendapat lain menyatakan banjir adalah genangan air pada lahan kering seperti sawah dan pemukiman, yang dapat menyebabkan kerugian secara materil maupun tidak. Banjir juga dapat diartikan meluapnya air yang mengalir pada sungai atau saluran drainase akibat debit air yang melebihi kapasitas pengaliran dari sungai atau saluran tersebut (Rosyidie, 2013). Banjir dapat disebabkan oleh berbagai faktor, namun secara hakiki penyebab utama banjir adalah curah hujan karena tidak akan

terjadi banjir jika tidak pernah terjadi hujan (Prabawadhani., 2016). Secara umum banjir disebabkan oleh dua hal yaitu alami oleh alam dan ulah manusia. Salah satu sebab akibat ulah manusia ialah perubahan alih fungsi lahan bantaran sungai. Perubahan/alih fungsi lahan yang semula daerah resapan dan dapat menyerap air hujan (infiltrasi), berubah menjadi lahan permukiman dan bangunan - bangunan gedung, sehingga air hujan cenderung langsung berubah menjadi limpasan permukaan (*runoff*) yang pada akhirnya membebani daya tampung (Zamroni dkk., 2015). Akibatnya aliran sungai yang tadinya kecil menjadi besar menyebabkan terjadinya luapan air yang menggenangi daerah tertentu akibat tidak tertampungnya limpasan permukaan (*runoff*) pada badan sungai.

#### **2.2.4. Sistem Informasi Geografis (SIG)**

Sistem Informasi Geografis (SIG) / *Geographic Information System (GIS)* adalah suatu system informasi berbasis komputer, yang digunakan untuk memproses data spasial yang ber-georeferensi (berupa detail, fakta dan kondisi) yang disimpan dalam suatu basis data dan berhubungan dengan persoalan serta keadaan dunia nyata (*real world*) Masykur, (2014). Menurut Burrough 1986 (dalam Tropenbos International Indonesia Programme, 2010) SIG merupakan alat yang bermanfaat untuk pengumpulan, penimbunan, pengambilan kembali data yang diinginkan dan penayangan data keruangan yang berasal dari kenyataan dunia. Selain itu menurut (Tropenbos International Indonesia Programme, 2010) SIG merupakan suatu komponen yang terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, data geografis dan sumberdaya manusia yang bekerja Bersama secara efektif untuk memasukan, menyimpan, memperbaiki, memperbaharui, mengelola, memanipulasi, mengintegrasikan, menganalisa dan menampilkan data dalam suatu informasi berbasis geografis.

Bedient dkk. (dalam Laksono P.D. 2011), menyatakan sebuah Sistem Informasi Geografis (SIG) meliputi: 1) Atribut atau informasi *feature* dalam sebuah format *database*. 2) Informasi lokasi untuk atribut dan 3) Fungsi analisis untuk memperoleh informasi baru.

Dalam pengaplikasiannya SIG bekerja berdasarkan integrasi 5 komponen, komponen-komponen tersebut ialah data, *software*, *hardware*, *user* dan aplikasi



Gambar 2.2 Skema komponen SIG

a. Data

Data merupakan komponen-komponen yang berisi informasi yang akan diolah dalam proses kerja SIG. secara umum SIG bekerja dengan menggunakan dua tipe data yaitu data raster dan data vektor.

Data raster merupakan data yang menampilkan informasi keruangan berupa kotak-kotak persegi atau *grid*. Data vektor merupakan data yang menampilkan informasi keruangan berupa garis.

b. *Software*

*Software* SIG merupakan perangkat lunak yang memiliki *tool* yang mampu untuk melakukan penyimpanan, pengolahan atau analisis dan menampilkan informasi geografis.

c. *Hardware*

Mengolah data berbasis SIG memerlukan komponen *Hardware* yang memumpuni untuk menjalankan *software-software* SIG. Beberapa *hardware* untuk mengolah data SIG haruslah berspesifikasi tinggi antara lain *RAM*, *Processor*, *VGA card* dan *Hard disk*. Hal ini

disebabkan data yang digunakan dalam analisis SIG membutuhkan ruang yang cukup besar dan kecepatan pengolahan yang tinggi.

d. *User*

Teknologi, *software* dan data SIG yang lengkap tidak akan berguna tanpa adanya *user*. *User* bertugas untuk mengelola sistem agar dapat melakukan analisis data sesuai dengan yang diharapkan.

e. Aplikasi

Olahan data SIG yang baik memiliki keserasian antara model dan implementasi hasil. Hal ini didasarkan pada permasalahan yang berbeda memiliki model dan implementasian hasil yang berbeda pula.

Sistem Informasi Geografis memiliki aplikasi yang luas dalam berbagai bidang. Salah satunya ialah bidang hidrologi, dengan Sistem Informasi Geografis sebagai teknologi yang tidak tergantikan dalam analisis hidrologis dari suatu daerah pengaliran sungai.

### **2.2.5. *Digital Elevation Model (DEM)***

*Digital Elevation Model* merupakan suatu sistem, model, metode dan alat dalam mengumpulkan, *prosesing*, dan penyajian informasi medan, distribusi spasial di wakili oleh nilai-nilai pada sistem koordinat horizontal X Y dan karakteristik medan diwakili oleh ketinggian medan dalam sistem koordinat Z. (Frederic J. Doyle, 1978). Menurut (Indarto, 2014), DEM merupakan suatu model digital yang mepresentasikan bentuk permukaan bumi kita dalam bentuk 3 dimensi. Informasi mengenai ketinggian suatu tempat sangatlah penting dalam analisis dan pengolahan data berbasis SIG.

Dalam literatur lain Jesen 2007 dalam (Indarto, 2014) mengklasifikasikan DEM menjadi dua, yaitu DSM dan DTM. *Digital Surface Model (DSM)* merupakan DEM yang memuat informasi ketinggian semua fitur dipermukaan bumi meliputi: vegetasi, Gedung-gedung dan fitur lainnya. *Digital Terrain Model (DTM)* merupakan DEM yang memuat informasi ketinggian permukaan tanah tanpa terpengaruhi oleh vegetasi dan vitur lainnya. Dalam penelitian ini tipe DEM yang digunakan ialah tipe *Detail Terrain Model (DTM)*.

### 2.2.6. Pemodelan Hidraulika

Hidraulika berasal dari kata *hydor* dalam bahasa Yunani yang berarti air. Dengan demikian ilmu hidraulika dapat didefinisikan sebagai cabang dari ilmu teknik yang mempelajari perilaku air baik dalam keadaan diam maupun bergerak (Triatmodjo, 2016). Terdapat dua jenis saluran dalam ilmu hidraulika, saluran tertutup merupakan saluran yang tidak terpengaruh tekanan atmosfer dan saluran terbuka merupakan saluran yang terpengaruh oleh tekanan atmosfer langsung.

Model adalah suatu bentuk tiruan permasalahan yang ada dilapangan dengan skala tertentu agar dapat dilakukan percobaan dilaboratorium. Model dibuat untuk mempermudah peneliti untuk mengidentifikasi masalah dan menerapkan solusi yang tepat sebelum penerapan dilapangan secara langsung. Model dibagi menjadi dua yaitu model fisik dan model matematik. Model fisik merupakan replika atau tiruan masalah dalam bentuk objek yang memiliki ukuran dimensi yang diskalakan dari aslinya. Sedangkan model matematik merupakan model yang menggunakan aplikasi atau hitungan sederhana dalam mengidentifikasi permasalahan dilapangan.

Menurut Siregar dan Indrawan, (2017) pemodelan satu dimensi adalah pemodelan dengan satu arah yaitu arah aliran sepanjang jalur utama, sedangkan pemodelan dua dimensi adalah pemodelan dengan dua arah yaitu arah aliran sepanjang jalur utama dan area di sekitar aliran.

### 2.2.7. ArcGIS Pro

ArcGIS Pro merupakan aplikasi terbaru dari ESRI yang menggabungkan *ArcMaps*, *Arc Catalog*, *ArcScene* dan *ArcGlobe* dalam satu platform. dengan menjadi satu platform, fitur yang dapat digunakan dalam ArcGIS Pro ialah sebagai berikut analisis, visualisasi dua dimensi dan dua dimensi, *connecting and sharing*, *imagery processing* dan *data management*. Versi ArcGIS Pro terbaru yang rilis merupakan ArcGIS Pro 2.4. Dalam penggunaannya, ArcGIS Pro menjadi aplikasi yang mempunyai banyak kegunaan dan kemudahan. Dengan fitur gabungan dua dimensi dan dua dimensi dalam satu *platform* mempermudah para pengguna untuk menyajikan data dan hasil analisis menjadi sajian yang lebih menarik.

### 2.2.8. ArcGIS Destop 10.6.1

ArcGIS Destop 10.6.1 merupakan aplikasi dari ESRI. Menurut (sharholly dkk., 2007) ArcGIS adalah sistem yang lengkap dan terintegrasi untuk pembuatan, pengelolaan, integrasi, dan analisis data geografis. Aplikasi ArcGIS Destop digunakan pada banyak bidang seperti pertanian, militer, tata kota keairan dan lain sebagainya. ArcGIS Destop memiliki beberapa Program utama yang saling terintegrasi antara lain ArcMaps, ArcCatalog, ArcToolboox, ArcGlobe, dan ArcScene, program-program tersebut membentuk sistem penyimpanan, pembuatan pengolahan dan penyajian data berbasis SIG sehingga dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang pekerjaan.

### 2.2.9. HEC-RAS 5.0.1

HEC-RAS merupakan program aplikasi untuk pemodelan aliran di sungai, *River Analysis System (RAS)*, dibuat oleh *Hydrologic Engineering Center (HEC)* yang merupakan satuan kerja di bawah *US Army Corps of Engineers (USACE)*. HEC-RAS dapat melakukan berbagai analisis pemodelan antara lain analisis satu dimensi dengan aliran permanen (*steady flow*) maupun aliran tidak permanen (*unsteady flow*) (icaga dkk., 2016). Selain itu HEC-RAS dapat melakukan analisis transpor sedimen dan perhitungan kualitas air. Beberapa terminologi yang berhubungan dengan pemodelan genangan banjir antar lain sebagai berikut:

- a. Tipe aliran
  - 1) *Steady flow*. Merupakan kondisi aliran sungai selalu sama dari waktu-kewaktu, hal ini disebabkan variabel terkait waktu tidak dilibatkan pada proses hitungan.
  - 2) *Unsteady flow*. Merupakan kondisi aliran sungai berubah sesuai waktu dan lokasi yang berbeda beda.
- b. Geometri sungai
  - 1) *Stream Centerline*, merupakan garis memanjang sepanjang sungai yang mendefinisikan titik terendah dari pada suatu muka aliran air.
  - 2) *Banks*, merupakan batas antara badan sungai dan dataran banjir. *Bank* terdiri dari *left overbank (LOB)* dan *right overbank (ROB)*.
  - 3) *Flowpath*, merupakan lintasan aliran dimana penggambaran dilakukan dari hulu ke hilir.

### 2.2.10. Hec-GeoRAS

HEC-GeoRAS merupakan program ekstensi dari ArcGIS Desktop yang berguna untuk mendukung dalam melakukan analisis dan pemodelan banjir. Selain memetakan dataran daerah banjir, analisis Hec GeoRAS dapat digunakan untuk analisis kerusakan banjir, restorasi ekosistem dan peringatan kesiapsiagaan terhadap respon banjir (Sari A. I., 2013). Secara umum fungsi dari HEC-GeoRAS adalah sebagai penyedia data input untuk kemudian diproses pada HEC-RAS yang kemudian menghasilkan nilai kecepatan dan profil air untuk kemudian di-import ke Arc-View GIS menjadi sebuah peta dengan tampilan yang komunikatif.

### 2.2.11. Visualisasi Tiga Dimensi

Perkembangan dalam pemodelan semakin maju, didukung dengan teknologi yang memumpuni, pemodelan berbasis SIG diarahkan pada visualisasi tiga dimensi. Data yang semula dua dimensi dapat disajikan lebih menarik dengan kemampuan analisa dalam tiga dimensi. Dengan berbagai keuntungan teknologi visualisasi tiga dimensi diharapkan mampu mendukung proses pengambilan keputusan secara baik dan tepat dimasa yang datang.

Visualisasi didukung oleh perangkat lunak yang memumpuni secara umum fungsi yang terdapat pada perangkat lunak SIG tiga dimensi antara lain Buckley (dalam Laksono 2011):

- a. Kemampuan menampilkan *surface* atau permukaan digital.
- b. Kemampuan untuk menentukan tinggi (*vertical exaggeration*) dan merubah sudut pandang kamera.
- c. Identifikasi *viewshed*, yaitu daerah yang terlihat atau tidak dari suatu lokasi tertentu.
- d. *Draping*, menampalkan *feature* (garis titik atau luasan) diatas ketinggian suatu *surface*.
- e. Kemampuan untuk menampilkan iluminasi melalui fungsi *shaded relief*.
- f. Menghasilkan suatu *cross-section* pada suatu permukaan.
- g. Membuat symbol tiga dimensi untuk *feature* di atas suatu permukaan (*terrain*).
- h. Memberikan tampilan perspektif dari suatu titik.