

OPTIMASI KOEFISIEN PARAMETER HIDROGRAF SATUAN SINTETIK ITB-1 DAN ITB-2 DI SUB DAS BIONGA KAYUBULAN

Endrizal Rahman¹, Barry Yusuf Labdul^{2*} and Rawiyah Husnan³

¹Teknik Sipil, Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia; ^{2,3} Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia

*Corresponding Author, Received: 24 May, 2021, Revised: 20 Jun, 2021, Accepted: 05 Jul, 2021

ABSTRACT: The reduction of the unit hydrograph from the observed flood hydrograph is an important factor in water construction planning. However, it is difficult to obtain observational flood hydrograph data in the form of AWRL (Automatic Water Level Recorder) and ARR (Automatic Rainfall Recorder) data. Hence, the hydrograph reduction known as synthetic unit hydrograph (SUH) is developed. One of the synthetic hydrographs developed in Indonesia is SUH of ITB-1 and ITB-2. Based on this rationale, this study aimed to analyze the SUH of ITB-1 and ITB-2 in the Bionga Kayubulan sub-watershed. The Straight Line Method was employed to separate the base flow from the run-off in order to obtain a direct run-off hydrograph. In analyzing the effective rain, the study utilized the Φ index equation. Further, the direct run-off and effective rain hydrograph were reduced to the observation unit hydrograph using the Collins method. Additionally, Microsoft Excel-Solver software was used to optimize the SUH of ITB-1 and ITB-2 coefficients on the hydrograph of the observation unit. The hydrograph of the observation unit in the Bionga Kayubulan sub-watershed attained 4.5 hours peak time (T_p) with $2.81 \text{ m}^3/\text{s}$ peak discharge (Q_p). The ITB-1 synthetic hydrograph in the site area attained 5.97 hours peak time (T_p) with $1.96 \text{ m}^3/\text{s}$ peak discharge (Q_p), while the ITB-2 synthetic hydrograph attained 5.97 hours peak time (T_p) with $2.45 \text{ m}^3/\text{s}$ peak discharge (Q_p). The calibration results of ITB-1 synthetic unit hydrograph with changed coefficient parameters showed the time coefficient (C_t) of 0.73, the peak coefficient (C_p) of 1.07, and alpha (α) of 1.60. Further, for the SUH of ITB-2, the results showed a time coefficient (C_t) of 0.73, a peak coefficient (C_p) of 0.96, alpha (α) of 2.50, and beta (β) of 0.95.

Keywords: Optimization Coefficient, SUH of ITB-1 and ITB-2

1. PENDAHULUAN

Daerah Aliran Sungai (*Watershed*) yang banyak dikenal dengan istilah DAS pada dasarnya merupakan suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau laut secara alami.

Perencanaan bangunan air (*hydraulic structures*) sangat diperlukan analisis hidrologi khususnya penentuan banjir rancangan (*design flood*). Penentuan banjir rancangan akan memberikan hasil yang lebih bermanfaat jika disajikan dalam bentuk hidrograf banjir. Se jauh ini, penurunan hidrograf satuan dari hidrograf banjir teramati merupakan salah satu yang dianggap relatif akurat. Namun, kendala utama yang dihadapi adalah sulitnya mendapatkan data hidrograf banjir pengamatan.

Berdasarkan permasalahan ini berkembanglah penurunan hidrograf yang didasarkan pada sintesis parameter bentuk aliran sungai dan dikenal dengan hidrograf satuan sintetik (HSS). Banyak HSS yang telah dikembangkan, antara lain hidrograf satuan sintetik ITB yang dihasilkan berdasar pengamatan DAS di Indonesia.

Metoda HSS dengan cara ITB-1 dan ITB-2 dikembangkan dengan cara yang sangat mirip

dengan pendekatan (*Reverse Engineering*). Dalam hal ini metoda perhitungan tersebut dibangun berdasarkan analisa atas prinsip kerja, struktur, fungsi, cara operasi dan hasil perhitungan berbagai metoda HSS lain yang sudah ada sebelumnya. Penelitian HSS dengan cara ITB-1 dan ITB-2 akan lebih akurat dibandingkan dengan HSS model lainnya karena HSS ini dikembangkan di Indonesia.

DAS Bionga memiliki beberapa Sub DAS dan salah satunya adalah Sub DAS Bionga Kayubulan. Sub DAS Bionga Kayubulan memiliki data hidrologi lebih lengkap yaitu data hujan jam-jaman menggunakan alat *Automatic rainfall recorder* (ARR) dan data tinggi muka air menggunakan alat *Automatic Water Level Recorder* (AWLR) dibandingkan Sub DAS lainnya.

2. KAJIAN TEORITIS

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang sejenis pernah dilakukan oleh (Idji, 2013) penelitian ini mengenai penyesuaian koefisien parameter model hidrograf satuan sintetik Gama 1 pada Sub DAS Bionga Kayubulan. Penelitian ini menggunakan data ARR dan AWLR untuk menentukan hidrograf satuan pengamatan. Sifat dan karakteristik DAS juga diperlukan untuk menentukan hidrograf satuan sintetik gama 1. Hidrograf satuan pengamatan memiliki waktu

puncak (TR) sebesar 4,5 jam dengan debit puncak (Qp) sebesar 2,81m³/s sedangkan dari analisa HSS Gama 1 memiliki TR sebesar 2,84 jam dan Qp sebesar 4,07 m³/s.

Penelitian analisis hidrograf aliran daerah aliran Sungai Tirtomoyo dengan beberapa metode hidrograf satuan sintetik pernah dilakukan oleh (Safrida, 2014). Data yang diperlukan yakni ARR, AWRL dan karakteristik DAS. Hasil penelitian ini berupa nilai kalibrasi dari beberapa metode HSS.

Penelitian hidrograf satuan sintetik pernah dilakukan oleh (Aliu, 2013) penelitian ini mengenai perbandingan hidrograf satuan sintetik Snyder dengan hidrograf satuan pengamatan pada Sub DAS Bionga Kayubulan. Hasil penelitian ini hanya membandingkan hidrograf satuan pengamatan dengan hidrograf satuan sintetik Snyder yang belum dilakukan kalibrasi sehingga masih memberikan nilai yang cukup berbeda.

2.2 Hidrologi

Ilmu yang mempelajari masalah keberadaan air di bumi dan hidrologi itu sendiri memberikan alternatif bagi pengembangan sumber daya air bagi keperluan air baku, pertanian, industry dan kelistrikan (Hadisusanto, 2010). Hidrologi didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari sistem kejadian air di atas, pada permukaan dan di dalam tanah. Secara luas hidrologi meliputi berbagai bentuk air, termasuk transformasi antara keadaan cair, padat dan gas dalam atmosfer, di atas dan di bawah permukaan tanah (SNI, 1989).

2.3 Daerah Aliran Sungai

Sungai merupakan sumber air di darat yang paling dominan untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia. Air yang jatuh ke permukaan tanah kemudian mengalir membentuk suatu alur dari hulu ke hilir disebut daerah aliran sungai (DAS). Karakteristik DAS sangat mempengaruhi besar kecilnya aliran. Besar kecilnya aliran atau debit suatu DAS dapat dihitung dari data pencacatan curah hujan pada stasiun pengamatan curah hujan yang terdekat di Kawasan tersebut. Variabel debit sungai dapat dipakai sebagai dasar kemungkinan debit masukan yang memadai bagi suatu kapasitas waduk tertentu.

2.4 Hujan

Hujan merupakan salah satu penyebab alami terjadinya banjir. Banjir terjadi akibat aliran langsung (*direct runoff*) yang terakumulasi dan tidak mampu ditampung oleh Waduk ataupun saluran. Dalam memprediksi banjir, debit banjir rencana dapat diturunkan dari data curah hujan. Data curah hujan di dapatkan dari stasiun hujan yang dipilih setelah dilakukan uji jaringan curah hujan yang biasanya dilakukan dengan cara kagan,

yaitu dengan memilih stasiun yang terletak di titik simpul segitiga sama sisi, kagan yang panjang sisinya dihitung dari kolerasi jarak antara stasiun DAS.

2.5 Infiltrasi

Infiltrasi merupakan prosedur paling sederhana untuk memperkirakan volume total aliran permukaan atau aliran air hujan yang hilang karena terinfiltrasi (Triatmodjo, 2008). Indeks infiltrasi adalah laju rerata kehilangan air karena infiltrasi, sedemikian sehingga volume air hujan yang lebih dari laju tersebut adalah sama dengan aliran permukaan. Indeks infiltrasi banyak digunakan untuk memperkirakan besarnya infiltrasi di daerah yang luas atau daerah yang heterogen. Indeks Φ adalah laju infiltrasi rerata atau kapasitas infiltrasi yang diratakan pada seluruh periode hujan dan di berikan oleh persamaan berikut:

$$\text{Indeks } \Phi = \frac{F}{Tr} = \frac{P-Q}{Tr} \quad (1)$$

dengan:

F : Infiltrasi total

P : Hujan total

Q : Aliran permukaan total

Tr : Waktu terjadinya hujan

2.6 Hidrograf

Hidrograf adalah kurva memberi hubungan antara parameter aliran dan waktu. Parameter tersebut bisa berupa kedalaman aliran (elevasi) atau debit aliran, sehingga terdapat dua macam hidrograf yaitu hidrograf muka air dan hidrograf debit (Triatmodjo, 2008).

2.7 Aliran Dasar

Analisa hidrograf satuan merupakan hubungan antara hujan efektif dan limpasan langsung, sehingga aliran dasar harus dipisahkan. Aliran dasar merupakan hasil pematasan (drainasi) dari akuifer dan merupakan debit minimum. Salah satu cara empiris yang bisa dipakai untuk menentukan aliran dasar, yaitu dengan *Straight Line Method*. Metode ini bisa dilakukan jika pada DAS yang bersangkutan mempunyai Hidrograf Pengamatan. Jika tidak ada hidrograf pengamatan, pendekatan bisa dilakukan dengan analisa debit andalan (dengan keandalan tertentu).

2.8 Hidrograf Satuan

Hidrograf satuan adalah hidrograf limpasan langsung yang dihasilkan oleh hujan efektif merata di DAS dengan intensitas tetap (diambil 1 mm/jam) dalam satu satuan waktu yang ditetapkan (diambil 1 jam). Hidrograf satuan ini dianggap tetap selama faktor fisik DAS tidak mengalami perubahan. Upaya ini bisa digunakan untuk menghitung debit sungai.

2.9 Hidrograf Satuan Terukur Dengan Menggunakan Metode Collins

Metode Collins merupakan cara untuk mendapatkan hidrograf satuan pengamatan dengan data hujan periode kompleks. Rumus estimasi terakhir ordinat hidrograf satuan adalah sebagai berikut:

$$U_e = (V * U^{**}) / (3600 * \sum U^{**}) \quad (2)$$

$$U^{**} = (U_i + F * U^*) / (1 + F) \quad (3)$$

$$U^* = DQ / \text{Remaks} \quad (4)$$

dengan:

U_e :ordinat hidrograf awal (m³/dtk/mm)

V :volume limpasan (m³)

U_i :ordinat hidrograf pada jam ke-I (m³/dtk/mm)

F :faktor kalibrasi

U* :ordinat hidrograf setelah dikoreksi (m³/dtk/mm)

DQ :ordinat hidrograf pengamatan (m³/dtk/mm)

Remaks :hujan efektif maksimum (mm)

2.10 Hidrograf Satuan Sintetik

Hidrograf satuan sintetik merupakan suatu cara untuk memperkirakan penggunaan konsep hidrograf satuan dalam suatu perencanaan yang tidak tersedia pengukuran-pengukuran langsung mengenai hidrograf banjir (Limantara, 2010).

2.10.1 Hidrograf Satuan Sintetis ITB-1 dan ITB-2

Metode ITB-1 dan ITB-2 dikembangkan saat melakukan evaluasi terhadap hidrograf banjir rencana saat pengujian model fisik pelimpah bendungan Citepus dan bendungan Sadawarna. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Uji Model Fisik Hidrolika, FTSL ITB tahun 2009. Hidrograf satuan dapat dibuat dengan menggunakan satu fungsi tunggal sederhana (HSS ITB-1) atau menggunakan dua fungsi sederhana (HSS ITB-2) yang dikombinasikan dengan faktor debit puncak yang dapat disesuaikan secara otomatis berdasarkan rasio antara luas DAS dan luas hidrograf satuan yang dihitung secara numerik menggunakan prosedur tabulasi sederhana. Menurut (Natakusumah, 2011) prosedur menggunakan cara ITB-1 dan ITB-2, sebagai berikut:

1. Tinggi dan durasi hujan satuan

Tinggi hujan satuan yang umum digunakan adalah 1 inchi atau 1 mm. Durasi hujan satuan umumnya diambil $T_r = 1$ jam, namun dapat dipilih durasi lain asalkan dinyatakan dalam satuan jam. (misal 0,5 jam atau 10 menit = 1/6 jam).

2. Waktu puncak (Tp) dan waktu dasar (Tb)

Pada karakteristik fisik DAS dapat dihitung dua elemen penting yang akan menentukan bentuk dari hidrograf satuan itu

yaitu 1) time lag (Tl), 2) waktu puncak (Tp) dan waktu dasar (Tb). Selain parameter fisik terdapat pula parameter non-fisik yang digunakan untuk proses kalibrasi.

Saat ini ada banyak sekali rumus time lag yang telah dikembangkan oleh para peneliti baik dalam maupun di luar negeri. Software seperti HEC-HMS (*Hydrology Modeling System*) membebaskan pengguna memilih rumusan time lag yang akan digunakan.

Sejauh ini tidak ada yang menunjukkan bahwa satu rumusan time lag sangat jauh lebih baik dibandingkan rumusan time lag lainnya. Semua rumus time lag seharusnya dapat digunakan sesuai dengan batasan yang dibuat oleh penyusunnya.

a. Time Lag (T_L)

Rumus standard untuk time lag yang digunakan adalah penyederhanaan dari rumus Snyder sebagai berikut :

$$T_L = C_t 0,81225 L^{0.6} \quad (5)$$

dengan:

T_g : time lag

C_t : koefisien waktu (untuk proses kalibrasi)

L : panjang sungai (km)

Koefisien C_t diperlukan dalam proses kalibrasi nilai Tp. Nilai standar koefisien C_t adalah 1, jika Tp perhitungannya lebih kecil dari Tp pengamatan, nilai C_t diambil > 1 agar nilai Tp membesar. Jika Tp perhitungannya lebih besar dari Tp pengamatan, nilai C_t diambil < 1 agar nilai Tp akan mengecil. Proses ini diulang agar Tp perhitungan mendekati Tp pengamatan.

b. Waktu puncak (Tp)

Waktu puncak Tp didefinisikan sebagai berikut:

$$T_p = T_L + 0.5 T_r \quad (6)$$

dimana:

T_L : time lag (jam)

T_r : satuan durasi hujan (jam)

c. Waktu dasar (Tb)

1. Untuk DAS kecil ($A < 2$ km²), menurut SCS nilai Tb dihitung dengan:

$$T_b = \frac{8}{3} T_p \quad (7)$$

2. Untuk DAS berukuran sedang dan besar nilai secara teoritis Tb nilainya dapat tak terhingga (sama dengan cara nakayasu), namun nilai Tb dapat dibatasi sampai lengkung turun mendekati nol atau dapat menggunakan rumus berikut:

$$T_b = (10 \text{ sampai } 20) T_p \quad (8)$$

3. Bentuk dasar hidrograf satuan

Prosedur umum yang diusulkan dapat mengadopsi berbagai bentuk dasar HSS yang akan digunakan. Beberapa bentuk HSS yang digunakan antara lain adalah SCS Triangular, SCS Cuvilinear, USGS Nationwide SUH, Delmarvara, Fungsi Gamma dan lain-lain. Selain itu pakar ahli di ITB telah mengembangkan dua bentuk dasar HSS yang dapat digunakan yaitu bentuk HSS ITB-1 dan HSS ITB-2 sebagai berikut:

a. HSS ITB-1 memiliki persamaan lengkung naik dan lengkung turun seluruhnya yang dinyatakan dengan satu persamaan yang sama yaitu:

$$q(t) = \exp \left[\left(2 - t - \frac{1}{t} \right) \right]^{aCp} \quad (9)$$

b. HSS ITB-2 memiliki persamaan lengkung naik dan lengkung turun yang dinyatakan dengan dua persamaan yang berbeda yaitu:

1. Lengkung naik ($0 \leq t \leq 1$) yaitu :

$$q(t) = t^a \quad (10)$$

2. Lengkung turun ($t > 1$ sampai ∞) yaitu :

$$q(t) = [(1 - t^{\alpha\beta})] \quad (11)$$

4. Koefisien α , β dan C_p

Jika sangat diperlukan harga koefisien α dan β dapat dirubah, namun untuk lebih memudahkan, proses kalibrasi dapat dilakukan dengan merubah nilai koefisien C_p . Nilai standar koefisien C_p adalah 1, jika nilai debit puncak perhitungan lebih kecil dari debit puncak pengamatan, maka nilai C_p diambil > 1 ini akan membuat nilai debit puncak membesar, sebaliknya jika debit puncak perhitungan lebih besar dari hasil pengamatan maka harga C_p diambil < 1 agar nilai debit puncak mengecil.

5. Debit puncak hidrograf satuan sintetis

Debit puncak memiliki persamaan yaitu:

$$Q_p = \frac{R}{3,6 T_p} \frac{A_{DAS}}{A_{HSS}} \quad (12)$$

dengan:

Q_p : debit puncak ($m^3/dtk/mm$)

R : curah hujan satuan (1 mm)

T_p : waktu puncak (jam)

A_{HSS} : luas HSS (km^2)

A_{DAS} : luas DAS (km^2)

6. Tinggi limpasan langsung

Tinggi limpasan langsung memiliki persamaan yaitu:

$$H_{DRO} = \frac{V_{HSS}}{A_{DAS} 1000} = 1 \text{ mm} \quad (13)$$

dengan:

A_{DAS} : luas DAS (km^2)

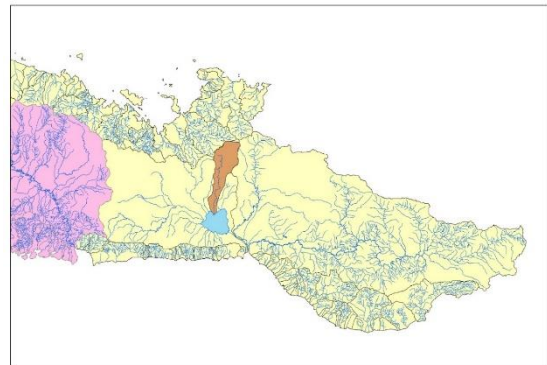
V_{HSS} : volume DAS (m^3)

3. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi DAS Bionga terletak di Kabupaten Gorontalo, Povinsi Gorontalo. DAS ini terdiri dari beberapa Sub DAS dan salah satu Sub DASnya adalah Sub DAS Bionga Kayubulan yang dipilih sebagai lokasi penelitian. Outlet dari Sub DAS Bionga kayubulan terletak pada 000 37,638' LU dan 1220 58,611' BT. Outlet Sub DAS Bionga Kayubulan. Lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.

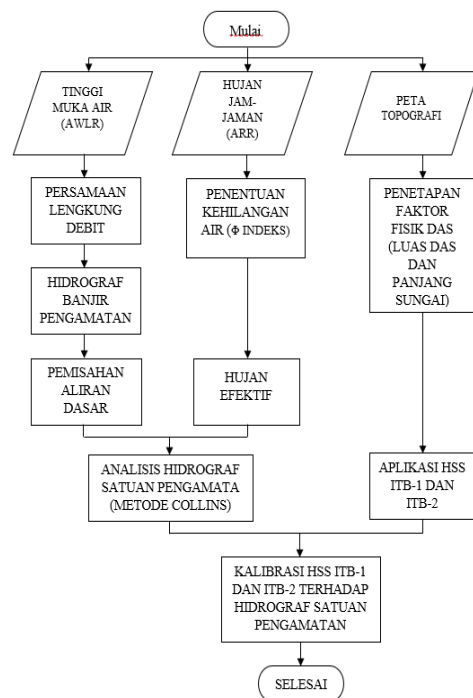
Sumber: BWS Sulawesi II



Gambar 1. Lokasi Penelitian

3.2 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

Langkah awal yang dilakukan dalam penelitian yaitu pengolahan data dasar. Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut:

1. Analisis Hidrograf

Analisis Hidrograf diawali dengan pengambilan data sekunder berupa data hidrograf muka air (AWLR) dan persamaan lengkung debit. Dilakukan pemisahan aliran dasarnya (*base flow*) sehingga diperoleh hidrograf limpasan langsung saja. Adapun tahapannya adalah sebagai berikut:

- a. Hidrograf muka air yang diperoleh dari pembacaan AWLR dialihragamkan menjadi hidrograf banjir pengamatan dengan bantuan persamaan lengkung debit.
- b. Pemisahan aliran dasar dari hidrograf total banjir pengamatan dilakukan dengan menggunakan *Straight Line Method*.
- c. Setelah aliran dasar dipisahkan dari hidrograf total banjir pengamatan maka diperoleh hidrograf limpasan langsung

2. Penentuan Tebal Hujan

Data ARR menghasilkan data curah hujan jam-jaman. Dari hujan jam-jaman kita mencari kehilangan air yang terjadi di DAS dengan menggunakan metode Φ indeks sehingga mendapatkan hujan efektif. Indeks phi dihitung dengan persamaan (1)

3. Penurunan Hidrograf Satuan Pengamatan dengan Metode *Collins*

Setelah mendapatkan hidrograf limpasan langsung dan hujan efektif maka dilakukan analisis data dengan menggunakan metode *Collins* sehingga diperoleh hidrograf satuan pengamatan. Metode *Collins* memerlukan prosedur bertahap, yaitu dengan memisahkan tinggi limpasan berdistribusi merata dan memberikan kalibrasi hidrograf satuan untuk tahap-tahap berikutnya. Prosedur perhitungan secara ringkas sebagai berikut:

- a. Menyiapkan hidrograf limpasan langsung.
- b. Menyiapkan hujan efektif dan memisahkan hujan maksimumnya.
- c. Menghitung volume limpasan langsung.
- d. Mencoba ordinat hidrograf satuan (pertama) sesuai dengan limpasan langsung.
- e. Menghitung hasil kali hujan efektif (kecuali hujan maksimum) dengan ordinat hidrograf yang dicobakan ($\Sigma Re * U$).
- f. Menghitung faktor kalibrasi (F) untuk tahap lanjut.
- g. Menghitung ordinat hidrograf satuan estimasi.

- h. Menghitung simpangan ordinat pada awal dicoba dengan nilai ordinat pada tahap sebelumnya dan kemudian dilakukan proses ulang sampai didapatkan nilai simpangan yang cukup kecil.
- i. Berdasarkan hasil perhitungan hidrograf satuan pengamatan, kemudian diukur besaran Q_p , T_p , dan T_b , kemudian dirata-ratakan.

4. Analisis HSS ITB-1 dan ITB-2

Langkah-langkah analisis HSS ITB-1 dan ITB-2 yaitu:

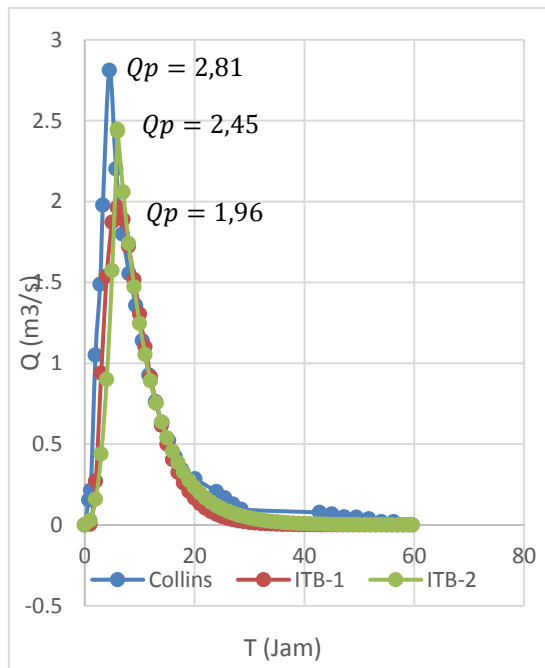
- a. Menentukan Luas DAS (A) diperoleh dari perhitungan digital dengan menggunakan *Software Arcgis*.
- b. Menentukan panjang DAS (L) juga dapat diukur menggunakan *Software Arcgis*.
- c. Tinggi hujan satuan (R) yang digunakan yaitu 1 mm.
- d. Durasi hujan satuan (T_r) 1 jam.
- e. Koefisien waktu (C_t) adalah 1.
- f. Menghitung time lag (T_L).
- g. Menghitung waktu puncak (T_p).
- h. Menghitung waktu dasar (T_b) sesuai dengan ukuran DAS.
- i. Menentukan bentuk dasar hidrograf satuan.
- j. Menghitung debit puncak (Q_p).
- k. Menghitung volume hujan.
- l. Berdasarkan hasil perhitungan hidrograf satuan sintetik, kemudian control perhitungan tinggi limpasan langsung.

5. Kalibrasi HSS ITB-1 dan ITB-2

Membandingkan antara hidrograf satuan pengamatan dan hidrograf satuan sintetik dengan cara mengubah koefisien parameter menggunakan metode optimasi dengan perangkat lunak *Microsoft Solver-Excel*. Nilai yang dibandingkan adalah debit puncak dan waktu puncak.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis HSS ITB-1 dan ITB-2 terhadap hidrograf satuan pengamatan mengalami perbedaan yang cukup besar, perbedaan tersebut dapat dilihat pada debit puncak dan waktu mencapai puncak sehingga perlu dilakukan kalibrasi HSS ITB-1 dan ITB-2 terhadap hidrograf satuan pengamatan dengan mengubah koefisien pada HSS ITB-1 dan ITB-2. Kalibrasi dilakukan menggunakan *excel-solver* 2019.



Sumber: Hasil Analisis

Gambar 3. Hasil Analisis Hidrograf Satuan Pengamatan, HSS ITB-1 dan HSS ITB-2

Koefisien diubah agar nilai waktu puncak (T_p) dan debit puncak (Q_p) HSS ITB-1 dan ITB-2 sama dengan hidrograf satuan pengamatan menggunakan metode Collins dengan waktu puncak (T_p) sebesar 4,5 jam dan debit puncak (Q_p) sebesar $2,81 \text{ m}^3/\text{dt}$.

Tabel 1. Hasil Perbandingan Koefisien ITB-1 serta ITB-2 sebelum dan sesudah dikalibrasi

	Koefisien waktu (C_t)		Koefisien puncak (C_p)	
	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
ITB-1	1	0,7316	1	1,0687
ITB-2	1	0,7316	1	0,9565

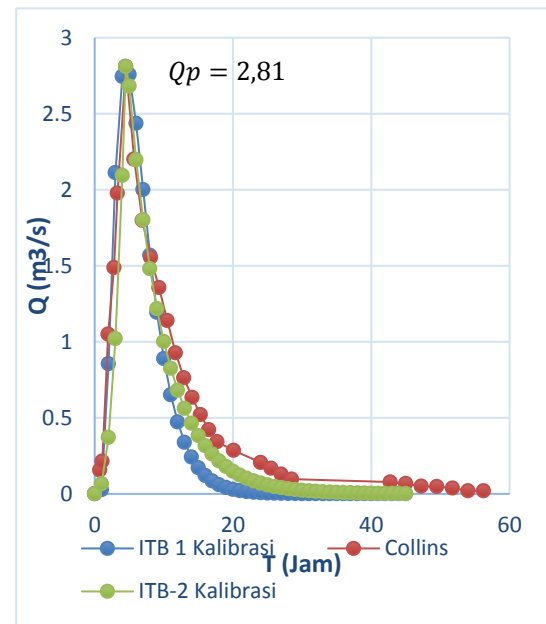
	Alpha (α)		Betha (β)	
	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
ITB-1	1,5	1,6031	-	-
ITB-2	2,5	2,4978	1	0,9466

Sumber: Hasil Analisis

Hasil kalibrasi ITB-1 dan ITB-2 terhadap hidrograf satuan pengamatan curah hujan berupa grafik dengan menggunakan *excel-solver* 2019.

Sumber: Hasil Analisis

Proses kalibrasi hidrograf satuan sintetik ITB-1 dan ITB-2 yang telah dilakukan memerlukan proses analisis yang panjang dan rumit serta memerlukan



masuk data yang seringkali tidak mudah untuk mendapatkannya, namun dengan diperoleh persamaan hidrograf satuan sintetik ITB-1 dan ITB-2 yang terkalibrasi, maka persamaan baru tersebut dapat langsung diaplikasikan pada sub DAS Bionga Kayubulan atau pada DAS terdekat saja, jika akan mengaplikasikan persamaan hidrograf satuan sintetik ITB-1 dan ITB-2, maka disarankan menggunakan faktor pengali.

Tabel 2. Faktor Pengali

Variabel	Faktor Pengali	
	ITB-1	ITB-2
Waktu Puncak (T_p)	0,75	0,75
Debit Puncak (Q_p)	1,43	1,15

Sumber: Hasil Analisis

5. SIMPULAN

Adapun simpulan dari penelitian ini adalah:

1. Hidrograf satuan pengamatan pada sub DAS Bionga Kayubulan memiliki waktu puncak (T_p) sebesar 4,5 jam dengan debit puncak (Q_p) sebesar $2,81 \text{ m}^3/\text{s}$.
2. Hidrograf satuan sintetik ITB-1 pada sub DAS Bionga Kayubulan memiliki waktu puncak (T_p) sebesar 5,97 jam dengan debit puncak (Q_p) sebesar $1,96 \text{ m}^3/\text{s}$ dan hidrograf satuan sintetik ITB-2 pada sub DAS Bionga Kayubulan memiliki waktu puncak (T_p) sebesar 5,97 jam dengan debit puncak (Q_p) sebesar $2,45 \text{ m}^3/\text{s}$.
3. Hasil kalibrasi hidrograf satuan sintetik ITB-1 dengan mengubah parameter koefisien yaitu

koefisien waktu (C_t) sebesar 0,73 serta Koefisien puncak (C_p) sebesar 1,07 dan α sebesar 1,60. Kalibrasi hidrograf satuan sintetik ITB-2 memiliki koefisien waktu (C_t) sebesar 0,73, Koefisien puncak (C_p) sebesar 0,96 serta α sebesar 2,50 dan β sebesar 0,95.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agus, I., 2011. Perbandingan Hidrograf Satuan Teoritis Terhadap Hidrograf Satuan Observasi DAS Ciliwung Hulu. *Jurnal Teoretis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, pp. 55-70.
- [2] Aliu, S. W., 2013. *Perbandingan Hidrograf Satuan Sintetik Snyder Dengan Hidrograf Satuan Pengamatan Pada Sub DAS Bionga Kayubulan*. Gorontalo: Universitas Negeri Gorontalo.
- [3] Hadisusanto, N., 2010. *Aplikasi Hidrologi*. Malang: Jogja Mediautama.
- [4] Idji, S. K., 2013. *Penyesuaian Koefisien Parameter Model Hidrograf Satuan Sintetik Gama 1 Pada Sub DAS Bionga Kayubulan*, Gorontalo: Universitas Negeri Gorontalo.
- [5] Limantara, L. M., 2010. *Rekayasa Hidrologi*. Yogyakarta: Andi.
- [6] Mulyono, D., 2014. Analisis Karakteristik Curah Hujan Di Wilayah Kabupaten Garut Selatan. Vol. 13 No. 1 2014, pp. 1-9.
- [7] Natakusumah, D. K., 2011. Prosedur Umum Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetis dengan Cara ITB dan Beberapa Contoh Penerapannya. *Jurnal Teoretis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, pp. 254-257.
- [8] Pattiselanno, S. . R., 2017. Mitigasi Karakter Muka Air Banjir Dari Mofometri DAS Wai Loning – Negeri Laha, Berbasis Geographic Information System. *Jurnal Simetrik*, pp. 1-7.
- [9] Safrida, M. F. A., 2014. *Analisis Hidrograf Aliran Daerah aliran Sungai Tirtomoyo Dengan Beberapa Metode Hidrograf Satuan Sintetik*, Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- [10] SNI, 1989. Pedoman Perencanaan Hidrologi dan Hidraulik Untuk Bangunan Di Sungai. *Badan Standardisasi Nasional*, p. 2.
- [11] Triatmodjo, B., 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- [12] Yunagardasar, C., 2017. Model Infiltrasi Pada Berbagai Penggunaan Lahan Di Desa Tulo Kecamatan Dolo Kabupaten Sigi. *e-J. Agrotekbis* 5, pp. 315-325.