

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bencana banjir merupakan bencana yang terjadi akibat ulah manusia dan peristiwa alam yang dari dulu hingga sekarang menjadi salah satu persoalan bangsa yang harus dicermati karena telah memakan korban jiwa dan kerugian. Banjir terjadi akibat ulah manusia terutama dalam mengeksplorasi daerah aliran sungai atau yang disebut DAS. Di Kabupaten Purworejo, termasuk dalam Sub DAS Wawar yang memiliki potensi bencana banjir limpasan tinggi.

Tercatat pada tahun 2013 telah terjadi bencana banjir yang melanda Kabupaten Purworejo yang melanda sebagian daerah hilir yang mengakibatkan banyaknya lahan pertanian dan desa yang terendam banjir. Berdasarkan data tahun 2013 tercatat 2273 orang pengungsi dan lebih dari 1000 ha lahan pertanian terendam air yang menyebabkan gagal panen. Wilayah hilir petani tambak dan perikanan air tawar gagal panen akibat banjir dan ikan yang sudah siap panen hilang. Kerusakan juga terjadi pada tanaman hortikultura dan lainnya termasuk tanggul irigasi jebol. Kerugian bidang pertanian, perkebunan dan perikanan akibat banjir ini mencapai sekitar Rp 19.470.000.000. Kondisi topografi letak wilayah yang berada pada bagian hilir daerah aliran sungai membuat potensi banjir lebih tinggi ditambah kondisi sungai yang dangkal dan penuh sedimen pasir dan batu sehingga air mudah meluap saat curah hujan tinggi pada musim penghujan. (Data BNPB 2013).

Banjir limpasan dipicu oleh aktifitas penduduk dalam penggunaan lahan yang berlebihan akibat dorongan kebutuhan ekonomi, yang mengakibatkan eksploitasi sumber daya alam yang berlebihan. Akibat perubahan penggunaan lahan yang tidak terkendali dan eksploitasi sumber daya alam yang berlebihan

akan memicu bencana banjir baik dari segi kuantitas dan kualitas. Selain itu, faktor fisik dan sosial suatu daerah aliran sungai mempengaruhi aktifitas penduduk. Luas hutan di bagian hulu terutama Kecamatan Bruno tidaklah luas. Hutan yang terlalu sempit tidak mampu melakukan fungsinya dengan baik dan memicu banjir di wilayah hilir.

Perubahan tata guna lahan yang berada di kanan kiri sungai membuat kondisi Sub DAS Wawar semakin berpotensi untuk terjadi banjir. Berdasarkan data yang diperoleh perubahan penggunaan lahan dapat dilihat pada Tabel 1.1

Tabel 1. 1. Luas Perubahan Penggunaan Lahan Per 3 tahun

Penggunaan Lahan	Luas (ha)		
	Tahun 2007	Tahun 2010	Tahun 2013
Hutan	5756.91	5624.53	5415.48
Sawah	4036.69	4212.35	4378.14
Tegalan	2866.23	2878.15	2986.29
Permukiman	8602.52	8677.23	8761.68
Non-Build Area	886.65	756.74	607.41
Total	22149	22149	22149

Sumber : Interpretasi Citra dan BBWS Serayu Opak.

Banjir menimbulkan banyak kerusakan di segala wilayah, management daerah aliran sungai yang kurang baik akan menambah kerusakan yang terjadi akibat banjir limpasan. Oleh karena itu pembuatan prediksi petaagihan kerusakan banjir sangat diperlukan untuk mempermudah management banjir daerah rawan bencana banjir yaitu daerah yang lebih rendah bagian hilir, yang diharapkan menjadi lebih efektif dan efisien, dan sebab itu analisis terhadap banjir limpasan dengan cara pemodelan spasial dapat dilakukan untuk mempermudah management nantinya. Tentunya banjir ini merupakan masalah DAS yang belum teratasi sepenuhnya.

1.2 Perumusan Masalah

Banjir limpasan yang terjadi akhir akhir ini menyebabkan banyak kerugian yang terjadi. Banjir yang diakibatkan perubahan lahan di Sub DAS Wawar bagian hulu dimana perubahan lahan ini semakin meningkat seiring peningkatan curah hujan dan ketidakmampuan sungai dalam menampung kapasitas air. Banjir secara langsung memberikan kerugian yang besar untuk suatu wilayah. Dari hal ini maka dapat dirumuskan :

1. Bagaimana agihan banjir luapan Sungai Wawar di hilir Sub DAS Wawar?
2. Bagaimanavariasi luas kerusakan penggunaan lahan dengan debit skala ulang 2, 5, dan 10?

1.3 Tujuan

1. Mengetahui agihan kerusakan penggunaan lahan yang terjadi akibat banjir limpasan di sekitar sungai dari hasil pemodelan.
2. Menganalisis variasi luas kerusakan penggunaan lahan berdasarkan pemodelan debit banjir skala ulang 2, 5, dan 10.

1.4 Kegunaan Penelitian

1.4.1 Ilmiah

1. Mengetahui besarnya debit Sungai Wawar.
2. Dampak limpasan banjir Sungai Wawar menggunakan pemodelan spasial menggunakan software pengolah data spasial.

1.4.2 Praktis

1. Melatih dalam menggunakan software pengolah citra dalam pemrosesannya untuk memperoleh penggunaan lahan suatu daerah.
2. Mendapatkan peta kerusakan yang terjadi akibat banjir limpasan di suatu daerah.

1.5 Sasaran

1. Mendapatkan luas daerah yang terkena dampak banjir limpasan dan tinggi limpasan sungai utama Sub DAS Wawar.
2. Mendapatkan debit aliran Sungai Wawar dan faktor faktor yang mempengaruhi besar kecilnya limpasan dan agihan banjir limpasan..

1.6 Tinjauan Pustaka

1.6.1 Karakteristik Daerah Aliran Sungai

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan suatu wilayah daratan yang merupakan salah satu kesatuan dengan sungai dan anak anak sungainya yang berfungsi untuk 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 oleh aktivitas daratan (UU No 7 tahun 2004).

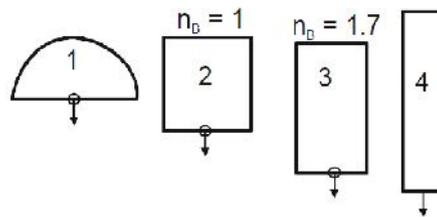
Karakteristik suatu daerah aliran sungai dapat diperoleh dari morfometri suatu DAS. Morfometri DAS didefinisikan sebagai pengukuran dari suatu DAS. Pengukuran dilakukan untuk mengetahui daerah pengaliran, bentuk, panjang, kemiringan, dan kerapatan aliran dari DAS.

Daerah pengaliran/*Drainage Area* (A) merupakan karakteristik DAS yang paling penting dalam pemodelan berbasis DAS. Daerah pengaliran mencerminkan volume air yang dapat dihasilkan dari curah hujan yang jatuh di daerah tersebut. Curah hujan yang konstan dan seragam untuk seluruh daerah pengaliran merupakan asumsi yang umum dalam pemodelan hidrologi (Bowo, 2006).

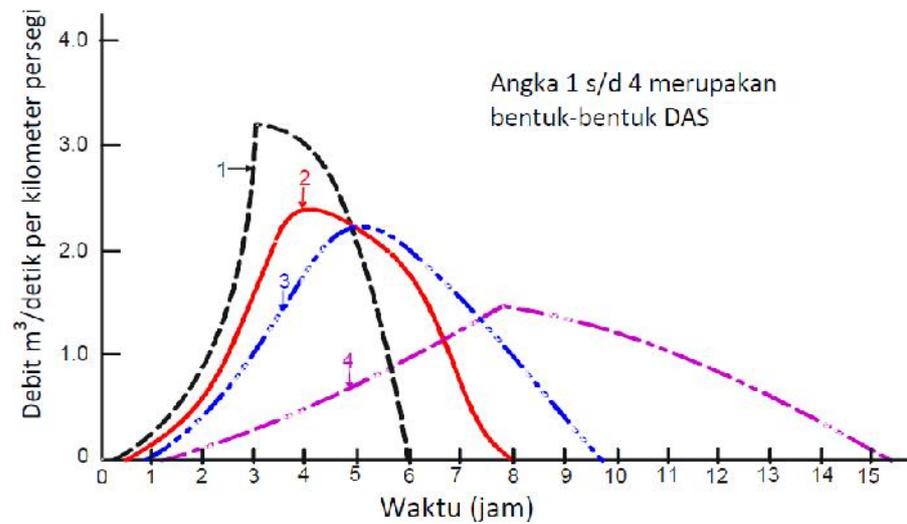
Panjang DAS/*Watershed Length* (L) merupakan panjang sungai utama yang diukur dari outlet hingga batas DAS, dengan memperhatikan arah aliran dan perlu diperhatikan bahwa sungai tidak mungkin sampai ke batas DAS sehingga perlu ditambahkan garis tambahan. Panjang DAS

digunakan sebagai indikasi dan perhitungan waktu tempuh yang dibutuhkan air untuk mengalir. Semakin panjang maka akan semakin lama dan sebaliknya waktu yang dibutuhkan air untuk mengalir.

Bentuk DAS/*Watershed Shape* mempunyai variasi yang tak terhingga dan bentuk ini dianggap mencerminkan bagaimana aliran air mencapai outlet. DAS yang berbentuk lingkaran akan menyebabkan air dari seluruh bagian DAS mencapai outlet dalam waktu yang relatif sama. Akibatnya puncak aliran terjadi dalam waktu yang relatif singkat. DAS berbentuk memanjang akan menyebabkan air dari seluruh bagian DAS akan mencapai outlet dengan waktu yang lama sehingga puncak aliran akan terjadi relative lama, dengan bentuk DAS yang memanjang maka air akan surut lebih lama. Hubungan bentuk DAS dengan debit puncak dan waktu dapat dilihat pada gambar 1.1 dan gambar 1.2.



Gambar 1. 1. Bentuk Bentuk DAS Dimana N_b Merupakan Perbandingan Antara Panjang Dan Lebar das (Richard, 1950 Dalam R.J.Kodoatie).



Gambar 1.2. Hubungan Debit Dan Waktu, Angka Pada Grafik Menunjukkan Bentuk DAS Pada Gambar 1 (Richard, 1950 Dalam R.J.Kodoatie).

Kemiringan DAS/*Watershed Slope* (S) merupakan gradient kemiringan pada suatu DAS mencerminkan dari sebuah gaya yang bekerja pada aliran sungai. Banjir merupakan cerminan dari gaya tersebut. Air yang mengalir dipengaruhi oleh kemiringan dari suatu DAS, hal yang paling berpengaruh pada kemiringan DAS ialah lereng yang menunjukkan beda tinggi dari suatu tempat. Kemiringan DAS diukur berdasarkan perbedaan elevasi (H) antarakedua ujung sungai utama dibagi dengan panjang DAS (L) atau dapat dituliskan dalam persamaan:

$$S = \frac{\Delta H}{L}$$

Kerapatan aliran/*Drainage Density* (D_d) merupakan bagian yang mempengaruhi air yang dihasilkan pada suatu DAS. semakin rapat aliran maka jaringan input akan semakin banyak dan semakin besar debit yang dihasilkan oleh suatu DAS. Penggunaan lahan dan curah hujan memang bukan termasuk dalam morfometri DAS. Namun, faktor penggunaan lahan dan curah hujan tidak kalah pentingnya dalam penentuan banjir limpasan yang terjadi.

1.6.2 Limpasan Permukaan

Limpasan air permukaan merupakan air yang mengalir pada permukaan tanah yang diakibatkan oleh jenuhnya tanah atau melebihi kapasitas laju infiltrasi. Air yang terjatuh akan mengisi lekukan lekukan tanah (*basin*) dan kemudian air akan mengalir. Banjir limpasan merupakan air limpasan yang mengalir akibat dari penhnya sungai yang meluap sehingga merusak daerah sekitar sungai.

Debit banjir dapat ditentukan berdasarkan hujan, intensitas hujan, kondisi tata guna lahan, dan luas daerah aliran sungai. Banyak metode yang dapat digunakan untuk memperkirakan debit puncak antara lain ialah metode rasional. Namun, penggunaan metode di atas tergantung pada data yang tersedia, tingkat detail perhitungan, dan tingkat bahaya kerusakan akibat banjir.

Metode Rasional dibuat dengan mengasumsikan banjir berasal dari intensitas curah hujan yang sama dan seragam dalam kurun waktu tertentu. Stasiun hujan yang ada di wilayah daerah aliran sungai diasumsikan bisa menangkap curah hujan dengan luasan yang luas. Rumus metode rasional adalah :

$$Q = 1/360 C.I.A$$

dimana :

- Q = debit banjir maksimum (m^3/s)
- C = koefisien aliran.
- I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
- A = Luas daerah yang dialiri (km_2).

Rumus rasional tersebut dapat diartikan bahwa jika terjadi hujan selama 1 jam dengan intensitas hujan 1mm/jam pada daerah aliran sungai seluas 1 km_2 , dengan asumsi besarnya koefisien aliran 0,2778 m^3/s .

Metode ini mengasumsikan bahwa curah curah hujan mempunyai intensitas yang merata di seluruh daerah aliran sungai untuk durasi tertentu. Run-off merupakan faktor terpenting untuk mendapatkan hasil terbaik, waktu konsentrasi merupakan waktu terjadinya run-off dan mengalir dari jarak antara titik terjauh dai DAS ketitik yang ditinjau.

1.6.3 Faktor Penyebab Banjir Limpasan

Banjir merupakan aliran yang keluar dari sungai akibat sungai tidak bisa menampung sejumlah besar debit yang masuk dan menjadi suatu genangan atau pun air yang mengalir. Limpasan merupakan aliran yang mengalir pada permukaan tanah yang ditimbulkan oleh curah hujan. Adapun faktor faktor yang mempengaruhi banjir ialah :

1. Curah hujan

Curah Hujan adalah jumlah air yang jatuh di permukaan tanah selama periode tertentu yang diukur dengan satuan tinggi (mm) di atas permukaan horizontal bila tidak terjadi evaporasi, runoff dan infiltrasi. Semakin tinggi curah hujan maka akan semakin tinggi pula debit air di sungai. Semakin lama maka semakin besar kejenuhan yang terjadi pada tanah yang menjadikan salah satu faktor meningkatkan limpasan.

2. Intensitas hujan

Intesitas hujan ialah intensitas curah hujan rata rata selama waktu tiba banjir. Semakin besar intensitas curah hujan maka semakin besar kapasitas hujan yang dapat diakumulasi pada sungai sehingga memungkinkan lebih besar terjadinya limpasan. Menurut Dr. Mononobe telah diperkirakan intensitas hujan untuk lama curah hujan sembarang yang dihitung dari curah hujan sebagai berikut :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{tc} \right)^{\frac{2}{3}}$$

dimana :

I = Intensitas curah hujan rata rata selama t jam (mm/jam)

T_c = Waktu konsentrasi atau waktu tiba banjir (jam)

R_{24} = Curah hujan harian atau hujan selama 24 jam (mm).

(Nugroho H, 2010).

3. Kapasitas sungai

Kapasitas merupakan kemampuan sungai dalam menampung debit aliran yang masuk ke sungai. Kapasitas sungai dipengaruhi oleh kedalaman dan lebar sungai. Kedalaman dan lebar sungai dapat diukur melalui pengukuran tampang melintang sungai. Semakin dalam dan lebar sungai maka daya tampung air akan lebih banyak dan memudahkan aliran. Banjir terjadi akibat luapan air dari sungai, kondisi sungai yang dangkal dan sempit akan memicu kenaikan muka air akan semakin bertambah, apalagi ditambah dengan kondisi curah hujan yang tinggi sangat memungkinkan untuk terjadinya banjir.

4. Nilai Koefisien Limpasan

Penggunaan lahan sangat mempengaruhi laju air permukaan. Daerah hutan lebat akan mengurangi terjadinya limpasan dan sebaliknya pada daerah permukiman akan menambah terjadinya limpasan, hal ini dikarenakan di hutan lebat hujan yang jatuh akan lebih banyak diserap dibandingkan dialirkan ke sungai seperti di permukiman. Hulu daerah aliran sungai merupakan daerah yang diprioritaskan sebagai daerah resapan air, hutan sebagai salah satu penggunaan lahan yang menjaga fungsinya sebagai alat penyeimbang sekaligus sebagai alat pengurangan air limpasan yang mengalir ke sungai, berubah menjadi permukiman yang menyebabkan nilai koefisien limpasan berubah menjadi lebih besar dan daerah resapan mulai berkurang sehingga banjir dapat terjadi lebih besar.

Tabel 1.2. Koefisien Limpasan

No.	Deskripsi Permukaan	Nilai Ci
1	Kota, jalan, atap genteng	0,90
2	Kawasan Industri	0,80
3	Permukiman multi unit, pertokoan	0,70
4	Komplek Perumahan	0,60
5	Villa	0,40
6	Pekarangan	0,22
7	Lahan berat	0,40
8	Padang rumput	0,35
9	Lahan budidaya pertanian	0,30
10	Hutan	0,18

Sumber : Peraturan Kementerian Lingkungan Hidup 2009, modifikasi.

1.6.4 Pemodelan Banjir Limpasan

SIG (Sistem Informasi Geografis) merupakan alat yang bermanfaat untuk pengumpulan, menyimpan, pengambilan kembali data yang diinginkan dan memunculkan data yang berasal dari lapangan. SIG adalah sistem untuk pengelolaan, penyimpanan, pemrosesan (manipulasi), analisis dan penayangan data secara spasial terkait dengan muka bumi (Enggar P.R, 2009).

Setiap sistem informasi menyajikan tiga pokok : 1. Pengumpulan dan pemasukan data, 2. penyimpanan dan pengambilan kembali data dan 3. Output data, yang dalam hal sistem informasi terkomputer termasuk penayangan (Enggar P.R, 2009).

Sistem Informasi Geografis merupakan database yang biasanya mempunyai komponen spasial pada wadah dan dalam pemrosesan data. Karenanya, system informasi geografis mempunyai potensi dalam membuat peta sebagai produk proses dan mempunyai kemampuan dalam melakukan multiple analisis atau evaluasi dari sebuah simulasi model.

Kemampuan SIG yang paling penting ialah dapat melakukan simulasi baik simulasi data fisik, data aliran, dan biologi dengan menggunakan sebuah model. SIG sangat berpotensi menggunakan komplek model tergantung dalam algoritma proses simulasi dan juga dapat diaplikasikan pada model statistic. Kemampuan sistem informasi geografis dalam memodelkan sebuah bencana dilakukan dengan menggunakan data input berupa *Digital Elevation Model* (DEM) (John H Lyon, 2003).

Digital Elevation Model (DEM) adalah jenis data raster. Data raster merupakan data yang tersusun secara rapi dan berbasis pixel. Dalam DEM, setiap sel memiliki nilai sesuai dengan elevasi. Bahwa lokasi tersebut diatur secara teratur memungkinkan SIG untuk menyimpulkan banyak asosiasi yang menarik antara pixel yang satu dengan yang lain. Salah satu aplikasi yang paling bagus dari DEM adalah menambahkan *hillshadingsintetis* untuk peta sehingga pembaca peta dapat melihat hubungan antara medan dan hal-hal lain yang mungkin dipetakan. DEM sangat diperlukan untuk melakukan simulasi. DEM yang diinputkan pada sistem akan menjadi dasar utama dalam melakukan pengolahan. *Digital Elevation Model* akan mempermudah dalam mendapatkan batas daerah aliran sungai, topografi wilayah, data garis kontur, dan jaringan aliran sungai (www.gsd.harvard.edu).

Banjir merupakan bencana yang disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain faktor topografi wilayah, curah hujan, intensitas curah hujan dan dalam banjir limpasan kapasitas sungai yang tidak memadai. Semakin rendah daerah maka akan semakin berpotensi untuk terdampak banjir dan sebaliknya. Semakin tinggi curah hujan dan intensitas hujan maka debit banjir akan semakin besar, jika sungai tidak mampu menampung debit maka akan meluap atau melimpas ke daerah yang lebih rendah dan menjadi genangan ataupun aliran yang merusak.

Data DEM dapat diperoleh dengan melakukan pemrosesan dalam sistem informasi geografi. Sistem informasi geografis mampu

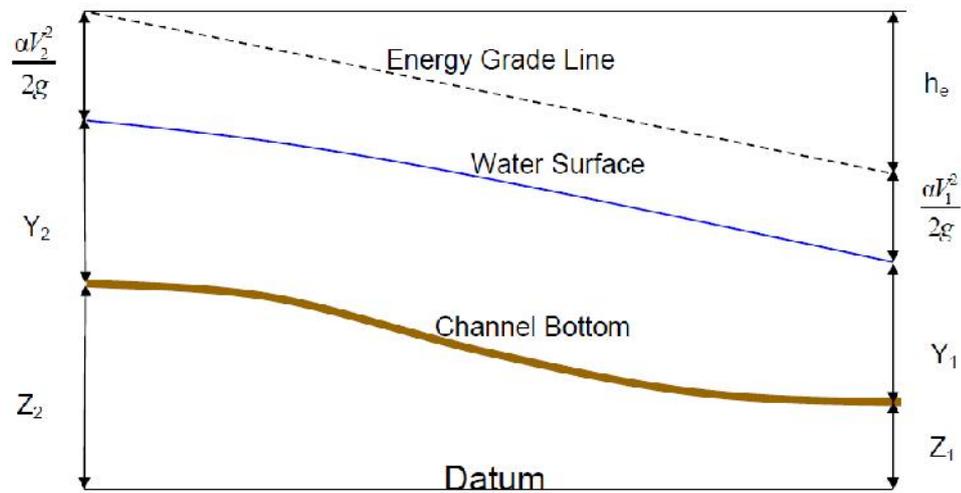
memodelkan dengan data data yang diinputkan terutama DEM untuk mendapatkan parameter banjir dan data ketinggian.

Sistem Informasi Geografis memiliki kemampuan diantaranya mintigasi bencana alam dan penelitian. Kemamuan pertama SIG mempunyai kemampuan untuk menyimpan informasi yang mampu dan mungkin terjadi pada situasi yang akan datang yang dapat diakses oleh siapa saja. Dalam studi kebencanaan SIG memberikan kontribusi yang cukup besar dalam menampilkan, menyimpan, dan memodelkan data. ArcGIS merupakan software yang mendukung dalam SIG untuk melakukan tugas tugas di atas.

ArcGIS merupakan software yang digunakan untuk membuat peta dan melakukan analisis spasial. Bidang kebencanaan ArcGIS mampu membantu dalam melakukan modeling dan simulasi. ArcGIS mempunyai tools tambahan yang disebut dengan HEC-GeoRAS. HEC-GeoRAS merupakan alat yang dirancang khusus untuk memproses geospasial data yang digunakan dibidang kebencanaan khususnya bencana banjir. Alat ini memproses data berupa Digital Elevation Model (DEM) untuk melakukan analisis dan simulasi banjir yang selanjutnya akan diproses di HEC-RAS.

Kemampuan dari HEC-GeoRAS ialah mampu membantu dalam membatasi daerah sungai dan membantu menganalisis data sungai, diantaranya sungai utama, arah aliran sungai, gambar penampang basah sungai, *right-left overbank*, dan sebagainya.

HEC-GeoRAS dapat mengira dan menghitung dari sebuah aliran pada sebuah saluran air terbuka.



Gambar 1.3. Prinsip *Open Chanel Flow* Yang Digunakan HEC-RAS/HEC-Georas

Analisis hidraulika pada prinsipnya untuk menghitung kapasitas penampang sungai melintang sungai untuk debit rencana yang sudah diketahui. Air yang mengalir pada sebuah sungai termasuk dalam jenis aliran saluran terbuka maka berlaku rumus persamaan energi sebagai berikut :

$$Z_2 + Y_2 + \frac{a_2 V_2^2}{2g} = Z_1 + Y_1 + \frac{a_1 V_1^2}{2g} + h_e$$

dimana :

$Z_{1,2}$: ketinggian saluran/sungai.

$Y_{1,2}$: ketinggian muka air.

g : gravitasi.

$a_{1,2}$: *velocity weighting coefficients*

h_e : energi yang keluar.

System ini yang nantinya digunakan oleh software untuk melakukan simulasi dan kalkulasi perhitungan debit dan ketinggian air pada sebuah model yang akan digunakan untuk analisis (*HEC-RAS Reference Manual, 2010*).

HEC-RAS adalah sebuah software yang berintegrasi dengan sebuah system dengan desain interaktif dan dapat digunakan secara multi-tasking. Komponen yang ada antara lain GUI, analisis komponen, *data storage*, kemampuan manajemen, dan fasilitas penggambaran serta pelaporan. Dalam HEC-RAS terdapat metode yang dapat digunakan untuk melakukan pemodelan pada sungai.

Steady flow water surface profile merupakan salah satu komponen system pemodelan yang digunakan untuk mengkalkulasi atau memperkirakan kenaikan permukaan air sungai yang tenang secara bertingkat. Analisis ini dapat mencakup keseluruhan komponen sungai dari sungai utama, pola aliran, dan geometri sungai.

Unsteady Flow Simulation merupakan salah satu komponen HEC-RAS yang dapat memodelkan dalam satu dimensi di dalam satu system jaringan aliran sungai secara penuh. (*HEC RAS Guide Book, 2010*).

1.6.7 Penelitian Sebelumnya

Tabel 1.3. Referensi Penelitian Sebelumnya

No	Judul	Peneliti	Tujuan	Metode	Hasil
1	GIS Modelling of River and Tidal Flood Hazard in a Waterfront Semarang City.	Muh Aris Marfai, 2003	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengukuranancaman banjirsungai danbanjir rob. 2. Mengetahuikeunggulandari masing masing model. 3. Mengetahuikeakurasianmodel dariDEM. 	Pemodelan menggunakan HEC RAS dan HEC GeoRAS	Analisis dampak kerusakan, jenis penggunaan, dan topografi penelitian dengan menggunakan model banjir limpasan sungai dan model banjir rob. Diperoleh daerah sebagian besar daerah semarang dibanjiri oleh air genangan rob.
2	Pemetaan Lokasi Rawan dan Resiko Bencana Banjir Bengawan Solo tahun 2007	Agustinus BP, 2009	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengetahui persebaran lokasi rawan banjir di Surakarta 2. Mengetahui faktor-faktor penyebab banjir banjir di Surakarta. 	Overlay danPengharkatan, Metodepenelitiankuantitatif dankualitatif	Kerawanan Banjir hasil overlay dapat diketahui bahwa sebenarnya Surakarta merupakan daerah yang rawan oleh banjir terutama di daerah bantaran sungai.

Lanjutan Tabel 1.3

3	Pemrosesan Citra Satelit Dan Pemodelan Untuk Memprediksi Penyebaran Banjir Bengawan Solo Menggunakan Metode Navier Stokes	RatihFebrianty, Dkk,	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membuat pemodelan danvisualisasi 2 dimensitentang persebaran banjir didaerah sungai BengawanSolo, dengan menggunakanmetode Navier Stokes, 2. Diharapkan dapatmenjadikan prediksipersebaran lebih akurat darisebelumnya. 	Metode Navier Stokes.	Pemodelan 2 D daerah sungai bengawan solo dengan metode stokes sehingga meghasilkan data temporal spasial banjir limpasan per jam.
4	Pemodelan Sistem Informasi Geografis Untuk Analisis Kerusakan Dan Agihan Banjir Luapan Sungai Wawar Bagian Hilir Sub Das Wawar	Yogi Utomo, 2014	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis untuk memodelkan bencana banjir limpasanKabupaten Purworejo. 2. Mengetahui tingkat kerusakan banjir limpasan yang terjadi di Kabupaten Purworejo. 	PemodelanmenggunakanHEC RAS danHEC GeoRAS	Peta luas kerusakan banjir limpasan Sungai Wawar daerah hilir Sub DAS Wawar per tinggi muka air sungai berdasarkan debit rencana.

1.7 Batasan Istilah

Banjir merupakan aliran limpasan yang mengalir melalui sungai atau menjadi genangan (N.Hadisusanto,2011).

Curah Hujan adalah jumlah air yang jatuh di permukaan tanah datar selama periode tertentu yang diukur dengan satuan tinggi (mm) di atas permukaan horizontal bila tidak terjadi evaporasi, runoff dan infiltrasi.

Daerah Aliran Sungai merupakan suatu wilayah daratan yang merupakan salah satu kesatuan dengan sungai dan anak anak sungainya yang berfungsi untuk 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 oleh aktivitas daratan (UU No 7 tahun 2004).

Debit adalah volume air yang mengalir persatuan waktu.

Intensitas Hujan adalah jumlah presipitasi dalam satuan waktu tertentu. Derajat curah hujan merupakan unsur kualitatif dari intensitas curah hujan.

Koefisien Aliran adalah perbandingan antara tebal aliran dengan tinggi hujan. Mempresentasikan efek daerah aliran sungai terhadap kehilangan air hujan menjadi aliran permukaan, dimana angka koefisien aliran itu sendiri tergantung pada kondisi alam permukaan tanah (N.Hadisusanto, 2011).

Limpasan/ luapan merupakan aliran yang mengalir pada permukaan tanah yang di timbulkan oleh ketidak mampuan sungai dalam menampung curah hujan (N.Hadisusanto,2011).

Sistem Informasi Geografis Adalah sistem manual dan komputer yang digunakan untuk mengumpulkan, menyimpan, mengelola, dan menghasilkan informasi yang mempunyai rujukan spasial atau geografis (Enggar P.R, 2009).

Wilayah Sungai (WS) merupakan kesatuan wilayah pengelolaan sumber data air dalam satu atau lebih daerah aliran sungai (DAS) dan atau pulau pulau

kecil yang luasnya kurang dari atau sama dengan 2.000 km² (UU No 7 Tahun 2004).

Kerusakan merupakan daerah yang tergenang banjir dengan mengasumsikan bahwa daerah tersebut mengalami kerugian dan kerusakan akibat air limpasan sungai.

Variasi Kerusakan merupakan jenis atau macam dari penggunaan lahan atau luas yang rusak akibat banjir limpasan, obyek merupakan penggunaan lahan di sekitar aliran sungai.

1.8 Kerangka Penelitian

Banjir disebabkan oleh curah hujan yang tinggi di atas normal yang menyebabkan debit semakin tinggi sehingga, sistem pengaliran air yang terdiri dari sungai dan anak sungai alamiah serta sistem saluran drainase dan kanal penampung banjir buatan yang ada tidak mampu menampung akumulasi air hujan tersebut sehingga meluap. Banjir limpasan atau limpasan yang berasal dari Sungai Wawar dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu intensitas curah hujan, debit sungai, dan topografi wilayah. Semakin rendah topografi wilayah akan semakin mudah terkena banjir limpasan dari sungai.

Pengundulan hutan di daerah tangkapan air hujan (*catchment area*) juga menyebabkan peningkatan debit banjir karena debit yang masuk ke dalam sistem aliran menjadi tinggi sehingga melampaui kapasitas pengaliran dan menjadi pemicu terjadinya erosi pada lahan curam yang menyebabkan terjadinya sedimentasi di sistem pengaliran air dan wadah air lainnya.

Daerah resapan air yang semakin berkurang juga berkontribusi atas meningkatnya debit banjir. Daerah permukiman yang padat dengan bangunan akan menyebabkan tingkat resapan air ke dalam tanah berkurang, jika terjadi hujan dengan curah hujan yang tinggi sebagian besar air akan menjadi aliran air permukaan yang langsung masuk ke dalam sistem pengaliran air, sehingga kapasitasnya terlampaui dan mengakibatkan banjir.

Banjir limpasan bersifat merusak dibandingkan dengan banjir genangan. Aliran yang bergolak meskipun tidak terlalu dalam dapat menghanyutkan

harta benda dan makhluk hidup lainnya. Pemodelan banjir merupakan cara untuk membuat simulasi dari sebuah banjir. Pemodelan banjir secara spasial akan mempresentasikan dari karakter DAS. Banjir terjadi karena 2 faktor, yaitu faktor alami dan faktor manusia. Pemodelan banjir secara spasial menunjukkan kondisi DAS dari faktor alami bentuk, kemiringan, curah hujan, topografi, dan kondisi sungai utama dari daerah aliran sungai.

Pemodelan banjir mempermudah dalam memprediksi variasi kerusakan penggunaan lahan di sekitar sungai utama. Simulasi dari sebuah banjir disimulasikan dari faktor alami yaitu curah hujan, debit aliran, topografi dan intensitas curah hujan ditambah dengan faktor manusia yaitu penggunaan lahan merupakan faktor fisik. Faktor alami curah hujan mempengaruhi tingkat besarnya debit air yang mengalir pada sungai utama yang dipengaruhi pula oleh faktor manusia yaitu penggunaan lahan yang mempengaruhi koefisien limpasan, permukiman merupakan penggunaan lahan yang menambah besarnya run off atau limpasan sehingga debit air sungai semakin besar.

Pemodelan mengurangi biaya dan waktu lebih efisien. Pemodelan menggunakan data yang bersifat softcopy dengan pemrosesan secara digital data yang diperoleh dan dianalisis dengan software akan lebih cepat. Kemampuan didalam menghemat waktu ini dapat dilihat dari pekerjaan yang bila dikerjakan akan memakan waktu tahunan tetapi kemudian dapat disimulasikan hanya dalam beberapa menit, bahkan dalam beberapa kasus hanya dalam hitungan detik. Pemodelan mempresentasikan kondisi dilapangan, semakin baik kualitas data yang dimasukkan akan semakin baik model yang dihasilkan dalam mempresentasikan kondisi dilapangan.

1.9 Metode Penelitian

Metode eksperimental merupakan metode yang digunakan dalam penelitian. Metode eksperimental yang dilakukan dengan cara modeling. Modeling menggunakan debit rencana Q_2 , Q_5 , dan Q_{10} pada Sungai Wawar, dampak banjir dengan debit yang berbeda akan menyebabkan luas dampak yang berbeda. Analisa kuantitatif lebih di tekankan pada analisa data terukur

yaitu data curah hujan dan perhitungan debit kala ulang. Pemodelan dilakukan dalam 3 tahapan, (1) Tahapan Persiapan, (2) Tahapan Pengolahan Data (pemodelan), (3) Tahap Akhir atau pelulisan laporan yang didalamnya juga berisis analisis data hasil secara deskriptif.

1.9.1 Tahap Persiapan

Tahapan persiapan digunakan untuk mencari data yang nantinya akan digunakan sebagai bahan dalam pembuatan model banjir limpasan dan pengumpulan serta studi literatur dan pengumpulan data pendukung studi. Literatur yang digunakan ialah memahami HEC RAS software, HEC GeoRAS software, bencana banjir, morfologi sungai, dan pemodelan suatu bencana. Data pendukung studi yang mendukung dapat berasal dari jurnal, makalah, dan berita.

Tahapan persiapan digunakan untuk mengumpulkan data bahan yang akan digunakan untuk kepentingan penelitian. Data yang digunakan didapat dari instansi dan penelitian sebelumnya. Data yang dibutuhkan juga dapat diperoleh dari pengukuran di lapangan. Data yang dibutuhkan untuk penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.4 :

Tabel 1.4. Data Dan Sumber Data

Data	Sumber
Data Curah Hujan tahun 2013	BBWS Serayu – Opak.
Data Penutup Lahan Wilayah Purworejo	BAPPEDA Purworejo
Citra Landsat 8	USGS
Peta Administratif Purworejo	BAPPEDA Purworejo
Intensitas Curah Hujan	BBWS Serayu-Opak dan Departemen Pekerjaan Umum

Lanjutan Tabel 1.4

<i>Cross-Section</i> Sungai	BBWS, Departemen Pekerjaan Umum dan Pengukuran Lapangan.
Digital Elevation Model (DEM)	Data citra SRTM 90 m
Peta Topografi Purworejo	Ekstraksi dari titik ketinggian peta rupa bumi Indonesia dan peta topografi Indonesia.

Tahap persiapan dalam hal ini juga mempersiapkan alat yang akan digunakan dalam penelitian. Alat yang digunakan antara lain seperangkat komputer dengan Processor Intel(R) Core(TM)i3 CPU, RAM 2048 MB, dan Hardisk 500 GB yang digunakan untuk melakukan interpretasi secara digital dan melakukan simulasi model dari software HEC-RAS/HEC-GeoRAS. Software ENVI 4.5 untuk pemrosesan citra secara digital citra landsat 8 untuk mendapatkan hasil penutup lahan dan kondisi penggunaan lahan menggunakan klasifikasi *Supervised*. Software ArcGIS untuk melakukan perhitungan dan layout peta, selain itu digunakan untuk manajemen data yang ada, menampilkan kembali riwayat data dan menedit data spasial agar mempunyai kualitas yang baik.

Alat survey lapangan yaitu GPS sebagai alat navigasi dan penunjuk data ketinggian serta alat untuk mengetahui titik sample. Yallon sebagai alat pengukuran di lapangan. Meteran sebagai alat pengukuran di lapangan. Tahap selanjutnya ialah tahap untuk melakukan pengolahan data dan kerja lapangan untuk menambah data dan menambah keakurasian dari model yang dibuat.

1.9.2 Tahap Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data merupakan tahapan untuk melakukan pengolahan terhadap data yang diperoleh untuk mendapatkan data turunan yang dibutuhkan untuk penelitian. Pengolahan data yang diperoleh dibagi

atas dua tahapan tahapan pertama merupakan tahapan perhitungan debit dan tahapan kedua adalah tahapan pemodelan banjir limpasan Sungai Wawar. Tahapan perhitungan debit dilakukan dengan menggunakan metode rasional dengan basis Sub DAS Wawar sebagai area cakupan pengumpulan data curah hujan, data koefisien limpasan, dan segala data yang berhubungan dengan perhitungan debit banjir. Hasil perhitungan selanjutnya akan dijadikan bahan input pemodelan banjir limpasan menggunakan software HEC RAS dengan daerah analisis hanya di hilir Sungai Wawar sehingga satuan analisis yang digunakan adalah daerah sepanjang Sungai Wawar di hilir. Berikut tahapan pengolahan data secara terperinci. Data data yang akan dicari ialah di tahapan pertama ialah :

1. Frekuensi Hujan

Perhitungan debit rencana yang dilakukan tentunya menggunakan data intensitas curah hujan rencana (I) yang merupakan salah satu parameter penyebab banjir. Debit merupakan fungsi dari I (intensitas curah hujan) sehingga apabila memakai I dengan kala ulang maka debit yang dihasilkan akan berkala ulang. Sedangkan I diperoleh dengan perhitungan parameter curah hujan. Curah hujan (R) merupakan hasil siklus hidrologi yang besarnya tidak dapat diketahui dan tidak dapat diduga. Untuk mengetahui besarnya periode ulang hujan pada periode tahunan dibutuhkan analisa frekuensi hujan.

Analisa frekuensi hujan merupakan analisa statistic penafsiran hujan. Analisa ini sangat diperlukan untuk perhitungan kejadian banjir rencana pada lokasi yang direncanakan. Analisa frekuensi yang digunakan dalam penelitian ini ialah Log-Pearson Tipe III. Sebaran log-Pearson tipe III, sering digunakan untuk perhitungan hujan harian maksimum untuk menghitung besarnya banjir rencana yang terjadi pada periode ulang tertentu.

2. Intensitas curah hujan

Intesitas hujan yang akan dihitung ialah intensitas curah hujan rata rata selama waktu tiba banjir. Menurut Dr.Mononobe telah diperkirakan

intensitas hujan untuk lama curah hujan sembarang yang dihitung dari curah hujan sebagai berikut :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{tc} \right)^{\frac{2}{3}} \text{-----} 1$$

dimana :

I = Intensitas curah hujan rata rata selama t jam (mm/jam)

Tc = Waktu konsentrasi atau waktu tiba banjir (jam)

R₂₄ = Curah hujan harian atau hujan selama 24 jam (mm).

(Nugroho H,2010).

3. Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi (tc) dapat juga disebut waktu tiba banjir, hingga saat ini beberapa persamaan empiris yang tersedia untuk digunakan sebagai rumus dalam perhitungan waktu konsentrasi. Waktu konsentrasi merupakan salah satu bagan yang penting dalam melakukan perhitungan debit banjir terutama dalam penggunaan rumus rasional, yang debit banjirnya dihitung dengan intensitas hujan rata-rata selama waktu tiba banjir. Perkiraan waktu tiba banjir atau waktu konsentrasi dapat digunakan beberapa rumus empiris sebagai berikut :

Persamaan Kirpich

$$tc = 0,01947L^{0,77}S^{-0,385} \text{-----} 2$$

dimana :

tc = waktu konsentrasi (menit)

L = panjang maksimum perjalanan air (m)

S = Kemiringan daerah aliran sungai. $S = \frac{\Delta H}{L}$

H = beda tinggi antara titik terjauh pada daerah aliran sungai dan outlet (m)

atau persamaan yang dipakai di *Distrik Bayern, Jerman*

$$tc = \frac{L}{W} \text{ ----- 3}$$

dimana :

t_c = waktu konsentrasi (jam).

L = panjang sungai yaitu panjang horizontal dari titik teratas, lembah sungai terbentuk sampai titik tempat perkiraan waktu tiba banjir (km, m).

H = beda tinggi antara titik terjauh pada daerah aliran sungai dan *outlet* (m)

W = kecepatan aliran tiba banjir (km/jam atau m/detik). Kecepatan aliran dirumuskan sebagai berikut :

$$W_1 = 72 \left(\frac{\Delta H}{L} \right)^{0,60} \text{ (km/jam) ----- 4}$$

$$W_2 = 20 \left(\frac{\Delta H}{L} \right)^{0,60} \text{ (m/detik) ----- 5}$$

(Nugroho H,2010)

4. Penentuan Koefisien Limpasan (Ci)

Penggunaan lahan sangat mempengaruhi laju air permukaan. Daerah hutan lebat akan mengurangi terjadinya limpasan dan sebaliknya pada daerah permukiman akan menambah terjadinya limpasan, hal ini dikarenakan di hutan lebat hujan yang jatuh akan lebih banyak diserap dibandingkan dialirkan ke sungai seperti di permukiman.

Data penggunaan lahan diperoleh dengan interpretasi citra Landsat 8 menggunakan metode klasifikasi *supervised*, yaitu dengan metode klasifikasi yang tidak dilakukan secara otomatis oleh sistem, namun diperlukan bantuan interpreter untuk mengklasifikasi nilai pixel atau menggunakan pengetahuan umum daerah interpreter untuk menentukan jenis penggunaan lahannya. Berdasarkan hasil interpretasi citra nilai koefisien limpasan dapat diketahui beserta luasannya. Nilai koefisien limpasan yang digunakan bersumber Tabel 1.5.

Tabel 1. 5. Nilai Koefisien Limpasan Berdasarkan Jenis Penggunaan Lahan.

No.	Deskripsi Permukaan	Nilai Ci
1	Kota, jalan, atap genteng	0,90
2	Kawasan Industri	0,80
3	Permukiman multi unit, pertokoan	0,70
4	Komplek Perumahan	0,60
5	Villa	0,40
6	Pekarangan	0,22
7	Lahan berat	0,40
8	Padang rumput	0,35
9	Lahan budidaya pertanian	0,30
10	Hutan	0,18

Sumber : Peraturan Kementerian Lingkungan Hidup 2009, modifikasi.

5. Debit Rencana

Debit banjir dapat ditentukan berdasarkan hujan, intensitas hujan, kondisi tata guna lahan, dan luas daerah aliran sungai. Banyak metode yang dapat digunakan untuk memperkirakan debit puncak antara lain ialah metode rasional. Namun, penggunaan metode diatas tergantung pada data yang tersedia, tingkat detail perhitungan, dan tingkat bahaya kerusakan akibat banjir. Metode Rasional dibuat dengan mengasumsikan banjir berasal dari intensitas curah hujan yang sama dan seragam dalam kurun waktu tertentu. Rumus metode rasional adalah :

$$Q = 1/360 \cdot C \cdot I \cdot A \quad \text{-----} \quad 6$$

dimana :

- Q = debit banjir maksimum (m^3/s)
- C = koefisien aliran.
- I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
- A = Luas daerah yang dialiri (km_2).

6. Bagian Pemodelan Limpasan

Tahapan pemodelan merupakan tahapan kedua yang digunakan untuk memodelkan banjir limpasan yang akan terjadi pada suatu saat nanti dan pada saat itu menggunakan debit banjir yang telah dihitung menggunakan metode rasional. Pemodelan dilakukan dengan memperhatikan tampang melintang yang dijadikan sebagai alat untuk memperkirakan kapasitas air tampungan sungai, sehingga dengan data debit banjir yang dihitung pada suatu sungai dengan geometrinya maka dapat dimodelkan limpasan airnya ketika debit melebihi kapasitas sungai.

Tampang melintang sungai dibuat melalui sebuah software HEC-GeoRAS dan HEC-RAS berdasarkan data DEM dan data pengukuran dilapangan. Software HEC-GeoRAS ini merupakan software yang dapat dijalankan pada software ArcGIS. Untuk membuat suatu geometri sungai dibutuhkan data detail *Cross Section* yang akan dijadikan suatu arahan pembuatan. Pembuatan data geometri sungai dilakukan menggunakan HEC-GeoRAS.

Pembuatan data hidrologi dilakukan menggunakan software HEC-RAS. Software ini mampu menghitung dan memperkirakan hidrologi faktor sebuah banjir. Software ini mampu dalam mengkoreksi dan menambah akurasi dari geometri data sungai dengan melakukan perubahan pada data di software ini menggunakan data pendukung lainnya. Pemodelan dilakukan menggunakan RAS Mapper, secara langsung menjalankan sistem pengolahan data yang telah dimasukkan dan mensimulasi dari debit rencana yang dihitung sehingga menghasilkan daerah yang terkena limpasan air sungai.

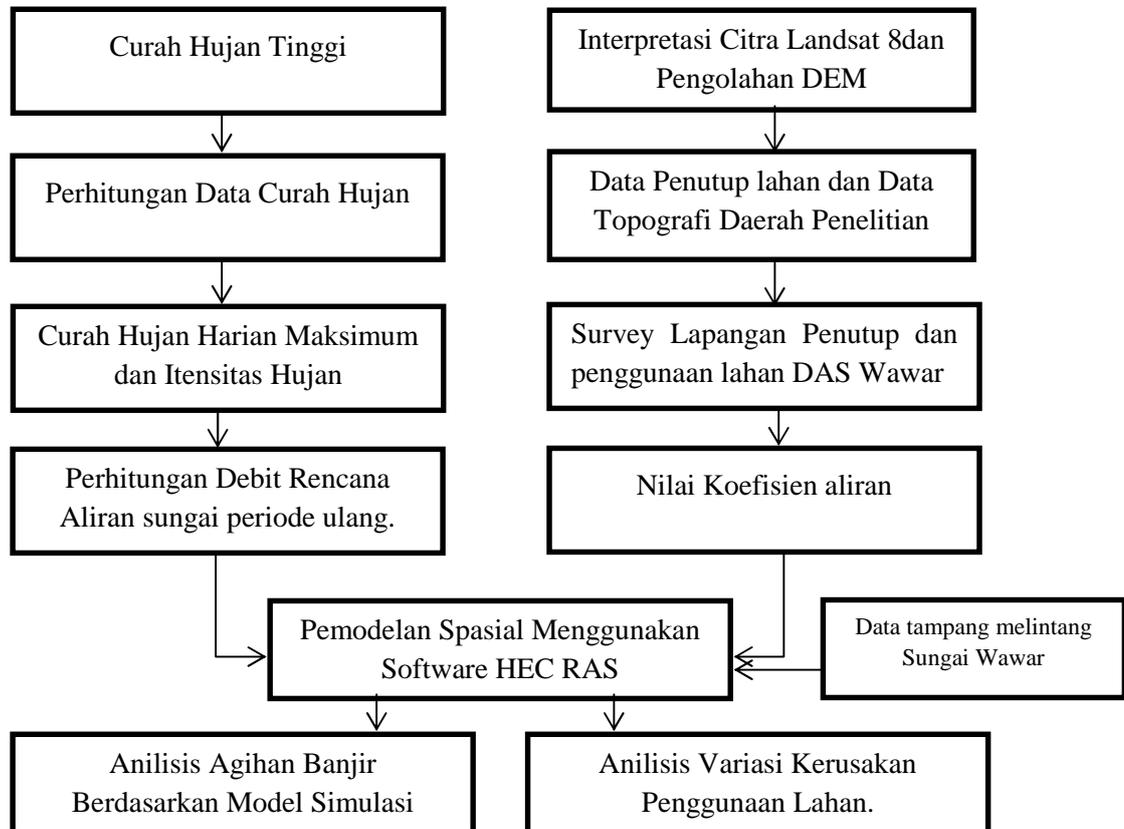
1.9.3 Tahap Akhir

Tahap terakhir tahapan yang berisikan pembuatan laporan dari hasil banjir limpasan yang terjadi. Pembuatan peta dampak kerusakan yang ditampilkan dari hasil simulasi akan dioverlaykan dengan data desa dan data penggunaan lahan menggunakan ArcGIS untuk mendapatkan hasil luasan data yang terdampak banjir limpasan Sungai Wawar, dari hasil overlay dapat diperoleh luas penggunaan lahan yang terendam banjir.

Tujuan penelitian ini ialah untuk mengetahui agihan kerusakan penggunaan lahan yang terjadi akibat banjir limpasan di sekitar Sungai Wawar berdasarkan dari hasil model dan menganalisis variasi kerusakan penggunaan lahan yang rusak akibat banjir dengan debit kala ulang 2, 5, dan 10 yang diterapkan dalam model.

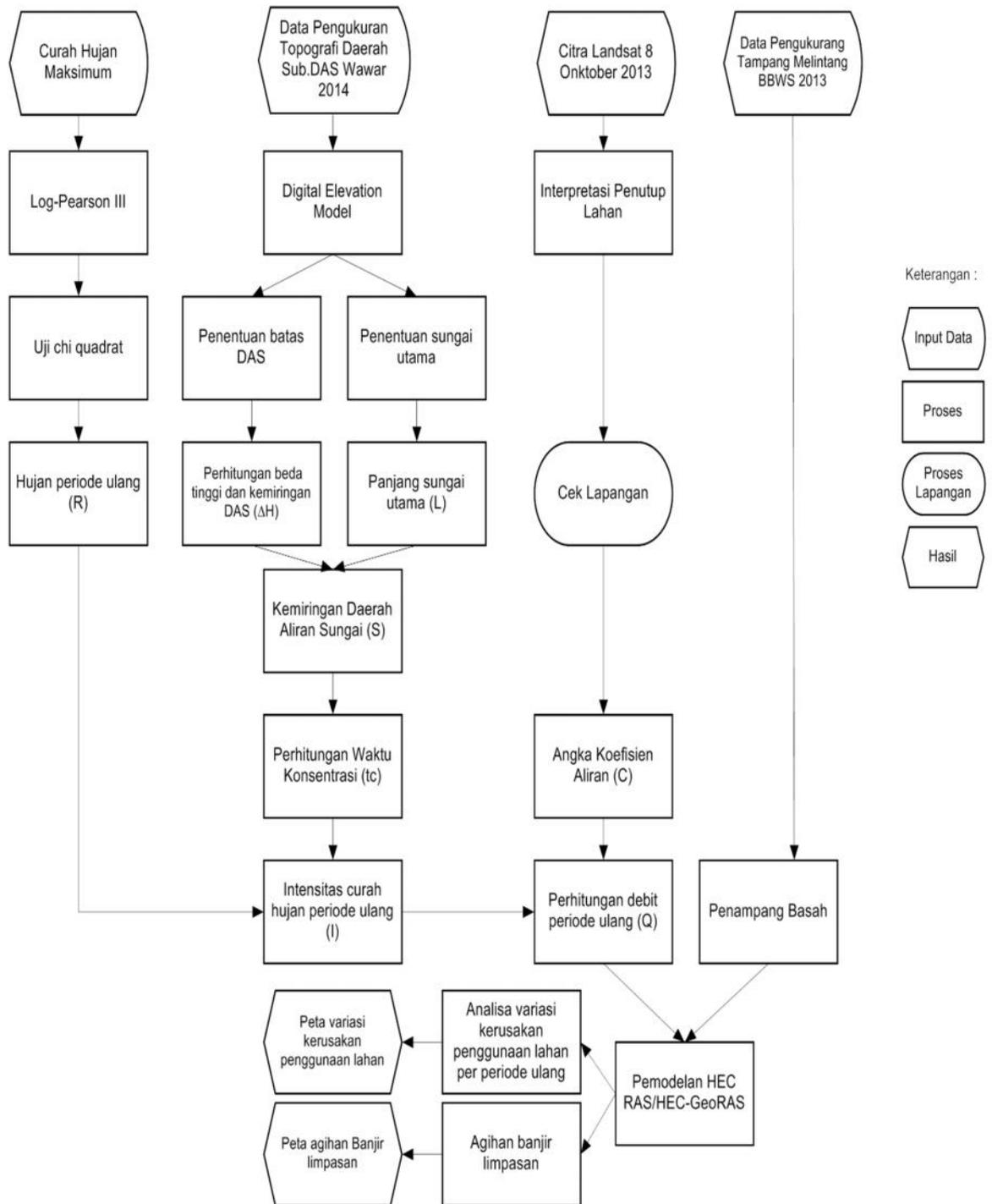
Agihan kerusakan penggunaan lahan yang ada akan dianalisis dengan cara diskriptif. Agihan kerusakan penggunaan lahan akan diwujudkan dalam bentuk peta dari hasil overlay data penggunaan lahan dan data pemodelan dengan debit kala ulang 2, 5, dan 10. Pemodelan banjir limpasan dilakukan menggunakan hasil pengolahan debit rencana Q_2 , Q_5 , dan Q_{10} sehingga data yang dihasilkan dari hasil overlay akan memiliki nilai berjenjang dari debit rencana pertama yang disimulasikan hingga terakhir. Analisa berdasarkan agihan banjir yang terlihat pada peta setelah dioverlaykan.

Variasi kerusakan penggunaan lahan yang rusak akibat banjir dianalisis dengan cara komparasi dengan membandingkan antara kerusakan yang terjadi akibat banjir yang dimodelkan debit kala ulang 2, 5, dan 10. Analisa mencakup luas dan jenis penggunaan lahan yang teganang akibat banjir.



Gambar 1.4. Diagram Pemikiran Peneliti

1.9.4 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1.5. Diagram Alir Penelitian