

ANALISIS MORFOMETRI DAS DI DAERAH RENTAN GERAKAN TANAH

Studi Kasus: Das Mikro Cibintinu dan Cibodas – Kabupaten Bandung

(Watershed Morphometric Analysis in Mass Movement Prone Area)

Sukristiyanti¹, Rizka Maria¹, Fitriani Agustin², dan Khori Sugianti¹

Pusat Penelitian Geoteknologi – LIPI¹

Pusat Survei Geologi – Badan Geologi²

Kompleks LIPI Gd 70, Jl. Sangkuriang, Bandung 40135

E-mail: sukris.tiyanti@gmail.com

ABSTRAK

Analisis morfometri Daerah Aliran Sungai (DAS) pada dua DAS mikro (Cibintinu dan Cibodas) dilakukan untuk mengetahui karakteristik kedua DAS tersebut. 15 parameter morfometrik yang dihitung meliputi orde sungai, jumlah sungai, panjang sungai, panjang rata-rata sungai, rasio panjang sungai, rasio bifurkasi, rasio bifurkasi rerata, kerapatan drainase, tekstur drainase, frekuensi sungai, rasio relief, faktor bentuk, rasio elongasi, rasio sirkularitas, dan panjang aliran permukaan. Longsoran besar terjadi pada tanggal 14 Oktober 2016 di DAS mikro Cibintinu sedangkan rayapan masih terus terjadi di DAS mikro Cibodas. Kedua DAS mikro tersebut saling berdampingan dan berada dalam satu sub DAS, yaitu sub DAS Cibintinu. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui perbedaan karakter DAS pada kedua DAS mikro tersebut. Analisis morfometri DAS dilakukan dengan menggunakan bantuan SIG (Sistem Informasi Geografis). Data yang digunakan adalah data DEM Terrasar-X dengan resolusi spasial 9 meter serta peta dasar. Hasil analisis menunjukkan bahwa DAS mikro Cibintinu merupakan DAS yang berbentuk memanjang dengan tahap geomorfik muda sedangkan Cibodas merupakan DAS yang berbentuk bulat yang telah mengalami tahap geomorfik lanjut. Hal ini dapat dijadikan masukan untuk penelitian lebih lanjut untuk mengetahui ada tidaknya keterkaitan antara tahapan geomorfik suatu DAS dengan tipe longsoran.

Kata kunci: morfometri DAS, SIG, gerakan tanah

ABSTRACT

Watershed morphometric analysis on two micro watersheds (Cibintinu and Cibodas) was done to evaluate those watershed characteristic. 15 morphometric parameters i.e stream order, stream number, stream length, mean stream length, stream length ratio, bifurcation ratio, mean bifurcation ratio, drainage density, drainage texture, stream frequency, relief ratio, form factor, elongation ratio, circularity ratio, length of overland flow; were calculated in this study. Major landslide occurred on October 14, 2016 in Cibintinu micro watershed whereas the creep still continues to occur in the micro watershed of Cibodas. Both micro watersheds are side by side and are in a sub-watershed, Cibintinu sub watershed. The purpose of this research is to know the difference of watershed character in both micro watersheds. The morphometric analysis of the watershed was conducted using the help of GIS (Geographic Information System). The used data are DEM Terrasar-X data with 9 meter spatial resolution and base map. The results showed that Cibintinu micro watershed is an elongated watershed with young geomorphic stages while Cibodas is a circular watershed that has old geomorphic stages. This can be used as input for further research to determine whether there is a link between the geomorphic stages of a watershed with the type of mass movements.

Keywords: watershed morphometry, GIS, mass movements

PENDAHULUAN

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah entitas hidrologi alami dari awal terjadinya limpasan permukaan hingga mengalir ke suatu sungai atau titik tertentu (Vittala *et al.*, 2004). DAS dibatasi oleh batas alami berupa igir (punggungan) menuju ke satu titik terkumpulnya aliran air (*outlet*).

Dalam ilmu geomorfologi, morfometri merupakan bentuk kuantifikasi dari morfologi. Nilai dari setiap parameter morfometri dalam sebuah DAS menentukan karakteristik DAS tersebut (Rai *et al.*, 2017). Analisis morfometrik DAS dianggap sebagai metode yang tepat dalam memahami hubungan berbagai aspek dalam sebuah DAS. Analisis DAS berdasarkan parameter morfometrik

sangat penting untuk perencanaan DAS karena memberikan informasi mengenai karakteristik lereng, topografi, kondisi tanah, karakteristik air limpasan, potensial air permukaan, dan lain-lain (Chandrashekar *et al.*, 2015).

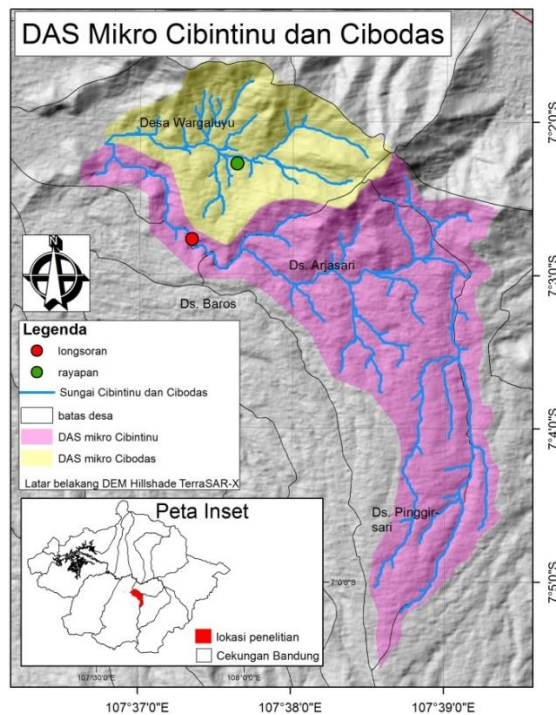
Disamping untuk perencanaan DAS (Kar *et al.*, 2009; Aher *et al.*, 2014), analisis morfometri DAS juga sering digunakan untuk kajian kebencanaan. Rai *et al.* (2017) dan Chandrashekar *et al.* (2014) menyatakan bahwa DAS memanjang rentan terhadap erosi, sementara DAS bulat rentan terhadap banjir. Analisis morfometri DAS untuk kajian banjir (Nugraha & Cahyadi, 2012; Youssef dan Pradhan, 2010) dan erosi (Vinutha & Janardhana, 2014; Yangchan *et al.*, 2015) telah banyak dilakukan. Analisis morfometri DAS dalam makalah ini ditujukan untuk kajian gerakan tanah.

Orde sungai, jumlah sungai, panjang sungai, panjang rata-rata sungai, rasio panjang sungai, rasio bifurkasi, rasio bifurkasi merata, kerapatan drainase, tekstur drainase, frekuensi sungai, rasio relief, faktor bentuk, rasio elongasi, rasio sirkularitas, dan panjang aliran permukaan merupakan parameter morfometri DAS yang paling sering digunakan (Vittala *et al.* 2004; Vinutha & Janardhana 2014; Chandrashekar *et al.* 2015; Yangchan *et al.* 2015; Rai *et al.* 2017; Abboud & Nofal 2017). Ke-15 parameter morfometrik tersebut dihitung untuk mengetahui karakter di kedua DAS mikro yang dikaji, yaitu Cibintinu dan Cibodas. Longsoran besar terjadi pada tanggal 14 Oktober 2016 di DAS mikro Cibintinu sedangkan rayapan masih terus terjadi di DAS mikro Cibodas. Kedua DAS mikro tersebut saling berdampingan dan berada dalam satu sub DAS, yaitu sub DAS Cibintinu. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui perbedaan karakter DAS pada kedua DAS mikro tersebut.

METODE

Lokasi Penelitian

DAS mikro Cibintinu dan Cibodas merupakan bagian dari sub-sub DAS Cibintinu yang bermuara di Sungai Cisangkuy. Sementara itu Sungai Cisangkuy bermuara di Sungai Citarum yang berada di sebelah selatan Kota Bandung. Sub-sub DAS Cibintinu mencakup sebagian wilayah Kecamatan Arjasari (pada bagian hulu) dan sebagian wilayah Kecamatan Pameungpeuk (pada bagian hilir). DAS mikro Cibintinu terletak pada posisi 788351 – 793430 mT dan 9221478 – 9215141 mS; sementara DAS mikro Cibodas terletak pada posisi 788657 – 792104 mT dan 9222488– 9220250 mS (**Gambar 1**). Das mikro Cibintinu dan Cibodas secara berturut-turut memiliki luas 9,93 km² dan 4,19 km².



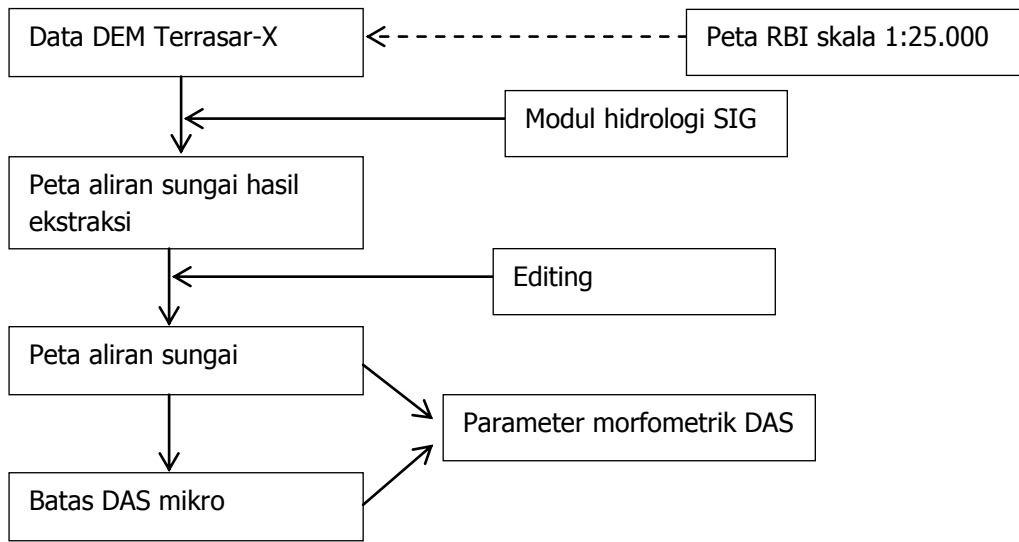
Gambar 1. Lokasi DAS mikro Cibintinu dan Cibodas

Alat dan Bahan

1. Data DEM (*Digital Elevation Model*) Terrasar-X dengan resolusi spasial 9 meter.
2. Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) skala 1:25.000 sebagai peta dasar (layer batas administrasi).
3. Perangkat lunak Sistem Informasi Geografi (SIG).

Diagram Alir

Berikut ini adalah diagram alir pengolahan data, dari Data DEM TerraSAR-X hingga pemerolehan nilai berbagai parameter morfometrik DAS di daerah kajian (**Gambar 2**).



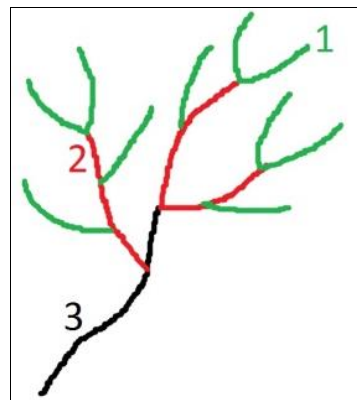
Gambar 2. Diagram alir pengolahan data

Teori

Lima belas parameter morfometrik yang dihitung meliputi orde sungai, jumlah sungai, panjang sungai, panjang rata-rata sungai, rasio panjang sungai, rasio bifurkasi, rasio bifurkasi merata, kerapatan drainase, tekstur drainase, frekuensi sungai, rasio relief, faktor bentuk, rasio elongasi, rasio sirkularitas, dan panjang aliran permukaan.

1. Orde Sungai (Stream Order)

Orde sungai adalah perangkaan sungai. Pada kajian ini perangkaan sungai menggunakan metode Strahler (1964) dalam Vittala *et al.* (2004); Vinutha & Janardhana (2014) (**Gambar 3**).



Gambar 3. Orde sungai menurut Strahler

2. Jumlah Sungai

Jumlah sungai merupakan jumlah ruas sungai. Jumlah ruas sungai baik di setiap orde maupun semua orde dalam sebuah DAS diperlukan dalam analisis morfometrik DAS.

3. Panjang Sungai (*Stream Length/ L*)

Panjang sungai (L) adalah total panjang sungai dari semua orde untuk setiap DAS.

4. Panjang rerata sungai (*mean stream length/ Lsm*)

Sama halnya dengan jumlah ruas dan panjang sungai, panjang rerata sungai juga dihitung untuk setiap ordenya. Nilai tersebut diperoleh dengan membagi total panjang sungai dengan jumlah ruas sungai pada setiap orde, baik untuk DAS mikro Cibintinu maupun Cibodas (**Rumus 1**).

$$Lsm = L_u / N_u \dots\dots\dots (1)$$

dimana: Lsm = panjang rerata sungai, L_u = total panjang sungai orde "u", N_u = jumlah ruas sungai orde "u"

5. Rasio panjang sungai (*Stream length ratio/ RL*)

Rasio panjang sungai diperoleh dengan membagi total panjang sungai pada orde tertentu dengan total panjang sungai pada orde yang lebih rendah (**Rumus 2**).

$$RL = L_u / L_{u-1} \dots\dots\dots (2)$$

dimana RL = rasio panjang sungai, L_u = total panjang sungai orde "u", L_{u-1} = total panjang sungai di orde sebelumnya (orde yang lebih rendah).

6. Rasio bifurkasi (*Bifurcation ratio/ Rb*)

Rasio bifurkasi dihitung dengan membagi jumlah ruas sungai pada orde tertentu dengan jumlah ruas sungai pada orde yang lebih tinggi (**Rumus 3**).

$$Rb = N_u / N_{u+1} \dots\dots\dots (3)$$

dimana Rb = rasio bifurkasi, N_u = jumlah ruas sungai orde "u", N_{u+1} = jumlah orde sungai orde yang lebih tinggi.

7. Rerata rasio bifurkasi (*Mean bifurcation ratio/ Rbm*)

Nilai rerata rasio bifurkasi merupakan nilai rata-rata Rb dari semua orde dalam sebuah DAS.

8. Rasio relief (*Relief ratio/ Rh*)

Rasio relief diperoleh dengan membagi beda tinggi hulu ke hilir (total relief) dengan panjang sungai utama (panjang DAS) (**Rumus 4**).

$$Rh = H / L_b \dots\dots\dots (4)$$

dimana Rh = rasio relief, H = total relief, dan L_b = panjang sungai utama (panjang DAS).

9. Kerapatan drainase (*Drainage density/ Dd*)

Kerapatan drainase merupakan rasio antara total panjang sungai dari semua orde dalam suatu DAS dengan luas DAS tersebut (Aher *et al.* 2014) (**Rumus 5**).

$$Dd = L / A \dots\dots\dots (5)$$

dimana D_d = kerapatan drainase, L = total panjang sungai semua orde di suatu DAS, A = luas DAS.

10. Frekuensi sungai (*Stream frequency/ F_s*)

Frekuensi sungai diperoleh dari jumlah ruas sungai pada semua orde dalam sebuah DAS dibagi dengan luas DAS tersebut (**Rumus 6**).

$$F_s = N_u / A \quad \dots\dots\dots (6)$$

dimana F_s = frekuensi sungai, N_u = jumlah ruas sungai pada semua orde di dalam sebuah DAS, A = luas DAS.

11. Tekstur drainase (*Drainage texture/ R_t*)

Tekstur drainase dihitung dengan membagi total ruas sungai dalam sebuah DAS dengan keliling DAS (**Rumus 7**). Kapasitas infiltrasi merupakan satu-satunya faktor penting yang mempengaruhi nilai tekstur drainase (Vittala *et al.* 20014).

$$R_t = N_u / P \quad \dots\dots\dots (7)$$

dimana R_t = tekstur drainase, N_u = jumlah ruas sungai pada semua orde, P = keliling DAS.

12. Faktor bentuk (*Form factor/ R_f*)

Faktor bentuk merupakan hasil pembagian luas DAS dengan kuadrat panjang sungai utama (**Rumus 8**).

$$R_f = A / L_b^2 \quad \dots\dots\dots (8)$$

dimana $R_f = A =$ luas DAS (km^2), $L_b^2 =$ (panjang DAS) 2 (km^2)

13. Rasio sirkularitas (*Circularity ratio/ R_c*)

Rasio sirkularitas merupakan salah satu parameter morfometrik untuk mengetahui bentuk DAS (**Rumus 9**).

$$R_c = 4 * \mu * A / P^2 \quad \dots\dots\dots (9)$$

dimana R_c = rasio sirkularitas, $\mu = 3,14$; $A =$ luas DAS (km^2), $P^2 =$ (keliling) 2

14. Rasio elongasi (*Elongation ratio/ R_e*)

Sama halnya rasio sirkularitas dan faktor bentuk, rasio elongasi juga digunakan untuk menilai bentuk DAS (**Rumus 10**).

$$R_e = (2 \sqrt{A} / \pi) / L_b \quad \dots\dots\dots (10)$$

dimana R_e = rasio elongasi, $\mu = 3,14$; $A =$ luas DAS (km^2), $L_b =$ panjang DAS.

15. Panjang aliran permukaan (*Length of over land flow/ L_g*)

Panjang aliran permukaan adalah panjang air melintas di atas tanah sebelum terkumpul ke sungai. Nilai L_g merupakan setengah dari $1/D_d$ (Vittala *et al.*, 2004) (**Rumus 11**).

$$L_g = 0,5 * (1/D_d) \quad \dots\dots\dots (11)$$

dimana L_g = panjang aliran permukaan, D_d = kerapatan drainase.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gerakan tanah yang terjadi di DAS mikro Cibintinu adalah gerakan tanah tipe luncuran (*slide*) dengan kecepatan tinggi (disebut longsor), yang terjadi di area persawahan di Kp. Cibeureum, Ds. Lebaksari, Kec. Arjasari (789714 mT, 9220343 mS), tepat di tebing sungai Cibintinu, yang merusak lahan pertanian dan tegalan, dan membendung sungai sehingga membahayakan penduduk yang tinggal di jalur sungai di bawahnya. Sementara gerakan tanah yang terjadi di DAS mikro Cibodas adalah gerakan tanah tipe aliran (*flow*) dengan kecepatan sangat lambat (disebut rayapan/ *creep*), yang terjadi di area permukiman Kp. Singaluyu, Ds. Wargaluyu, Kec. Arjasari (790247 mT, 9221245 mS), yang merusak jalan dan mengancam permukiman warga.

DAS mikro Cibintinu dan Cibodas memiliki 4 orde sungai; yaitu orde 1, 2, 3, dan 4. Setiap orde sungai dihitung baik jumlah ruas (N_u) maupun total panjangnya (L_u). Sebagai contoh, di DAS mikro Cibintinu, orde ke-1 memiliki 57 ruas sungai dengan total panjang 12,78 km; orde ke-2 memiliki 12 ruas sungai dengan panjang total 11,44 km; dan seterusnya (Tabel 1). Panjang total sungai di tiap orde (L_u) tersebut digunakan sebagai masukan untuk menghitung parameter berikutnya yaitu total panjang sungai dalam sebuah DAS (L). Jumlah ruas dan panjang total sungai dari setiap orde digunakan untuk menghitung panjang rerata sungai (L_{sm}). Nilai panjang sungai (L) membutuhkan data masukan berupa total panjang sungai per orde. Nilai L untuk Cibintinu and Cibodas secara berturut-turut adalah 32,27 dan 12,43 km (**Tabel 1.**).

Tabel 1. Orde, jumlah ruas per orde (N_u), panjang sungai per orde (L_u), dan panjang rerata sungai (L_{sm}) di DAS mikro Cibintinu dan Cibodas.

Orde	DAS mikro Cibintinu			DAS mikro Cibodas		
	N_u	L_u (km)	$L_{sm}=L_u/N_u$	(N_u)	L_u (km)	$L_{sm}=L_u/N_u$
1	57	12,79	0,22	27	7,78	0,29
2	12	11,44	0,95	7	2,34	0,33
3	4	2,37	0,59	2	0,97	0,49
4	1	5,67	5,67	1	1,34	1,34
Total	74	32,27	0,44	37	12,43	0,34

Nilai panjang rerata sungai (L_{sm}) meningkat sebanding dengan semakin tingginya orde sungai, dimana nilai L_{sm} orde 1 lebih kecil daripada L_{sm} pada orde 2, L_{sm} orde 2 lebih kecil daripada orde 3, dan seterusnya. Sementara itu, DAS yang tidak memiliki karakteristik seperti itu menunjukkan bahwa DAS tersebut dipengaruhi oleh variabel litologi, lereng, dan topografi (Vinutha & Janardhana, 2014). Dalam kajian ini, DAS mikro Cibodas memiliki nilai L_{sm} yang semakin meningkat dari orde paling rendah ke orde yang lebih tinggi, tetapi tidak dengan DAS mikro Cibintinu. Hal ini menunjukkan bahwa DAS mikro Cibintinu dipengaruhi oleh variabel litologi, lereng, dan topografi.

Pada umumnya, semakin tinggi orde akan semakin sedikit jumlah ruas sungai. Sementara mengenai panjang total sungai per orde, semakin tinggi orde sungai menunjukkan semakin kecil total panjang sungainya (Vittala *et al.*, 2004). Namun ada kalanya tidak seperti itu. Hal itu menunjukkan bahwa terdapat aliran sungai dari elevasi yang sangat tinggi, adanya variasi litologi, dan lereng yang curam pada DAS yang bersangkutan (Vittala *et al.*, 2004). Kondisi seperti itu juga terjadi di kedua DAS yang dikaji. Semakin tinggi orde sungai di kedua DAS mikro tersebut memiliki jumlah ruas sungai yang semakin sedikit namun total panjang sungainya tidak selalu semakin kecil.

Pada kajian ini, diperoleh nilai rasio panjang sungai (RL) untuk orde ke-2/orde ke-1 (II/I), orde ke-3/orde ke-2 (III/II), dan orde ke-4/orde ke-3 (IV/III). Adanya *trend* (kecenderungan) peningkatan nilai RL dari orde yang lebih rendah ke orde yang lebih tinggi menunjukkan adanya tahap geomorfik lanjut pada DAS yang bersangkutan (Vinutha & Janardhana, 2014). Nilai RL untuk daerah kajian ditunjukkan oleh **Tabel 2** DAS mikro Cibodas memiliki kecenderungan nilai RL yang semakin meningkat dari orde yang lebih rendah ke orde yang lebih tinggi, sementara DAS mikro Cibintinu tidak. Ini menunjukkan bahwa DAS mikro Cibodas memiliki tahap geomorfik lanjut sementara DAS mikro Cibintinu memiliki tahap geomorfik muda.

Tabel 2. Nilai RL untuk DAS mikro Cibintinu and Cibodas

DAS mikro	Rasio panjang sungai (RL)		
	II/I	III/II	IV/III
Cibintinu	0,89	0,21	2,39
Cibodas	0,30	0,42	1,39

Nilai rasio bifurkasi (Rb) DAS mikro Cibintinu dan Cibodas merupakan nilai Rb untuk orde I/II, II/III, dan III/IV (**Tabel 3**). Rasio bifurkasi dengan rentang nilai 2,0 – 6,4 dimiliki oleh suatu DAS dimana struktur geologi tidak mempengaruhi pola aliran sungai (Vinutha & Janardhana, 2014). Vittala *et al.* (2004) menyebutkan bahwa nilai Rb yang lebih besar menunjukkan adanya kontrol struktur yang lebih kuat. Berdasarkan keterangan dari Vinutha & Janardhana (2014), dapat diketahui bahwa semua nilai Rb pada kedua DAS kajian masih dalam rentang nilai yang disebutkan. Hal ini menunjukkan bahwa di kedua DAS mikro tersebut, struktur geologi tidak mempengaruhi pola aliran sungai.

Tabel 3. Nilai rasio bifurkasi (Rb) pada DAS mikro Cibintinu dan Cibodas

DAS mikro	Bifurcation ratio (Rb)		
	I/II	II/III	III/IV
Cibintinu	4,75	3	4
Cibodas	3,86	3,5	2

Nilai rerata rasio bifurkasi (Rbm) DAS mikro Cibintinu dan Cibodas secara berturut-turut adalah 3,92 dan 3,12. Verstappen (2014) menyebutkan bahwa DAS yang memiliki nilai Rbm 3,0 – 3,7 merupakan DAS yang memiliki pola aliran dendritik. Kedua DAS mikro tersebut memiliki pola aliran dendritik, meskipun nilai Rbm DAS mikro Cibintinu sedikit lebih besar dari rentang nilai yang disebutkan oleh Verstappen (2014).

Nilai rasio relief (Rh) tinggi menunjukkan DAS dengan lereng terjal (Vinutha, 2014 dan Vittala *et al.*, 2004). DAS mikro Cibodas memiliki lereng yang sedikit lebih terjal daripada Cibintinu (**Tabel 4**).

Tabel 4. Nilai rasio relief (Rh)

DAS mikro	Total relief (km)	Panjang DAS (km)	Rasio relief (Rh)
Cibintinu	0,497	10,81	0,05
Cibodas	0,341	37,34	0,09

Klasifikasi nilai kerapatan drainase (Dd) yang digunakan oleh Vittala *et al.* (2004) dan Vinutha & Janardhana (2014) adalah sebagai berikut: <2 = sangat kasar (sangat rendah), 2-4 = kasar (rendah), 4-6 = menengah, 6-8 = halus, dan >8 = sangat halus. Berdasarkan klasifikasi tersebut, DAS mikro Cibintinu dan Cibodas memiliki kelas kerapatan yang sama, yaitu kasar (rendah) (**Tabel 5**). Kerapatan drainase rendah pada umumnya terjadi di DAS yang memiliki material bawah permukaan yang permeabel (mampu meloloskan air) dan resisten (Vittala *et al.*, 2004; Vinutha & Janardhana, 2014).

Tabel 5. Nilai kerapatan drainase (Dd)

DAS mikro	luas DAS (km ²)	L (km)	Dd (km/km ²)
Cibintinu	9,93	32,27	3,25
Cibodas	4,19	12,43	2,96

Frekuensi sungai (Fs) untuk kedua DAS yang dikaji ditunjukkan dalam **Tabel 6**. Secara berturut-turut, nilai Fs DAS mikro Cibintinu dan Cibodas adalah 7,45 dan 8,82. Nilai frekuensi sungai di kedua DAS tersebut tidak ada perbedaan yang berarti, nilainya tidak jauh berbeda.

Tabel 6. Nilai frekuensi sungai (Fs)

DAS mikro	Nu	A (km ²)	Fs
Cibintinu	74	9,93	7,45
Cibodas	37	4,19	8,82

Menurut Yangchan *et al.* (2015), Vinutha & Janardhana (2014); serta Vittala *et al.* (2004), nilai tekstur drainase (Rt) di kedua DAS tersebut berada dalam 1 kelas, yaitu kelas tekstur drainase kasar. Klasifikasi tekstur drainase yang disebutkan oleh Yangchan *et al.* (2015), Vinutha & Janardhana (2014); serta Vittala *et al.* (2004) adalah (1) sangat kasar untuk nilai <2, (2) kasar untuk nilai 2-4, (3) sedang untuk nilai 4-6, (4) halus untuk nilai 6-8, (5) sangat halus untuk nilai >8. Nilai Rt untuk kedua DAS mikro ditunjukkan oleh **Tabel 7**. Kapasitas infiltrasi merupakan satu-satunya faktor penting yang mempengaruhi nilai tekstur drainase (Vittala *et al.* 20014). Laju infiltrasi hasil pengukuran lapangan menunjukkan bahwa $3,17 \times 10^{-7}$ m/dtk (Kp. Cibeureum – DAS Cibintinu); $3,63 \times 10^{-8}$ m/dtk (Kp. Singaluyu – DAS Cibodas). Laju infiltrasi di Kp. Singaluyu lebih kecil, air meresap lebih lambat daripada di Kp. Cibeureum. Hal ini sesuai dengan jenis tanahnya dimana jenis tanah di Kp. Cibeureum merupakan pasir lempungan dan jenis tanah di Kp. Singaluyu merupakan lempung pasir.

Tabel 7. Nilai tekstur drainase (Rt)

DAS mikro	Nu	P (km)	Rt
Cibintinu	74	32,27	2,29
Cibodas	37	12,43	2,98

Yangchan *et al.* (2015) menyebutkan bahwa nilai faktor bentuk (Rf) kecil menunjukkan bentuk DAS yang memanjang (*elongated*) dan nilai Rf besar menunjukkan bentuk DAS bulat (*circular*). Hal ini berbeda dengan yang disebutkan oleh Rai *et al.* (2017), dimana nilai $Rf < 7,8$ merupakan DAS yang berbentuk memanjang. Abboud & Nofal (2017) mengklasifikasikan nilai 0 (rendah) merupakan DAS memanjang sementara Rf dengan nilai 1 merupakan DAS bulat. Berdasarkan kriteria nilai tersebut, DAS Cibintinu dengan nilai yang relatif rendah, dan bentuk DASnya sendiri (pada peta) merupakan DAS yang memanjang. Sementara DAS Cibodas relatif bulat (cenderung bulat) dibanding dengan DAS Cibintinu. Kedua DAS mikro tersebut memiliki nilai Rf 0,08 (Cibintinu) dan 0,3 (Cibodas) (**Tabel 8**).

Tabel 8. Tabel nilai faktor bentuk (Rf)

DAS mikro	A (km ²)	Lb (km)	Rf
Cibintinu	9,93	10,81	0,08
Cibodas	4,19	3,73	0,30

Berdasarkan nilai rasio sirkularitas (Rc) di **Tabel 9**, dapat diklasifikasikan dengan jelas, bahwa DAS mikro Cibintinu merupakan DAS memanjang dan Cibodas merupakan DAS sirkular/ bulat. Klasifikasi tersebut didasarkan pada klasifikasi dari Vittala *et al.* (2004) dan Vinutha & Janardhana (2014), yang mengklasifikasi nilai $Rc < 0,5$ adalah DAS memanjang, dan $Rc > 0,5$ adalah DAS sirkular/ bulat. Nilai rasio elongasi (Re) diklasifikasikan ke dalam dua kelas, nilai rendah merupakan DAS memanjang, sementara nilai tinggi merupakan DAS bulat. Nilai Re di DAS mikro Cibintinu dan Cibodas, secara berturut-turut adalah 0,33 dan 0,62 (**Gambar 10**).

Tabel 9. Nilai rasio sirkularitas

DAS mikro	A (km ²)	perimeter (km)	rasio sirkularitas (Rc)
Cibintinu	9,93	22,15	0,25
Cibodas	4,19	9,2	0,62

Tabel 10. Nilai rasio elongasi

DAS mikro	A (km ²)	Lb (km)	Re
Cibintinu	9,93	10,81	0,33
Cibodas	4,19	3,73	0,62

Panjang aliran permukaan (Lg) adalah panjang air melintas di atas tanah sebelum terkumpul ke sungai. Nilai Lg merupakan setengah dari 1/Dd (Vittala *et al.*, 2004). Dengan demikian, semakin besar nilai Dd, semakin kecil nilai Lg. Nilai panjang aliran permukaan (Lg) di daerah kajian ditunjukkan pada **Tabel 11**.

Tabel 11. Nilai panjang aliran permukaan

	Dd (km/km ²)	Lg
Cibintinu	3,25	0,15
Cibodas	2,96	0,17

DAS memanjang memiliki relief yang tinggi (beda tinggi yang besar) dan curam (Rai *et al.*, 2017; Chandrashekar *et al.*, 2015; Vinutha & Janardhana, 2014; Vittala *et al.*, 2004), tahap geomorfik muda (Rai *et al.*, 2017; Yangchan *et al.*, 2015), serta material geologi yang meloloskan air/ *permeable* (Chandrashekar *et al.*, 2014; Vinutha & Janardhana, 2014). DAS memanjang rentan terhadap erosi (Rai *et al.*, 2017; Chandrashekar *et al.*, 2014). Sementara itu DAS bulat memiliki relief kecil (beda tinggi yang kecil) dan landai (Rai *et al.*, 2017; Chandrashekar *et al.*, 2015; Vinutha & Janardhana, 2014; dan Vittala *et al.*, 2004), tahap geomorfik lanjut (Rai *et al.*, 2017; Yangchan *et al.*, 2015), serta material geologi yang tidak meloloskan air/ *impermeable* (Chandrashekar *et al.*, 2014; Vinutha & Janardhana, 2014). DAS bulat rentan terhadap banjir (Rai *et al.*, 2017; Chandrashekar *et al.*, 2014). Pernyataan mengenai tingkat tahap geomorfik dari bentuk DAS (Rai *et al.*, 2017; Yangchan *et al.*, 2015) sesuai dengan hasil perhitungan rasio panjang sungai di wilayah kajian, dimana DAS mikro Cibintinu yang berbentuk memanjang memiliki tahan geomorfik muda dan DAS mikro Cibodas yang berbentuk bulat memiliki tahap geomorfik lanjut.

Berikut adalah hasil analisis paramater morfometrik di kedua DAS mikro tersebut, baik persamaan maupun perbedaannya. **Tabel 12** menunjukkan perbedaan karakteristik DAS di kedua DAS mikro. Sementara itu, persamaan di antara kedua DAS tersebut adalah memiliki pola aliran dendritik, dengan kerapatan drainase yang relatif tidak jauh berbeda (masih dalam kelas yang sama, yaitu kasar). **Tabel 12** menunjukkan bahwa nilai dalam parameter rasio sirkularitas digunakan untuk menentukan bentuk DAS, nilai rasio panjang sungai digunakan untuk menentukan tingkat tahap geomorfik, dan nilai *trend* panjang rerata sungai dari orde 1 ke orde berikutnya digunakan sebagai penentu ada tidaknya pengaruh variabel litologi, lereng, dan topografi dalam sebuah DAS.

Tabel 12. Perbedaan karakteristik DAS di kedua DAS mikro

Parameter morfometrik	Karakteristik DAS	DAS Cibodas	mikro	DAS Cibintinu	mikro
Rc/ rasio sirkularitas	Bentuk DAS	Sirkular (bulat)		Memanjang	
RL/ rasio panjang sungai	Tahap geomorfik	Lanjut		Muda	
Lsm/ rasio panjang rerata sungai	Kuat/ lemahnya pengaruh variabel alami (litologi, lereng, dan topografi) di dalam DAS	Pengaruh variabel alami (litologi, lereng, dan topografi).	variabel rendah	Pengaruh variabel alami kuat (litologi, lereng, dan topografi).	variabel dan

KESIMPULAN

DAS mikro Cibintinu yang mengalami gerakan tanah tipe longsor besar memiliki karakteristik DAS: bentuk memanjang, tahap geomorfik muda, dan dipengaruhi oleh variabel

litologi, lereng, dan topografi. DAS mikro Cibodas yang mengalami gerakan tanah tipe rayapan memiliki karakteristik DAS: bentuk bulat, tahap geomorfik lanjut, dan tidak dipengaruhi oleh variabel litologi, lereng, dan topografi. Hal ini dapat dijadikan masukan untuk penelitian lebih lanjut untuk mengetahui ada tidaknya keterkaitan antara karakteristik suatu DAS dengan tipe longsoran.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kepala Kelompok Penelitian Teknologi Mitigasi Bencana Gerakan Tanah Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI (Ir. Eko Soebowo) atas bimbingannya, ketua tim longsor (Ibu Hilda Lestiana) dan seluruh anggota Poklit Gerakan Tanah atas bantuan dan kerjasamanya. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Pusat Survei Geologi – Badan Geologi yang telah memberikan data DEM TerraSAR-X di daerah kajian.

DAFTAR PUSTAKA

- Abboud, I.A., & Nofal, R.A. (2017). Morphometric analysis of wadi Khumal basin, western coast of Saudi Arabia, using remote sensing and GIS techniques. *Journal of African Earth Sciences* 126, 58-74.
- Aher, P.D., Adinarayana, J., & 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*, 511, 850-860.
- Chandrashekar, H., Lokesh, K.V., Sameena, M., Roopa, J., & Ranganna, G. (2015). GIS-based Morphometric analysis of two Reservoir Catchments of Arkavati River, Ramanagaram District, Karnataka. *Proceeding of International Conference on Water Resources, Coastal and Ocean Engineering (ICWRCOE 2015). Aquatic Procedia* 4, 1345-1353.
- Kar, G., Kumar, A., & Singh, R. (2009). Spatial Distribution of Soil Hydro-physical properties and Morphometric Analysis of A Rainfed Watershed as A Tool for Sustainable Land Use Planning. *Agricultural Water Management* 96, 1449-1459.
- Nugraha, H., & Cahyadi, A. (2012). Analisis morfometri menggunakan Sistem Informasi Geografis untuk penentuan sub das prioritas (studi kasus mitigasi bencana banjir bandang di DAS Garang Jawa Tengah). *Prosiding Seminar Nasional Informatika 2012 (semnasIF 2012) ISSN: 1979-2328, UPN "Veteran" Yogyakarta, 30 Juni 2012.*
- Rai, P.K., Mishra, V.N., & Mohan, K. (2017). A Study of Morphometric Evaluation of The Son Basin, India using Geospatial Approach. *Remote Sensing Applications: Society and Environment* 7, 9-20.
- Verstappen, H. T. (2014). *Geomorfologi Terapan – Survei Geomorfologikal untuk Pengembangan Lingkungan*. Penerbit Ombak, Yogyakarta.
- Vinutha, D.N., & Janardhana, M.R. (2014). Morphometry of The Payaswini Watershed, Coorg District, Karnataka, India, Using Remote Sensing and GIS Techniques, *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 3(5), 516-524.
- Vittala, S.S., Govindaiah, S., & Gowda, H.H. (2004). Morphometric Analysis of Sub-Watersheds in The Pavagada Area of Tumkur District, South India, Using Remote Sensing and GIS Techniques. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 32(4).
- Yangchan, J., Jain, A.K., Tiwari, A.K., & Sood, A. (2015). Morphometric Analysis of Drainage Basin through GIS: A Case study of Sukhna Lake Watershed in Lower Shiwalik, India. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, Volume 6, Issue 2, February-2015. ISSN 2229-5518. 1015-1023.