

STUDI PENGARUH DAN HUBUNGAN VARIABEL BENTUK DAS TERHADAP PARAMETER HIDROGRAF SATUAN SINTETIK (Studi Kasus: Sungai Salugan, Taopa dan Batui di Sulawesi Tengah)

I Wayan Sutapa*

Abstract

Unit Hydrograph can be used as one of method to calculate the design flood which is alighted from rainfall data and discharge measurement from catchment area. Unit Hydrograph only valid for the pertinent catchment area and at point where discharge measurement is conducted. The limitation of data and limitation go into effect Unit Hydrograph peep out the idea to develop the Synthetic Unit Hydrograph (SUH). In this research is made model of Synthetic Unit Hydrograph like peak discharge (Q_p), time peak (T_p) and time base (T_b) with the characteristic of physical of form factor catchment area as single variable in model. The model of Synthetic Unit Hydrograph parameter use the statistically regression methods, where parameter SUH (Q_p , T_p and T_b) as variable is not free and form factor catchment area (FD) as free variable. As can be seen, the result of this research is form factor of Catchment area have the strong linear relation. This matter is shown by value of coefficient correlation to Synthetic Unit Hydrograph parameter (Q_p , T_p and T_b). Chosen Model for the Q_p of $= 0,375,1 FD^{-2,7457}$ by coefficient of determination, $R^2 = 0,9986$, $T_p = 30,0621FD - 2,9864$ by coefficient of determination, $R^2 = 0,7496$ and $T_b = 35,4835 FD + 14,6429$ by coefficient of determination, $R^2 = 0,9862$.

Keywords: Rainfall, catchment area and discharge measurement

Abstrak

Hidrograf Satuan dapat digunakan sebagai salah satu metode untuk menghitung debit banjir rancangan yang diturunkan dari data hujan dan pengukuran debit dari suatu Daerah Aliran Sungai (DAS). Hidrograf Satuan hanya berlaku untuk DAS yang bersangkutan dan hanya pada titik dimana pengukuran debit dilakukan. Keterbatasan data dan keterbatasan berlakunya Hidrograf Satuan memunculkan gagasan untuk mengembangkan Hidrograf Satuan Sintetik (HSS). Dalam penelitian ini dibuat model parameter Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) seperti debit puncak (Q_p), waktu puncak (T_p) dan waktu dasar (T_b) dengan karakteristik fisik faktor bentuk DAS, sebagai variabel tunggal dalam pemodelan. Pemodelan parameter Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) menggunakan metode statistik regresi, dimana parameter HSS (Q_p , T_p dan T_b) sebagai variabel tidak bebas dan faktor bentuk DAS (FD) sebagai variabel bebas. Hasil penelitian ini adalah faktor bentuk DAS mempunyai hubungan linier yang kuat. Hal ini ditunjukkan oleh nilai koefisien korelasi terhadap parameter Hidrograf Satuan Sintetik (Q_p , T_p dan T_b). Model terpilih untuk $Q_p = 0,3751 FD^{-2,7457}$ dengan koefisien determinasi, $R^2 = 0,9986$, $T_p = 30,0621FD - 2,9864$ dengan koefisien determinasi, $R^2 = 0,7496$ dan $T_b = 35,4835 FD + 14,6429$ dengan koefisien determinasi, $R^2 = 0,9862$.

Kata kunci: Hujan, DAS, debit pengukuran

1. Pendahuluan

Pada suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) terdapat sifat respon terhadap masukan tertentu yang dikenal sebagai Hidrograf Satuan (HS) yaitu tipikal

Hidrograf khas untuk suatu DAS tertentu, akibat hujan efektif satu satuan dengan intensitas merata di seluruh DAS dalam waktu yang ditetapkan. Konsep hidrograf satuan ini pertama kali

* Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu

mengemuka sebagai upaya untuk mendapatkan perkiraan banjir yang terjadi akibat berbagai intensitas hujan dan hujan jam-jaman rata-rata. Akan tetapi disadari pula, karena menggunakan perkiraan-perkiraan sehingga hidrograf aliran yang sebenarnya terjadi selalu berbeda untuk setiap masukan yang terjadi pada saat yang berbeda pula. Oleh karena itu, untuk memperoleh hidrograf yang dapat dianggap sebagai hidrograf khas dan mewakili DAS diperlukan perata-rataan hidrograf satuan yang diperoleh dari beberapa kasus banjir. Untuk mendapatkan suatu hidrograf satuan diperlukan tersedianya data yang akurat yaitu data pengukuran debit langsung dari pencatatan otomatis (AWLR, *Automatic Water Level Record*) dan data hujan. Yang menjadi masalah adalah apabila tidak tersedianya data tersebut di atas, maka dikembangkan suatu cara untuk memperoleh hidrograf satuan dengan memanfaatkan parameter DAS untuk memperoleh Hidrograf Satuan Sintetik (HSS). Dalam usaha menambah model HSS yang dikembangkan berdasarkan data karakteristik fisik DAS, maka dilakukan penelitian untuk membuat HSS berdasarkan faktor bentuk DAS dan karakteristik fisik DAS berupa perbandingan luas DAS dan Keliling DAS

yang kemudian disebut Faktor Bentuk DAS (FD). Penelitian ini dilakukan di Sungai Taopa, Salugan dan Sungai Batui di Sulawesi Tengah)

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan model Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) yang dirumuskan berdasarkan data karakteristik fisik DAS dan pengaruh faktor bentuk DAS (FD) terhadap parameter HSS serta hubungan (model) antara variabel FD terhadap parameter HSS (Q_p , T_p dan T_b).

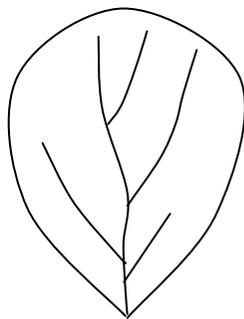
2. Studi Pustaka

2.1 Bentuk Daerah Aliran Sungai (DAS)

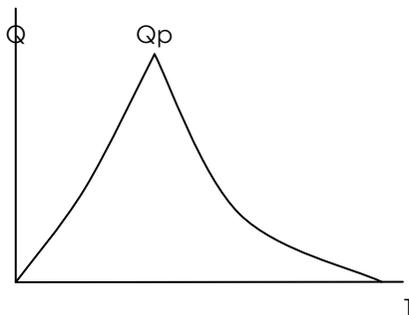
Bentuk DAS mempunyai arti penting dalam hubungannya dengan aliran sungai yaitu berpengaruh terhadap kecepatan terpusatnya aliran. Ada 4 (empat) bentuk DAS yang diketahui, sebagai berikut (Sumarto, 1995) :

a. Memanjang

Biasanya induk sungai memanjang dengan anak-anak sungai langsung masuk kedalam induk sungai. Bentuk ini (Gambar 1) menyebabkan debit banjirnya relatif kecil karena perjalanan banjir dari anak sungai berbeda-beda waktunya tetapi banjirnya berlangsung agak lama.

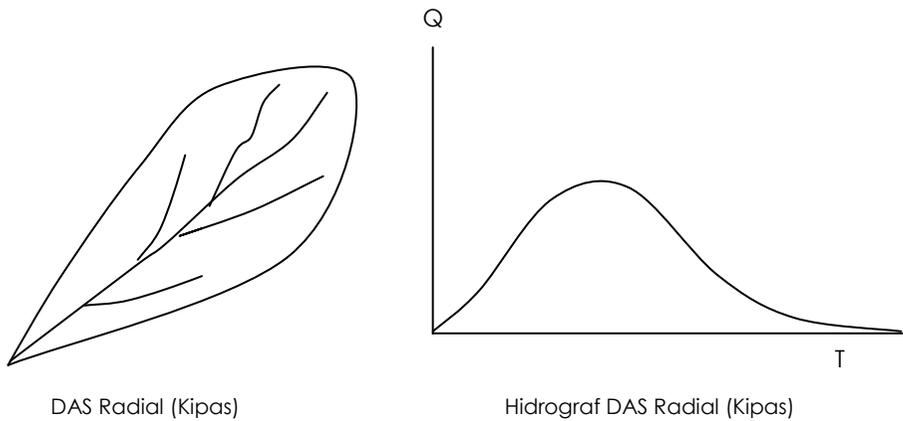


DAS Memanjang (Bulu burung)

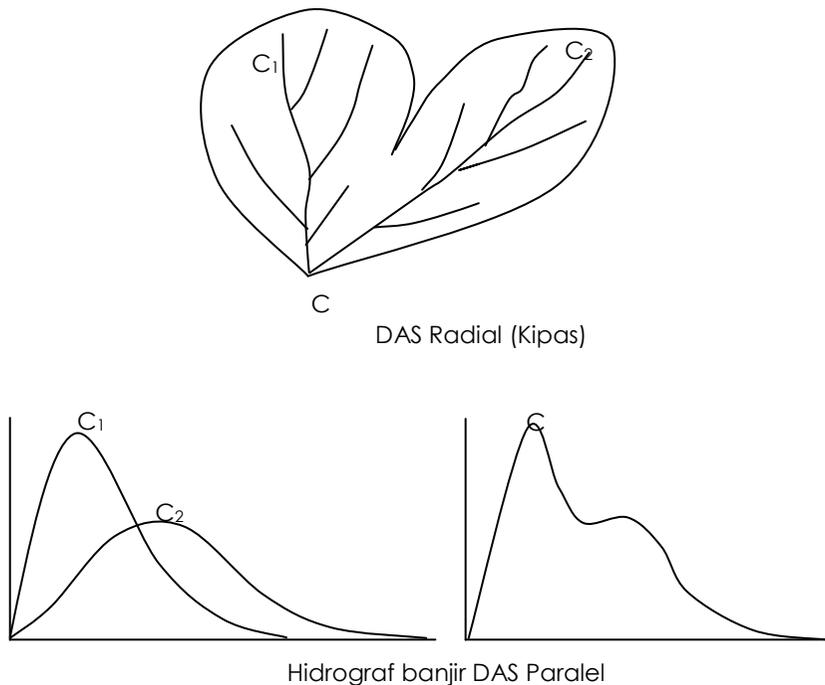


Hidrograf DAS Memanjang (Bulu burung)

Gambar 1. Bentuk DAS memanjang (Bulu Burung) dan Hidrograf yang dihasilkan



Gambar 2. Bentuk DAS Radial (kipas) dan Hidrograf banjir yang dihasilkan



Gambar 3. Bentuk DAS Paralel dan Hidrograf banjir yang dihasilkan

b. Radial

Bentuk ini (Gambar 2) terjadi karena arah alur sungai seolah-olah memusat pada suatu titik sehingga menggambarkan adanya bentuk radial. Kadang-kadang gambaran tersebut berbentuk kipas atau

lingkaran. Akibatnya waktu yang diperlukan aliran yang datang dari segala penjuru arah alur sungai memerlukan waktu yang hampir bersamaan. Apabila terjadi hujan yang sifatnya merata di seluruh DAS maka akan terjadi banjir besar.

- c. Paralel
DAS ini (Gambar 3) dibentuk oleh 2 jalur Sub DAS yang bersatu di bagian hilirnya. Banjir biasanya terjadi di daerah hilir setelah titik pertemuan antara kedua alur sungai sub DAS tersebut.
- d. Kompleks
Bentuk DAS ini terjadi akibat gabungan dua atau lebih DAS. Dalam keadaan hujan yang sama daerah aliran sungai radial, hidrografnya lebih tajam serta periode kejadian banjirnya lebih pendek dibandingkan dengan bentuk DAS bulu burung.

2.2 Koefisien reduksi hujan

Dalam suatu analisis hujan, jika hanya ada satu stasiun pengukur hujan perlu dikalikan dengan suatu koefisien reduksi seperti berikut:

$$t = 0,1 \cdot L^{0,8} \cdot I^{0,3} \dots\dots\dots(1)$$

$$\frac{1}{B} = 1 + \left[\frac{(t + 3,7 \times 10^{-0,4t})}{(t^2 + 15)} \right] \times \left(\frac{F^{0,75}}{12} \right) \dots\dots(2)$$

$$I = \frac{(H_1 - H_0)}{L} \dots\dots\dots(3)$$

2.3 Distribusi hujan

Jika data hujan jam-jaman tidak tersedia, maka diperlukan suatu model untuk pengalihragaman hujan harian penyebab banjir ke waktu yang lebih pendek, yaitu hujan jam-jaman. Untuk pendekatan digunakan rumus yang dikembangkan oleh Ishiguro tahun 1953 di Jepang, yang dikenal dengan rumus Mononobe (Suyono, 1999) seperti berikut:

$$I_t = \left[\frac{R_{24}}{24} \right] \left[\frac{24}{t} \right]^{2/3} \dots\dots\dots(4)$$

2.4 Hidrograf satuan

Untuk memperoleh hidrograf satuan dari suatu kasus banjir, diperlukan data:

- Rekaman AWLR
- Pengukuran debit yang cukup
- Data hujan manual

- d. Data hujan otomatis.
Cara perhitungan hidrograf satuan adalah :

- Aliran dasar
Untuk menganalisa hidrograf satuan diperlukan hubungan antara hujan efektif dengan limpasan langsung, sehingga aliran dasar (*Base flow*) harus dipisahkan dari hidrografnya. Untuk memperoleh hidrograf limpasan langsungnya, Sri Harto, 1993, memberikan tiga metode yang dapat dilakukan yaitu:
 - Straight line Method
 - Fixed base length method
 - Variabel Slope method.

- Hidrograf limpasan langsung
Hidrograf limpasan langsung merupakan besarnya debit aliran dikurangi dengan besarnya aliran dasar pada jam tersebut, dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$HLL = Q - AD \dots\dots\dots(5)$$

- Indeks Phi (ϕ)
Indeks ϕ adalah hujan rata-rata minimum yang mengakibatkan volume aliran seimbang dengan volume seimbang. Indeks ϕ dirumuskan sebagai berikut :

$$\phi = \frac{P_{tot} - P_{net}}{t} \dots\dots\dots(6)$$

- Hujan efektif
Hujan efektif dalam penelitian ini diartikan sebagai hujan yang dapat mengakibatkan terjadinya limpasan langsung, yaitu hujan total setelah dikurangi dengan kehilangan-kehilangan. Dalam hal ini yang dapat dihitung adalah infiltrasi. Hujan efektif dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$HE = CH - \text{Indeks } \phi \dots\dots\dots(7)$$

- Volume limpasan langsung
Volume limpasan langsung merupakan volume hujan yang menyebabkan terjadinya limpasan langsung dalam satuan meter kubik (m^3). Volume limpasan langsung dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$VLL = HLL \times 3600 \dots\dots\dots(8)$$

f. Ordinat Hidrograf satuan

Salah satu cara menghitung ordinat hidrograf satuan yaitu dengan cara membagi hidrograf limpasan langsung dengan tinggi hujan efektifnya. Ordinat hidrograf satuan dapat dirumuskan, sebagai berikut :

$$OHS = HLL / \Sigma HE \dots\dots\dots(9)$$

g. Hidrograf satuan terukur rata-rata

Dari data kasus banjir yang terjadi diperoleh sifat pokok hidrograf satuan terukur. Sifat pokok hidrograf satuan terukur (Q_p dan T_p) dirata-ratakan sehingga diperoleh sifat pokok hidrograf satuan terukur. Dari sifat pokok hidrograf ini kemudian dicari ordinat-ordinat hidrograf satuan terukur rata-rata dengan cara *trial and error*. Sebagai kontrol volume hidrograf satuan terukur dibagi luas DAS sama dengan 1 mm.

2.5 Hidrograf satuan sintetik

Dalam mengembangkan persamaan hidrograf satuan sintetik di Indonesia pada tahun 1985, Sri Harto memasukkan parameter luas DAS dan panjang sungai utama sebagai faktor yang penting. Dalam Sri Harto, 1985, diberikan beberapa kriteria dalam memasukkan parameter-parameter untuk menurunkan persamaan yang dikemukakan oleh Horton (1932), yaitu :

- Faktor tersebut harus dapat diterima secara umum.
- Dapat ditentukan secara mudah dengan data yang tersedia.
- Mempunyai nilai yang pangkah, berarti mempunyai nilai yang sama bila ditetapkan oleh orang yang berbeda.

Dalam penelitian ini digunakan karakteristik fisik bentuk DAS yaitu faktor bentuk DAS (FD) sebagai variabel hidrograf satuan sintetik. Faktor bentuk DAS (FD) adalah nilai banding antara keliling batas DAS (km) terhadap luas DAS (km²), dalam bentuk persamaan dapat ditulis :

$$FD = P/A \dots\dots\dots(10)$$

2.6 Model regresi

Untuk menunjukkan hubungan antara parameter hidrograf satuan dengan parameter faktor bentuk DAS (FD) digunakan analisis regresi, yaitu analisis yang membahas hubungan antara dua variabel atau lebih. Variabel yang dimaksud dalam analisis regresi ini, yaitu variabel bebas (VB) dan variabel tidak bebas (VTB). Variabel bebas adalah variabel yang telah diketahui nilainya (parameter faktor bentuk DAS), sedangkan variabel tidak bebas adalah variabel yang akan dicari nilainya (parameter debit puncak Q_p dan waktu puncak T_p).

Apabila dalam analisis regresi telah ditentukan model persamaan matematik yang cocok, masalah berikutnya adalah menentukan seberapa kuat hubungan antara variabel-variabel tersebut, atau dengan kata lain harus ditentukan derajat hubungan atau derajat asosiasi antara variabel hidrologi yang digunakan dalam analisis regresi.

Langkah pertama dalam analisis regresi dan korelasi adalah menentukan data fenomena hidrologi $\{(X_i, Y_i); i = 1,2,3,\dots,n\}$ yang dipilih sebagai variabel bebas (VB) dan variabel tidak bebas (VTB), langkah selanjutnya adalah (Soewarno, 1995) :

- Menentukan bentuk kurva dan persamaan yang cocok dengan sebaran data (X_i, Y_i)
- Melakukan interpolasi nilai VTB berdasarkan nilai VB yang telah diketahui.
- Bila diperlukan melakukan ekstrapolasi nilai VTB berdasarkan nilai VB yang telah diketahui.

Dalam penelitian ini digunakan analisa regresi linier sederhana dan regresi berpangkat untuk membuat hubungan pasangan data pengamatan $\{(X_i, Y_i); i = 1,2,\dots,n\}$, sebagai berikut :

- Model sederhana (garis lurus):

$$Y = b_1 + a_1 X \dots\dots\dots(11)$$

- Model berpangkat:

$$Y = b_1 + a_1 (1/X) \dots\dots\dots(12)$$

- Model berpangkat

$$Y = b_1 X^{a_1} \dots\dots\dots(13)$$

$$Y = b_1 X^{a_1} + c \dots\dots\dots(14)$$

Nilai a_1 dan b_1 dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \dots\dots\dots(15)$$

$$b_1 = \bar{Y} - a_1(\bar{X}) \dots\dots\dots(16)$$

Deviasi standar dari nilai residu dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\sigma_x = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)} \right]^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(17)$$

$$\sigma_y = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{(n-1)} \right]^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(18)$$

Untuk memilih model regresi yang tepat, maka dari persamaan tersebut dicari nilai kesalahan standar dari perkiraan ($SEY = \text{standard error of estimate}$), dan koefisien penentu atau koefisien determinasi (R^2). Persamaan untuk mencari koefisien korelasi (R) adalah sebagai berikut (Soewarno,1995) :

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\left[\left\{ \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \right\} \left\{ \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 \right\} \right]^{\frac{1}{2}}} \dots\dots\dots(19)$$

Koefesien regresi dihitung berdasarkan persamaan sebagai berikut :

$$a_1 = R \left(\frac{\sigma_y}{\sigma_x} \right) \dots\dots\dots(20)$$

Sehingga, persamaan garis regresi Y , yaitu persamaan untuk meramal debit puncak banjir suatu DAS jika Faktor bentuk DAS diketahui adalah :

$$Y = \bar{Y} + R \left(\frac{\sigma_y}{\sigma_x} \right) (X - \bar{X}) \dots\dots\dots(21)$$

Nilai kesalahan standar dari nilai (SEY) dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut :

$$SEY = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - Y)^2}{n-1} \right]^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(22)$$

Dengan melihat nilai R^2 dan SEY , maka dari beberapa model yang digunakan dapat dipilih salah satu model regresi yang tepat. Dalam membandingkan model regresi tersebut dicari nilai koefisien determinasi terbesar atau mendekati 1 yang berarti mempunyai hubungan positif yang sempurna dan nilai kesalahan standar terkecil.

Koefesien korelasi antara (X_i, Y_i) menunjukkan hubungan linier antara variabel X_i dan Y_i . Oleh karena itu untuk nilai $R = 0$, berarti tidak adanya hubungan linier, mungkin hubungan kuadrat. Dengan demikian nilai $R = 0$, mungkin menunjukkan adanya hubungan tak linier yang sempurna antara kedua variabel.

Selanjutnya bagaimana menguji nilai koefesien korelasi (R) berada jauh dari nol atau $R \neq 0$. Pengujian dapat dilakukan dengan rumus berikut :

$$t = \frac{R(n-2)^{\frac{1}{2}}}{(1-R^2)^{\frac{1}{2}}} \dots\dots\dots(23)$$

Apabila nilai t hitungan lebih kecil dari nilai t tabel, untuk derajat kebebasan $n - 2$, maka hipotesis yang menyatakan bahwa nilai $R \neq 0$ dapat diterima.

3. Metode Penelitian

3.1 Rancangan penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptip berupa analisa hubungan antara karakteristik fisik DAS dengan hidrograf aliran langsung akibat hujan satu satuan (Hidrograf satuan). Sebagai variabel penelitian adalah

karakteristik fisik DAS dan parameter hidrograf satuan. Karakteristik fisik DAS berupa faktor bentuk DAS (FD) yaitu nilai banding antara keliling batas DAS (Km) terhadap luas DAS (Km²). Sedangkan parameter hidrograf satuan terdiri dari debit puncak banjir (Qp) dan waktu puncak banjir (Tp).

3.2 Pengumpulan data

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa data sekunder yang didapat dari kantor Satuan Kerja Sementara Pengendalian Banjir dan Pengamanan Pantai Sulawesi Tengah yang berupa:

- Karakteristik fisik DAS diukur dari peta topografi 1 : 50.000
- Data debit hasil pencatatan AWLR
- Data hujan .

3.3 Analisa data

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan dilakukan pemilihan data untuk analisis selanjutnya, dari peta topografi dapat ditentukan parameter DAS dengan langkah sebagai berikut :

- Menentukan batas-batas DAS dengan mengacu pada stasiun hidrometri di titik kontroll setiap DAS yang ditinjau.
- Pengukuran luas DAS (Km²) dan panjang keliling DAS (Km)
- Menghitung faktor bentuk DAS (FD) yaitu nilai banding antara keliling batas DAS (Km) terhadap luas DAS (Km²).

Untuk menurunkan hidrograf satuan terukur setiap DAS yang ditinjau dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

- Menentukan hidrograf banjir atau saat terjadi banjir.
- Menentukan liku kalibrasi dari hidrograf yang dipilih.

- Memisahkan hidrograf limpasan langsung masing-masing kasus banjir dan aliran dasarnya
- Menentukan hujan penyebab banjir pada tanggal yang sama dengan hidrograf yang dipilih.
- Menghitung hujan rerata harian DAS.
- Analisa hujan jam-jaman dari hujan rerata harian
- Hujan efektif dihitung dengan metode phi indeks.
- Penurunan hidrograf satuan dengan cara membagi ordinat limpasan langsung dengan tinggi hujan efektif.

3.4 Pemodelan

Hasil penurunan hidrograf satuan berdasarkan data yang telah diperoleh dirata-ratakan untuk digunakan sebagai data penurunan model parameter HSS. Pemodelan parameter HSS menggunakan metode regresi dengan variabel tidak bebas adalah parameter HSS (QP dan TP), sedangkan sebagai variabel bebas adalah faktor bentuk DAS (FD). Penggunaan teknik regresi dengan pemodelan awal menggunakan regresi linier sederhana dan regresi berpangkat, apabila belum didapatkan hasil yang baik, dilanjutkan regresi yang lain sampai didapatkan model yang baik dengan kriteria nilai koefisien determinasi R².

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil penelitian

Dengan menggunakan data yang tersedia dan mengikuti langkah penelitian di atas maka didapatkan hasil hidrograf satuan terukur dan faktor bentuk DAS seperti pada Tabel 1.

Selanjutnya dilakukan pemodelan untuk masing-masing parameter HSS (Qp, Tp dan Tb) yang hasilnya disajikan pada tabel 2, tabel 3 dan tabel 4.

Tabel 1. Hidrograf Satuan Terukur dan Faktor Bentuk DAS

No	Nama sungai	Qp (m ³ /det)	Tp (jam)	Tb (jam)	FD (km/km ²)	Bentuk DAS
1.	S. Taopa	30,073	3,571	21,929	0,202	Paralel
2.	S. Salugan	8,442	7,333	26,167	0,320	
3.	S. Batui	13,829	4,000	24,000	0,272	

Tabel 2. Hasil Pemodelan Debit Puncak (Qp)

No	Pemodelan	R ²	R	SEY
a.	$Q_p = 67,9377 - 186,835FD$	0,9689	-0,9843	1,6212
b.	$Q_p = 0,3751 FD^{-2,7457}$	0,9986	-0,9993	1,0200

Tabel 3. Hasil Pemodelan Waktu Puncak Banjir (Tp)

No	Pemodelan	R ²	R	SEY
1.	$T_p = 30,0621 FD - 2,9864$	0,7496	0,8658	0,8414
2.	$T_p = 31,9977 FD^{1,4215}$	0,7337	0,8566	1,1771

Tabel 4. Hasil Pemodelan Waktu Dasar Banjir (Tb)

No	Pemodelan	R ²	R	SEY
1.	$T_b = 35,4835 FD + 14,6429$	0,9862	0,9931	0,2033
2.	$T_b = 39,7080 FD^{0,3746}$	0,9766	0,9882	1,0111

Tabel 6. Perbandingan waktu puncak HSS dengan nilai hasil pemodelan

Nama sungai	Tp HSS	Tp Pemodelan $T_p = 30,0621 FD - 2,9864$	Penyimpangan (%)
S. Taopa	3,571	3,086	13,582
S. Salugan	7,333	6,635	9,519
S. Batui	4,000	5,184	22,840

Tabel 7. Perbandingan waktu dasar HSS dengan hasil pemodelan

Nama sungai	Tb HSS	Tb Pemodelan $T_b = 35,4835 FD + 14,6429$	Penyimpangan (%)
S. Taopa	21,929	21,711	0,994
S. Salugan	26,167	25,998	0,646
S. Batui	24,000	24,287	1,182

Model parameter Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) terbaik yang terpilih dengan kriteria koefisien determinasi (R²) tertinggi, diujikan terhadap data HSS dengan maksud untuk mengetahui tingkat keandalan model dalam memprediksi nilai-nilai parameter HSS. Pengujian dapat ditunjukkan pada tabel 5, tabel 6 dan tabel 7.

4.2 Pembahasan

Model parameter HSS dengan variabel tunggal yang terpilih dengan kriteria koefisien determinasi, mempunyai sensitivitas yang kuat atau

koefisien korelasi (R) untuk Qp = 0,9993, Tp = 0,8658 dan Tb = 0,9931. Hal ini membuktikan bahwa faktor bentuk DAS (FD) secara individu mempunyai hubungan atau pengaruh linier terhadap parameter Hidrograf Satuan Sintetik (HSS). Dalam Pengujian model dengan menggunakan standar penyimpangan yaitu, nilai penyimpangan kecil (0% - 9,99 %) dan nilai penyimpangan besar, di atas 10 % dinilai sebagai penyimpangan yang besar. Pengujian keandalan pada debit puncak (Qp) dan waktu dasar (Tb), terjadi penyimpangan yang kecil pada

ketiga sungai. Pada pengujian keandalan waktu puncak (T_p) terjadi penyimpangan yang besar yaitu, Sungai Taopa sebesar 13,582 % dan Sungai Batui sebesar 22,84 %. Hal ini disebabkan karena jumlah data DAS yang masih kurang dengan bentuk DAS yang sama dari keseluruhan DAS yang digunakan dalam penelitian ini.

5. Kesimpulan

Secara garis besar kesimpulan dari penelitian ini adalah:

- Faktor bentuk DAS (FD) mempunyai hubungan linier yang cukup kuat (sensitivitas tinggi) terhadap parameter Hidrograf Satuan Sintetik (HSS).
- Persamaan matematik hasil pemodelan parameter HSS untuk bentuk DAS paralel, adalah sebagai :
 $Q_p = 0,3751 \text{ FD}^{-2,7457}$
 $T_p = 30,0621 \text{ FD} - 2,9864$
 $T_b = 35,4835 \text{ FD} + 14,6429$

6. Daftar Pustaka

- Asdak Chay, 1995, *Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Erlangga, Jakarta.
- Imam Subarkah, 1987, *Hidrologi Teknik*, Usaha Nasional, Jakarta.
- Linsley Jr, Max A Kohler, Joseph L. H.Paulus, 1996, *Hidrologi Untuk Insinyur*, Erlangga, Jakarta.
- Soemarto, 1995, *Hidrologi Teknik*, Gramedia, Jakarta.
- Soewarno, 1995, *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisis Data (jilid I Dan II)*, Nova, Bandung.
- Sri Harto BR, 1993, *Analisis Hidrologi*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Sri Harto BR, 1985, *Hidrograf Satuan Sintetik GAMA I*, Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta
- Suyono Sosrodarsono dan Takeda, 1999, *Hidrologi Untuk Pengairan*, Jakarta.