

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banjir merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi di Indonesia, terutama pada wilayah-wilayah dengan curah hujan tinggi dan tata kelola Daerah Aliran Sungai (DAS) yang kurang optimal (Limantara, 2018). Kerugian akibat banjir tidak hanya mencakup kerusakan infrastruktur, tetapi juga hilangnya sumber mata pencaharian, gangguan aktivitas ekonomi, serta ancaman terhadap keselamatan manusia (Sari dkk, 2012). Oleh karena itu, dalam mengatasi bencana banjir, kajian hidrologi sangat dibutuhkan dalam analisis banjir rancangan sehingga dapat mendukung perencanaan dan pengelolaan infrastruktur mitigasi banjir seperti bendungan, *check dam*, dan drainase.

Salah satu DAS yang rentan mengalami bencana banjir adalah DAS Citanduy karena memiliki karakteristik topografi, tata guna lahan, dan pola curah hujan yang kompleks. DAS ini melintasi wilayah dengan kontur yang bervariasi dari hulu hingga hilir, serta mengalami tekanan alih fungsi lahan yang signifikan, khususnya konversi lahan hutan menjadi lahan pertanian dan permukiman. Perubahan penggunaan lahan tersebut menyebabkan menurunnya kemampuan tanah dalam meresapkan air hujan, sehingga meningkatkan limpasan permukaan yang berujung pada potensi banjir. Selain itu, pola curah hujan yang cenderung ekstrem dan tidak merata sepanjang tahun turut memperbesar risiko terjadinya banjir, terutama pada musim hujan. DAS Citanduy dengan luasan 352.080 ha dan terdiri dari lima sub DAS, yaitu Sub DAS Citanduy Hulu (74.800 ha), Cimuntur (60.500 ha), Cijolang (48.030 ha), Ciseel (96.500 ha) dan Cikawung (72.250 ha) (Irawan dkk, 2020). Fokus kajian dilakukan pada Sub DAS Citanduy Hulu karena wilayah ini merupakan daerah hulu yang berperan penting dalam mengatur aliran sungai utama Citanduy. Karakteristik hidrologi di bagian hulu sangat memengaruhi kondisi debit di wilayah hilir, terutama dalam hal kejadian banjir.

Kondisi ini menuntut adanya kajian hidrologi yang akurat untuk mengetahui karakteristik respon DAS terhadap hujan, terutama dalam menentukan besarnya debit banjir rencana yang dibutuhkan dalam perencanaan struktur pengendali banjir. Selain itu, daerah kajian memiliki variasi penggunaan lahan yang cukup

dinamis dan topografi yang curam, sehingga perlu dilakukan dianalisis metode yang sesuai. Analisis dilakukan dengan menggunakan metode hidrograf karena mampu menggambarkan fluktuasi aliran air di sungai sepanjang periode waktu (Indarto, 2016). Metode ini memungkinkan untuk mengidentifikasi karakteristik waktu puncak banjir dan debit puncak yang menjadi parameter penting dalam perencanaan pengendalian banjir. Adapun untuk melihat respons DAS terhadap hujan efektif secara lebih sistematis dan terukur, digunakan metode hidrograf satuan, karena menyediakan estimasi hubungan antara hujan efektif dan limpasan permukaan dalam bentuk grafik debit terhadap waktu akibat 1 mm hujan merata di seluruh DAS. Metode hidrograf satuan mengasumsikan sistem hidrologi sebagai sistem linier dan stasioner, sehingga memudahkan dalam melakukan prediksi limpasan dari berbagai skenario hujan dengan hanya mengalikan atau menjumlahkan respons berdasarkan prinsip superposisi. Dalam ilmu hidrologi terdapat dua jenis pendekatan utama untuk menghasilkan hidrograf, yaitu metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) yang menganalisis berdasarkan parameter DAS, dan Hidrograf Satuan Pengamatan (HSP) yang menganalisis berdasarkan data pengamatan.

Penggunaan metode HSS didasarkan pada kebutuhan untuk menganalisis respons hidrologi DAS terhadap hujan efektif, sehingga memberikan pendekatan hidrograf satuan berdasarkan parameter fisik dan morfometri DAS, seperti luas, panjang alur utama, dan bentuk wilayah tangkapan air, sehingga tetap dapat digunakan meskipun tidak tersedia data hidrograf aktual. Metode HSS yang biasa digunakan yaitu HSS Nakayasu, Snyder, GAMA I, ITB, dan Limantara. Pemakaian dari masing-masing metode tersebut tergantung data dan karakteristik DAS yang ada (N. K. Sari & Irawan, 2021). Pemilihan metode HSS dalam penelitian ini didasarkan pada karakteristik masing-masing metode yang relevan dengan kondisi Sub DAS Citanduy Hulu serta tingkat penerimaan dan penggunaannya dalam studi hidrologi di Indonesia. Metode Nakayasu dipilih karena merupakan salah satu metode HSS klasik yang telah lama digunakan di Indonesia dan dikenal memiliki formulasi sederhana namun efektif dalam menggambarkan bentuk hidrograf berdasarkan parameter morfometri DAS. Sementara, metode GAMA-I dikembangkan secara lokal di Indonesia, sehingga lebih sesuai dengan karakteristik DAS tropis seperti Citanduy Hulu, metode ini mempertimbangkan karakteristik

DAS dengan pendekatan empiris yang telah divalidasi di berbagai wilayah di Indonesia. Adapun, pemodelan hidrograf dapat dibantu dengan perangkat lunak pendukung seperti HEC-HMS yang memungkinkan integrasi spasial dengan data hasil delineasi DAS dari GIS (*Geographic Information System*). Metode SCS-CN dipilih karena mewakili pendekatan yang lebih modern dan berbasis fisik, menggabungkan informasi penggunaan lahan dan jenis tanah untuk memperkirakan hujan efektif, dan menghasilkan hidrograf satuan secara numerik melalui perangkat lunak HEC-HMS.

Kajian HSS yang dilakukan perlu divalidasi keakuratannya terhadap karakteristik Sub DAS Citanduy Hulu yang terjadi di lapangan, sehingga dapat meminimalkan ketidakpastian hasil simulasi hidrograf satuan sintetis dalam merepresentasikan respon nyata DAS terhadap hujan. Validasi ini penting untuk memastikan bahwa metode HSS yang digunakan benar-benar sesuai dengan kondisi fisik dan hidrologis setempat. Dalam konteks ini, Hidrograf Satuan Pengamatan (HSP) digunakan sebagai metode pembandingan karena dibentuk langsung dari data hujan dan debit observasi aktual yang mencerminkan perilaku alami DAS terhadap suatu kejadian hujan tunggal. Metode Collins dipilih karena merupakan salah satu teknik yang umum dan relatif sederhana dalam pembentukan HSP dari data observasi. Metode ini memisahkan debit menjadi dua komponen, yaitu debit aliran dasar (Q_b) dan debit limpasan langsung (Q_d). Dengan melakukan estimasi antara hujan efektif dan limpasan langsung, diperoleh ordinat hidrograf satuan aktual yang menggambarkan karakteristik DAS sebenarnya.

Perbandingan keandalan antara HSS Metode Nakayasu, GAMA I, dan SCS-CN dengan HSP Metode Collins pada wilayah Sub DAS Citanduy Hulu masih terbatas. Sehingga penelitian ini sangat relevan untuk di analisis pada wilayah tersebut. Kajian ini diharapkan dapat memberikan wawasan tentang metode yang paling sesuai untuk kondisi Sub DAS Citanduy Hulu, baik dari segi keakuratan maupun kesesuaian dengan karakteristik DAS tersebut. Selain itu, penelitian ini dapat menjadi referensi dalam pengelolaan DAS dan perencanaan infrastruktur mitigasi banjir, sekaligus berkontribusi untuk pengembangan ilmu hidrologi pada Sub DAS Citanduy Hulu.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah berdasarkan latar belakang yang dibahas pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pembentukan karakteristik DAS yang dapat mempengaruhi model hidrograf debit di Sub DAS Citanduy Hulu?
2. Bagaimana proses pembentukan HSP metode Collins dapat mempresentasikan karakter aliran di Sub DAS Citanduy Hulu?
3. Bagaimana analisis HSS metode Nakayasu, GAMA-1 dan SCS-CN dalam membentuk hidrograf aliran di Sub DAS Citanduy Hulu?
4. Sejauh mana perbandingan antara HSP metode Collins dan HSS yang paling andal dalam penetapan banjir rancangan di Sub DAS Citanduy Hulu?

1.3 Tujuan Penelitian

Terkait dengan masalah yang sudah dirumuskan sebelumnya, maka tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Mengkaji karakteristik di Sub DAS Citanduy Hulu yang dapat mempengaruhi pemodelan hidrograf satuan.
2. Mengevaluasi proses pembentukan HSP metode Collins dalam mempresentasikan karakter aliran di Sub DAS Citanduy Hulu.
3. Menganalisis HSS metode Nakayasu, GAMA-I, dan SCS-CN dalam pembentukan hidrograf aliran di Sub DAS Citanduy Hulu.
4. Membandingkan hasil analisis dari HSP metode Collins dan HSS untuk menentukan metode yang paling andal dalam penetapan banjir rancangan di Sub DAS Citanduy Hulu.

1.4 Manfaat Penelitian

Dengan tercapainya maksud dan tujuan dari penelitian ini, maka penyusun berharap dapat memberikan manfaat berupa:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memperkaya literatur dan wawasan ilmiah dalam bidang hidrologi, khususnya terkait HSS dan HSP dalam penetapan banjir rancangan. Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi akademis bagi

studi-studi serupa di masa depan, terutama di wilayah dengan karakteristik DAS yang mirip dengan Sub DAS Citanduy Hulu.

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini memberikan informasi tentang metode yang paling andal sehingga dapat mendukung perencanaan infrastruktur pengendalian banjir seperti bendungan dan saluran drainase. Sementara itu, hasil dari penelitian membantu pengelola DAS memahami pola aliran sungai dan merancang strategi mitigasi banjir yang lebih efektif.

1.5 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, penyusun mengambil batasan-batasan untuk lebih mengarahkan pada masalah penelitian pengujian keandalan masing-masing metode dalam perhitungan banjir rancangan. Adapun batasan-batasan yang akan diambil adalah:

1. Metode yang digunakan untuk pembandingan adalah HSP metode Collins yang diperoleh berdasarkan data debit pengamatan dari AWLR PDA Cirahong tahun 2020-2024.
2. Data hujan jam-jaman untuk analisis HSP metode Collins dibatasi pada tahun 2020 dan 2022 karena keterbatasan data historis yang lengkap dan sinkron dengan data debit observasi yang tersedia untuk HSP metode Collins.
3. Analisis menggunakan metode HSS dibatasi pada pembentukan kurva hidrograf satuan tanpa mempertimbangkan estimasi debit banjir rancangan yang berkaitan dengan variasi intensitas hujan berdasarkan periode ulang tertentu.
4. Kalibrasi terhadap kurva dasar pada metode HSS tidak dilakukan dalam penelitian ini karena fokus analisis difokuskan pada evaluasi bentuk dan karakteristik hidrograf satuan secara langsung, tanpa menyesuaikan parameter dasar terhadap kondisi hidrograf observasi, guna menjaga konsistensi formulasi asli dari masing-masing metode sintetik yang dianalisis.

5. Kajian ini tidak mencakup dampak perubahan iklim atau variabilitas curah hujan dalam jangka panjang, tetapi hanya menggunakan data historis yang tersedia.
6. Penentuan metode HSS yang dianggap paling representatif dalam penelitian ini didasarkan semata pada hasil perbandingan dengan HSP di wilayah Sub DAS Citanduy Hulu. Oleh karena itu, tingkat akurasi dan keandalannya tidak diekstrapolasikan atau digeneralisasi untuk diterapkan pada wilayah DAS lain yang memiliki karakteristik hidrologis dan morfologi berbeda.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan Tugas Akhir penelitian ini dibagi menjadi 3 bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini merupakan bagian awal dari laporan Tugas Akhir yang berfungsi sebagai fondasi dalam memahami konteks dan arah penelitian. Di dalamnya dijelaskan secara rinci latar belakang penelitian yang menguraikan permasalahan yang melatarbelakangi pentingnya topik yang diangkat serta kondisi eksisting yang menjadi dasar dilakukannya kajian. Selanjutnya, disampaikan rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan Tugas Akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi kumpulan teori, konsep, dan hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian. Tujuannya adalah memberikan landasan teoritis serta mendukung analisis dan metode yang digunakan dalam penelitian, sehingga memperkuat keabsahan studi yang dilakukan.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menguraikan metode yang digunakan dalam penelitian, meliputi lokasi penelitian, jenis dan sumber data, serta tahapan dalam proses analisis. Pendekatan yang digunakan bersifat kuantitatif dengan analisis yang akan dilakukan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini mengolah data yang telah dikumpulkan dan dianalisis untuk menjawab rumusan masalah dan mencapai tujuan penelitian. Setelah data

disajikan, dilakukan pembahasan untuk menafsirkan hasil penelitian dan mengaitkannya dengan teori-teori yang telah dibahas pada bagian tinjauan pustaka. Penyajian data dilakukan secara terstruktur melalui tabel, grafik, atau bentuk visualisasi lainnya guna mempermudah pemahaman.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi ringkasan yang menjawab tujuan dan rumusan masalah penelitian. Kesimpulan disusun berdasarkan hasil analisis dan pembahasan pada bab sebelumnya. Sementara itu, saran disampaikan sebagai rekomendasi untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

Bagian ini memuat semua sumber referensi yang digunakan dalam penyusunan penelitian, baik berupa buku, jurnal, laporan, maupun sumber daring. Tujuannya adalah untuk memberikan penghargaan kepada penulis asli, mempermudah pembaca menelusuri sumber informasi, serta menjamin keakuratan dan keabsahan data atau teori yang digunakan.

LAMPIRAN

Bagian penunjang dalam karya ilmiah yang memuat data atau informasi tambahan yang mendukung isi penelitian, namun terlalu panjang atau rinci jika dimasukkan ke dalam bab utama. Lampiran dapat berupa tabel data, grafik, perhitungan manual, peta, dokumentasi hasil analisis, atau instrumen penelitian. Tujuannya adalah untuk memberikan bukti pendukung dan memperjelas proses maupun hasil penelitian tanpa mengganggu alur pembahasan utama.