

**STUDY OF MODELLING SYNTHETIC UNIT HYDOGRAPH USING ITB-1 METHOD
(CASE STUDY: UPSTREAM SIAK WATERSHED)**

Mashuri^{1*} Ayudia Hardiayani Kiranaratri²

^{1,2}Program Studi Teknik Sipil, Jurusan Teknologi Infrastruktur dan Kewilayahan,
Institut Teknologi Sumatera (ITERA), Jalan Terusan Ryacudu, Kabupaten Lampung Selatan,
Provinsi Lampung

*E-mail: mashuri@si.itera.ac.id

Abstrak

Analisis laju aliran dalam DAS yang tidak terukur dengan Metoda Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) merupakan metode yang paling praktis dan sederhana. Metode ini membutuhkan data karakteristik DAS berupa panjang sungai dan luas DAS. Perhitungan dan data laju aliran sangat berguna dalam perkembangan ilmu sumberdaya air dan perencanaan bangunan sipil khususnya dalam pekerjaan bangunan air. Dewasa ini, Metoda Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) telah banyak berkembang dan yang terbaru adalah Metoda Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) ITB-1. Keandalan HSS ITB-1 di Sungai Tapung Kanan dan Sungai Tapung Kiri menunjukkan kinerja yang baik. Hal ini ditandai dengan ketelitian volume Sungai Tapung Kanan 96,30% dan ketelitian Sungai Tapung Kiri 99,88%. Adapun rasio kontrol volume/ direct run off (DRO) Sungai Tapung Kanan 1,00006 dan Sungai Tapung Kiri 1,000088 (mendekati 1). Sedangkan debit puncak yang dihasilkan Sungai Tapung Kanan 39,950 m³/det dan Sungai Tapung Kiri 38,867 m³/det.

Kata kunci: Hidrograf Satuan Sintetik, ITB-1, keandalan, DRO

Abstract

Analysis of unmeasured flow rates in watershed with the Syntetic Unit Hydrograph (SUH) Method is the most practical and simple method. This method requires watershed characteristics as river length and watershed area. Calculation and flow rate data are very useful in the development of water resources science and civil building planning especially in water construction work. Today, the Syntetic Unit Hydrograph (SUH) Method has been widely developed and most recently the ITB-1 Syntetic Unit Hydrograph (SUH) Method. The reliability of SUH ITB-1 in Tapung Kanan River and Tapung Kiri River shows good performance. This is indicated by the accuracy of the volume of the Tapung Kanan River 96.30% and the accuracy of the Tapung Kiri River 99.88%. The volume control ratio / direct run off (DRO) Tapung Kanan River 1,00006 and Tapung Kiri River 1,000088 (close to 1). While the peak discharge produced by Tapung Kanan River is 39,950 m³/ sec and Tapung Kiri River is 38,867 m³/sec.

Keywords: Syntetic Unit Hydrograph, ITB-1, Reliability, DRO

1. PENDAHULUAN

Hidrograf satuan sintetik adalah unit hidrograf *artificial* untuk suatu DAS yang tidak memiliki data debit observasi (hidrograf pengamatan). Hidrograf satuan sintetik ini cukup sering digunakan karena kepraktisannya dalam mencari nilai debit sungai meliputi debit puncak dan waktu puncaknya. Selain itu, data yang diperlukan dalam analisis dengan Hidrograf Satuan Sintetik hanya berupa data Karakteristik DAS. Hubungan antara hidrograf dengan kondisi fisik DAS dapat menunjukkan sifat respon DAS terhadap masukan hujan. Respon DAS tersebut dalam konsep hidrologi disebut hidrograf banjir.

Besarnya hujan aliran yang digunakan pada hidrograf satuan sintetik berasal dari konsep hidrograf satuan (*unit hydrograph*). Dalam konsep hidrograf satuan, hujan aliran merupakan limpasan langsung yang dihasilkan oleh hujan efektif setinggi 1 mm yang tersebar merata diseluruh DAS. Hidrograf satuan merupakan fungsi respon dari sistem hidrologi linear yang pertama kali dikeluarkan oleh Sherman (1932). Hidrograf satuan dapat dibuat jika tersedia pasangan data hujan dan debit aliran, namun jika kedua data tersebut tidak tersedia, maka hidrograf dapat dibuat secara sintetik, yang disebut juga dengan hidrograf satuan sintetik. Beberapa metoda hidrograf satuan

sintetik yang sering digunakan adalah SCS, Nakayasu, Snyder, GAMA-1, ITB-1 dan lain-lain. Hasil analisa terhadap hidrograf satuan sintetik sangat dipengaruhi oleh karakteristik DAS.

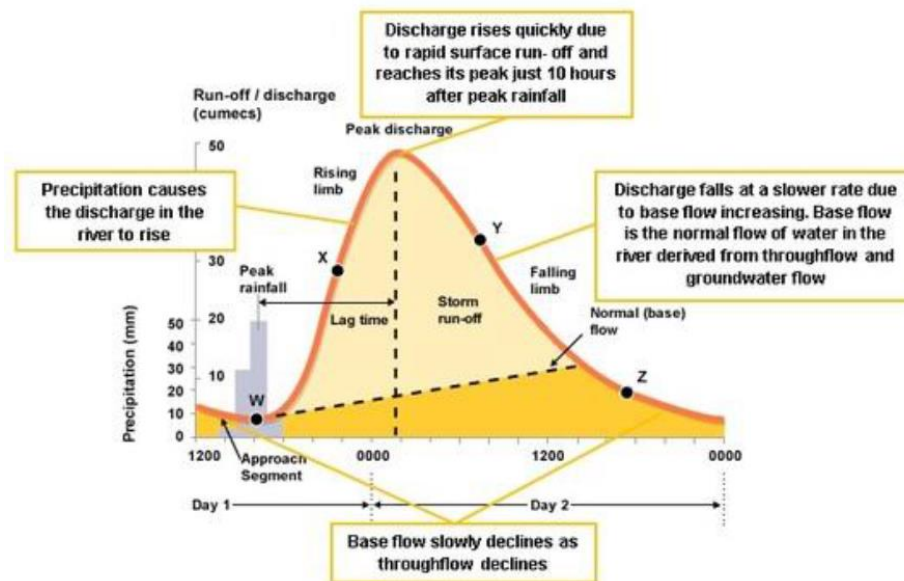
Penelitian tentang kesesuaian metode hidrograf satuan sintetik pernah dilakukan oleh D.K Natakusumah dkk (2009) terhadap DAS Ciliwung. Hasil debit puncak dan waktu puncak yang didapatkan dari tiap metoda berbeda-beda. Dari hasil analisa dengan beberapa metoda HSS, disimpulkan bahwa metode yang sesuai diterapkan pada DAS Ciliwung adalah HSS ITB-1. Metode ITB-1 dianggap sesuai pada DAS Ciliwung karena bentuk hidrograf yang dihasilkan oleh Metoda ITB-1 menyerupai hidrograf observasi.

Dengan telah berhasilnya penerapan metoda hidrograf satuan sintetik untuk memprediksi nilai debit pada penelitian terhadap DAS Ciliwung, oleh sebab itu dibutuhkan suatu penelitian terhadap penerapan metoda hidrograf satuan sintetik pada DAS Siak Hulu yang terdiri dari DAS Tapung Kiri dan DAS Tapung Kanan. Baik DAS Tapung Kiri maupun DAS Tapung Kanan, tidak memiliki data observasi (hidrograf observasi). Maka diperlukan analisa keandalan nilai debit banjir dengan kontrol volume hidrograf terhadap nilai H_{DRO} (*high direct run off*) 1 mm dengan menggunakan Hidrograf Satuan Sintetik ITB-1 pada DAS Tapung Kiri dan DAS Tapung Kanan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hidrograf

Hidrograf adalah kurva yang memberi hubungan antara parameter aliran dan waktu. Parameter tersebut bisa berupa kedalaman aliran (debit aliran) (Bambang Triatmodjo, 2010). Hidrograf debit dapat digunakan untuk mengetahui perubahan debit di sungai sebagai akibat terjadinya hujan selama waktu tertentu. Dalam siklus hidrologi, terlihat bahwa aliran sungai tersebut terjadi akibat limpasan air hujan baik langsung maupun tak langsung.



Gambar 1. Komponen Hidrograf

Sumber : Modul Kuliah Hidrologi ITB

Sebuah hidrograf dapat dibagi atas dua komponen aliran yaitu limpasan permukaan (runoff) dan base flow. Bila pengaruh turunnya air hujan terhadap aliran disungai digambarkan terhadap waktu, maka akan diperoleh hidrograf aliran yang mempunyai komponen kurva yang jika disederhanakan akan berbentuk.

Bila pengaruh turunnya air hujan terhadap aliran disungai digambarkan terhadap waktu maka akan diperoleh hidrograf aliran yang mempunyai komponen kurva sebagai berikut :

- *Rising curve* : kurva yang menggambarkan naiknya debit aliran permukaan sejak tercapainya hujan sampai dengan tercapainya puncak
- Puncak aliran : saat dicapainya debit maksimum akibat pengaruh hujan.

- *Recession curve* : kurva yang menggambarkan turunnya debit aliran permukaan sejak tercapainya puncak sampai dengan akhir pengaruh hujan
- *Lag time* (tl) : waktu antara pertengahan terjadinya hujan sampai dengan terjadinya debit puncak
- *Time to peak* (tp) : waktu antara mulai terjadinya hujan sampai dengan terjadinya puncak aliran
- *Time of concentration* (tc): Menurut definisi yaitu SCS waktu antara berakhirnya hujan sampai dengan terjadinya puncak debit
- *Recession time* (tf) : waktu antara terjadinya puncak aliran sampai dengan berakhirnya pengaruh hujan terhadap aliran
- *Time based* (tb) : total waktu terjadinya pengaruh hujan terhadap aliran keseluruhan aliran akibat hujan.

2.2 Hidrograf Satuan

Hidrograf satuan adalah hidrograf limpasan langsung (tanpa aliran dasar) yang tercatat di ujung hilir DAS yang ditimbulkan oleh hujan efektif sebesar satu satuan (1 mm, 1 cm, atau 1 inci) yang terjadi secara merata di seluruh DAS dengan intensitas tetap dalam suatu satuan waktu (misal 1 jam) tertentu.

Data yang diperlukan untuk menurunkan hidrograf satuan terukur di DAS yang ditinjau adalah data hujan otomatis dan pencatatan debit di titik pengamatan tertentu. Namun jika data hujan yang diperlukan untuk menyusun hidrograf satuan terukur tidak tersedia digunakan analisis hidrograf satuan sintesis

2.2.1 Hidrograf Satuan Sintetik

Hidrograf satuan sintetik dapat digunakan pada daerah di mana data hidrologi atau data pencatatan tinggi muka air otomatis (*AWLR*) tidak tersedia untuk menurunkan hidrograf satuan. Untuk membuat hidrograf satuan sintetik tersebut diperlukan peninjauan kondisi karakteristik daerah aliran sungai terlebih dahulu, yang berguna untuk menetapkan parameter – parameter daerah aliran sungai yang diperlukan untuk membuat hidrograf satuan sintetik tersebut. Adapun parameter yang diperlukan yaitu:

- a. Waktu konsentrasi (T_c) untuk mengetahui mulai hujan dari pusat hujan, hingga mulai kenaikan air banjir
- b. Waktu untuk mencapai puncak hidrograf.
- c. Waktu dasar (*time base*) hidrograf banjir yaitu waktu yang diperlukan dari mulai banjir hingga waktu akhir banjir
- d. Panjang sungai utama
- e. Kemiringan daerah aliran sungai
- f. Koefisien aliran dan sebagainya.

2.2.2 Hidrograf satuan ITB

Konsep dasar perhitungan hidrograf satuan sintesis dengan cara ITB. Pertama kali di publikasikan oleh Dantje K. Natakusumah dalam Seminar Nasional Teknik Sumber Daya Air di Bandung, 2009. Selanjutnya melalui program riset peningkatan kapasitas ITB 2010, metoda tersebut selanjutnya dikembangkan lebih jauh oleh D.K. Natakusumah (ITB), W. Hatmoko (Puslitbang Air, Kementerian Pekerjaan Umum) dan Dhemi Harlan (ITB). Meski metoda ini dikembangkan paling akhir dibanding metoda HSS lain, namun metoda ini bersifat umum, sehingga metoda yang lain dapat dianggap sebagai kasus khusus.

Metoda perhitungan hidrograf satuan sintesis dengan cara ITB **tidak dikembangkan berdasarkan analisa bentuk dasar HSS hasil observasi lapangan**, namun berdasarkan pengamatan atas prinsip kerja, struktur, fungsi dan cara operasi berbagai metoda perhitungan dan hasil perhitungan berbagai hidrograf satuan sintesis yang umum digunakan, **yang semua menyatakan dikembangkan dari hasil observasi lapangan**. Tujuannya adalah membangun suatu metoda perhitungan hidrograf satuan sintesis baru yang dapat melakukan hal yang sama tanpa menduplikasi metoda lain yang sudah ada.

Hidrograf satuan sintetis ITB-1 yang tak berdimensi adalah hidrograf sintetis yang dinyatakan dalam bentuk perbandingan antara debit Q dengan debit puncak Q_p dan waktu t dengan waktu naik T_p dan selanjutnya dibentuk menjadi kurva HSS ITB-1 berdimensi. Untuk menghitung HSS ITB-1 diperlukan data karakteristik fisik DAS berupa luas DAS dan panjang sungai.

a) Data karakteristik fisik DAS

Dari karakteristik fisik DAS dapat dihitung dua elemen-elemen penting yang akan menentukan bentuk dari hidrograf satuan itu yaitu 1) Time Lag (TL), 2) Waktu puncak (T_p) dan waktu dasar (T_b). Selain parameter fisik terdapat pula parameter non-fisik yang digunakan untuk proses kalibrasi.

b) Waktu puncak (T_p) dan Waktu Dasar (T_b)

Prosedure umum ini juga direncanakan cukup fleksibel dalam mengadopsi rumusan time lag yang akan digunakan. Untuk HSS ITB-1 rumusan time lag yang digunakan adalah rumus Snyder (dalam hal ini $L_c = \frac{1}{2} L$ dan $n=0.3$).

$$T_L = C_t 0.81225L^{0.6} \quad (1)$$

Dengan:

TL = time lag (jam)

C_t = koefisien penyesuaian waktu (untuk proses kalibrasi)

L = panjang sungai (km)

Waktu puncak (T_p) HSS ITB-1 didefinisikan sebagai berikut:

$$T_p = T_L + 0.5T_r \quad (2)$$

Selanjutnya waktu Dasar Hidrograf Satuan (T_b) didefinisikan sampai harga tak berhingga ($T_b = \infty$), namun untuk perhitungan praktis (T_b) dibatasi antara 10 s/d 20 T_b dan dalam tulisan ini harga yang digunakan sebagai berikut:

$$T_b = 10 \times T_p \quad (3)$$

c) Persamaan bentuk dasar hidrograf satuan

HSS ITB-1 memiliki persamaan bentuk dasar yang dinyatakan dengan satu persamaan berikut:

$$q(t) = \{t \times \exp(1 - t)\}^{\alpha C_p} \quad (t > 0 \text{ s/d } \infty) \quad \alpha = 3.700 \quad (4)$$

persamaan diatas digunakan pula oleh NRSCS sebagai alternative lain selain kurva SCS Curvilinear yang diberikan dalam bentuk tabel. Perlu dicatat, sebelumnya persamaan yang digunakan untuk HSS ITB-1 adalah :

$$q(t) = \exp\left\{2 - t - \frac{1}{t}\right\}^{\alpha C_p} \quad (t > 0 \text{ s/d } \infty) \quad \alpha = 2.00 \quad (5)$$

Persamaan kurva diatas tidak bisa diintegrasikan secara eksak sehingga harus diintegrasikan secara numerik.

d) Debit puncak dan faktor debit puncak hidrograf satuan

Jika bentuk dasar HSS diketahui, dan harga waktu puncak T_p dan waktu dasar T_b diketahui, maka debit puncak hidrograf satuan sintetis akibat tinggi hujan satu satuan $R=1$ mm yang jatuh selama durasi hujan satu satuan $T_r=1$ jam, dapat dihitung sebagai berikut:

$$Q_p = \frac{R}{3.6T_p} \frac{A_{DAS}}{A_{HSS}} \quad (6)$$

Dengan:

R = Curah Hujan satuan (1.0 mm)

Q_p = Debit puncak hidrograf satuan (m^3/s)
 T_p = waktu mencapai puncak (jam)
 A_{DAS} = Luas DAS (km^2)
 A_{HSS} = Luas kurva hidrograf satuan tak berdimensi (dimensionless unit hidrograf) yang bisa dihitung secara eksak atau secara numerik.

Selanjutnya Harga Peak Rate factor dihitung sebagai berikut:

$$K_p = \frac{1}{3.6A_{HSS}} \rightarrow \text{peak rate factor } (m^3 \text{ per } \frac{s}{km^2} / mm) \quad (7)$$

e) Integrasi kurva HSS

Luas AHSS tak berdimensi yang dapat dihitung secara eksak atau secara numerik. Tentang apakah AHSS dicari integrasinya secara eksak atau numerik, bergantung pada persamaan bentuk dasar HSS yang digunakan. Sebagai contoh adalah sebagai berikut:

I. Jika bentuk dasar yang digunakan adalah bentuk persamaan HSS ITB-1 adalah:

$$q(t) = \exp\left\{2 - t - \frac{1}{t}\right\}^{\alpha C_p} \quad (t > 0 \text{ s/d } \infty) \quad \alpha = 2.00 \quad (8)$$

Harga eksak AHSS hasil integrasi persamaan tersebut tidak bisa ditemukan, sehingga AHSS hanya bisa diperoleh secara numerik dan harga tsb selanjutnya dianggap sebagai harga eksak.

II. Jika bentuk dasar yang digunakan adalah bentuk dapat digunakan persamaan kurva digunakan NRSCS sebagai alternatif selain kurva SCS Curvilinear

$$q(t) = \{t \times \exp(1 - t)\}^{\alpha C_p} \quad (t > 0 \text{ s/d } \infty) \quad \alpha = 3.700 \quad (9)$$

Harga eksak AHSS hasil integrasi persamaan tersebut dapat diketahui. Jika $m = \alpha C_p$, maka harga eksak integrasi persamaan tersebut diketahui sebagai berikut:

$$A_{HSS} = \int_0^\infty q(t) dt = \int_0^\infty \{t \times \exp(1 - t)\}^m dt = \frac{e^m \Gamma(m+1.0)}{m^{m+1}} \quad (10)$$

Dimana fungsi $\Gamma(m + 1.0)$ adalah fungsi Gamma tak lengkap (*Incomplete Gamma function of Second Kind*) dengan dua input parameter $m+1$ dan 0. Perlu dicatat bahwa NRSCS hanya memberikan hasil numerik K_p yang diturunkan integrasi numerik persamaan diatas untuk beberapa harga m).

f) Kalibrasi T_p dan Q_p

Kalibrasi waktu puncak T_p diberikan melalui koefisien C_t . Harga standar koefisien C_t adalah 1.0. harga T_p dapat dirubah sesuai kebutuhan tanpa harus merubah rumus time lag dengan merubah harga koefisien C_t .

- Jika harga waktu puncak perhitungan lebih kecil dari waktu puncak pengamatan, maka harga diambil $C_t > 1.0$ akan membuat harga waktu puncak membesar.
- Jika harga waktu puncak perhitungan lebih besar dari waktu puncak pengamatan, maka harga diambil $C_t < 1.0$ akan membuat harga waktu puncak mengecil

Kalibrasi debit puncak Q_p diberikan diberikan melalui koefisien C_p . Untuk HSS ITB-1 dengan kurva dasar NRSCS harga default $\alpha=3.7$ sedang untuk HSS ITB-2 harga default $\alpha=2.4$ dan $\beta=0.86$. Jika sangat diperlukan harga koefisien α dan β dapat dirubah atau dapat juga dengan merubah harga koefisien C_p . Harga standar koefisien C_p adalah 1.0.

- Jika harga debit puncak perhitungan lebih kecil dari debit puncak pengamatan, maka harga diambil $C_p > 1.0$ akan membuat harga debit puncak membesar,

- Jika debit puncak perhitungan lebih besar dari hasil pengamatan maka harga diambil $C_p < 1.0$ agar harga debit puncak mengecil.

2.3 Volume Hidrograf

Volume limpasan dapat diperoleh dengan penjumlahan dari perkalian antara ordinat hidrograf satuan dengan interval waktu hidrograf. Dimana volume hidrograf dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$V = (Q_t + Q_{t+1}) \times (T_t - T_{t-1}) \times 0.5 \times 3600 \quad (11)$$

Dengan:

- V = Volume Hidrograf (mm),
- Q_t = Debit saat waktu t (m³/detik),
- Q_{t+1} = Debit saat waktu t+1 (m³/detik),
- T_t = Waktu saat debit t (jam),
- T_{t-1} = Waktu saat debit t-1 (jam).

Berdasarkan pemodelan debit dan waktu dengan hidrograf, kalibrasi dapat dilakukan dengan konsep hidrograf satuan, yaitu hujan efektif tersebar merata setinggi 1 mm dalam satu satuan waktu. Sehingga kontrol hidrograf satuan untuk mendapatkan hujan efektif setinggi 1 mm dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$I = \frac{V}{A} \quad (12)$$

Dengan:

- I = Hujan efektif (1 mm),
- V = Volume hidrograf (m³),
- A = Luas DAS (m²).

Dari persamaan diatas, maka nilai DRO (*direct run off*) atau yang biasa disebut dengan rasio volume, harus bernilai 1.

2.4 Kontrol Volume hidrograf

Indarto tahun 2010 dalam Handayani tahun 2012, bahwa selisih volume (VE) aliran adalah nilai yang menunjukkan perbedaan volume perhitungan dan volume terukur. Jika selisih volume aliran kecil, maka jumlah volume nilai perhitungan dan observasi hampir sama. Selisih volume (VE) aliran dikatakan baik apabila dapat menunjukkan angka tidak lebih dari |5%|. Perhitungan selisih volume (VE) dirumuskan seperti rumus seperti di bawah ini :

$$VE = \left| \frac{\sum_{i=1}^N V_{obs_i} - \sum_{i=1}^N V_{cal_i}}{\sum_{i=1}^N V_{obs_i}} \right| 100\% \quad (13)$$

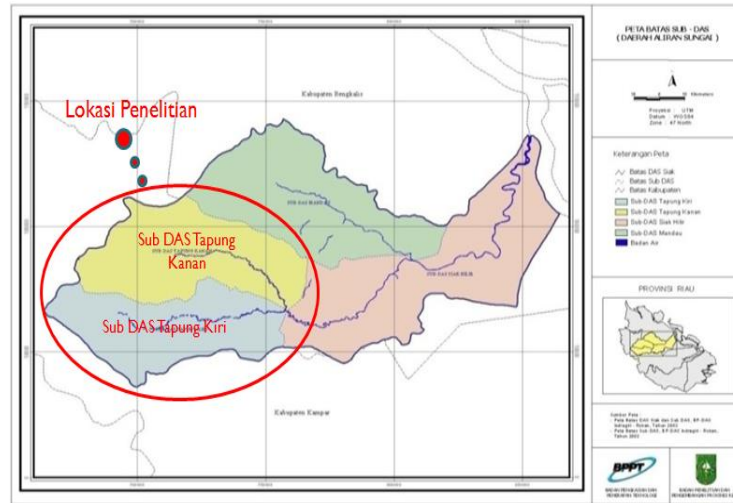
Dengan:

- VE = volume error dalam %
- V_{obs} = volume terukur
- V_{cal} = volume simulasi

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

DAS Siak terdiri dari empat Sub DAS yaitu Sub DAS Tapung Kanan, Sub DAS Tapung Kiri, Sub DAS Mandau dan Sub DAS Siak Hilir. Lokasi penelitian dilakukan pada DAS Siak Bagian Hulu yaitu Sub DAS Tapung Kanan dan Sub DAS Tapung Kiri. Untuk selanjutnya DAS Siak disajikan pada Gambar di bawah ini:



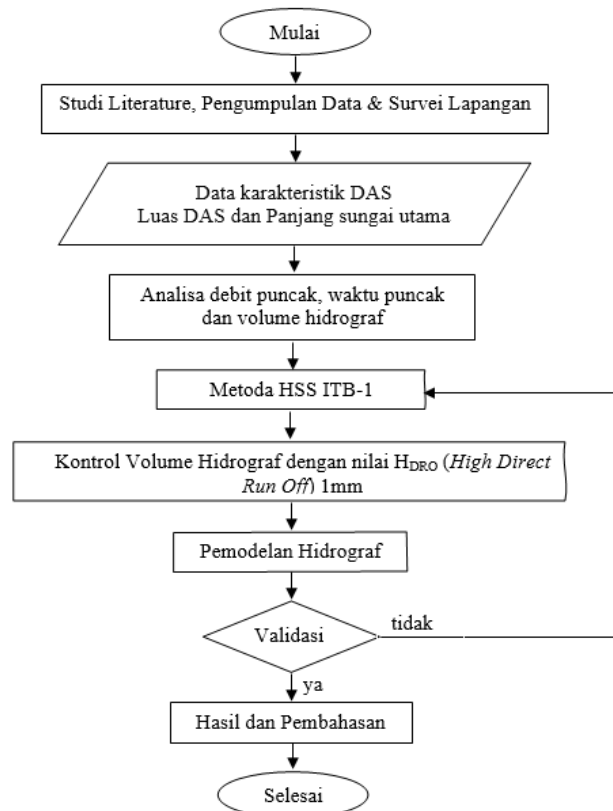
Gambar 2. Peta Daerah Aliran Sungai Siak
(Sumber: BPPT)

3.2 Data Penelitian

Pada penelitian ini, dibagi dalam tiga bagian besar yakni pengumpulan data dan survei, analisa data (perhitungan data) dan mendapatkan keluaran yang akan dianalisis. Data yang diperlukan dalam penyelesaian penelitian ini berupa data primer (survei) dan data sekunder yang diperoleh dari Balai Wilayah Sungai Sumatera III Provinsi Riau.

3.3 Analisa dan Perhitungan

Analisis yang dilakukan adalah menghitung debit puncak, waktu puncak dan volume hidrograf dengan metoda hidrograf satuan sintetik yang telah dipilih yaitu metoda ITB-1. Tahapan analisis dan perhitungan yang dilakukan sebagai berikut.



Gambar 3. Bagan Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara garis besar, Unit Hydrograph ITB-1 mempunyai parameter-parameter yang cukup unik. Dari hasil pengamatan atas prinsip kerja dan cara operasi metoda hidrograf satuan sintetis yang lainnya, metoda ini mengembangkan suatu cara baru perhitungan hidrograf satuan sintetis yang berlaku umum dan memenuhi prinsip konservasi masa dengan rumus debit puncak yang berlaku umum dan mudah diingat. Lain halnya dengan metoda-metoda lain yang dikaji semua bekerja dengan prinsip yang sama, namun setiap metoda diturunkan dengan cara yang berbeda. Meski bekerja dengan cara yang sama, tidak ada rumus umum debit yang berlaku untuk semua dan ini menjadi sesuatu yang seolah terlewatkan, padahal adanya rumus umum seperti ini penting untuk pendidikan, pengajaran dan kepraktisan.

Berdasarkan pemodelan HSS ITB-1 dengan data karakteristik DAS, diperoleh volume Sungai Tapung Kanan dan Sungai Tapung Kiri. Pada Tabel. 1 menunjukkan bahwa adanya selisih antara volume asli (data pengukuran) dan volume pemodelan. Sungai Tapung Kanan memiliki volume asli 2431198 m³, sedangkan volume pemodelan HSS ITB-1 2344384 m³. Adapun tingkat ketelitian model terhadap volume ini yaitu 96,30%. Sungai Tapung Kiri memiliki volume asli 2344229 m³, sedangkan volume pemodelan HSS ITB-1 2341404 m³. Adapun tingkat ketelitian model terhadap volume ini yaitu 99,88%.

Tabel 1. Kontrol Volume

Kontrol Volume				
DAS	Sungai	Volume Asli (m ³)	Volume HSS ITB-1(m ³)	Ketelitian (%)
Siak	Tapung Kanan	2431198	2344384	96,30
	Tapung Kiri	2344229	2341404	99,88

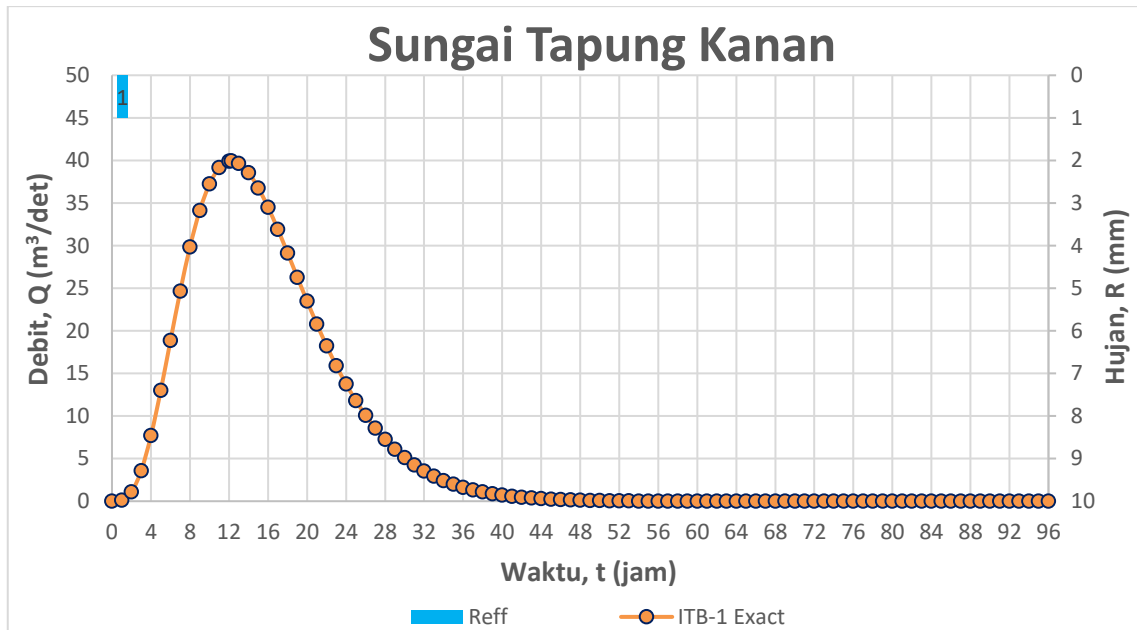
Dengan menerapkan konsep hidrograf satuan ini, maka Sungai Tapung Kanan dan Sungai Tapung Kiri nilai rasio kontrol volume mendekati 1 atau *error maximal* 5%. Pada Tabel. 2 terlihat hasil nilai rasio kontrol volume Sungai Tapung Kanan dan Sungai Tapung Kiri. Hasil rasio kontrol volume/ *direct run off* (DRO) kedua sungai tersebut menunjukkan mendekati 1 dan ini bisa menunjukkan bahwa keandalan HSS ITB-1 dapat dimodelkan pada DAS Siak Bagian Hulu yakni pada Sungai Tapung Kanan dan Sungai Tapung Kiri. Adapun debit puncak yang dihasilkan dari pemodelan ini pada kedua sungai tersebut dapat dilihat pada Tabel. 3, Gambar 4 dan Gambar 5.

Tabel 2. Nilai Error Terhadap Kontrol Volume Hidrograf Satuan

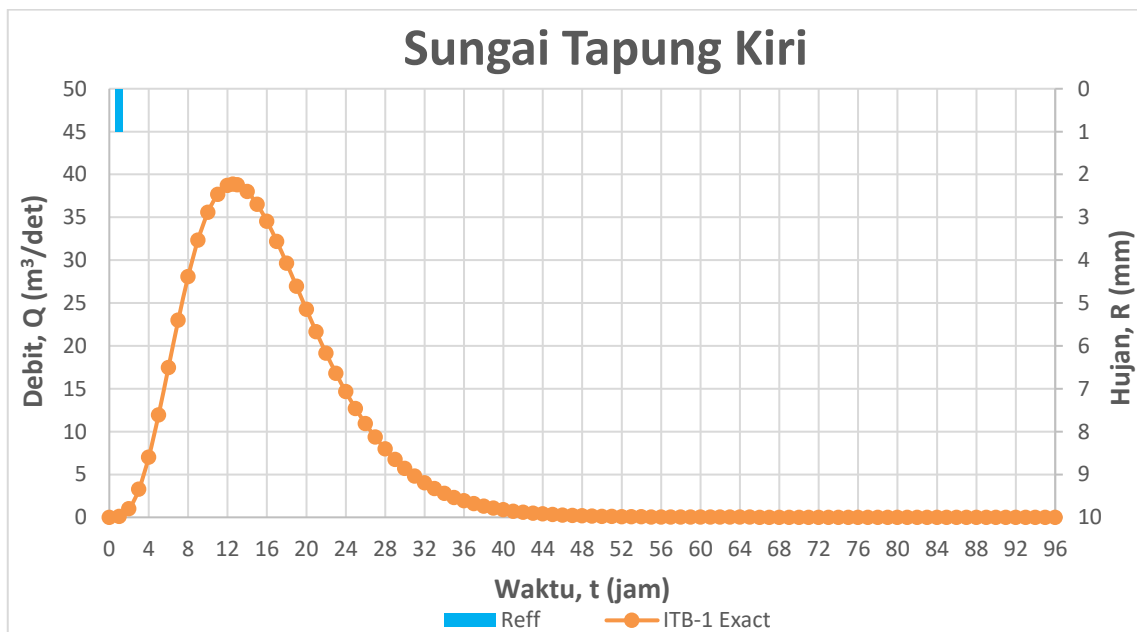
Kontrol H_{High} Direct Runoff				
DAS	Sungai	Maksimal Error	Rasio Volume HSS ITB-1	Status (1.05 < x < 0.95)
Siak	Tapung Kanan	5%	1.000066	Oke
	Tapung Kiri	5%	1.000088	Oke

Tabel 3. Debit Puncak Hidrograf Satuan

Debit Puncak HSS ITB-1		
DAS	Sungai	Q _{peak} (m ³ /det)
Siak	Tapung Kanan	39,950
	Tapung Kiri	38,867



Gambar 4. HSS ITB-1 DAS Sungai Tapung Kanan



Gambar 5. HSS ITB-1 DAS Sungai Tapung Kiri

5. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Penerapan HSS ITB-1 terhadap DAS Siak pada Sungai Tapung Kanan dan Sungai Tapung Kiri memiliki keandalan yang baik, hal ini membuktikan bahwa HSS ini mampu menerima semua bentuk dasar hidrograf satuan (baik hidrograf satuan sintetis/buatan atau hidrograf satuan hasil pengukuran) dan kemudian memprosesnya menjadi hidrograf banjir.
- b. Data karakteristik DAS berupa luas DAS dan panjang sungai utama berpengaruh terhadap nilai kontrol volume hidrograf.
- c. Metoda ITB-1 yang dilakukan dalam analisis hidrograf satuan di DAS Siak ini pada sungai Tapung Kanan dan Sungai Tapung Kiri ini sangat baik dan memenuhi dengan nilai kontrol volume hidrograf mendekati 1 dan nilai eror kurang dari 5%

6. SARAN

Adapun saran dari penelitian ini bahwa Metoda ITB-1 ini relatif baru sehingga belum banyak digunakan untuk penelitian. Metoda ini baru dikalibrasi secara terbatas di DAS Ciliwung Hulu di Katulampadan penyebabnya karena sulitnya mendapatkan data-data yang terkait.

7. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Lembaga Penelitian, Pengabdian Kepada Masyarakat, dan Penjaminan Mutu Pendidikan (LP3) Institut Teknologi Sumatera, yang telah memberikan support dana penelitian (Penelitian Hibah ITERA SMART Tahun 2019) sehingga pelaksanaan penelitian ini dapat berjalan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (**BPPT**)

Natakusumah, D. K., Hatmoko, W., Harlan, D . 2009. Kesesuaian HSS DAS Ciliwung. Seminar Nasional Teknik Sumber Daya Air. Bandung.

Natakusumah, D. K . 2014. Cara Menghitung Debit Banjir Dengan Metoda Hidrograf Satuan Sintesis. Bahan Kuliah Hidrologi. ITB.

Sherman 1932. dalam Natakusumah, D. K . 2014. Cara Menghitung Debit Banjir Dengan Metoda Hidrograf Satuan Sintesis. Bahan Kuliah Hidrologi. ITB.