

KESESUAIN MODEL HIDROGRAF SATUAN SINTETIK STUDI KASUS SUB DAERAH ALIRAN SUNGAI SIAK BAGIAN HULU

Nurhasanah Junia¹⁾, Manyuk Fauzi²⁾, Imam Suprayogi¹⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya J. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

Email : nurhasanahjunia@gmail.com

Abstract

Synthetic Unit Hydrograph (SUH) is the most practical and simplest method in analyzing the flow rate in an ungauged watershed. It only needs the watershed characteristic data such as the area size of watershed and the length of the river. The flow rate data used in many water resource related planning activity such as drainage, water reservoir etc.. Some of the oftenly used SUH methodes are SCS (Soil Conservation Service), Nakaysu, Snyder's, GAMA-I etc. The concept of Unit Hydrograph with the volume control/ DRO (Direct Run Off) value closest to Imm, is used to determine a proper SUH method to be applied on watershed. In the case study of Tapung Kiri watershed, the proper SUH method to be applied is the Nakayasu's with the $n = 2$, and DRO = 0,992. Nakayasu's is also the proper SUH to be applied in the Tapung Kanan watershed, with the $n = 2$, and DRO = 0,992.

Keyword : UH, SUH, SCS (Soil Conservation Service), Nakayasu, Snyder, DRO, Tapung River

A. PENDAHULUAN

Menurut Nugroho (2001) hidrograf aliran merupakan bagian yang sangat penting dalam mengatasi masalah-masalah yang berkaitan dengan banjir dan ketersediaan air. Sebab hidrograf aliran dapat menggambarkan suatu distribusi waktu dari aliran permukaan disuatu daerah aliran sungai dan dapat menentukan bentuk daerah aliran sungai.

Sejauh ini penurunan hidrograf satuan dari hidrograf banjir pengamatan merupakan salah satu cara yang dianggap akurat. Meskipun demikian kendala yang sering ditemui adalah sulitnya memperoleh data hidrograf banjir pengamatan. Pada perencanaan struktur hidraulik seperti jaringan irigasi, drainase, bendungan ataupun bangunan penyimpanan air (waduk) untuk berbagai tujuan seperti air baku, energi dan pengendalian banjir, dibutuhkan data debit puncak dan waktu puncak dari kejadian hujan

yang besar. Tetapi kebanyakan sungai tidak memiliki alat ukur debit. Kalaupun ada, data tersebut biasanya tidak lengkap dan berdurasi pendek. Maka dari itu digunakan metoda yang paling praktis dan sederhana dalam mendapatkan debit puncak dan waktu puncak pada daerah aliran sungai yang tidak terukur, yaitu dengan metode Hidrograf Satuan Sintetik. Analisis dengan metoda ini hanya membutuhkan data karakteristik DAS seperti panjang sungai utama dan luas DAS. Hidrograf satuan Sintetik yang cukup populer penggunaannya yaitu HSS SCS (Soil Conservation Service), HSS Nakayasu dan HSS Snyder's.

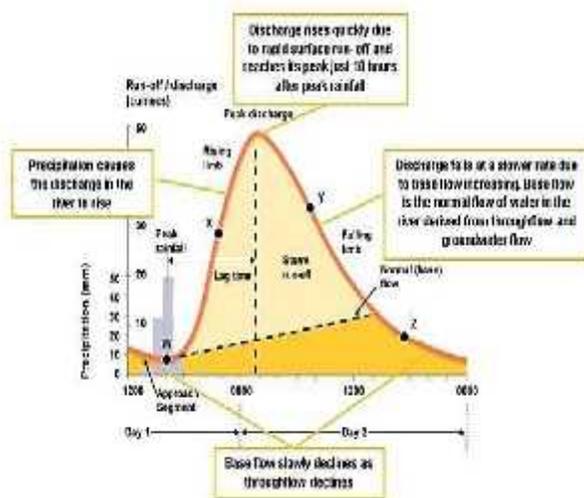
DAS Tapung Kiri dan Tapung Kanan yang terletak di provinsi Riau merupakan bagian dari DAS Siak yaitu DAS Siak bagian hulu. Sungai Siak sendiri merupakan sungai terdalam di Indonesia dengan kedalaman

mencapai 20-30 meter. Pada DAS Tapung kiri dan Tapung Kanan, belum pernah dilakukan penelitian debit banjir rancangan dengan metoda Hidrograf Satuan Sintetik. Data debit banjir rancangan yang didapat sangat bermanfaat untuk berbagai pengembangan sumber daya air dia daerah tersebut.

B. Tinjauan Pustaka

1. Hidrograf

Hidrograf merupakan hubungan perubahan/variasi besarnya parameter hidrologi terhadap waktu kejadiannya. Parameter hidrologi yang dimaksud dapat berupa besaran tinggi hujan, tinggi muka air dan debit sungai, namun parameter yang paling umum digunakan adalah debit sungai.



Gambar 1. Komponen Hidrograf.
Sumber : Modul Kuliah Hidrologi ITB

Komponen kurva diatas adalah sebagai berikut :

a. *Rising curve*

Merupakan kurva yang menggambarkan saat naiknya debit aliran permukaan sejak terjadinya hujan sampai dengan tercapainya debit puncak.

b. Debit puncak aliran (Q_p)

Yaitu debit maksimum akibat pengaruh hujan.

c. *Recession curve*

Adalah kurva yang menggambarkan turunnya debit aliran permukaan mulai dari puncak sampai dengan akhir pengaruh hujan.

d. *Lag time* (T_L)

Yaitu waktu antara terjadinya hujan sampai dengan terjadinya debit puncak.

e. *Time to peak* (t_p)

Waktu antara mulai terjadinya hujan sampai dengan terjadinya puncak aliran.

f. *Time of concentration* (T_c)

Waktu antara berakhirnya hujan sampai dengan terjadinya puncak debit

g. *Recession time* (t_f)

Waktu antara terjadinya puncak aliran sampai dengan berakhirnya pengaruh hujan terhadap aliran

h. *Time based* (T_b)

Total waktu terjadinya pengaruh hujan terhadap aliran keseluruhan aliran akibat hujan.

2. Hidrograf Satuan

Pada tahun 1932, hidrograf satuan didefinisikan oleh L.K Sherman untuk melakukan transformasi dari data hujan menjadi data debit aliran. Hidrograf satuan didefinisikan sebagai hidrograf limpasan langsung yang ditimbulkan oleh hujan efektif sebesar 1 mm yang terjadi secara merata di permukaan DAS dengan intensitas tetap dalam suatu durasi tertentu. Dengan kata lain, hidrograf secara tidak langsung juga dapat dinyatakan bahwa :

a. Hidrograf satuan mempresentasikan respon curah hujan efektif yang jatuh pada daerah aliran sungai, untuk menghasilkan hidrograf aliran langsung. Sehingga volume hidrograf satuan apabila dibagi dengan luas daerah aliran sungai harusnya sama dengan 1 mm.

b. Hujan yang terjadi diasumsikan sebagai intensitas hujan efektif rata-rata.

c. Distribusi tinggi hujan yang jatuh pada daerah aliran sungai dianggap seragam.

3. 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 :

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

Berbagai metoda hidrograf satuan sintetik yang sering dipakai yaitu metode hidrograf satuan sintetik Nakayasu, *Soil Conservation Service (SCS)*, dan Snyder.

4. HSS SCS (*Soil Conservation Service*)

Metoda hidrograf satuan sintetik ini pertama kali dikembangkan di Amerika Serikat oleh Victor Mockus pada tahun 1972. Oordinat debit diekspresikan sebagai rasio antara debit q dengan debit puncak q_p dan absis waktu diekspresikan sebagai rasio waktu t dengan waktu puncak t_p , dimana waktu naik T_p dapat diekspresikan sebagai bagian dari waktu puncak t_p dan lamanya hujan efektif t_r . Rumus tersebut juga merupakan bagian notasi pada rumus hidrograf satuan sintetik Snyder's.

Tabel 1. Koordinat hidrograf SCS

t/T_p	Q/Q_p	t/T_p	Q/Q_p
0,0	0,000	1,4	0,750
0,1	0,015	1,5	0,660
0,2	0,075	1,6	0,560
0,3	0,160	1,8	0,420
0,4	0,280	2,0	0,320
0,5	0,430	2,2	0,240
0,6	0,600	2,4	0,180
0,7	0,770	2,6	0,130
0,8	0,890	2,8	0,098
0,9	0,970	3	0,075
1,0	1,000	3,5	0,036
1,1	0,980	4,0	0,018
1,2	0,920	4,5	0,009
1,3	0,840	5,0	0,004

Sumber : Nugroho 2010

Dari peta DAS Sungai yang akan dianalisa, dapat diperoleh beberapa elemen-elemen penting yang dapat digunakan menentukan bentuk dari hidrograf satuan itu yaitu *Time Lag (TL)*, Waktu puncak (T_p) dan waktu dasar (T_b).

a. Data Karakteristik Fisik DAS

Untuk menghitung HSS SCS diperlukan data karakteristik fisik DAS yang bergantung dari rumus time lag yang digunakan. Beberapa karakteristik fisik DAS yang umum digunakan antara lain adalah luas DAS, kemiringan sungai dan panjang sungai.

b. Waktu Puncak (T_p) dan Waktu Dasar (T_b)

Rumus *time lag* yang digunakan untuk menghitung time lag adalah rumus *time lag* dari Snyder (dengan $L_c=1/2L$ dan $n=0.3$) sebagai berikut :

$$T_L = C_t (L, L_c)^n \quad (1)$$

$$T_L = C_t (L, L_c)^{0.30} \quad (2)$$

Dimana :

C_t = koefisien penyesuaian waktu
(biasanya dipakai 1)

T_L = *time lag* (jam)

L = panjang sungai utama (km)

L_c = jarak titik berat ke outlet (km)

Untuk durasi hujan satuan T_r (4 jam), maka waktu puncak HSS SCS didefinisikan sebagai berikut :

$$T_p = \left(\frac{t_r}{2} + T_L \right) \quad (3)$$

Selanjutnya berdasarkan koordinat tidak berdimensi dari hidrograf satuan SCS, waktu Dasar Hidrograf Satuan (T_b) didefinisikan sebagai berikut :

$$T_b = 5 \cdot T_r \quad (4)$$

c. Debit Puncak

Jika waktu puncak dan waktu dasar diketahui, maka debit puncak hidrograf satuan sintesis akibat tinggi hujan satu satuan $R=1$ mm yang jatuh selama durasi hujan satu satuan $T_r = 4$ jam, dapat dihitung sebagai berikut :

$$Q_p = \frac{0.2083 \cdot A}{T_p} \quad (5)$$

Dimana:

Q_p = debit puncak ($m^3/detik$),

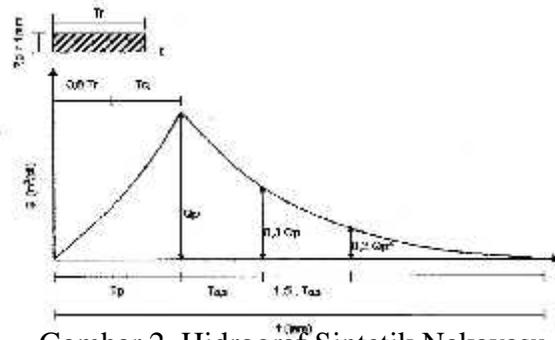
A = luas sungai (km).

T_p = waktu puncak (jam)

5. HSS NAKAYASU

Penelitian hidrograf banjir dengan menggunakan metode hidrograf satuan sintetik Nakayasu dilakukan pertama kali di Jepang. Hidrograf satuan sintetik Nakayasu dikembangkan berdasarkan hasil pengamatan dari hidrograf satuan alami yang berasal dari sejumlah besar DAS yang ada di Jepang. Berdasarkan keadaan alam di Jepang yang berbukit-bukit dan sungai di Jepang relatif pendek dengan kemiringan besar, maka hasil dari perhitungan *time lag* menjadi lebih kecil dan puncaknya relatif tajam.

Dalam perhitungan debit, mulai dari sisi naik hingga sisi turun, perhitungan dilakukan dengan persamaan yang berbeda-beda. Dengan adanya nilai yang bisa disesuaikan (trial error), sehingga debit puncak dan volume hidrograf yang didapatkan bisa mengikuti bentuk hidrograf observasi.



Gambar 2. Hidrograf Sintetik Nakayasu

a. Data Karakteristik DAS

Dari peta DAS yang akan dianalisa, dapat diperoleh beberapa elemen-elemen penting seperti Panjang Sungai (L) dan Luas DAS (A) yang dapat digunakan menentukan bentuk dari hidrograf satuan sintetik Nakayasu.

b. *Time Lag* (T_g) dan Waktu Puncak (T_p)

Time Lag dan Waktu Puncak ditentukan berdasarkan persamaan berikut:

$$T_g = 0,4 + 0,058 L \text{ untuk } L > 15 \text{ km} \quad (6)$$

$$T_g = 0,21 L^{0,7} \text{ untuk } L < 15 \text{ km} \quad (7)$$

$$T_p = T_g + 0,8 T_r \quad (8)$$

Dimana:

T_p = Waktu puncak (jam)

T_g = *time lag* (jam)

L = panjang sungai (km)

c. Debit Puncak

$$Q_p = \frac{A \cdot R_0}{3,6 (0,3 T_p + T_{0,3})} \quad (9)$$

dimana :

Q_p = besarnya debit puncak banjir (m^3/dt)

A = luas daerah aliran (km^2)

R_0 = curah hujan satuan (1 mm)

T_p = waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)

$T_{0,3}$ = waktu yang diperlukan oleh penurunan debit dari debit puncak sampai menjadi 30% dari debit puncak (jam)

$$(T_{0,3} = T_g) \quad (10)$$

= parameter hidrograf (biasanya diambil 2)

d. Persamaan Bentuk Hidrograf

Bentuk Hidrograf Satuan Nakayasu terdiri dari empat segmen kurva yang dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

a) Pada waktu kurva naik $0 < t < T_p$

$$Q_t = Q_p \cdot \left(\frac{t}{T_p}\right)^{2,4} \quad (11)$$

dimana :

Q_t = debit limpasan sebelum sampai puncak banjir (m³/s)

t = waktu (jam).

T_p = waktu puncak (jam)

b) Pada kurva turun

• Selang nilai $T_p \leq t < (T_p + T_{0,3})$

$$Q_t = Q_p \cdot 0,3^{\left(\frac{t-T_p}{T_{0,3}}\right)} \quad (12)$$

• Selang nilai $(T_p + T_{0,3}) \leq t < (T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3})$

$$Q_t = Q_p \cdot 0,3^{\left(\frac{t-T_p+0,5 T_{0,3}}{1,5-T_{0,3}}\right)} \quad (13)$$

• Selang nilai $t > (T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3})$

$$Q_t = Q_p \cdot 0,3^{\left(\frac{t-T_p+1,5 T_{0,3}}{2 T_{0,3}}\right)} \quad (14)$$

6. HSS Snyder

Penelitian banjir dengan metoda hidrograf pertama kali dikembangkan berdasarkan karakteristik sejumlah Daerah Aliran Sungai (DAS) di kawasan pegunungan Appalachian Amerika Serikat. Dalam Model HSS Snyder tersebut terdapat 2 parameter non fisik yang merupakan fungsi dari karakteristik DAS yaitu C_t dan C_p .

Rumus yang ditetapkan oleh Snyder dimana waktu hujan t_r dihubungkan dengan *basin lag* t_p dengan persamaan berikut :

$$t_p = 5,5 t_r \quad (15)$$

dimana:

t_r = durasi hujan efektif (jam)

Selanjutnya persamaan hidrograf satuan sintetik Snyder's dikembangkan dengan beberapa persamaan berikut :

a. Waktu tenggang (*basin lag time*) :

$$t_p = C_t (L \cdot L_c)^{0,30} \quad (16)$$

b. Debit Puncak (Q_p)

$$Q_p = \frac{C_p \cdot A}{T_p} \quad (17)$$

c. Waktu Dasar (T)

$$T = 3 + \frac{t_p}{8} \quad (18)$$

d. Durasi standar hujan efektif (t_D)

$$t_D = \frac{t_p}{5,5} \quad (19)$$

Apabila durasi hujan efektif t_r tidak sama dengan durasi standar t_D , maka :

$$t_{pr} = t_p + 0,25 (t_r - t_D) \quad (20)$$

$$Q_{pr} = Q_p \cdot \frac{t_p}{t_{pr}} \quad (21)$$

dimana:

t_p = *basin lag time* (jam),

t_r = durasi hujan efektif (jam),

L = panjang sungai utama (km),

L_c = jarak antara titik kontrol ke titik berat DAS (km)

C_t = koefisien yang tergantung dengan kemiringan DAS, bervariasi antara 1,4 – 1,7

t_D = durasi standar hujan efektif (jam),

Q_p = debit puncak durasi t_D ,

Q_{pr} = debit puncak durasi t_r ,

T = waktu dasar hujan harian

t_{pr} = waktu dari titik berat t_r ke puncak hidrograf satuan (jam)

A = luas DAS (km²),

C_p = koefisien yang tergantung pada karakteristik DAS, yang bervariasi antara 0,15 – 0,19.

Dengan beberapa rumus diatas, hidrograf satuan Snyder's dapat digambarkan. Untuk mempermudah penggambaran, berikut diberikan beberapa rumus antara lain :

$$W_{50} = \frac{0,23 \cdot A^{1,08}}{Q_{pr}^{1,08}} \quad (22)$$

$$W_{75} = \frac{0,13 \cdot A^{1,08}}{Q_{pr}^{1,08}} \quad (23)$$

dengan W_{50} dan W_{75} adalah lebar unit hidrograf pada debit 50% dan 75% debit puncak yang dinyatakan dalam jam.

Selanjutnya, perhitungan koordinat kurva hidrograf Snyder di selesaikan dengan persamaan Alexejev dengan persamaan sebagai berikut :

$$Q = f(t) \quad (24)$$

$$X = \frac{t}{T_p} \quad (25)$$

$$Y = \frac{Q}{Q_p} \quad (26)$$

$$\text{Dimana } Y = 10^{(-a(1-x)^2/x)} \quad (27)$$

$$\text{Dan } a = 1,32\lambda^2 + 0,15\lambda + 0,045 \quad (28)$$

$$\text{Dan } \lambda = \frac{Q_p \cdot T_p}{h \cdot A} \quad (29)$$

H adalah tinggi hujan = 1mm

7. 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:

$$V = (Q_t + Q_{t+1}) \times (T_t - T_{t-1}) \times 0,5 \times 3600 \quad (30)$$

dimana:

V = Volume Hidrograf (mm),

Q_t = Debit saat waktu t ($m^3/detik$),

Q_{t+1} = Debit saat waktu $t+1$ ($m^3/detik$),

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:

$$I = \frac{V}{A} \quad (31)$$

dimana :

I = Hujan efektif (1 mm),

V = Volume hidrograf (m^3),

A = Luas DAS (m^2).

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

8. 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 :

$$VE = \left| \frac{\sum_{i=1}^N V_{obs_i} - \sum_{i=1}^N V_{cal_i}}{\sum_{i=1}^N V_{obs_i}} \right| \cdot 100\% \quad (32)$$

dimana :

VE = volume error dalam %

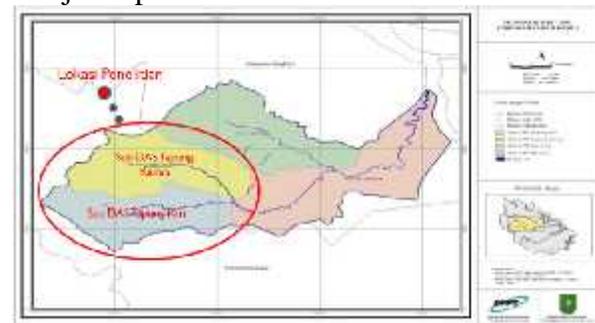
V_{obs} = volume terukur

V_{cal} = volume simulasi

C. METODOLOGI PENELITIAN

1. Lokasi Penelitian

Pada penelitian ini 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 3. Lokasi Penelitian
(Sumber: BPPT)

2. Data Penelitian

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

- Data luas *catchmen area* (luas DAS) pada DAS Tapung Kiri dan Tapung Kanan.
- Data panjang aliran sungai utama pada DAS Tapung Kiri dan Tapung Kanan.

3. Studi Literatur

Studi literatur adalah studi kepustakaan guna mendapatkan teori-teori yang diperlukan dan berkaitan dengan pengelitan yang akan dilakukan, teori tersebut antara lain mengenai analisis hidrograf satuan sintetik sintetik SCS (*Soil Conservation Service*), hidrograf satuan sintetik Nakayasu dan hidrograf satuan sintetik Snyder's.

4. Pengumpulan Data

Data-data yang digunakan pada penelitian ini berupa data sekunder yang diperoleh dari instansi Badan Wilayah Sungai Sumatera (BWS) III. Data yang dipakai berupa:

- a. Luas DAS
Tapung Kiri 2341,198 km²
Tapung Kanan 2344,229 km²
- b. Panjang Sungai Utama:
Tapung Kiri 89,628 km
Tapung Kanan 85,643 km
- c. Tinggi hujan efektif : 1 mm

5. Analisa dan Perhitungan Data

Berdasarkan data karakteristik DAS yang diperoleh, dilakukan analisis dan perhitungan volume hidrograf satuan dan perhitungan debit puncak. Analisis tersebut dilakukan dengan empat metode hidrograf satuan sintetik, yaitu Nakayasu, SCS (*Soil Conservation Service*), Snyder's dan Gama 1. Tahapan analisis dan perhitungan data yang dilakukan sebagai berikut seperti di bawah ini.

- a. Penetapan data karakterisk DAS Tapung kiri berupa Luas DAS, panjang sungai utama dan waktu konsentrasi hujan.
- b. Menghitung debit puncak dan waktu puncak dengan metoda hidrograf satuan sintetik yang telah dipilih.
- c. Menghitung volume hidrograf dari setiap metoda hidrograf satuan sintetik yang dipilih.
- d. Melakukan kontrol volume hidrograf untuk mendapatkan hujan efektif setinggi 1 mm pada setiap hidrograf.

- e. Membandingkan hidrograf mana yang paling mendekati hasil kontrol volume 1 mm.

D. HASIL dan PEMBAHASAN

Secara garis besar, UH sintetik yang didapatkan mempunyai parameter – parameter yang berbeda – beda, mulai dari perhitungan debit puncak, waktu puncak dan juga waktu dasar aliran. Dengan menerapkan konsep hidrograf satuan, metoda HSS yang dianggap paling baik diterapkan pada DAS Siak bagian hulu adalah metode yang nilai terhadap kontrol volumenya paling mendekati 1, yaitu metode HSS Nakayasu, baik untuk DAS Tapung Kiri maupun DAS Tapung Kanan. Hasil analisa terhadap kontrol volume dan nilai kesalahan di sajikan pada tabel berikut :

Tabel 2. Volume seluruh HSS

DAS	Volume Ash (m ³)	Volume HSS SCS (m ³)	Volume HSS Nakayasu (m ³)	Volume HSS Snyder (m ³)
Tapung Kiri	2431198	2469570,707	2411798,2	2.956 285.502
Tapung Kanan	2344229	2381003.078	2326101.01	2.891 929.633

Sumber : Hasil Perhitungan (2014)

Tabel 3. Kontrol Volume Hidrograf Satuan

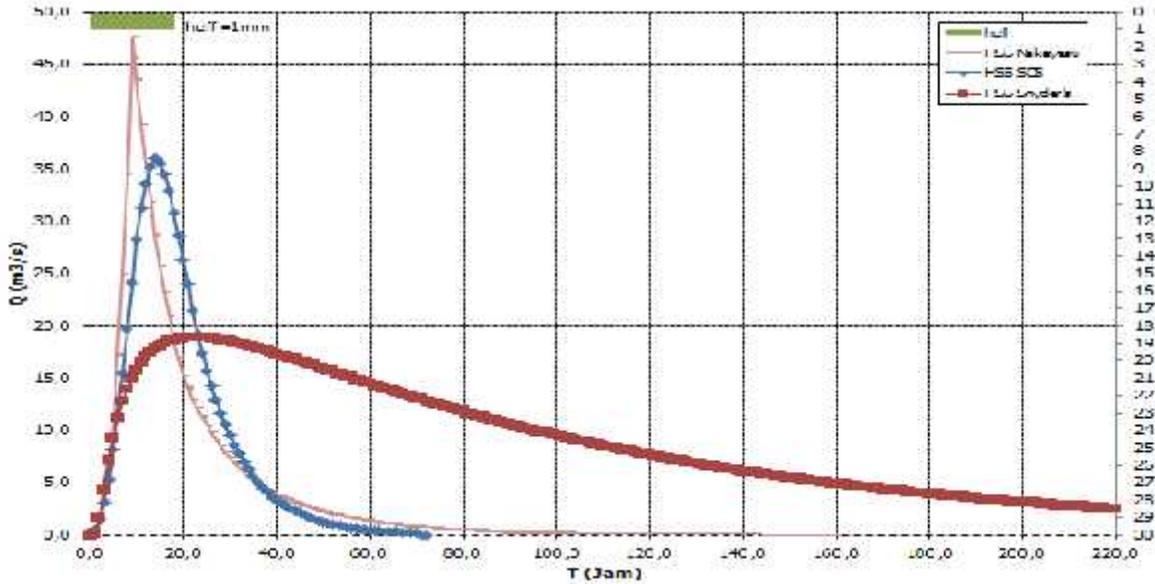
DAS	Hujan Efektif (mm)	Rasio Volume HSS SCS	Rasio Volume HSS Nakayasu	Rasio Volume HSS Snyder
Tapung Kiri	1	1,0158	0,9929	1,2160
Tapung Kanan	1	1,0157	0,9928	1,2236

Sumber : Hasil Perhitungan (2014)

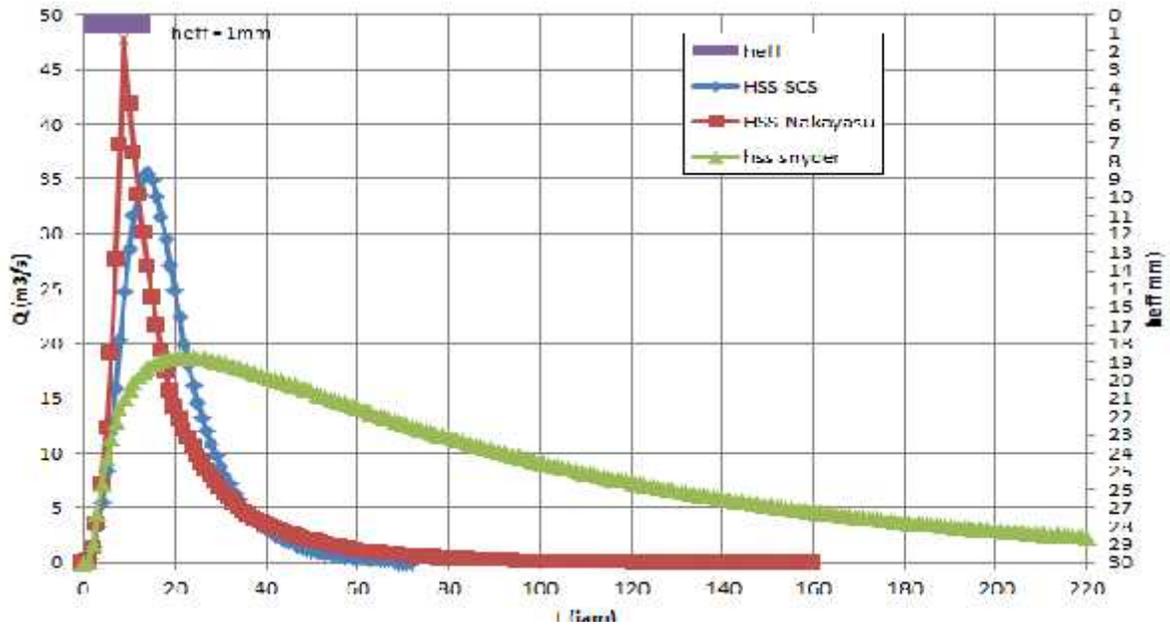
Tabel 4. Nilai error terhadap kontrol volume hidrograf satuan

DAS	maksimal error 5%	Rasio Volume HSS SCS	Rasio Volume HSS Nakayasu	Rasio Volume HSS Snyder
Tapung Kiri	5%	1,578	0,797	21,59789131
Tapung Kanan	5%	1,568	0,773	23,36378542

Sumber : Hasil Perhitungan (2014)



Gambar 4 : HSS SCS, Nakayasu dan Snyder DAS Tapung Kiri



Gambar 5 : HSS SCS, Nakayasu dan Snyder DAS Tapung Kanan

E. Kesimpulan dan Saran

1. Kesimpulan

a. Data karakteristik DAS berupa luas DAS dan panjang sungai utama berpengaruh terhadap nilai kontrol volume hidrograf.

b. Hasil perhitungan debit puncak (Q_p), waktu puncak (T_p) dan juga kontrol volume hidrograf dengan konsep hujan efektif 1mm dari setiap metode Hidrograf Satuan Sintetik berbeda-beda.

- c. Dari seluruh metoda HSS yang analisa, metode HSS Nakayasu yang dianggap paling baik diterapkan pada DAS Tapung Kiri dan Tapung Kanan. Dengan nilai kontrol volume 0,992 dan nilai error 0,797% pada DAS Tapung Kiri dan 0,773% pada DAS Tapung Kanan.
- d. Debit puncak tertinggi terdapat pada metoda HSS Nakayasu yaitu dengan nilai Q_p sebesar 47,554 m³/s pada DAS Tapung Kiri dan 47,784 m³/s pada DAS Tapung Kanan.

2. Saran

Pemodelan berdasarkan HSS adalah model *black box* yang sederhana, sehingga mustahil bisa diterapkan dengan hasil sangat akurat. Kalaupun cara HSS ini masih banyak digunakan secara luas, sebenarnya bukan karena akurasi, namun karena kepraktisannya. Maka untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat, akan lebih baik dengan menggunakan *software* perhitungan debit banjir yang didasarkan pada model yang lebih baik (*physicaly based model*) namun belum praktis karena memerlukan data yang lebih kompleks.

F. DAFTAR PUSTAKA

- Palar, R. T dkk . 2013. *Studi Perbandingan Antara Hidrograf SCS (Soil Conservation Service) dan Metode Rasional Pada DAS Tikala*. Jurnal Sipil Statik. Vol. 1, No. 3.
- Safarina, A. B. 2010. *Modifikasi Hydrograf Satuan Sintetik SCS Sunagi Serayu Dengan Metoda Optimasi*. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil . Vol 9, No. 2.
- Safarina, A. B dkk. 2007. *Kajian Keragaman Unit Hidrograf Sintetik untuk Daerah Aliran Sungai Citarum dan Pentingny Validasi Metoda Unit Hidrograf Sintetik*. PIT HATHI XXIV.
- Wibowo, H. 2010. *Aplikasi Model Hidrograf Satuan Sintetis US SCS Dalam Upaya Optimasi Tata Guna Lahan Daerah*

- Aliran Sungai Mempawah Kalimantan Barat*. Jurnal Rekayasa. Vol 14, No. 1.
- Siby, E. P dkk. 2013. *Studi Perbandingan Hidrograf Satuan Sintetik Pada Daerah Aliran Sungai Ranpoyo*. Jurnal Sipil Statik Vol.1, No.4.
- Indarto. 2010. *Hidrologi Dasar Teori dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi*. Bumi Aksara, Jakarta.
- Natakusumah, D. K . 2014. *Cara Menghitung Debit Banjir Dengan Metoda Hidrograf Satuan Sintesis*. Bahan Kuliah Hidrologi. ITB.
- Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta : Andi Offset.
- Sri Harto Br. 1993, *Analisis Hidrologi*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Umum.