

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

2.1.1. Penelitian Terdahulu

Pada penelitian yang dilakukan oleh Adjei dkk. (2012) dan Cao dkk. (2018) menguji validitas dan mengevaluasi data curah hujan satelit dengan data lapangan dalam skala waktu bulanan dan tahunan. Penelitian tersebut dilakukan pada lokasi Daerah Aliran Sungai (DAS) yang berbeda yaitu Black Volta di Ghana dan Yangtze River Delta di China. Hasil penelitian yang didapatkan oleh Adjei dkk. (2012) menyatakan bahwa nilai koefisien korelasi rata-rata data curah hujan bulanan memiliki hasil yang baik yaitu 0.94 dibanding dengan data curah hujan tahunan. Hasil penelitian Cao dkk. (2018) dalam mengevaluasi data hujan satelit yang dievaluasi dengan data 56 stasiun hujan mendapatkan hasil koefisien korelasi yang berlebihan yaitu 0.88 sedangkan untuk skala bulanan mendapatkan hasil yang lebih baik yaitu 0.96 pada hasil puncak dan 0.79 pada hasil terendah. Pada penelitian lain yang mengevaluasi dan membandingkan data curah hujan berbasis satelit dalam memperkirakan curah hujan skala musiman Ali dkk. (2017) menyimpulkan bahwa hasil pengamatan pada skala musiman mendapat hasil yang kurang baik pada semua musim. Begitu juga menurut Wang dkk. (2017) bahwa hasil yang didapat kurang baik tetapi ada konsistensi yang sedikit lebih baik antara produk satelit dan pengukuran yaitu pada musim gugur. Perlu dilakukan investigasi lebih lanjut untuk mendapatkan hasil yang lebih baik pada produk curah hujan satelit. Pola hujan yang berbeda-beda juga mempengaruhi kesesuaian data curah hujan lapangan dengan produk data curah hujan satelit. Menurut Mamenun dkk. (2014), Perbandingan data hujan satelit terhadap data lapangan menunjukkan pada wilayah dengan pola hujan monsun, pola dan intensitas data satelit cukup mendekati data hujan lapangan. Pada wilayah dengan pola hujan equatorial, data satelit menunjukkan *overestimate* yang cukup besar pada musim hujan terutama pada bulan puncak hujan, sedangkan pada wilayah lokal, data satelit cenderung *underestimate* pada musim hujan dan cukup dengan data lapangan pada musim kemarau.

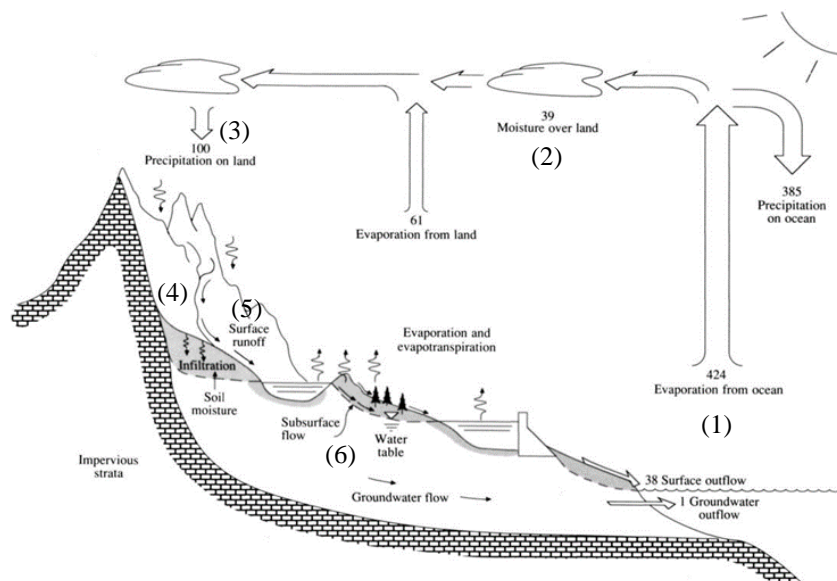
2.1.2. Perbedaan Dengan Penelitian Terdahulu

Penelitian ini dilakukan untuk menguji validitas dan kesesuaian data menggunakan model hidrograf metode *SCS (Soil Conservation Service)* dengan menggunakan data satelit dan data observasi lapangan pada skala jam-jaman. Untuk mendapatkan informasi tentang kesesuaian model Hidrograf Satuan Sintetis (HSS), kesesuaian hidrograf diuji dengan analisis korelasi (R^2), kesesuaian model, dan koefisien efisiensi (CE).

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Siklus Hidrologi

Menurut Triatmodjo (2015), hidrologi merupakan ilmu yang berhubungan dengan air di bumi, baik mengenai terjadinya, peredaran dan penyebarannya, sifat-sifatnya, dan hubungan dengan lingkungannya terutama makhluk hidup. Menurut Chow dkk. (1988), siklus hidrologi merupakan dasar utama dari hidrologi. Proses hidrologi tidak memiliki awal ataupun akhir, dan prosesnya terjadi terus-menerus, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.1.



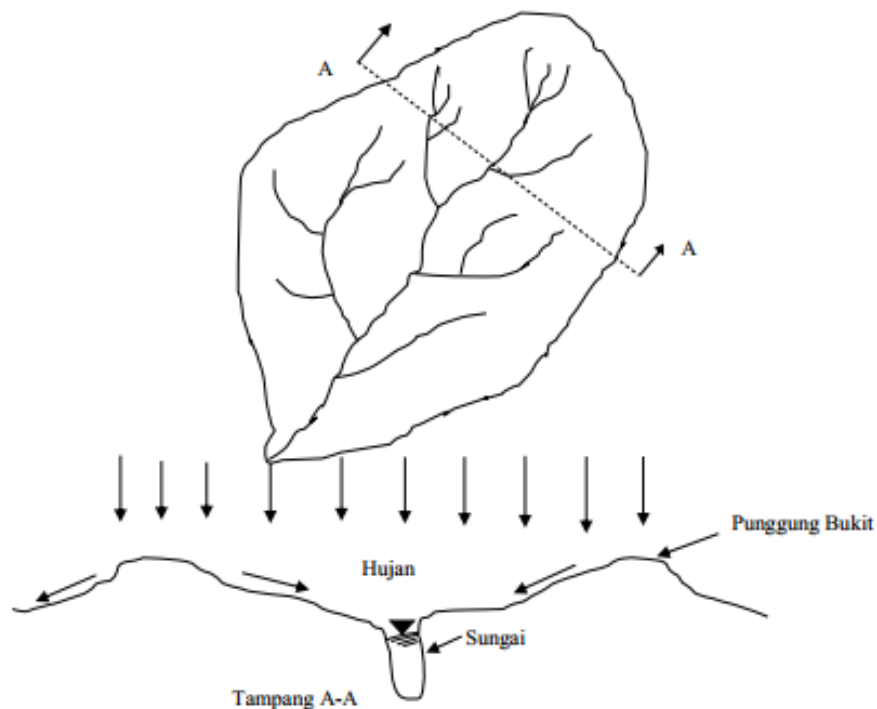
Gambar 2.1 Siklus hidrologi (Chow dkk., 1988)

Air dipermukaan tanah, sungai, danau, dan laut menguap ke udara (1). Uap air tersebut bergerak dan naik ke atmosfer, yang kemudian mengalami kondensasi dan berubah menjadi titik-titik air yang berbentuk awan (2). Selanjutnya titik-titik air tersebut jatuh sebagai hujan ke permukaan laut dan daratan (3). Hujan yang jatuh sebagian tertahan oleh tumbuh-tumbuhan (intersepsi) dan selebihnya sampai ke

permukaan tanah. Sebagian air hujan yang sampai permukaan tanah akan meresap ke dalam tanah (infiltrasi) (4) dan sebagian lainnya mengalir di atas permukaan tanah (aliran permukaan atau *surface runoff*) mengisi cekungan tanah, danau, dan masuk ke sungai dan akhirnya mengalir ke laut (5). Air yang meresap ke dalam tanah sebagian mengalir di dalam tanah (perkolasi) mengisi air tanah yang kemudian keluar sebagai mata air atau mengalir ke sungai (6) dan akhirnya aliran air di sungai akan sampai ke laut. Proses tersebut berlangsung terus menerus yang disebut dengan siklus hidrologi (Triatmodjo, 2015).

2.2.2. Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah yang dibatasi oleh punggung-punggung gunung/pegunungan di mana air hujan yang jatuh di daerah tersebut dan akan mengalir menuju sungai utama (Triatmodjo, 2015). DAS ditentukan dengan menggunakan peta topografi atau peta dengan garis kontur. Garis kontur dianalisa untuk menentukan arah dari limpasan permukaan. Karakteristik biofisik DAS diantaranya adalah jenis tanah, tataguna lahan, topografi, kemiringan dan panjang lereng, yang mana memiliki respon berbeda-beda terhadap curah hujan yang jatuh dan memberikan pengaruh terhadap infiltrasi, evapotranspirasi, perkolasi, limpasan langsung, dan aliran sungai. Gambar 2.2 menunjukkan contoh bentuk DAS.



Gambar 2.2 Daerah aliran sungai (DAS) (Triatmodjo, 2015).

2.2.3. Automatic Water Level Recorder (AWLR)

Debit aliran sungai merupakan jumlah air yang mengalir melalui tampang lintang sungai tiap satu satuan waktu (Triatmodjo, 2015). *AWLR* merupakan alat pengganti sistem pengukuran tinggi air konvensional di mana perekaman data masih dilakukan secara manual sehingga pengukuran dan penyimpanan data tidak tepat dan akurat. Dengan *AWLR* dapat dilakukan berbagai aplikasi di bidang hidrologi seperti dapat mengetahui kondisi suatu DAS. Alat ini juga dapat berfungsi sebagai sistem peringatan dini terhadap banjir pada suatu DAS (Parwita, 2016). Data *AWLR* merupakan data tinggi muka air yang selanjutnya diproses menjadi data debit dengan dikonversi menggunakan *rating curve*.

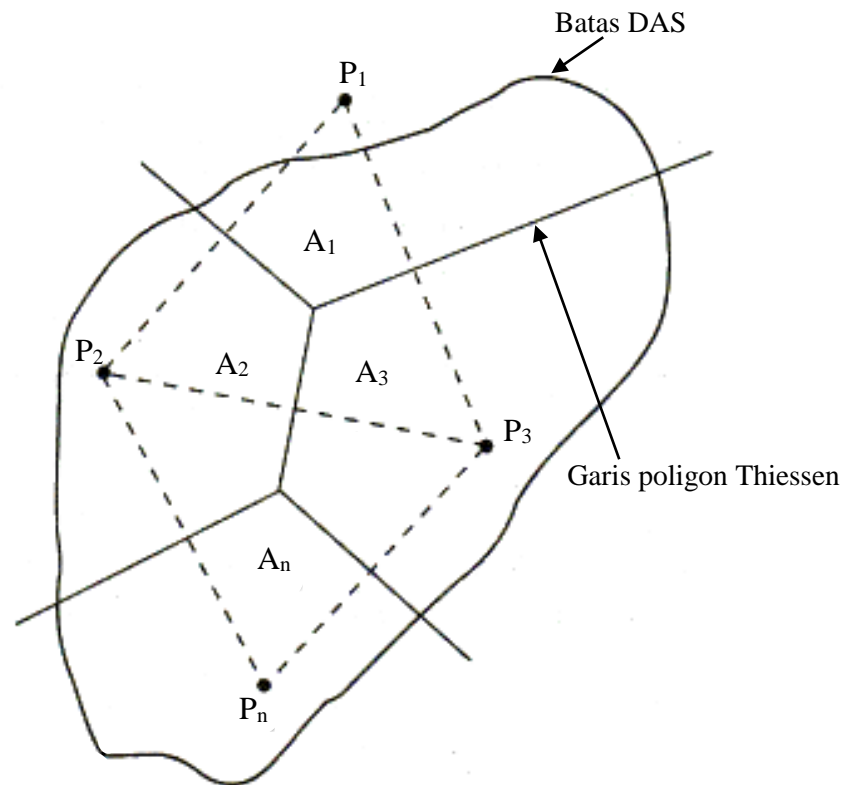
2.2.4. Stasiun dan Data Hujan

Triatmodjo (2015) menyebutkan bahwa hujan merupakan sumber dari semua air yang mengalir di sungai dan yang di atas maupun di bawah permukaan tanah. Hujan rata-rata DAS adalah jumlah hujan yang jatuh di permukaan bumi dinyatakan dalam kedalaman hujan (biasanya dalam satuan mm), yang dianggap terdistribusi merata pada seluruh daerah tangkapan air. Data hujan diukur menggunakan alat pengukur hujan, biasanya diletakkan di atas permukaan tanah.

2.2.5. Hujan Rata-rata DAS

Data hujan yang diperoleh dari alat pengukuran hujan hanya berupa data hujan pada satu titik saja (*point rainfall*). Dalam analisa hidrologi diperlukan besaran curah hujan rata-rata DAS yang didapat dari analisa data beberapa stasiun hujan yang berada di sekitar kawasan DAS. Dalam analisis hidrologi, untuk menentukan hujan rerata pada suatu DAS dapat dilakukan dengan tiga metode yaitu rata-rata aljabar, metode poligon Thiessen dan metode Isohyet.

Dalam penelitian ini digunakan metode poligon Thiessen. Contoh gambar poligon Thiessen ditunjukkan pada Gambar 2.2, diikuti dengan Persamaan 2.1 (Triatmodjo, 2015).



Gambar 2.3 Poligon *Thiessen* (Triatmodjo, 2015).

$$\bar{p} = \frac{A_1 p_1 + A_2 p_2 + A_3 p_3 + \dots + A_n p_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n} \dots\dots\dots (2.1)$$

dengan:

\bar{p} : curah hujan rata-rata DAS (mm)

$p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$: curah hujan pada stasiun 1, 2, 3, ..., n (mm)

$A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$: luas area yang mewakili stasiun 1, 2, 3, ..., n (km²)

2.2.6. Aliran Dasar (*Baseflow*)

Aliran dasar (*baseflow*) adalah bagian aliran sungai yang berasal dari air di bawah permukaan tanah. Hal ini terjadi jika elevasi muka air tanah lebih tinggi dari elevasi dasar sungai. Seri aliran dasar diperlukan untuk memahami variabilitas terhadap waktu dan ruang dari proses limpasan langsung dalam suatu DAS (Furey dan Gupta, 2001). Menurut Harsanto (2007), sampai saat ini belum ada cara secara langsung untuk mengukur secara kontinyu dari aliran dasar yang terjadi dalam suatu DAS. Akibatnya, banyak pendekatan telah dikembangkan untuk memperkirakan atau memisahkan aliran dasar dari hidrograf aliran pada sungai secara terus menerus. Metode yang umum digunakan untuk memisahkan aliran dasar adalah metode grafik (*graphical method*) dan metode filter (*filtering method*).

Secara umum pendekatan yang dapat dilakukan ada empat kelompok yaitu *geochemical, graphical, filter, dan analytical*. Metode yang umum digunakan untuk memisahkan aliran dasar yaitu metode *graphical* dan metode *filtering*.

a. Pendekatan secara grafis

Metode ini digunakan untuk menentukan titik pertemuan aliran dasar dengan hidrograf aliran sungai saat mulai banjir dan saat mulai surut. Metode ini hanya cocok sebagai pemisah terhadap kejadian hujan sesaat saja. Menurut Triatmodjo (2015), beberapa cara untuk memisahkan aliran dasar terhadap hidrograf aliran sungai dengan pendekatan ini, yaitu:

- 1) Cara pertama, menarik garis lurus dari titik di mana limpasan langsung mulai terjadi (titik A) sampai akhir dari limpasan langsung (titik B). Apabila titik B tidak diketahui, maka Tarik garis *horizontal* dari titik A.
- 2) Cara kedua adalah dengan membuat garis yang merupakan perpanjangan dari aliran dasar sampai titik C yang berada di bawah puncak hidrograf. Dua titik C kemudian ditarik garis lurus menuju titik D yang berada pada sisi turun yang berjarak N hari sesudah puncak. Nilai N dihitung dengan rumus sebagai berikut:

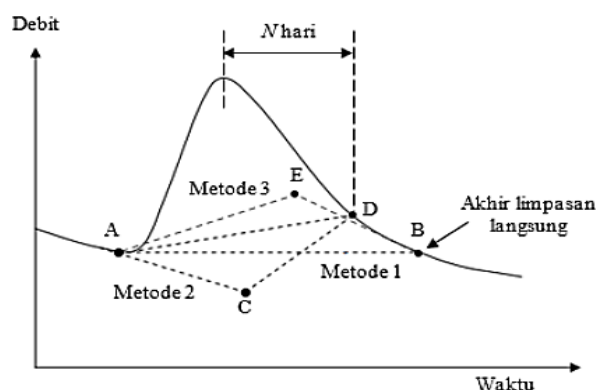
$$N = 0.8 \times A^{0.2} \dots\dots\dots (2.2)$$

dengan:

N = Waktu (hari)

A = Luas DAS (km^2)

- 3) Cara ketiga adalah dengan menarik kurva resesi ke belakang yang berawal dari titik akhir limpasan langsung (titik B) sampai titik E di bawah titik balik, lalu hubungkan titik A dengan garis lurus.



Gambar 2.4 Metode pemisah aliran dasar secara grafis (Triatmodjo, 2015)

b. Metode *Filtering*

Komponen hidrograf aliran sungai yang berupa runtut waktu yang panjang dapat dipisah dengan pendekatan *filtering*. Pendekatan *filtering* ini sebuah *low-pass digital filter* matematis ditetapkan ke dalam waktu atau domain frekuensi dan akan digunakan pada seri aliran sungai (Furey dan Gupta, 2001). Pendekatan *filtering* umumnya digunakan untuk analisis tanggapan DAS terhadap kejadian hujan dalam waktu yang panjang.

2.2.7. *Curve Number (CN)*

SCS-CN adalah pendekatan yang sangat sederhana dan mudah diterapkan yang dikembangkan untuk memprediksi limpasan permukaan dari suatu DAS. Jenis tanah, penggunaan lahan, kondisi permukaan, dan kelembaban dari DAS mempengaruhi besar kecilnya limpasan langsung yang terjadi. Secara tipikal maka untuk menghitung limpasan harus membagi DAS menjadi area yang kecil (Kowalik dan Walega, 2015).

Dengan menggabungkan tataguna lahan dan tekstur tanah yang ada maka dapat ditentukan nilai *Curve Number (CN)* untuk setiap luasan pada seluruh DAS. Dalam menentukan *CN* harus memperhatikan kondisi kelembaban tanah atau *antecedent moisture conditions (AMC)*. Limpasan langsung yang terjadi sangat dipengaruhi oleh kelembaban tanah, kelembaban tanah yang tinggi (musim hujan) akan memberikan potensi limpasan langsung yang cukup besar begitu sebaliknya.

Menurut Triatmodjo (2015), nilai *CN* yang disediakan pada tabel hanya berlaku untuk *antecedent moisture conditions* (kondisi kelengasan awal) normal (*AMC II*). Untuk kondisi kering (*AMC I*) atau kondisi basah (*AMC III*), nilai *CN* ekuivalen dapat dihitung dengan Persamaan (2.3) dan (2.4).

$$CN(I) = \frac{4.2 CN(II)}{10 - 0.058CN(II)} \dots\dots\dots (2.3)$$

dan

$$CN(III) = \frac{23CN(II)}{10 - 0.013CN(II)} \dots\dots\dots (2.4)$$

2.2.8. Hidrograf

Menurut (Agus, 2007) Hidrograf merupakan diagram yang menggambarkan hubungan antara debit atau permukaan air terhadap waktu. Kurva tersebut

memberikan gambaran mengenai berbagai kondisi yang ada di daerah tersebut. Jika karakteristik daerah aliran itu berubah maka bentuk hidrograf juga akan mengalami perubahan.

Hidrograf satuan berasal hubungan anatar hujan efektif dengan limpasan langsung yang merupakan suatu limpasan langsung akibatkan dari suatu satuan volume hujan efektif yang terbagi rata dalam ruang dan waktu. Menurut (Agus dan Hadihardaja, 2011) Tujuan hidrograf satuan adalah mencari hubungan antara limpasan permukaan dan hujan sebagai penyebabnya (walaupun sudah jelas terlihat bahwa kualitas dan intensitas hujan mempunyai pengaruh langsung terhadap hidrograf, maka dengan hidrograf satuan dapat dijelaskan bagaimana hubungannya, berapa besar pengaruh hujan efektif terhadap limpasan permukaan).