

Analisis Hubungan Karakteristik Morfometri Das Terpilih Terhadap Komponen Hidrograf Satuan Sintetik Gama 1

Rifai

Rifai_geo@mail.ugm.ac.id

Slamet Suprayogi

ssuprayogi@ugm.ac.id

Abstract

One of the techniques in understanding the hydrological behavior of the watershed is to analyze the morphometry of the watershed. The hydrologic behavior of the watershed is expressed by the unit hydrograph form. The concept of a synthetic unit hydrograph provides an advantage by producing a unit hydrograph even though it has limited rainfall and flow data. Therefore, many synthetic unit hydrograph models have been developed, including the HSS Gama I which was developed in Indonesia. The development of the unit hydrograph begins with understanding the influence and relationship of watershed morphometric characteristics with its hydrograph. This study aims to determine the relationship of several morphometric variables (A, Lm, Lg, Fs, Rf, H) to the unit hydrograph modeled using HSS Gama I in 5 watersheds in Bangkalan Regency. The results show that there are 5 variables that have a correlation with the time base (TB). Five variables with different members are correlated with peak discharge (Qp). Half of all variables are correlated with time to peak (TR).

Key word : Morphmetry, Hydrograph, Correlation

Abstrak

Salah satu teknik dalam memahami perilaku hidrologi DAS adalah dengan menganalisis morfometri DAS. Perilaku hidrologi DAS di ekspresikan oleh bentuk hidrograf satuan. Konsep hidrograf satuan sintetik memberikan keunggulan dengan menghasilkan hidrograf satuan meskipun memiliki keterbatasan data hujan dan aliran. Karenanya banyak dikembangkan berbagai model hidrograf satuan sintetik, termasuk HSS Gama I yang dikembangkan di Indonesia. Pengembangan hidrograf satuan dimulai dengan memahami pengaruh dan hubungan karakteristik morfometri DAS dengan hidrografnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan beberapa variabel morfometri (A, Lm, Lg, Fs, Rf, H) terhadap hidrograf satuan yang dimodelkan menggunakan HSS Gama I pada 5 DAS di Kabupaten Bangkalan. Hasil menunjukkan terdapat 5 variabel memiliki korelasi terhadap waktu dasar (TB). Lima variabel dengan anggota berbeda berkorelasi terhadap debit puncak (Qp). Setengah dari seluruh variabel berkorelasi terhadap waktu menuju puncak (TR).

Kata kunci : Morfometri, Hidrograf, Korelasi

Latar Belakang

Morfometri pada DAS didefinisikan sebagai bentuk pengukuran yang terkait dengan hidrologi (Haryanto dkk, 2019). Analisis morfometri merupakan teknik yang berguna dalam mengevaluasi dan memahami sifat dari sistem hidrologi (Awasthi dkk, 2019). Morfometri DAS dikelompokkan kedalam tiga aspek, yaitu aspek linier, aspek areal, dan aspek relief (Melton, 1958; Miller, 1953; Strahler, 1964). Aspek linier dari DAS terdiri dari, panjang aliran (Lu), orde sungai (Nu), rasio bifurkasi (Rb), rasio panjang aliran (Rl), dan panjang *overland flow* (Lg). Aspek areal terdiri dari banyak variabel diantaranya kerapatan

drainase (D), frekuensi aliran (Fs), rasio kebundaran (Rc) dan faktor bentuk (Rf). Aspek relief DAS juga terdiri dari berbagai variabel diantaranya, total relief (H), rasio relief (Rh), dan angka kekasaran (Rn).

Sifat dan perilaku hidrologi suatu DAS dicerminkan oleh bentuk hidrograf alirannya. Bentuk hidrograf secara umum dikendalikan oleh faktor-faktor meteorologis (jumlah dan intensitas hujan), agihan (agihan areal, dan waktu hujan), dan tanah (Seyhan, 1990). Bentuk hidrograf ditandai oleh tiga sifat pokoknya yaitu, waktu naik (TR), debit puncak (Qp) dan waktu dasar (TB) (Sri Harto, 1993). Sherman (1932) dalam Seyhan (1990)

memperkenalkan sebuah konsep model hidrologi yang dikenal dengan hidrograf satuan. Hidrograf satuan didefinisikan sebagai hidrograf aliran langsung tanpa aliran dasar yang dihasilkan oleh hujan efektif 1 mm yang tersebar secara merata di permukaan DAS dengan intensitas tetap pada periode waktu tertentu (Hadisusanto, 2010; Triadmojo, 2010).

Pada dasarnya hidrograf satuan dibuat berdasarkan data hujan dan aliran. Pada DAS yang memiliki keterbatasan data tersebut dapat dibuat sebuah hidrograf satuan sintetik (HSS) berdasarkan morfometri DAS. Model HSS pertama kali dikembangkan oleh Snyder pada tahun 1938 dan telah mengalami banyak pengembangan. Model HSS banyak dikembangkan berdasarkan karakteristik berbagai DAS di dunia termasuk di Indonesia diantaranya Gama I, Limtara, dan ITB (Tunas dkk,2017)

Bentuk hidrograf TR, Qp, dan TB dipengaruhi oleh karakteristik morfometri DAS. Pengembangan berbagai HSS berbagai tempat dilakukan dengan mengetahui pengaruh berbagai variable morfometri DAS terhadap bentuk hidrograf. Berdasarkan hubungan antara variable-variabel morfometri DAS dengan bentuk hidrograf, berbagai macam HSS dapat dikembangkan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara morfometri DAS dan komponen hidrograf yang dimodelkan menggunakan HSS Gama I

Metode

Penelitian ini dilakukan pada 5 DAS di Kabupaten Bangkalan. Pengukuran morfometri DAS dilakukan menggunakan enam variable yaitu, luas DAS (A), panjang sungai utama (Lm), panjang *overlandflow* (Lg), frekuensi aliran (Fs), faktor bentuk (Rf), dan total relief.(H). Pengukuran morfometri DAS dilakukan berdasarkan data topografi pada skala 1 : 25.0000 menggunakan teknik GIS. Analisis korelasi dilakukan dengan mencari nilai korelasi dan garis trenline untuk

mengetahui hubungan antara morfometri DAS dan komponen hidrograf yang dimodelkan menggunakan HSS Gama I. Koefisien korelasi dan garis trendline dibuat dengan grafik hubungan yang menempatkan komponen hidrograf sebagai sumbu Y dan variable morfometri sebagai absis.

Perhitungan Morfometri

Tabel 1. Rumus Perhitungan Morfometri terpilih dan Referensinya

Variabel Morfometri	Referensi
A = Besar area yang di cover wilayah DAS	
Lm = Panjang sungai dari hulu-hilir	
Lg=1/D*2, D adalah kerapatan drainase	Horton (1945)
Fs = Nu/A, Nu adalah jumlah orde sungai	Horton (1945)
Rf = A/Lb ² , LB adalah keliling DAS	Horton (1943)
H =Jarak vertikal maksimu antara titik terendah dan tertinggi pada lembah DAS	Hadley dan Schumm (1961)

Model HSS Gama I

Waktu puncak (TR)

$$TR = 0,43 \left(\frac{L}{100 SF} \right)^3 + 1,0665 SIM + 1,2775$$

Debit puncak (QP)

$$QP = 0,1836A^{0,5886}TR^{-0,4008}JN^{0,2381}$$

Waktu dasar (TB)

$$TB = 27,4132 TR^{0,1457}S^{-0,0986}SN^{0,7344}RUA^{0,2574}$$

Keterangan :

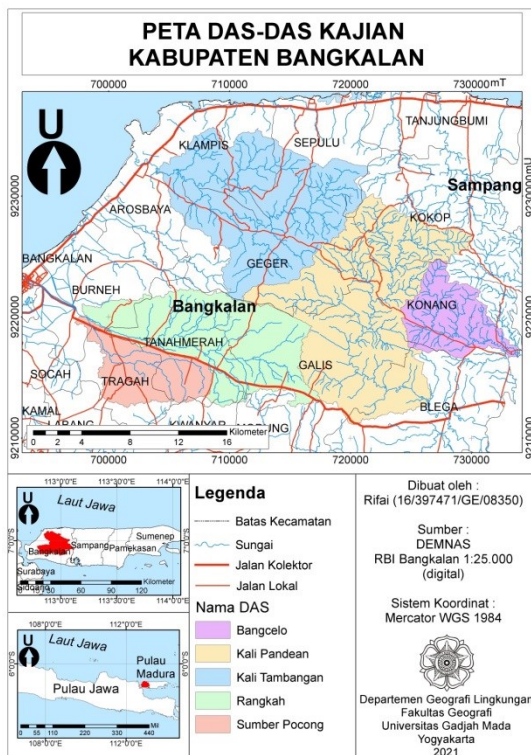
- A = Luas DAS (km²)
- L = Panjang sungai utama (km)
- S = Kemiringan dasar sungai
- SF = Faktor sumber, perbandingan antara jumlah panjang sungai tingkat satu dengan jumlah sungai semua tingkat
- SN = Frekuensi sumber, perbandingan jumlah sungai tingkat satu dengan jumlah sungai semua tingkat
- SIM = Faktor simetri, hasil kali antara faktor lebar (WF) dengan luas DAS sebelah hulu (RUA)
- WF = Faktor lebar, perbandingan antara lebar DAS yang diukur di titik sungai yang berjarak 0,75 L dengan lebar

- DAS yang diukur di suatu sungai yang berjarak 0,25 L
- RUA = Luas DAS sebelah hulu, perbandingan antara luas DAS yang diukur di hulu garis yang ditarik tegak lurus garis hubungan antara stasiun hidrometri dengan titik yang paling dekat dengan titi berat DAS
- JN = Jumlah pertemuan sungai
- D = Kerapatan drainase

Hasil dan Pembahasan

Terdapat 5 DAS yang digunakan dan diukur morfometrinya, masing-masing DAS tersebut dapat dilihat pada Gambar 1. Kelima DAS tersebut adalah DAS Sumber Pocong (SP), Bangcelo (BL), Rangkah (RK), Kali Tambangan (KT) dan, Kali Pandean (KP). Berdasarkan luasnya DAS Sumber Pocong memiliki cakupan area yang paling kecil yaitu 42.17 km², dan DAS Kali pandeang dengan cakupan area terbesar yaitu 168.16 km². Kedua DAS tersebut sekaligus memiliki sungai panjang sungai terpendek dan terpanjang yaitu 16.71 km dan 41,32 km.

Empat variable morfometri lainnya selain luas DAS dan panjang sungai utama dipilih berdasarkan kajian-kajian lain yang telah dilakukan diberbagai tempat. Nilai panjang *Overlandflow* yang kecil mengindikasikan proses runoff yang cepat dan sebaliknya (Aher dkk, 2014). Reddy dkk (2004) menyatakan bahwa nilai frekuensi aliran yang lebih rendah mengindikasikan material yang permeable dan relief DAS yang rendah. Hal tersebut secara langsung dapat menentukan laju infiltrasi aliran sehingga dapat mempengaruhi proses lamanya terjadi aliran. Nilai faktor bentuk yang lebih kecil mengindikasikan bentuk DAS yang memanjang, sedangkan DAS dengan nilai faktor bentuk tinggi memiliki debit puncak yang tinggi dengan durasi yang lebih singkat (Chopra, Dhiman, & Sharma, 2005; Farhan & Anaba, 2016; Singh & Singh, 2011). Nilai *H* yang tinggi mengindikasikan laju infiltrasi yang rendah, dengan kondisi limpasan dan sedimen tinggi (Ali dkk, 2018). Tabel 2. Menunjukkan kuantifikasi morfometri terpilih pada masing-masing DAS.



Gambar 1. Peta DAS-DAS Kajian
Sumber : Hasil olah data, 2021

Tabel 2. Variabel Morfometri Tepilih

DAS	Main	Linier	Areal	Relief		
	A	Lm	Lg	Fs	Rf	H
SP	42.2	16.7	0.7	0.2	0.4	125.3
BL	42.5	23.8	0.2	2.7	0.3	177.9
RK	101.3	25.5	0.5	0.5	0.3	190.8
KT	142.4	34.6	0.4	1.2	0.5	263.2
KP	168.2	41.3	0.3	1.8	0.7	259.0

Sumber : Hasil olah data, 2021

Berdasarkan hasil pengukuran semua variable morfometri tersebut DAS Sumber Pocong memiliki Lg tertinggi. dan Fs terendah. DAS Rangkah dan DAS Kali Pandean memiliki Rf tertendah dan tertinggi. DAS Kali Tambangan memiliki H tertinggi.

HSS Gama I

Masing-masing DAS memiliki karakteritrik berbeda. Perbedaan tersebut akan berdampak pada bentuk hidrograf DAS. Hasil model HSS Gama I menunjukkan bahwa DAS dengan luas lebih besar akan menghasilkan debit puncak yang semakin besar. Waktu dasar

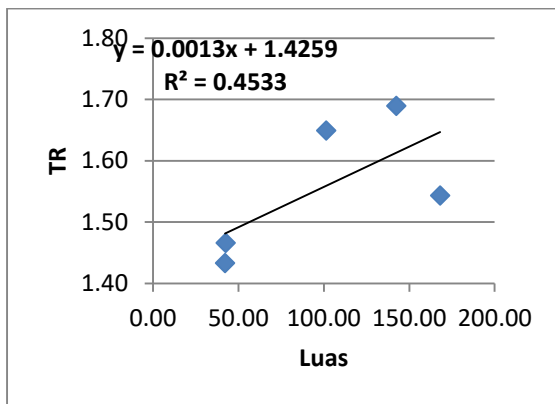
semua DAS mencapai lebih dari 26 jam kecuali DAS Bangcelo. Waktu menuju puncak bervariasi dari 1,43 jam – 1,69 jam. Komponen hidrograf hasil model HSS Gama I pada semua DAS dapat dilihat pada Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Komponen HSS Gama I

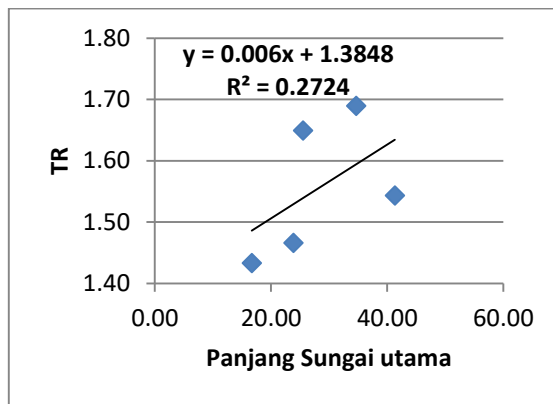
DAS	TR (Jam)	TB (Jam)	Qp (m ³ /s)
SP	1.4	27.0	2.0
BL	1.5	24.6	3.7
RK	1.6	26.1	4.9
KL	1.7	26.9	8.0

KP 1.5 26.9 10.4
 Sumber : Hasil olah data, 2021

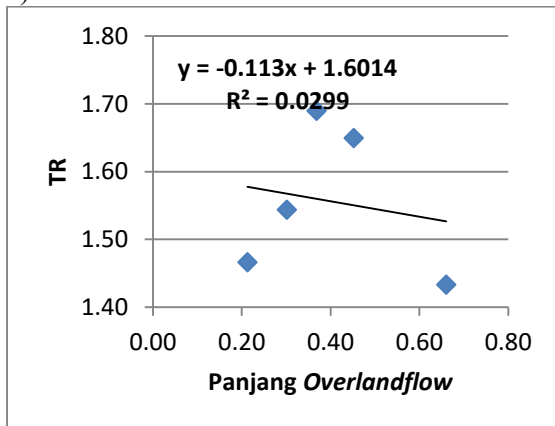
Setelah semua variabel morfometri terpilih dan komponen hidrograf berhasil dihitung, kedua variabel tersebut kemudian di plotkan kedalam sebuah grafik hubungan. Grafik-grafik tersebut kemudian menghasilkan persamaan-persamaan yang dapat menunjukkan nilai koefisien korelasi. Nilai koefisien korelasi antara variabel morfometri dengan komponen hidrograf pada semua DAS dapat dilihat pada Tabel 4



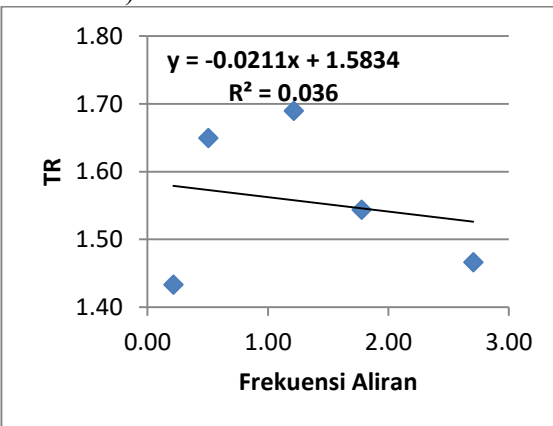
a) TR-A



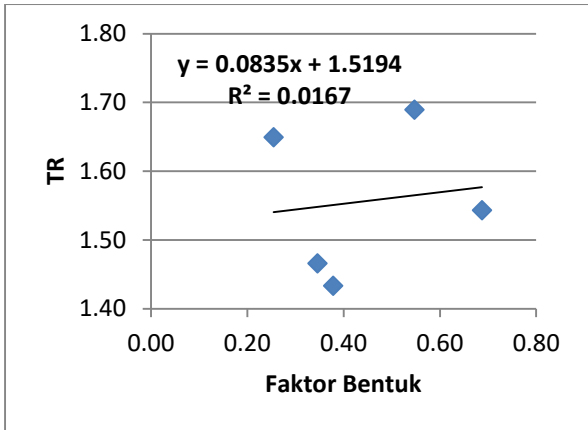
b) TR-Lm



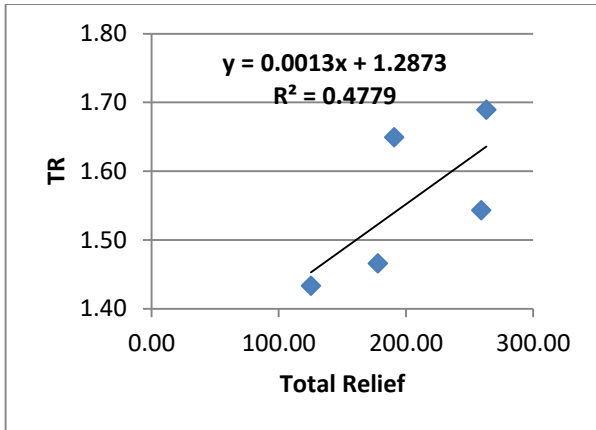
c) TR-Lg



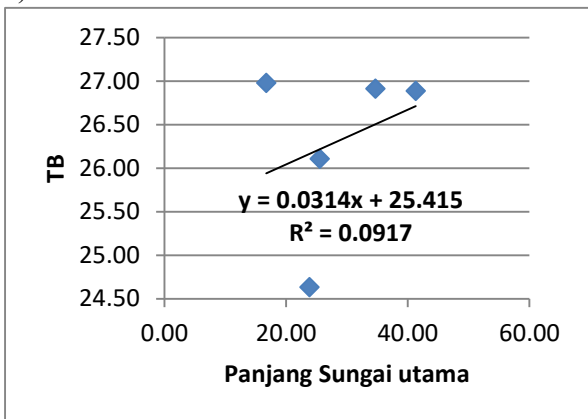
d) TR-Fs



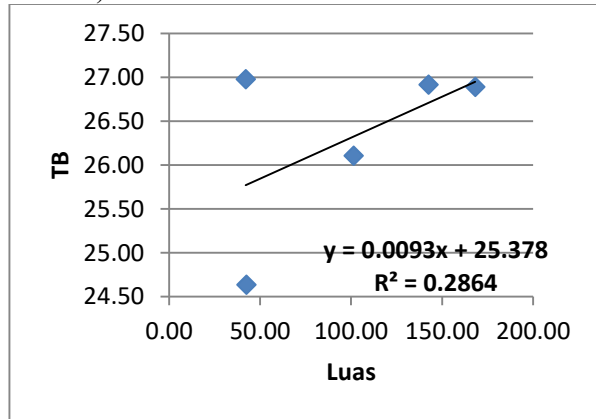
e) TR-Rf



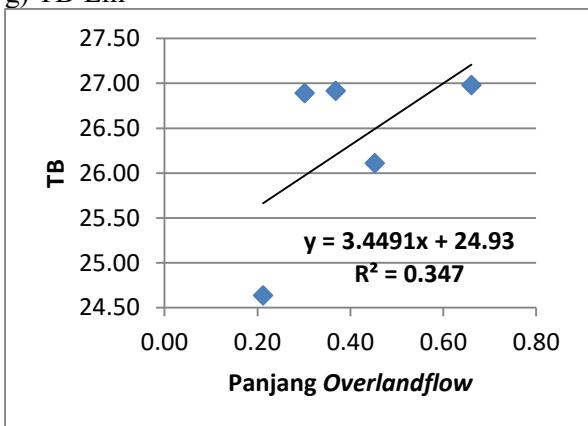
f) TR-H



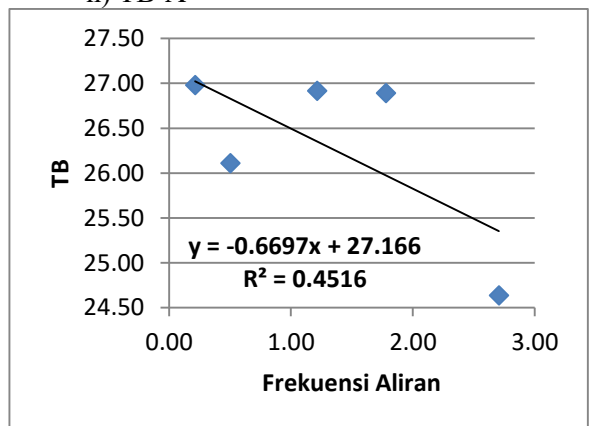
g) TB-Lm



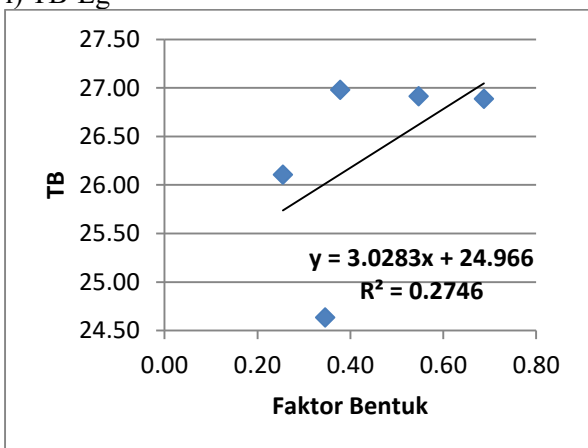
h) TB-A



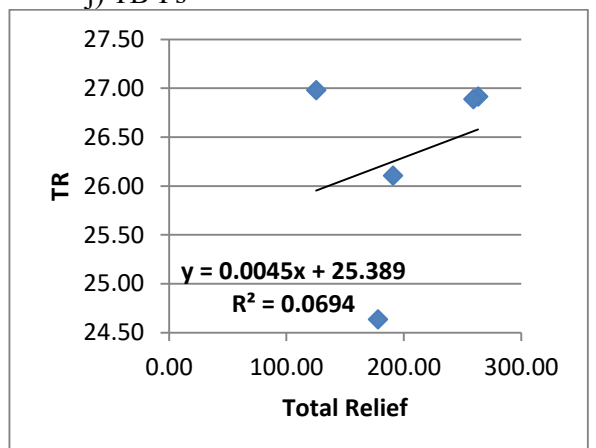
i) TB-Lg



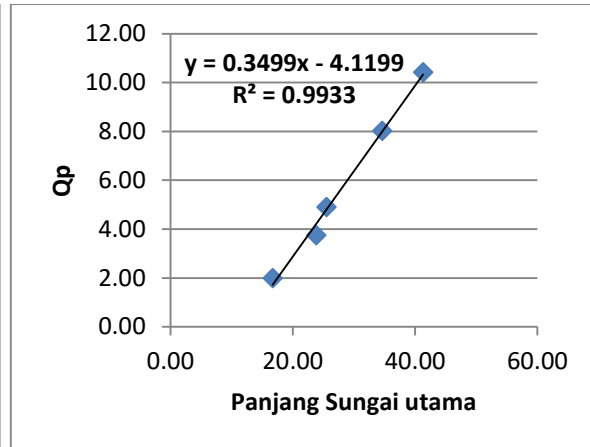
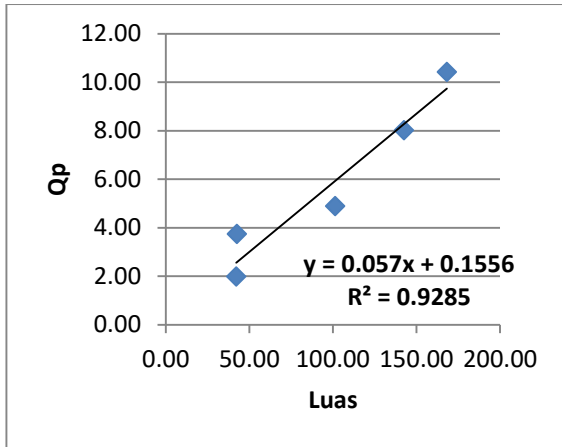
j) TB-Fs



k) TB-Rf

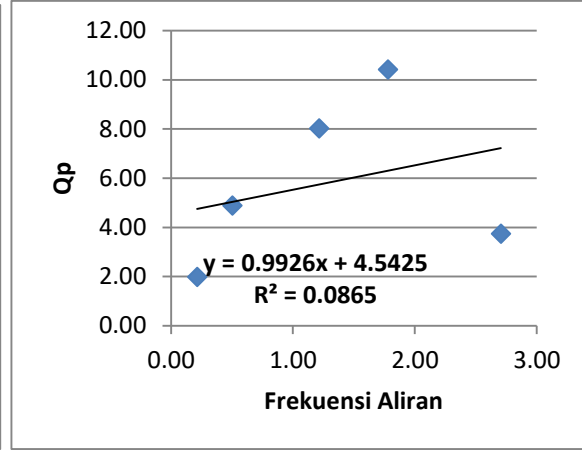
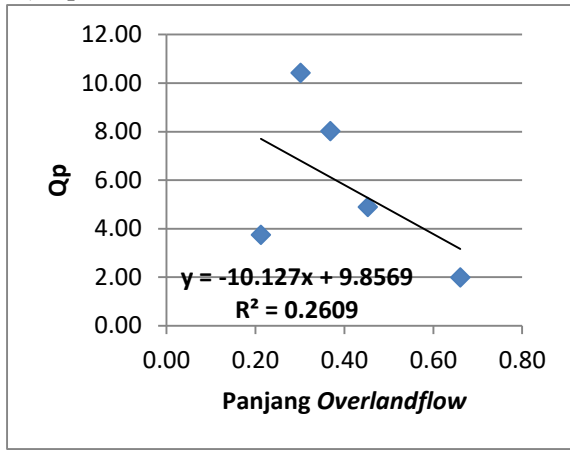


l) TB-H



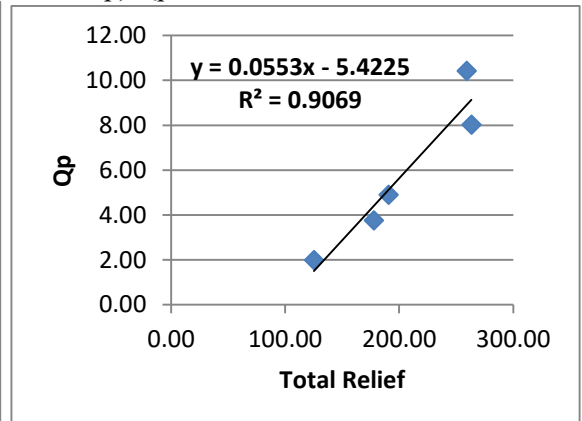
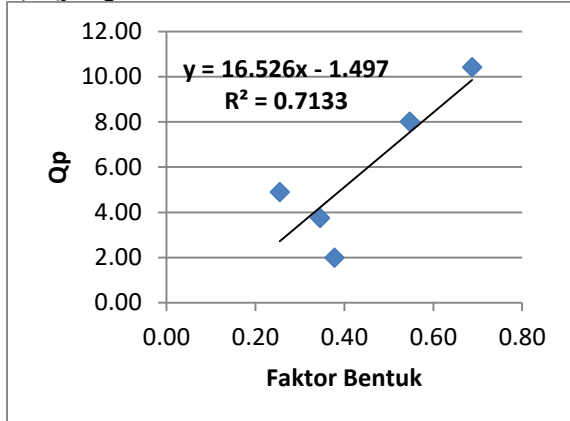
m) Qp-A

n) Qp-Lm



o) Qp-Lg

p) Qp-Fs



q) Qp-Rf

r) Qp-H

Gambar 2. Hubungan antara variabel morfometri terpilih dengan komponen hidrograf

Grafik-grafik hubungan dan tabel korelasi menunjukkan bahwa terdapat 13 macam hubungan yang terbentuk antara 6 variabel morfometri dan 3 komponen hidrograf. Luas DAS memiliki hubungan positif terhadap semua komponen, dengan kekuatan lemah terhadap TB, kekuatan sedang terhadap TR dan, sangat kuat terhadap debit puncak. Panjang sungai memiliki hubungan positif pada semua

komponen dengan kekuatan lemah terhadap TB, Sedang terhadap TR, dan sangat kuat terhadap Qp. Panjang overlandflow tidak memiliki hubungan terhadap TR namun berhubungan positif dengan kekuatan sedang terhadap TB dan hubungan negatif dengan kekuatan yang sama terhadap Qp. Frekuensi aliran tidak memiliki hubungan dengan TR dan Qp namun memiliki hubungan negatif dengan

kekuatan sedang terhadap TB. Total relief tidak memiliki terhadap TB namun memiliki hubungan positif berkekuatan sedang terhadap TR dan sangat kuat terhadap Qp.

Tabel 4. Korelasi morfometri-HSS

Korelasi	Mai	Linier		Areal	
	n	Lm	Lg	Fs	Rf
TR	0.67	0.5 2	0.17	0.19	0.13
TB	0.54	0.3 0	0.59	0.67	0.52
Qp	0.96	1.0 0	0.51	0.29	0.84

Sumber : Hasil olah data

Kesimpulan

Hampir semua variabel memiliki hubungan terhadap TB dan Qp namun hanya setengahnya yang memiliki hubungan dengan TR. Terdapat 3 variabel (A, Lm, H) yang memiliki hubungan positif terhadap TR dan ketiganya berkekuatan sedang. Terdapat 4 variabel (A, Lm, Lg, Rf) yang memiliki hubungan positif dan 1 variabel (Fs) berhubungan negatif dengan kekuatan sedang (Lg, Fs, Rf) dan rendah (A, Lm) terhadap TB. Terdapat 4 variabel yang memiliki hubungan positif sangat kuat (A, L, Rf, H) dan 1 variabel memiliki hubungan negatif berkekuatan sedang (Lg) terhadap Qp.

Daftar Pustaka

- Aher, P. D., Adinarayana, J. dan Gorantiwar, S. D. (2014). Quantification of morphometric characterization and prioritization for management planning in semi-arid tropics of India: A remote sensing and GIS approach'. *Journal of Hydrology*. Vol 511, hal 850-860
- Ali, U., Ali, S. A., Iqbal, J., Bashir, M., Fadhi, M., Ahmad, M., Aldharab, H., dan Ali S. (2018). Soil Erosion Risk and Flood Behavior Assesment of Sukhnag Catchment, Kasmir Basin : Using GIS and Remote Sensing. *Journal of Remote Sensing & GIS*. 7 (1), hal 1-8
- Awasthi A. K., Rawat, Umakant., Dubey, Abhishek., Dwivedi, P. K., Mishra, S.K., dan Tripathi, S. T. (2019). Morphometric Study Of Bank River, Sub-Watersheds Of Sonar River (A Sub-Basin Of Ken River Basin) Using RS & GIS. *International Journal of Current Advanced Research*. Volume 8 (2019), hal. 16895-16901
- Chopra, R., Dhiman., dan Sharma, P. (2005) Morphometric Analysis of Sub-Watersheds in Gurdaspur District, Punjab Using Remote Sensing dan GIS techniques. *Journal of The Indian Society of Remote Sensing*. 33, hal 531-538.
- Farhan, Y dan Anaba, O. (2016). Watershed Prioritization Based On Morphometric Analysis and Soil Loss Modeling in Wedi Kerakn Using GIS Technique. *International Journal of Plant & Soil Science*. 10 (6), hal 1-18.
- Hadisusanto, N. (2011). *Aplikasi Hidrologi*. Yogyakarta: Jogja Media Utama.
- Melton, M. A. (1958). Correlations Structure of Morphometric Properties of Drainage Systems and Their Controlling Agents. *Journal of Geology*. 66 (4), hal 442-460.
- Miller, V. C. (1953). A Quantitative Geomorphic Study of Drainage Basin characteristics in The Clinch Mountain area Virginia and Tennessee. Columbia : Department Geology Columbia University.
- Reddy, O. G. P., Maji, A. K., dan Gajbhiye, S. K. (2004). Drainage Morphometry and Its Influence on Landform Characteristic in Basaltic Terrain, Central India – A Remote Sensing and GIS Approach. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformatic*. 6 (1), hal 1-6.
- Seyhan, Ersin. (1990). *Dasar-dasar Hidrologi*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Singh, S dan Singh, M. C. (1997). Morphometric Analysis of Kanhar River Basin. *National Geographical Journal of India*. 43, hal 31-43
- Triatmodjo, B. (2010). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Tunas, I. G., Anwar, N. and Lasminto, U. (2017). Analysis of Main Morphometry Characteristic of Watershed and It's Effect to The Hydrograph Parameters. *IPTEK, The Journal for Technology and Science*. 28(1), hal. 30-36.