

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Konversi lahan yang selama ini banyak terjadi di berbagai wilayah umumnya disebabkan oleh adanya peningkatan kebutuhan sandang, pangan, dan papan bagi manusia yang juga dapat memicu banyaknya pembangunan lahan di wilayah tersebut. Konversi lahan vegetasi menjadi lahan terbangun di Kabupaten Bogor yang termasuk ke dalam wilayah DAS Ciliwung ini telah menjadi fokus isu strategis bagi Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Bogor dalam dokumentasi Rencana Strategis tahun 2013 – 2018. Berdasarkan data perubahan penggunaan lahan tahun 2006 – 2016 yang diperoleh dari Balai Pengelolaan DAS Citarum-Ciliwung menunjukkan bahwa penggunaan lahan terbangun permukiman di DAS Ciliwung khususnya Sub DAS Ciliwung Hulu mengalami peningkatan sebesar 7,18%. Rincian perubahan penggunaan lahan di Sub DAS Ciliwung Hulu dapat dilihat pada Tabel 1.1.

**Tabel 1.1 Perubahan Penggunaan Lahan Sub DAS Ciliwung Hulu tahun 2006 - 2016**

| No           | Jenis Penggunaan Lahan        | Luas Tahun 2006 |            | Luas Tahun 2016 |            | Perubahan |       |
|--------------|-------------------------------|-----------------|------------|-----------------|------------|-----------|-------|
|              |                               | Ha              | %          | Ha              | %          | Ha        | %     |
| 1            | Hutan Lahan Kering Primer     | 0,162           | 0,00       | 0               | 0,00       | -0,162    | 0,00  |
| 2            | Hutan Lahan Kering Sekunder   | 1205,808        | 24,77      | 776,964         | 15,96      | -428,844  | -8,91 |
| 3            | Hutan Tanaman                 | 1480,301        | 32,46      | 1611,930        | 33,11      | 131,629   | 2,70  |
| 4            | Belukar                       | 25,761          | 0,53       | 14,887          | 0,31       | -10,874   | -0,22 |
| 5            | Perkebunan                    | 546,535         | 11,23      | 858,913         | 17,64      | 312,378   | 6,42  |
| 6            | Permukiman                    | 236,422         | 4,86       | 585,860         | 12,03      | 349,438   | 7,18  |
| 7            | Tanah Terbuka                 | 20,312          | 0,42       | 0               | 0,00       | -20,312   | -0,42 |
| 8            | Pertanian Lahan Kering        | 1592,200        | 32,71      | 1237,671        | 25,42      | -354,529  | -7,28 |
| 9            | Pertanian Lahan Kering Campur | 359,430         | 9,44       | 0               | 0,00       | -359,430  | -7,38 |
| <b>Total</b> |                               | <b>4868,20</b>  | <b>100</b> | <b>4868,20</b>  | <b>100</b> |           |       |

Sumber : Balai Pengelolaan DAS Citarum-Ciliwung dan Data Hasil Pengolahan, 2018

Konversi lahan vegetasi menjadi lahan terbangun ini mempengaruhi fungsi hidrogeologis Sub DAS Ciliwung Hulu, yang dibuktikan dengan adanya kejadian bencana banjir di Sub DAS Ciliwung Hulu dan sekitarnya pada tanggal 12 Februari 2010 yang diakibatkan oleh kerusakan vegetasi akibat alih fungsi dan tata lahan berdasarkan penjelasan pada Laporan Akhir Kajian Lingkungan Strategis dalam Rangka Penyempurnaan Penataan Ruang Kabupaten Bogor, Bappeda tahun 2010. Kondisi hidrologi Sub DAS Ciliwung Hulu ini diperparah oleh tren peningkatan debit air hujan dari tahun ke tahun, seperti peningkatan debit air hujan dalam sepuluh tahun terakhir dari 271 m<sup>3</sup>/detik pada tahun 2006 menjadi 281 m<sup>3</sup>/detik pada tahun 2016 (Irwanto, 2018). Kondisi ini, dalam wilayah DAS akan berdampak pada peningkatan potensi banjir di bagian hilir DAS. Menurut Wicaksono, dkk (2009) Upaya mitigasi di bagian hilir menjadi tidak berarti apabila tanpa diikuti dengan upaya pengurangan terjadinya bahaya banjir. Salah satu upaya pengurangan potensi banjir di wilayah DAS adalah dengan pengendalian pemanfaatan ruang di bagian hulu DAS tersebut.

Wilayah Sub DAS Ciliwung Hulu meliputi daerah Kecamatan Cisarua dan Megamendung yang termasuk ke dalam Kawasan Bogor-Puncak-Cianjur (Kawasan Bopunjur). Kecamatan Cisarua dan Megamendung merupakan daerah yang pernah menjadi acuan dalam penentuan rencana pemanfaatan ruang dalam menjamin konservasi air dan tanah di Kawasan Bopunjur pada Keputusan Presiden Nomor 79 Tahun 1985 tentang Penetapan Rencana Umum Tata Ruang Kawasan Puncak. Akan tetapi, dalam Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 114 Tahun 1999 tentang Penataan Ruang Kawasan Bogor-Puncak-Cianjur menjelaskan bahwa kawasan ini masih kurang berfungsi sebagaimana mestinya akibat perkembangan pembangunan yang pesat dan kurang terkendali, sehingga pemanfaatan ruangnya perlu ditertibkan kembali. Pengendalian pemanfaatan ruang yang dimaksud bertujuan untuk menjamin tersedianya air tanah, air permukaan, dan penanggulangan banjir bagi Kawasan Bopunjur beserta daerah hilirnya.

Upaya pengendalian pemanfaatan ruang dalam penelitian ini diwujudkan melalui pemodelan spasial skenario penggunaan lahan optimum untuk mengurangi potensi banjir dari aspek hidrologi. Aspek hidrologi yang dibahas adalah aspek debit puncak air limpasan permukaan. Semakin besar nilai debit puncak air limpasan permukaan, maka potensi banjir di wilayah tersebut juga akan semakin meningkat. Aspek debit puncak air limpasan permukaan dipengaruhi oleh nilai koefisien limpasan permukaan, intensitas curah hujan, dan luas DAS. Debit puncak air limpasan permukaan adalah kondisi volume air tertinggi ( $m^3$ ) yang tidak dapat tertampung oleh sungai, danau, dan atau area cekungan lainnya dan menjadi air limpasan permukaan pada setiap detiknya.

Pemodelan spasial dilakukan untuk memperoleh skenario penggunaan lahan optimum yang diharapkan mampu dijadikan acuan bagi pemerintah dalam pengendalian pemanfaatan ruang untuk mengurangi debit puncak air limpasan, sehingga dapat mengurangi potensi banjir di wilayah kajian. Pemodelan spasial untuk skenario penggunaan lahan dilakukan dengan penambahan luasan lahan untuk penggunaan lahan hutan aktual di Sub DAS Ciliwung Hulu. Skenario penggunaan lahan optimum yang dipilih adalah skenario penggunaan lahan yang mampu mengurangi potensi banjir dengan nilai debit puncak air limpasan permukaan terkecil, namun tetap memiliki komposisi penggunaan lahan yang secara logis dapat direalisasikan sebagai wilayah penambahan luas hutan.

Hasil penelitian dari Dhofir (2017) menunjukkan bahwa penggunaan lahan hutan adalah penggunaan lahan terbaik dalam menjaga konservasi air tanah aktual di Sub DAS Ciliwung Hulu. Berdasarkan hal tersebut, dapat diketahui bahwa penggunaan lahan hutan dapat meresapkan air hujan yang jatuh ke permukaan tanah menjadi air tanah secara lebih baik daripada penggunaan lahan lainnya di Sub DAS Ciliwung Hulu. Hal ini dapat diartikan bahwa semakin luas penggunaan lahan hutan di suatu DAS, maka akan semakin berkurang debit puncak air limpasan permukaannya dan akan berpengaruh dalam mengurangi potensi banjir. Berdasarkan Peraturan Daerah Kabupaten Bogor Nomor 19 tahun 2008 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Bogor tahun 2005 – 2025 dalam penjelasan pasal 24 huruf (a) menjelaskan bahwa Kawasan hutan yang berfungsi lindung adalah kawasan hutan yang memiliki sifat khas yang mampu memberikan

perlindungan kepada kawasan sekitar maupun bawahannya sebagai pengatur tata air, pencegah banjir dan erosi, serta memelihara kesuburan tanah.

Analisis pengurangan potensi banjir dari aspek hidrologi melalui pemodelan spasial skenario penggunaan lahan di Sub DAS Ciliwung Hulu ini dilakukan untuk mendukung perencanaan tata ruang wilayah Kabupaten Bogor. Perencanaan tata ruang wilayah Kabupaten Bogor yang dimaksud adalah sesuai sebagaimana dijelaskan dalam Peraturan Daerah Kabupaten Bogor Nomor 19 tahun 2008 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Bogor tahun 2005 – 2025 dalam Pasal 49 tentang Perencanaan Kawasan Strategis Puncak termasuk Kecamatan Cisarua, Megamendung, dan Ciawi sebagai kawasan resapan air dan pengendali banjir. Hasil dari penelitian ini juga diharapkan dapat membantu upaya pemerintah sebagai bahan acuan dalam pengendalian pemanfaatan ruang Kabupaten Bogor khususnya wilayah Sub DAS Ciliwung Hulu, sehingga DAS dapat berfungsi dengan baik sebagai konservasi air.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Akibat tingginya alih fungsi lahan di Sub DAS Ciliwung Hulu dari kawasan lindung (hutan dan non-hutan) menjadi kawasan terbangun mengakibatkan peningkatan nilai koefisien limpasan permukaan yang berdampak pada peningkatan debit puncak air limpasan permukaan, sehingga permasalahan dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Berapa besar nilai debit puncak air limpasan permukaan di Sub DAS Ciliwung Hulu?
2. Bagaimana pemodelan spasial untuk skenario penggunaan lahan optimum guna mengurangi potensi banjir dari aspek hidrologi di Sub DAS Ciliwung Hulu?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengidentifikasi nilai debit puncak air limpasan permukaan di Sub DAS Ciliwung Hulu.
2. Menganalisis hasil pemodelan spasial untuk skenario penggunaan lahan optimum guna mengurangi potensi banjir dari aspek hidrologi di Sub DAS Ciliwung Hulu.

### **1.4. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

#### **A. Manfaat Teoritis**

Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan acuan dalam kajian terkait pengurangan potensi banjir dari aspek hidrologi.

#### **B. Manfaat Praktis**

##### **a. Bagi Masyarakat**

Memberikan informasi mengenai skenario bentuk penggunaan lahan optimum untuk mengurangi potensi banjir pada masyarakat setempat, sehingga pembangunan lahan yang memicu terjadinya bencana banjir tidak diteruskan.

##### **b. Bagi Pemerintah**

Sebagai bahan evaluasi pemerintah Kabupaten Bogor yang termasuk di dalam wilayah Sub DAS Ciliwung Hulu dalam upaya pengendalian pemanfaatan ruang yang didasarkan pada Peraturan Daerah Kabupaten Bogor Nomor 19 tahun 2008 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Bogor tahun 2005 – 2025.

##### **c. Bagi Bidang Ilmu Geografi**

Memberikan informasi sebagai bahan analisis lingkungan dan perencanaan wilayah serta memberikan penjelasan terkait proses pengolahan dan penanganan data spasial khususnya dalam bidang skenario bentuk penggunaan lahan optimum untuk mengurangi potensi banjir dari aspek hidrologi di Sub DAS Ciliwung Hulu.

## **1.5. Telaah Pustaka dan Penelitian Sebelumnya**

### **1.5.1. Telaah Pustaka**

#### **1.5.1.1. Banjir**

Banjir merupakan salah satu bencana alam yang kerap terjadi di Indonesia, karena kondisi morfologi Indonesia yang bervariasi dengan banyaknya sungai yang mengalir menyebabkan tingkat kejadian banjir di Indonesia meningkat pada setiap musim penghujan. Kondisi alam ini diperparah oleh meningkatnya jumlah penduduk yang menjadi faktor pemicu terjadinya banjir secara tidak langsung. Tingkah laku manusia yang tidak menjaga kelestarian hutan dengan melakukan penebangan hutan yang tidak terkontrol juga dapat menyebabkan peningkatan limpasan permukaan yang tinggi dan tidak terkendali yang kemudian memicu terjadinya banjir limpasan.

Banjir limpasan adalah bencana banjir yang disebabkan oleh terlimpasnya air dari sungai, danau, dan atau area cekungan lainnya yang menampungnya akibat peningkatan debit puncak air limpasan permukaan. Debit puncak air limpasan permukaan adalah kondisi volume air tertinggi ( $m^3$ ) yang tidak dapat tertampung oleh sungai, danau, dan atau area cekungan lainnya dan menjadi air limpasan permukaan pada setiap detiknya.

Debit puncak air limpasan permukaan dapat terjadi, karena pengaruh dari beberapa faktor alam dan faktor manusia, sebagai berikut:

##### **1. Faktor Alam**

Faktor alam merupakan faktor dari kondisi alam yang dapat mempengaruhi nilai debit puncak air limpasan permukaan. Faktor alam dapat berupa fenomena alam yang terjadi seperti hujan, ataupun dapat berupa kondisi karakteristik DAS yang terdiri dari luas dan bentuk DAS, kemiringan lereng, kerapatan aliran, dan infiltrasi tanah.

##### **a. Intensitas Curah Hujan**

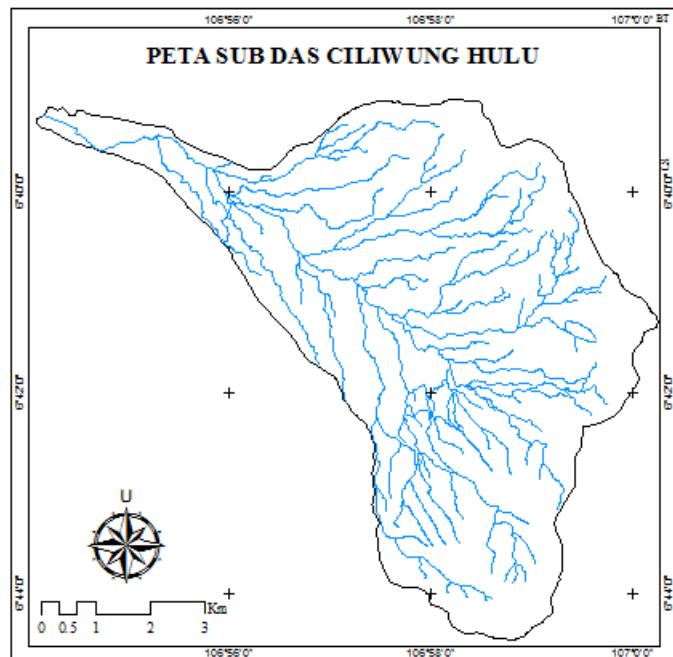
Fenomena alam hujan yang sering terjadi di Indonesia, apabila dikaji dalam suatu DAS dapat ditentukan sebagai faktor utama terjadinya banjir limpasan akibat tingginya debit puncak air limpasan permukaan. Pengaruh hujan dalam peningkatan debit puncak air limpasan permukaan ditentukan pada tinggi atau rendahnya intensitas curah hujan di wilayah DAS tersebut. Intensitas curah

hujan yang tinggi akan meningkatkan potensi terjadinya peningkatan debit puncak air limpasan permukaan yang dapat memicu terjadinya bencana banjir limpasan di wilayah DAS tersebut. Hal ini disebabkan karena intensitas curah hujan yang tinggi akan memberikan tenaga kinetis hujan yang tinggi, sehingga dapat mengakibatkan kerusakan struktur permukaan tanah (pemadatan) yang berakibat pada menurunnya infiltrasi tanah. Intensitas curah hujan untuk wilayah Sub DAS Ciliwung Hulu cenderung tinggi, sehingga dapat meningkatkan nilai debit puncak air limpasan permukaan yang dapat berakibat pada terjadinya bencana banjir limpasan di wilayah tersebut.

b. Luas dan bentuk DAS

Debit puncak air limpasan permukaan akan semakin tinggi seiring dengan besarnya luasan wilayah dari suatu DAS. Hal ini berkaitan dengan laju aliran air dalam sungai. Semakin luas suatu DAS, maka laju aliran permukaan akan semakin menurun yang mengakibatkan debit puncak air limpasan permukaannya semakin meningkat.

Bentuk DAS memiliki pengaruh pada waktu konsentrasi, yaitu waktu yang diperlukan air untuk mengalir dari titik terjauh sampai ke titik konsentrasi. Sub DAS Ciliwung Hulu memiliki bentuk yang menyebar (radial) dengan pola aliran dendritik yang banyak memiliki percabangan sungai dan terkonsentrasi ke dalam satu titik. DAS dengan bentuk menyebar akan memiliki waktu yang cukup singkat untuk air dapat terkonsentrasi pada titik pertemuan percabangan sungai (titik konsentrasi) yang berakibat pada tingginya limpasan air permukaan, karena aliran air pada titik konsentrasi belum mengecil/habis, tetapi air dari percabangan sungai lain sudah tiba. Hal ini meningkatkan debit puncak air limpasan permukaan DAS terutama di wilayah dekat dengan titik konsentrasi DAS. Berdasarkan hal tersebut, dapat diketahui bahwa Sub DAS Ciliwung Hulu akan memiliki debit puncak air limpasan permukaan yang tinggi karena memiliki bentuk DAS yang menyebar, meskipun hanya memiliki luas wilayah sebesar 4.868,2 ha. Bentuk Sub DAS Ciliwung Hulu dapat dilihat pada Gambar 1.1.



**Gambar 1.1 Bentuk Sub DAS Ciliwung Hulu**  
 Sumber : Balai Pengelolaan DAS Citarum-Ciliwung

c. Kemiringan Lereng

Karakteristik kemiringan lereng pada suatu DAS berpengaruh terhadap laju aliran air yang kemudian berakibat pada tingkat limpasan air permukaan. Semakin curam kemiringan lereng suatu wilayah, maka akan semakin tinggi limpasan air permukaannya. Hal ini disebabkan karena wilayah dengan kemiringan lereng yang curam memiliki laju aliran air yang cepat, sehingga air tidak dapat teresap dengan baik oleh tanah dan hampir keseluruhan airnya mengalir pada jaringan sungai ataupun pada permukaan tanah. Kondisi ini juga dapat memicu meningkatnya debit puncak air limpasan permukaan di wilayah tersebut, seperti yang terjadi pada wilayah Sub DAS Ciliwung Hulu yang didominasi oleh wilayah dengan kemiringan lereng yang curam.

d. Kerapatan Aliran

Kerapatan aliran merupakan panjang total sungai dibagi luas DAS. Kerapatan aliran menunjukkan tingkat kerapatan area cekungan (dalam hal ini sungai) yang menjadi area tampungan dan aliran air dalam suatu DAS. Wilayah DAS yang memiliki kerapatan aliran yang tinggi akan memiliki area cekungan yang dangkal dan wilayah pengalirannya cenderung curam tanpa rawa dengan banyak jaringan sungai. Banyaknya jaringan sungai menandakan

sistem drainase yang baik, dalam hal ini akan membuat air cenderung lebih banyak mengalir pada jaringan-jaringan sungai dan tidak sempat teresap ke dalam tanah. Kondisi tersebut akan menyebabkan limpasan permukaan di wilayah tersebut tinggi, seperti yang terjadi pada wilayah Sub DAS Ciliwung Hulu yang cenderung memiliki pola aliran dendritik dengan kerapatan aliran yang rapat, karena dominasi wilayahnya berada di wilayah curam.

#### e. Infiltrasi Tanah

Pengaruh infiltrasi tanah pada debit puncak air limpasan permukaan dilihat dari kondisi tekstur tanah yang mendominasi pada suatu wilayah tertentu. Kondisi tekstur tanah yang berpasir memiliki partikel yang lepas-lepas yang menyebabkan air akan mudah teresap oleh tanah melalui celah-celah yang terbentuk di antara partikel tanah. Oleh karena itu, wilayah yang memiliki kondisi tekstur tanah berpasir akan memiliki tingkat infiltrasi tanah yang lebih tinggi daripada wilayah dengan tekstur tanah lempung, karena tekstur tanah lempung bersifat mengikat air, sehingga air sulit teresap oleh tanah. Wilayah dengan tingkat infiltrasi tanah yang tinggi seperti Sub DAS Ciliwung Hulu akan memiliki limpasan permukaan yang rendah jika dilihat dari kondisi infiltrasi tanahnya, karena air akan lebih banyak teresap ke dalam tanah daripada meluap menjadi limpasan permukaan.

#### 2. Faktor Manusia

Faktor manusia merupakan faktor yang berpengaruh terhadap debit puncak air limpasan permukaan akibat adanya intervensi manusia dalam mengolah lahan yang terdapat di wilayah DAS, yaitu penggunaan lahan. Pengaruh penggunaan lahan pada debit air limpasan permukaan dilihat dari pengaruhnya terhadap tingkat kemampuan resapan air. Penggunaan lahan yang baik adalah penggunaan lahan yang mampu meningkatkan kemampuan resapan air, sehingga debit puncak air limpasan permukaannya akan menurun seiring dengan menurunnya limpasan permukaan di DAS tersebut. Penggunaan lahan terbaik dalam mengurangi debit puncak air limpasan permukaan adalah penggunaan lahan dengan vegetasi rapat, seperti hutan.

Perhitungan debit puncak air limpasan permukaan dalam penelitian ini dilakukan berdasarkan metode rasional yang dipengaruhi oleh karakteristik hidrologi dan proses aliran yaitu (1) intensitas hujan, (2) koefisien limpasan permukaan, dan (3) luas DAS. Menurut SNI Metode Perhitungan Debit Banjir (1989) metode rasional baik digunakan untuk DAS yang memiliki luas wilayah hingga 5.000 ha. Hal tersebut menjadi salah satu faktor dipergunakannya metode rasional dalam penelitian ini, mengingat luasan Sub DAS Ciliwung Hulu adalah sebesar 4.868,2 ha.

$$Q = k \cdot C \cdot I \cdot A$$

Keterangan :

- Q = debit puncak ( $m^3/detik$ ),
- k = nilai konversi (dalam hal ini = 0,012),
- C = koefisien limpasan permukaan,
- I = intensitas hujan (mm/hari),
- A = luas DAS ( $km^2$ ).

Asumsi-asumsi dalam metode ini menurut Chow, dkk (1988) dan Loebis (1984) dalam Kodoatie (2013) adalah :

- a. Curah hujan memiliki intensitas yang merata di seluruh daerah aliran sungai untuk durasi tertentu.
- b. Debit yang terjadi (debit puncak air limpasan permukaan) bukan hasil dari intensitas hujan yang lebih tinggi dengan durasi yang lebih pendek, dalam hal ini berlangsung hanya pada sebagian DAS yang berkontribusi debit puncak tersebut.
- c. Lamanya curah hujan sama dengan waktu konsentrasi dari daerah aliran. Dengan kata lain, waktu konsentrasi merupakan waktu terjadinya *run-off* dan mengalir dari jarak antara titik terjauh dari DAS ke titik *inflow* yang ditinjau.
- d. Puncak banjir dan intensitas curah hujan memiliki tahun berulang yang sama.

#### **1.5.1.2. Penggunaan Lahan**

Penggunaan lahan adalah segala jenis kenampakan lahan yang dipengaruhi oleh aktivitas manusia dalam pemanfaatannya untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Penggunaan lahan merupakan unsur penting dalam perencanaan wilayah, bahkan menurut Campbell (2011), disamping sebagai faktor penting dalam perencanaan, pada dasarnya perencanaan kota adalah perencanaan penggunaan lahan. Perubahan penggunaan lahan dapat berpengaruh langsung pada karakteristik tutupan lahan, sehingga dapat mempengaruhi sistem tata air DAS. Oleh karena itu, perubahan penggunaan lahan dapat mengakibatkan perubahan pada respon hidrologi DAS seperti produksi air, banjir, erosi dan sedimen.

Penggunaan lahan dalam penentuan debit puncak air limpasan permukaan berpengaruh terhadap tingkat kemampuan resapan air. Penggunaan lahan bervegetasi akan membantu meningkatkan kemampuan resapan air baik melalui daun, batang, maupun akar dari vegetasi tersebut, sehingga limpasan air permukaannya akan menurun. Penggunaan lahan non-vegetasi terutama lahan terbangun akan meningkatkan limpasan air permukaan, karena mengurangi kemampuan tanah dalam meresapkan air, sehingga air cenderung akan lebih banyak mengalir pada permukaan dan menjadi limpasan air permukaan.

Pemetaan penggunaan lahan dalam penelitian ini dilakukan dengan metode interpretasi citra visual. Interpretasi citra visual untuk pemetaan penggunaan lahan dalam pelaksanaannya menurut Campbell (2002) diperlukan pengetahuan khusus yang menjadi dasar interpretasi citra visual, yaitu pengetahuan tentang subjek yang dikaji, wilayah geografis, dan sistem penginderaan jauh. Beberapa kegiatan yang dilakukan saat melakukan interpretasi citra visual untuk pemetaan penggunaan lahan pada penelitian ini adalah :

##### **1. Deteksi (*Recognition*)**

Kegiatan deteksi dalam pemetaan penggunaan lahan merupakan tahap penentuan objek penggunaan lahan pada citra yang dapat diberikan identitas.

## 2. Identifikasi (*Identification*)

Identifikasi merupakan tahap memberikan identitas pada objek penggunaan lahan yang terdeteksi pada citra berdasarkan unsur-unsur interpretasi citra visual.

## 3. Klasifikasi (*Classification*)

Tahap pengklasifikasian objek penggunaan lahan dilakukan berdasarkan satu ciri spesifik khusus yang sama.

## 4. Delineasi/penarikan batas (*Delineation*)

Tahap akhir pemetaan penggunaan lahan adalah pembatasan objek penggunaan lahan berdasarkan klasifikasi yang telah ditentukan sebelumnya, dalam penelitian ini delineasi dilakukan secara digital dengan bantuan *software* GIS.

Tahap identifikasi penggunaan lahan dalam interpretasi citra secara visual memerlukan unsur-unsur interpretasi visual yang menjadi faktor bagi tingkat akurasi interpretasi yang dilakukan. Terdapat 11 unsur-unsur interpretasi visual (Gambar 1.2), tetapi dalam penelitian ini unsur-unsur interpretasi utama yang digunakan, meliputi :

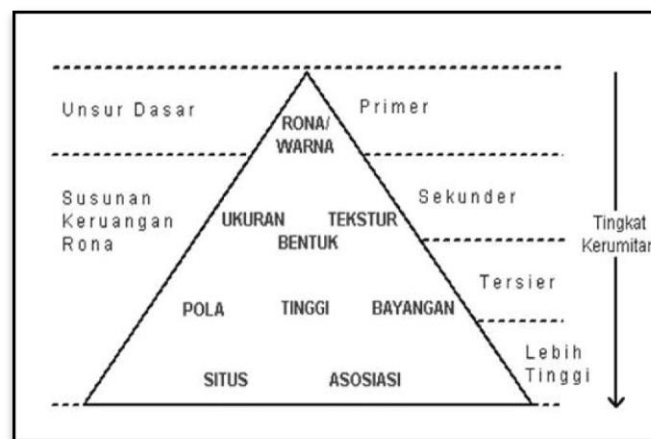
### 1. Rona (*tone*) dan warna (*color*)

Rona merupakan derajat keabuan yang digunakan untuk membedakan gelap-terang objek penggunaan lahan pada citra akibat pantulan gelombang elektromagnetik. Objek penggunaan lahan vegetasi akan memiliki rona yang lebih gelap daripada objek penggunaan lahan non-vegetasi, karena lebih banyak meresap gelombang elektromagnetik sehingga pada citra akan terlihat rona yang gelap.

Warna merupakan kenampakan hasil tampilan citra skala komposit yang digunakan untuk membedakan objek penggunaan lahan. Tampilan citra komposit akan berbeda sesuai dengan komposit warna yang dipilih, dalam penelitian ini digunakan komposit warna asli sehingga lebih memudahkan dalam identifikasi objek penggunaan lahan.

## 2. Bentuk (*shape*)

Bentuk merupakan kenampakan sketsa objek penggunaan lahan pada citra. Bentuk penggunaan lahan vegetasi cenderung abstrak karena hanya kanopi vegetasi saja yang terlihat, sedangkan bentuk penggunaan lahan non-vegetasi cenderung beraturan seperti bentuk persegi untuk atap rumah, bulat untuk kubah masjid yang menunjukkan objek masjid, dan persegi panjang untuk objek jalan.



**Gambar 1.2 Susunan Hirarki Unsur Interpretasi**

Sumber : Jensen, 2007

Interpretasi citra visual ini dilakukan dengan menggunakan Citra SPOT-6 yang memiliki spesifikasi seperti yang dijelaskan pada Tabel 1.2.

**Tabel 1.2 Spesifikasi Satelit SPOT-6**

| Mode Pencitraan             | Pankromatik                                                                                                            | Multispektral                                                                             |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Resolusi Spasial Pada Nadir | 1.5m GSD pada nadir                                                                                                    | 6m GSD pada nadir                                                                         |
| Jangkauan Spektral          | 450 – 745 nm                                                                                                           | Biru (455 – 525nm)<br>Hijau (530 – 590nm)<br>Merah (625 – 695nm)<br>IR dekat (760 – 90nm) |
| Lebar Sapuan                | 60 km pada nadir                                                                                                       |                                                                                           |
| Pencitraan <i>Off-Nadir</i> | 30 derajat ( <i>standard</i> ) - 40 derajat ( <i>extended</i> ) Gyroscop dapat merekam berbagai arah sesuai permintaan |                                                                                           |
| Jangkauan Dinamik           | 12 bit per piksel                                                                                                      |                                                                                           |
| Waktu Pengulangan           | 1-3 hari bersamaan dengan SPOT-7                                                                                       |                                                                                           |
| Ketinggian Orbit            | 694 km                                                                                                                 |                                                                                           |
| Waktu Lintasan Equatorial   | 10:00 A.M descending mode                                                                                              |                                                                                           |
| Orbit                       | 98.79 derajat sinkron matahari                                                                                         |                                                                                           |

Sumber : Berita Dirgantara LAPAN, 2014

Penggunaan Citra SPOT-6 dalam pemetaan penggunaan lahan ini didasarkan pada aturan pemanfaatan data inderaja dan ukuran satuan pemetaan pada sistem klasifikasi SNI No. 7645-1 tahun 2014 tentang klasifikasi Peta Penutup Lahan skala kecil dan menengah, yang dapat disimpulkan bahwa untuk memperoleh peta dengan skala *output* 1:60.000, maka dibutuhkan citra penginderaan jauh dengan resolusi spasial sekitar 10 - <25 m (rentang resolusi spasial diantara skala *output* 1:50.000 dan 1:250.000). Penggunaan Citra SPOT-6 dengan resolusi spasial 10 m dilakukan untuk memaksimalkan kegiatan pemetaan penggunaan lahan dalam penelitian ini.

Interpretasi citra visual untuk pemetaan penggunaan lahan yang dilakukan dalam penelitian ini mengikuti standar klasifikasi penutup lahan yang terbaru yaitu SNI No 7645-1 tahun 2014 tentang klasifikasi Peta Penutup Lahan skala kecil dan menengah. SNI 7645-1 tahun 2014 merupakan standar klasifikasi perbaikan dari SNI 7645 tahun 2010 tentang penutup lahan yang di dalamnya terdapat penjelasan mengenai konsep dan pendekatan yang digunakan dalam pengklasifikasian penutup lahan. Konsep pendekatan tersebut seperti yang dijelaskan dalam SNI 7645-1:2014 adalah pendekatan penginderaan jauh, sehingga pendefinisian objek penutup lahan merupakan campuran antara penutup lahan dan penggunaan lahan.

#### **1.5.1.3. Pemodelan Spasial Skenario Penggunaan Lahan**

Pemodelan spasial merupakan desain dari suatu proses atau objek tertentu untuk menjawab fenomena spasial yang terjadi di muka bumi. Pemodelan spasial dalam penelitian ini dilakukan untuk membangun model spasial dari penggunaan lahan berdasarkan skenario-skenario yang telah disusun untuk mengurangi potensi banjir di Sub DAS Ciliwung Hulu. Model spasial tersebut dibentuk dengan penambahan luas hutan pada setiap skenario penggunaan lahannya. Penentuan lokasi penambahan luas hutan dalam pembentukan model spasial ini didasarkan atas hasil analisis kesesuaian lahan untuk kawasan hutan.

Penambahan luas hutan dalam pemodelan spasial ini didasari oleh Peraturan Daerah Kabupaten Bogor Nomor 19 tahun 2008 tentang Rencana

Tata Ruang Wilayah Kabupaten Bogor tahun 2005 – 2025 dalam penjelasan pasal 24 huruf (a) yang menjelaskan bahwa Kawasan hutan yang berfungsi lindung adalah kawasan hutan yang memiliki sifat khas yang mampu memberikan perlindungan kepada kawasan sekitar maupun bawahannya sebagai pengatur tata air, pencegah banjir dan erosi, serta memelihara kesuburan tanah. Hasil penelitian dari Dhofir (2017) juga menunjukkan bahwa penggunaan lahan hutan adalah penggunaan lahan terbaik dalam menjaga konservasi air tanah aktual di Sub DAS Ciliwung Hulu.

Pemodelan spasial yang dilakukan untuk membangun skenario penggunaan lahan dilakukan dengan 3 skenario, yaitu :

1. Skenario 0 (S0)

Skenario penggunaan lahan dengan penambahan luas hutan 0%. Hal ini berarti, skenario penggunaan lahan ini merupakan hasil dari pemetaan penggunaan lahan aktual di Sub DAS Ciliwung Hulu.

2. Skenario 25 (S25)

Skenario penggunaan lahan dengan penambahan luas hutan 25% dari luas keseluruhan penggunaan lahan hutan di Sub DAS Ciliwung Hulu.

3. Skenario 50 (S50)

Skenario penggunaan lahan dengan penambahan luas hutan 50% dari luas keseluruhan penggunaan lahan hutan di Sub DAS Ciliwung Hulu.

Penambahan luas hutan yang dilakukan pada skenario 25 dan skenario 50 hanya diterapkan pada lahan-lahan yang memenuhi syarat kesesuaian lahan untuk kawasan hutan lindung di Sub DAS Ciliwung Hulu. Skenario penggunaan lahan optimum untuk mengurangi potensi banjir adalah skenario yang memiliki nilai debit puncak air limpasan permukaan yang lebih rendah daripada skenario lain, namun tetap memiliki komposisi penggunaan lahan yang secara logis dapat direalisasikan sebagai wilayah penambahan luas hutan. Pemodelan spasial skenario penggunaan lahan optimum ini diharapkan mampu dijadikan sebagai acuan bagi pemerintah dalam pengendalian pemanfaatan ruang untuk mengurangi debit puncak air limpasan, sehingga dapat mengurangi potensi banjir di wilayah kajian.

### **1.5.2. Penelitian Sebelumnya**

Penelitian mengenai analisis pengurangan potensi banjir dari aspek hidrologi melalui pemodelan spasial skenario penggunaan lahan ini dilakukan melalui dua tahap utama, yaitu tahap penentuan potensi debit puncak air limpasan permukaan dan tahap pemodelan spasial skenario penggunaan lahan. Dua tahap utama tersebut membuat pelaksanaan penelitian dilakukan menggunakan dua tema penelitian yang dijadikan sebagai referensi, yaitu penelitian dengan tema analisis potensi debit puncak air limpasan permukaan dan tema skenario penggunaan lahan yang juga telah dilakukan pada daerah, waktu, dan metode yang berbeda sebelumnya.

Penelitian dengan tema analisis potensi debit puncak air limpasan permukaan telah dilakukan oleh Santoso, dkk (2002), Rahman (2013), dan Anna dan Rudiyanto (2017). Hasil dari penelitian Santoso, dkk (2002) menunjukkan bahwa Sub DAS Elo memiliki selisih nilai debit puncak air limpasan permukaan yang besar antara hasil pendugaan melalui metode rasional ( $3.022,03 \text{ m}^3/\text{detik}$ ) dengan hasil perhitungan data lapangan ( $112,675 \text{ m}^3/\text{detik}$ ), karena penggunaan metode rasional kurang baik diterapkan untuk DAS yang luas dengan curah hujan yang tidak seragam. Metode rasional yang diterapkan dalam penelitian ini, didasarkan pada luas DAS yang cenderung sempit yakni sebesar 4.868 ha, sehingga akan sesuai dengan penerapan metode rasional untuk menghitung nilai debit puncak air limpasan permukaan untuk DAS dengan luas wilayah kurang dari 5.000 ha.

Pengukuran parameter topografi pada penelitian Santoso, dkk (2002) dilakukan melalui interpretasi foto udara menggunakan alat paralaks meter, selain itu penentuan parameter intensitas curah hujan juga ditentukan berdasarkan hasil perhitungan melalui rumus perkiraan intensitas curah hujan untuk lama hujan sembarang dengan metode Mononobe, sedangkan dalam penelitian ini penentuan parameter topografi dan intensitas curah hujannya dilakukan melalui interpolasi data Citra SRTM dan data curah hujan harian dengan metode isohyet. Hal ini dilakukan guna meningkatkan efisiensi waktu penelitian. Penggunaan metode isohyet dilakukan untuk mempertimbangkan kondisi topografi dalam penentuan intensitas curah hujannya.

Penelitian yang dilakukan oleh Rahman (2013) mengestimasi koefisien limpasan dan hubungannya dengan tutupan lahan melalui metode *Cook's* dengan menggunakan tabel pengharkatan yang telah dimodifikasi untuk setiap parameter koefisien limpasan permukaan agar dapat memperoleh nilai koefisien limpasan permukaan dengan rentang nilai 0 – 1. Hasil dari penelitian yang dilakukan Rahman (2013) menunjukkan bahwa Sub DAS Riam Kanan didominasi oleh kelas koefisien limpasan permukaan normal dengan nilai koefisien sebesar 26 – 50% seluas 61,94% dari luas total Sub DAS Riam Kanan.

Penelitian yang dilakukan oleh Anna dan Rudiyanto (2017) merupakan penelitian lanjutan dari penelitian yang dilakukan oleh Anna (2014) mengenai analisis potensi limpasan permukaan (*run off*) menggunakan metode *Cook's*. Penelitian Anna dan Rudiyanto (2017) mengevaluasi pemodelan potensi limpasan permukaan (*run off*) metode *Cook's* melalui debit puncak air limpasan permukaan yang dihitung berdasarkan metode rasional. Hasil dari penelitian Anna dan Rudiyanto (2017) menunjukkan bahwa nilai debit puncak air limpasan di DAS Penyangga Kota Surakarta yang ditentukan berdasarkan pendugaan melalui metode rasional sebagian besar hampir sesuai dengan nilai debit puncak air limpasan berdasarkan data debit sungai di lapangan. Hasil evaluasi model *Cook's* juga menunjukkan tingkat kebenaran yang sangat baik, yaitu dengan kelas nilai  $Kappa = 0,81 < K < 1,00$ .

Penelitian terkait skenario penggunaan lahan untuk mengurangi risiko banjir dari aspek hidrologi pernah dilakukan oleh Wicaksono, dkk (2009) dengan penelitian berbasis raster yang menggunakan peta-peta raster dalam pengolahan datanya menggunakan *software* Ilwis 3.4. Skenario penggunaan lahan yang digunakan meliputi 5 skenario sebagai berikut : S0 (luas hutan 0%), S15 (luas hutan 15%), S30 (luas hutan 30%), S 45 (luas hutan 45%), dan S100 (luas hutan 100%) untuk estimasi debit puncak air limpasan permukaan di setiap skenarionya. Skenario penggunaan lahan optimum adalah skenario penggunaan lahan yang mampu mengurangi bahaya banjir, namun tetap memberi manfaat secara ekonomi bagi masyarakat setempat.

Hasil dari penelitian yang dilakukan oleh Wicaksono, dkk (2009) menunjukkan bahwa penambahan luasan bentuk penggunaan lahan hutan berdampak pada pengurangan debit puncak air limpasan permukaan di DAS Samin. Nilai debit puncak air limpasan permukaan di setiap skenario penggunaan lahan, yaitu pada skenario S0 (24,72 m<sup>3</sup>/s), S15 (24,07 m<sup>3</sup>/s), S30 (23,33 m<sup>3</sup>/s), S 45 (22,92 m<sup>3</sup>/s), dan S100 (21,91 m<sup>3</sup>/s). Komposisi bentuk penggunaan lahan yang optimum bagi upaya pengurangan potensi banjir di DAS Samin, namun tetap memberi manfaat kepada masyarakat didalamnya perlakuan S45 yaitu hortikultura 5%, hutan 45%, kebun campur 19 %, permukiman 21% dan sawah 9 %.

Skenario penggunaan lahan untuk mengurangi potensi banjir dalam penelitian ini dilakukan melalui 3 skenario penggunaan lahan dengan penambahan luas hutan, yaitu skenario S0 (penambahan luas hutan 0%), S25 (penambahan luas hutan 25%), dan S50 (penambahan luas hutan 50%). Perbedaan antara penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan Wicaksono, dkk (2009) terdapat pada penentuan skenario penggunaan lahannya, dalam penelitian ini skenario penggunaan lahan hanya dilakukan untuk penambahan luas hutan sebesar persentase dalam skenario berdasarkan luas hutan dari penggunaan lahan aktual, sedangkan dalam penelitian Wicaksono, dkk (2009) skenario penggunaan lahan dilakukan dengan merubah luas lahan hutan sesuai dengan besaran persentase dalam skenario, sehingga mengabaikan penggunaan lahan aktual di DAS tersebut.

Penelitian Wicaksono, dkk (2009) juga belum menjelaskan terkait acuan penentuan lokasi penambahan luas hutan, sedangkan dalam penelitian ini lokasi penambahan luas hutan dilakukan berdasarkan hasil analisis kesesuaian lahan untuk kawasan hutan lindung. Rincian terkait perbandingan penelitian debit puncak air limpasan permukaan dan skenario penggunaan lahan untuk mengurangi potensi banjir yang pernah dilakukan sebelumnya dengan penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.3.

**Tabel 1.3 Rincian Penelitian Debit Puncak Air Limpasan Permukaan dan Skenario Penggunaan Lahan untuk mengurangi Potensi Banjir**

| No | Nama Peneliti dan Tahun Penelitian                                                  | Judul Penelitian                                                                                                                                                               | Tujuan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Metode                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Hasil                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | - Sugiharto Budi Santoso<br>- Alif Noor Anna<br>- Dyah Pratiwi Cahyo Lestari (2002) | Integrasi Teknik Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografi untuk menduga Debit Puncak menggunakan Karakteristik Lingkungan Fisik DAS di Wilayah Sub DAS Elo, Jawa Tengah | - Menduga debit puncak dengan menggunakan variabel - variabel karakteristik lingkungan fisik DAS melalui interpretasi citra penginderaan jauh.<br>- Menguji ketelitian teknik penginderaan jauh untuk mendeteksi koefisien limpasan yang akan dipakai untuk menduga debit puncak.                                     | - Interpretasi foto udara menggunakan paralak meter untuk pengukuran topografi.<br>- Metode mononobe untuk menghitung intensitas curah hujan.<br>- Metode <i>Cook's</i> untuk menentukan nilai koefisien limpasan permukaan.<br>- Metode Rasional untuk menduga debit puncak air limpasan permukaan.<br>- Analisis deskriptif untuk membandingkan hasil perhitungan koefisien limpasan permukaan dan debit puncak air limpasan permukaan yang diperoleh.<br>- Pekerjaan lapangan dengan pengukuran kemiringan lereng dan infiltrasi tanah. | Nilai debit puncak air limpasan permukaan memiliki selisish nilai yang besar antara hasil pendugaan melalui metode rasional (3.022,03 m <sup>3</sup> /detik) dengan hasil perhitungan data lapangan (112,675 m <sup>3</sup> /detik), karena penggunaan metode rasional kurang baik diterapkan untuk DAS yang luas dengan curah hujan yang tidak seragam. |
| 2  | Abdur Rahman (2013)                                                                 | Model Sistem Informasi Geografis untuk Estimasi Koefisien limpasan dan Hubungannya dengan Tutupan Lahan di Das Riam Kanan, Provinsi Kalimantan Selatan                         | - Mengetahui kondisi hidrologi terutama distribusi spasial limpasan permukaan.<br>- Mengetahui besarnya debit puncak serta dekomposisi sedimen akibat erosi yang dapat memicu terjadinya bencana alam terutama banjir dengan memanfaatkan data-data dan informasi yang dapat disadap melalui citra penginderaan jauh. | Metode <i>Cook's</i> untuk menentukan nilai koefisien limpasan permukaan dengan modifikasi pengharkatan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | - Hasil estimasi koefisien limpasan permukaan dengan metode <i>Cook's</i> yang telah dimodifikasi memiliki tingkat akurasi sebesar 87%.<br>- Sub DAS Riam Kanan didominasi oleh kelas koefisien limpasan permukaan normal dengan nilai koefisien sebesar 26 – 50% seluas 61,94% dari luas total Sub DAS.                                                 |

Lanjutan Tabel 1.3 Rincian Penelitian Debit Puncak Air Limpasan Permukaan dan Skenario Penggunaan Lahan untuk mengurangi Potensi Banjir

| No | Nama Peneliti dan Tahun Penelitian     | Judul Penelitian                                                                                                                                                           | Tujuan                                                                                | Metode                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Hasil                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3  | Alif Noor Anna (2014)                  | Analisis Potensi Limpasan Permukaan ( <i>Run Off</i> ) menggunakan Model <i>Cook's</i> di Das Penyangga Kota Surakarta untuk Pencegahan Banjir Luapan Sungai Bengawan Solo | Menentukan estimasi potensi limpasan permukaan dengan model <i>Cook's</i>             | Metode <i>Cook's</i> untuk menentukan nilai koefisien limpasan permukaan dengan pengharkatan tertimbang berdasarkan luas di setiap Sub-Sub DAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Potensi air permukaan tersebar dari 4 sub sub DAS penyangga Kota Surakarta mempunyai kisaran antara 47,428% - 53,109%.</li> <li>- Potensi air permukaan terbesar terjadi di sub sub DAS Samin, karena kondisi topografi dengan kemiringan lereng 10% - &lt;30%.</li> <li>- Parameter topografi merupakan parameter yang paling banyak berpengaruh terhadap perubahan potensi air permukaan daerah penelitian.</li> </ul> |
| 4  | - Alif Noor Anna<br>- Rudiyanto (2017) | Evaluasi Pemodelan Potensi Limpasan Permukaan ( <i>Run Off</i> ) Model <i>Cook's</i> di Das Penyangga Kota Surakarta                                                       | Mengevaluasi atau mengkalibrasi hasil limpasan permukaan dengan model <i>Cook's</i> . | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Metode <i>Cook's</i> untuk menentukan nilai koefisien limpasan permukaan dengan pengharkatan tertimbang berdasarkan luas di setiap Sub-Sub DAS.</li> <li>- Metode Rasional untuk menduga debit puncak air limpasan permukaan.</li> <li>- Uji matriks <i>contingency</i> atau matriks kesalahan (<i>confusion/error,s matrix</i>) dan analisis kappa untuk penilaian evaluasi model <i>Cook's</i>.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pendugaan nilai debit puncak air limpasan melalui metode rasional sebagian besar hampir sesuai dengan nilai debit puncak air limpasan berdasarkan data debit sungai di lapangan.</li> <li>- Hasil evaluasi model <i>Cook's</i> menunjukkan tingkat kebenaran yang sangat baik, yaitu dengan kelas nilai Kappa = 0,81 &lt; K &lt; 1,00.</li> </ul>                                                                        |

Lanjutan Tabel 1.3 Rincian Penelitian Debit Puncak Air Limpasan Permukaan dan Skenario Penggunaan Lahan untuk mengurangi Potensi Banjir

| No | Nama Peneliti dan Tahun Penelitian                                                                                                    | Judul Penelitian                                                                                                                                   | Tujuan                                                                                                                                                                                                                                                                            | Metode                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Hasil                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kurniawan Sigit Wicaksono</li> <li>- Sudibyakto</li> <li>- Projo Danoedoro (2009)</li> </ul> | Kajian Pengurangan Risiko Banjir melalui Simulasi Bentuk Penggunaan Lahan dari Aspek Hidrologi di DAS Samin, Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mengetahui pengaruh bentuk penggunaan lahan hutan terhadap debit puncak air limpasan permukaan (<math>Q</math>).</li> <li>- Menentukan komposisi bentuk penggunaan lahan yang optimum bagi upaya pengurangan potensi banjir</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengolahan data berbasis raster menggunakan <i>software</i> Ilwis 3.4.</li> <li>- Metode <i>Cook's</i> untuk menentukan nilai koefisien limpasan permukaan.</li> <li>- Metode Rasional untuk menduga debit puncak air limpasan permukaan.</li> <li>- Skenario penggunaan lahan dengan skenario luas hutan sebesar, S0 (luas hutan 0%), S15 (luas hutan 15%), S30 (luas hutan 30%), S 45 (luas hutan 45%), dan S100 (luas hutan 100%).</li> </ul>                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nilai debit puncak air limpasan permukaan di setiap skenario penggunaan lahan, yaitu pada skenario S0 (24,72 m<sup>3</sup>/s), S15 (24,07 m<sup>3</sup>/s), S30 (23,33 m<sup>3</sup>/s), S 45 (22,92 m<sup>3</sup>/s), dan S100 (21,91 m<sup>3</sup>/s).</li> <li>- Komposisi bentuk penggunaan lahan yang optimum bagi upaya pengurangan risiko banjir di DAS Samin adalah S45 yaitu hortikultura 5%, hutan 45%, kebun campur 19 %, permukiman 21% dan sawah 9 %.</li> </ul> |
| 6  | Yayang Putria Dhofir (2018)                                                                                                           | Analisis Pengurangan Potensi Banjir dari Aspek Hidrologi melalui Pemodelan Spasial Skenario Penggunaan Lahan di Sub Das Ciliwung Hulu, Jawa Barat. | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mengidentifikasi nilai debit puncak air limpasan permukaan di Sub DAS Ciliwung Hulu.</li> <li>- Menganalisis skenario penggunaan lahan optimum untuk mengurangi potensi banjir dari aspek hidrologi di Sub DAS Ciliwung Hulu.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Metode <i>Cook's</i> untuk menentukan nilai koefisien limpasan permukaan.</li> <li>- Metode isohyet untuk menghitung intensitas curah hujan.</li> <li>- Metode Rasional untuk menghitung debit puncak air limpasan permukaan.</li> <li>- Analisis kesesuaian lahan untuk menentukan distribusi skenario penggunaan lahan.</li> <li>- Skenario penggunaan lahan dengan skenario luas hutan sebesar, S0 (penambahan luas hutan 0%), S25 (penambahan luas hutan 25%), dan S50 (penambahan luas hutan 50%).</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

Sumber : Studi Pustaka, 2018.

## 1.6. Kerangka Penelitian

Penyebab dari banjir limpasan adalah terlimpasnya air dari sungai, danau, dan area cekungan lainnya yang menampungnya. Limpasan air ini disebabkan oleh curah hujan yang tinggi dengan rentang waktu yang lama di area sekitar sungai, danau, dan area cekungan lainnya mengakibatkan tempat-tempat tersebut tidak mampu lagi menampung volume air yang masuk. Banjir limpasan dapat pula disebabkan oleh aliran sungai yang tidak lancar, sehingga menghambat sirkulasi air yang melaluinya. Kondisi aliran sungai dapat direpresentasikan melalui fungsi pengaliran dari DAS yang melingkupinya. DAS yang memiliki kondisi pengaliran yang baik akan menjaga sistem hidrologi wilayahnya dengan baik, sedangkan DAS dengan kondisi pengaliran tidak baik akan menimbulkan berbagai macam permasalahan salah satunya adalah meningkatnya limpasan air permukaan yang dapat mengakibatkan terjadinya bencana banjir limpasan.

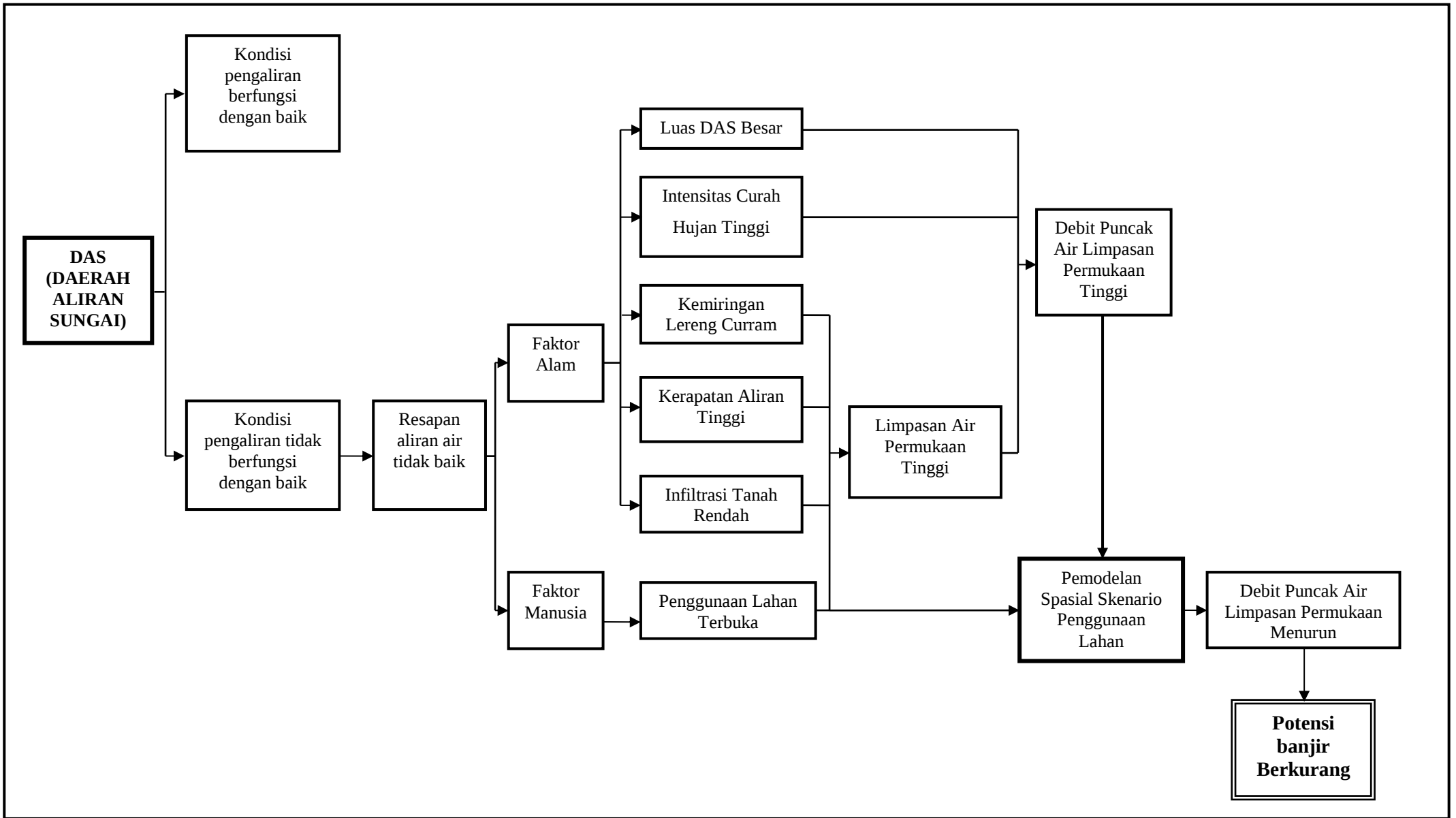
Besaran limpasan air permukaan dipengaruhi oleh faktor alam dan faktor manusia. Faktor alam merupakan faktor dari kondisi alam yang dapat mempengaruhi nilai debit puncak air limpasan permukaan, berdasarkan parameter *Model Cook's*, faktor ini terdiri dari faktor fenomena alam yang terjadi, yaitu hujan, dan faktor kondisi karakteristik DAS yang terdiri dari luas DAS, kemiringan lereng, kerapatan aliran, dan infiltrasi tanah. Wilayah dengan kemiringan lereng yang curam akan memiliki laju aliran yang cepat, sehingga air cenderung akan lebih banyak mengalir yang akan meningkatkan limpasan air permukaannya. Kerapatan aliran terhadap simpanan permukaan yang tinggi pada suatu wilayah akan meningkatkan limpasan air permukaan, karena cenderung berada di wilayah curam dengan banyak jaringan sungai, sehingga air akan mengalir pada jaringan-jaringan sungai tanpa sempat teresap ke dalam tanah. Wilayah dengan infiltrasi tanah yang rendah akan menghasilkan nilai limpasan air permukaan yang tinggi, karena rendahnya kemampuan resapan air ke dalam tanah membuat air sebagian besar menjadi limpasan permukaan.

Faktor manusia yang mempengaruhi besaran limpasan air permukaan adalah faktor yang berkaitan dengan aktivitas manusia, yang dipresentasikan dalam bentuk faktor penggunaan lahan. Penggunaan lahan dengan kerapatan vegetasi tinggi seperti hutan, kebun, maupun tegalan memiliki nilai limpasan air permukaan yang lebih rendah dibandingkan dengan penggunaan lahan bervegetasi rendah seperti sawah, permukiman, dan lahan terbuka yang memiliki nilai limpasan air permukaan yang lebih tinggi. Hal ini dikarenakan penggunaan lahan dengan kerapatan vegetasi tinggi mampu menampung air hujan yang jatuh di dalam tajuknya yang kemudian akan terinfiltrasi, sehingga menyebabkan nilai limpasan air permukaan yang lebih rendah. Parameter penggunaan lahan merupakan salah satu faktor yang paling menentukan terhadap potensi limpasan.

Potensi limpasan air permukaan yang tinggi akan menyebabkan bencana, salah satunya yaitu bencana banjir. Bencana banjir dalam suatu wilayah DAS dapat dilihat dari debit puncak air limpasan permukaannya. Selain dipengaruhi oleh limpasan air permukaan, nilai debit puncak air limpasan permukaan juga dipengaruhi oleh intensitas curah hujan dan luas DAS yang melingkupinya. Intensitas curah hujan yang tinggi pada wilayah DAS dengan potensi limpasan air permukaan yang tinggi akan meningkatkan debit puncak air limpasan permukaannya, terlebih jika DAS tersebut memiliki luas DAS yang besar, maka laju dan volume aliran airnya akan berkurang seiring bertambahnya luasan DAS tersebut. Ini berkaitan dengan waktu yang diperlukan air untuk mengalir dari titik terjauh sampai ke titik kontrol (waktu konsentrasi) dan juga penyebaran atau intensitas hujan yang kemungkinan akan semakin beragam.

Upaya untuk mengurangi potensi banjir akibat debit puncak air limpasan permukaan yang meningkat dapat dilakukan dengan pengendalian tata ruang wilayah tersebut. Upaya pendukung yang dapat dilakukan dalam pengendalian tata ruang di suatu DAS salah satunya adalah dengan melakukan pemodelan spasial terkait skenario penggunaan lahan optimum untuk mengurangi risiko bencana banjir tersebut. Pemodelan spasial skenario penggunaan lahan dilakukan dengan 3 skenario, yaitu S0 (penambahan luas hutan 0%), S25 (penambahan luas hutan 25%), dan S50 (penambahan luas hutan 50%).

Skenario penggunaan lahan optimum untuk mengurangi potensi banjir adalah skenario yang memiliki nilai debit puncak air limpasan permukaan yang lebih rendah daripada skenario lain, namun tetap memiliki komposisi penggunaan lahan yang secara logis dapat direalisasikan sebagai wilayah penambahan luas hutan. Terbentuknya pemodelan spasial skenario penggunaan lahan optimum ini diharapkan mampu dijadikan sebagai acuan bagi pemerintah dalam pengendalian pemanfaatan ruang untuk mengurangi debit puncak air limpasan, sehingga dapat mengurangi potensi banjir di wilayah kajian. Diagram kerangka penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.3.



Gambar 1.3 Diagram Kerangka Penelitian

### 1.7. Batasan Operasional

**Banjir limpasan**, adalah bencana banjir yang disebabkan oleh terlimpasnya air dari sungai, danau, dan area cekungan lainnya yang menampungnya akibat peningkatan debit puncak air limpasan permukaan.

**Debit puncak air limpasan permukaan**, adalah volume air puncak yang melalui penampang basah sungai dalam satuan meter kubik per detik ( $\text{m}^3/\text{detik}$ ) yang meluap menjadi limpasan permukaan.

**Infiltrasi tanah**, adalah proses teresapnya air (umumnya air hujan) ke dalam tanah melalui permukaan tanah itu sendiri.

**Intensitas curah hujan**, adalah besarnya volume hujan yang diukur dalam satuan milimeter yang turun setiap hari ( $\text{mm/hari}$ ).

**Kemiringan lereng**, adalah ukuran kemiringan lahan relatif terhadap bidang datar yang dinyatakan dalam persen.

**Koefisien limpasan permukaan**, adalah nilai perbandingan antara laju debit puncak dan intensitas hujan yang dinyatakan dalam angka 0 hingga 1.

**Penggunaan lahan**, Penggunaan lahan adalah segala jenis kenampakan lahan yang dipengaruhi oleh aktivitas manusia dalam pemanfaatannya untuk memenuhi kebutuhan hidupnya.

**Potensi banjir dari aspek hidrologi**, adalah potensi banjir yang diperoleh dari peningkatan debit puncak air limpasan permukaan di suatu DAS.

**Simpanan air permukaan**, atau kerapatan aliran atau kerapatan drainase ( $D_d$ ) adalah nilai dari panjang total sungai ( $\text{km}$ ) dibagi luas DAS ( $\text{km}^2$ ).