

Morfometri DAS Progo dan DAS Opak Menggunakan ArcGIS

Morphometric of Progo and Opak Watershed Using ArcGIS

Hatiful Ihsan Yosa, Nursetiawan

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak. Pada salah satu cabang bidang ilmu teknik sipil yakni hidrologi, tentu diperlukan pemahaman akan suatu sistem kerja sebuah DAS beserta dengan karakteristiknya yang dapat memengaruhi aliran sungai di dalamnya seperti kondisi tanah, struktur sungai, bentuk muka bumi, dan bentuk batasan DAS di mana pemahaman tersebut dapat dipakai untuk mengatasi dan menyelesaikan suatu permasalahan yang dapat terjadi pada DAS seperti contohnya dua DAS besar di Indonesia yakni DAS Progo dan Opak. Banyak cara yang dapat dilakukan untuk memahami suatu karakteristik DAS, salah satunya yakni analisis morfometri yang dilakukan secara kuantitatif dengan penggunaan perangkat lunak ArcMap pada beberapa parameter morfometrinya sehingga analisa lebih mudah, efisien, dan ekonomis. Adapun dengan tujuan perbandingan karakteristik DAS hasil analisis morfometri, dalam penelitian ini digunakan data DEM terpilih dari dua data DEM berbeda seperti DEM DEMNAS dan DEM SRTM untuk menganalisis DAS Progo dan Opak. Dari hasil analisis morfometri yang telah dilakukan, dapat diketahui beberapa karakteristik DAS Progo dan Opak antara lain, tekstur aliran yang lebih halus pada DAS Opak, bentuk DAS yang lebih bulat pada DAS Progo, luasan konservasi DAS yang lebih kecil pada DAS Progo, panjang sungai total yang lebih panjang pada DAS Progo, wilayah DAS yang lebih berbukit pada DAS Opak, serta medan DAS yang lebih tidak rata pada DAS Progo.

Kata-kata kunci: Daerah aliran sungai, morfometri, Progo, Opak, digital elevation model

Abstract. *In one branch of civil engineering knowledge such as hydrology, certainly there were needed comprehension about work system and characteristics of some watershed that can affect the river flow inside the watershed such as soil condition, river structure, earth topography, and watershed boundary form wherein that comprehension can be used to solve some problem of watershed for example, two large watershed in Indonesia namely Progo and Opak watershed. There are many methods that can be used to understand characteristics of watersheds, one of them is the morphometric analysis which is done quantitatively with the use of ArcMap software on some morphometry parameter so that morphometrical analysis of watershed can be done easily, efficiently, and economical. As the purpose of comparing watershed characteristics morphometry analysis results, in this research there were used choosen DEM data from two different DEM data such as DEM DEMNAS and DEM SRTM to analyze Progo and Opak watershed. From morphometry analysis that have been done, there were known some characteristics of Progo and Opak watershed such as, finer drainage texture on Opak watershed, more circular watershed form on Progo watershed, smaller watershed conservation area on Progo watershed, longer total stream length on Progo watershed, more hilly watershed area on Opak watershed, and more rugged terrain on Progo watershed.*

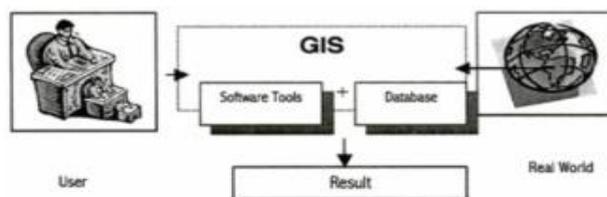
Keywords: Watershed, morphometry, Progo, Opak, digital elevation model

1 Pendahuluan

Daerah aliran sungai atau yang umumnya dikenal dalam masyarakat luas sebagai DAS adalah suatu kawasan dengan batas punggung bukit yang memiliki sistem sungai di dalamnya untuk mengumpulkan, menyimpan, menyalurkan air, menyalurkan sedimen, dan unsur hara keluar menuju sebuah titik (Vienastra, 2018). DAS juga dapat

didefinisikan sebagai suatu hamparan kawasan yang terdapat di sisi kanan dan kiri aliran sungai di mana anak sungai disebelahnya bermuara ke sungai induk dan ketika terjadi hujan, semua airnya akan mengisi sungai yang terdapat pada DAS tersebut (Sobatnu dkk., 2017). Pada salah satu cabang bidang ilmu teknik sipil yakni hidrologi, tentunya diperlukan banyak pemahaman akan suatu sistem kerja sebuah

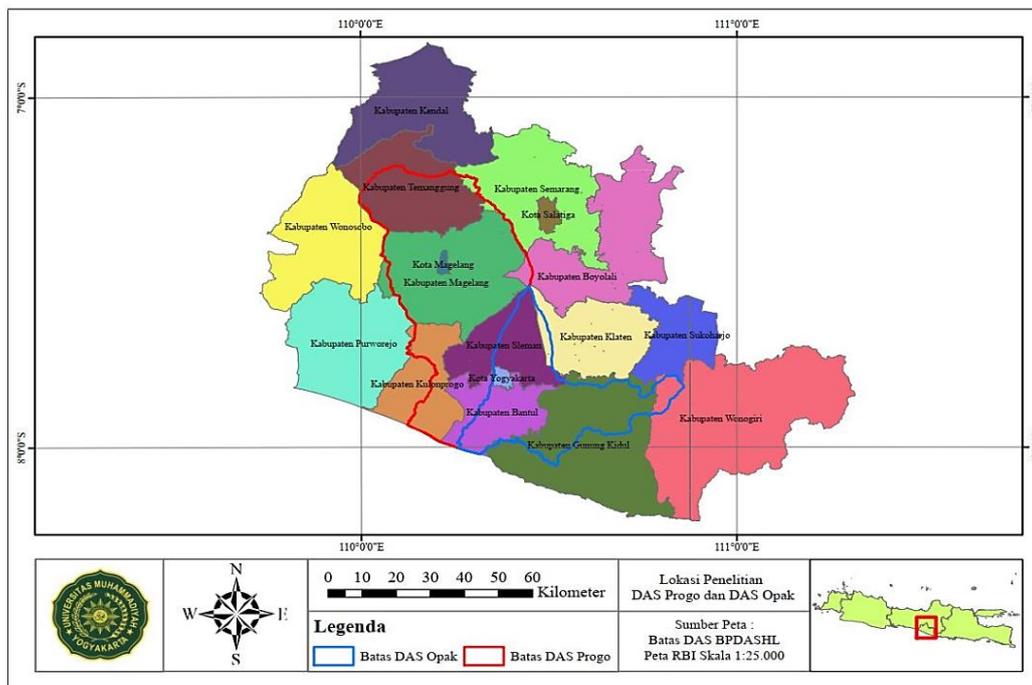
DAS beserta dengan karakteristiknya. Adapun untuk mengetahui karakteristik tersebut dapat dilakukan dengan cara manual (survei lapangan) atau dengan cara yang lebih mudah seperti memodelkan DAS yang akan dianalisis lebih lanjut menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) di mana SIG sendiri merupakan salah satu contoh bukti kemajuan perkembangan teknologi yang dapat digunakan dalam pengolahan analisis data spasial sehingga dapat dilakukan lebih mudah, efisien, dan ekonomis. Secara teknis, analisis SIG sendiri diperlukan berbagai peran dari bermacam unsur seperti manusia sebagai ahli dan operator, perangkat lunak/keras, dan objek permasalahan (Budiyanto, 2002). Pada dasarnya untuk melakukan analisis pengolahan data spasial dengan memanfaatkan *software* SIG, tidak dapat dilakukan tanpa adanya sebuah data dasar atau model yang akan digunakan sebagai bahan analisis spasial seperti contohnya data DEM (*Digital Elevation Model*). *Digital Elevation Model* (DEM) merupakan representasi permukaan topografi bumi dalam bentuk tiga dimensi berupa model digital yang umumnya dimanfaatkan untuk menganalisis karakteristik DAS seperti topografi, geomorfologi, dan jaringan sungai terkait manajemen sumber daya air beserta aplikasi hidrologinya (Indarto dkk., 2008). Data DEM juga terbagi atas banyak tipe dan jenis tergantung metode pengambilan data beserta ketelitian resolusi dari data yang diambil. Pemanfaatan SIG beserta data dasar atau model berupa DEM saat dilakukannya pengolahan data spasial salah satunya yakni analisis morfometri DAS di mana menurut Supangat (2012) morfometri DAS sendiri merupakan karakteristik dasar alami suatu DAS. Sehingga, analisis morfometri dinilai perlu dilakukan khususnya pada dua DAS besar di Indonesia seperti Progo dan Opak.



Gambar 1 Pola keterkaitan SIG (Budiyanto, 2002)

Morfometri menurut Thornbury (1969, dalam Nugraha dan Cahyadi, 2012) merupakan

bentuk, dimensi, serta bentuk lahan yang dinyatakan dalam analisis beserta ukuran matematis konfigurasi muka bumi. Morfometri DAS sendiri berupa aspek geomorfologi suatu wilayah yang dinyatakan dengan pengukuran kuantitatif karakteristik DAS terkait (Kahirun dkk., 2017). Analisa morfometri DAS juga dianggap merupakan metode yang tepat digunakan untuk pemahaman hubungan berbagai macam aspek yang ada di dalam suatu DAS (Sukristiyanti dkk., 2017). Menurut Rai dkk. (2017, dalam Sukristiyanti dkk., 2017) karakteristik DAS merupakan hal yang dapat ditentukan dengan penilaian parameter morfometrinya. Banyak macam parameter morfometri yang digunakan untuk menentukan karakteristik suatu DAS pada banyak penelitian sebelumnya seperti pada penelitian Sukristiyanti dkk. (2017) yang menggunakan 15 parameter diantaranya, orde sungai, jumlah sungai, panjang sungai, rata-rata panjang sungai, rasio panjang sungai, rasio bifurkasi, rata-rata rasio bifurkasi, rasio relief, kerapatan aliran, frekuensi aliran, tekstur aliran, faktor bentuk, rasio kebulatan, rasio elongasi, dan panjang aliran permukaan di mana parameter tersebut lebih banyak daripada penelitian yang dilakukan oleh Asfar dkk. (2019) yang menggunakan parameter diantaranya, orde sungai, jumlah sungai, panjang sungai, rata-rata panjang sungai, rasio panjang sungai, rasio percabangan sungai, dan rata-rata rasio percabangan sungai. Pada dasarnya, analisa spasial parameter morfometri dapat dilakukan dengan data DEM berbeda dan data dukungan lainnya di mana diolah menggunakan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis seperti pada penelitian Nadia dkk. (2015) dan Purwanto (2013) yang menggunakan data DEM ASTER GDEM sebagai data dasarnya untuk kemudian diolah menggunakan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis. Namun, pada penelitian yang dilakukan oleh Purwanto (2013), data DEM yang digunakan tidak hanya ASTER GDEM melainkan juga menggunakan data DEM SRTM seperti penelitian yang dilakukan oleh Choudhari dkk. (2018) untuk kemudian diolah menggunakan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis pula. Adapun beberapa parameter morfometri yang akan digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1.



Gambar 2 Lokasi penelitian DAS Progo dan Das Opak

Tabel 1 Parameter morfometri yang digunakan

No	Nama Parameter	Notasi	Rumus yang Digunakan
1	Orde Sungai	-	-
2	Jumlah Sungai	Nu	-
3	Panjang Sungai	Lu	-
4	Rata-Rata Panjang Sungai	Lsm	$Lsm = \frac{Lu}{Nu}$
5	Rasio Panjang Sungai	RL	$RL = \frac{Lu - 1}{Nu}$
6	Rasio Bifurkasi/Percabangan	Rb	$Rb = \frac{Nu}{Nu + 1}$
7	Luas DAS	A	-
8	Keliling DAS	P	-
9	Panjang DAS	Lb	-
10	Kerapatan Aliran	Dd	$Dd = \frac{L}{A}$
11	Frekuensi Aliran	Fs	$Fs = \frac{N}{A}$
12	Tekstur Aliran	T	$T = Dd \times Fs$
13	Faktor Bentuk	Rf	$Rf = \frac{A}{Lb^2}$
14	Rasio Kebulatan	Rc	$Rc = \frac{4 \times \pi \times A}{p^2}$
15	Rasio Elongasi	Re	$Re = \frac{2 \times \sqrt{A}}{Lb}$
16	Panjang Aliran Permukaan	Lg	$Lg = 0,5 \times \frac{1}{Dd}$
17	Pemeliharaan Saluran Berkala	Mc	$Mc = \frac{1}{Dd}$
18	Relief DAS	R	$R = H - h$
19	Rasio Relief	Rr	$Rr = \frac{R}{Lb}$
20	Angka Ketidakdataran	Rn	$Rn = R \times Dd$

Dengan demikian, inti tujuan dilakukannya penelitian ini untuk menganalisis ketelitian antara perbandingan kedua data DEM yakni, DEMNAS dan SRTM 1 Arc-Second sehingga dapat dijadikan DEM terpilih yang akan digunakan pada analisis parameter morfometri DAS Progo dan Opak sehingga dapat dibandingkan karakteristiknya berdasarkan hasil analisis parameter morfometrinya.

2 Metode Penelitian

Analisa data penelitian ini berupa analisis matematis parameter morfometri DAS Progo dan DAS Opak dengan data dasar DEM terpilih (DEMNAS/SRTM), batas DAS dan jaringan sungai BPDASHL disertai lingkup penelitian yang telah ditentukan untuk mengetahui dan membandingkan karakteristik DAS seperti rata-rata panjang sungai, rasio panjang sungai, rasio bifurkasi/percabangan, kerapatan aliran, frekuensi aliran, tekstur aliran, faktor bentuk, rasio kebulatan, rasio elongasi, panjang aliran permukaan, pemeliharaan saluran berkala, rasio relief, dan angka ketidakdataran dengan menggunakan perangkat lunak ArcMap 10.2 dalam rangka mengetahui data spasial yang diperlukan pada beberapa hitungan parameter morfometri seperti orde sungai, jumlah sungai, panjang sungai, luas DAS, Keliling DAS, panjang DAS, dan relief DAS.

3 Hasil dan Pembahasan

Penentuan DEM Terpilih

Berdasarkan beberapa pertimbangan dan hasil analisis yang dilakukan, data DEM terpilih yang digunakan pada penelitian ini yakni data DEM DEMNAS dengan mempertimbangkan beberapa faktor pemilihan data DEM seperti berikut ini.

- a. Ketelitian resolusi spasialnya yang mana memiliki resolusi spasial sebesar 0,27-arcsecond yang tersusun atas beberapa data ketinggian terintegrasi diantaranya data IFSAR (5m), TERRASAR-X (5m), dan ALOS PALSAR (11,25m) yang dikelola oleh Badan Informasi Geospasial (Iswari dan Anggraini, 2018). Adapun menurut Gallant dkk. (2011, dalam Iswari dan Anggraini, 2018), DEM global seperti SRTM memiliki resolusi spasial sebesar 1-arcsecond (30m) untuk wilayah Amerika dan 3-arcsecond (90m) untuk seluruh dunia. Sehingga, data DEM DEMNAS dapat dikatakan lebih unggul dalam ketelitian resolusinya.
- b. Hasil pemodelan jaringan sungai pada penelitian dapat diketahui bahwa penggunaan DEM DEMNAS dengan pencocokan *visual* terhadap data jaringan sungai yang diperoleh dari pihak BPDASHL telah memiliki kecocokan yang bagus walaupun dengan nilai klasifikasi pertama *flow accumulation* yang besar (0-400) dibandingkan dengan DEM SRTM di mana memerlukan nilai klasifikasi pertama *flow accumulation* yang lebih kecil (0-200). Data DEM DEMNAS dapat dikatakan lebih unggul daripada data DEM SRTM dikarenakan pada dasarnya nilai klasifikasi pertama *flow accumulation* yang semakin kecil akan memunculkan percabangan sungai yang lebih banyak. Dari hasil pemodelan jaringan sungai yang telah dilakukan menggunakan ArcMap dengan lingkup penelitian yang telah ditentukan didapat orde sungai untuk DAS Progo dengan DEM tipe DEMNAS sebanyak 8 orde, sedangkan orde sungai untuk DAS Progo dengan DEM tipe SRTM sebanyak 7 orde. Sedangkan, jumlah jaringan sungai setiap orde dalam DAS Progo berdasarkan tipe tiap DEM dapat diketahui bahwa DAS Progo dengan tipe DEM DEMNAS

memiliki jumlah ruas sungai yang lebih banyak dibandingkan dengan DAS Progo dengan tipe DEM SRTM. Adapun hasil pemodelan jaringan sungai untuk mengetahui jumlah panjang ruas sungai setiap orde dalam DAS Progo dengan DEM berbeda menghasilkan jumlah panjang ruas sungai yang terus mengalami penurunan seiring dengan kenaikan orde sungai di mana hal tersebut serupa dengan hasil jumlah sungai.

- c. Pertimbangan beberapa hasil analisis parameter morfometri pada penelitian yang dapat diketahui bahwa nilai panjang aliran permukaan DAS Progo dengan DEM DEMNAS mempunyai nilai yang lebih kecil daripada DEM SRTM. Nugraha dan Cahyadi (2012) menyatakan nilai panjang aliran permukaan yang semakin kecil mengindikasikan semakin cepatnya aliran air menuju ke saluran sungai sehingga kemungkinan potensi banjir bandang tinggi. Sehingga, DEM DEMNAS dapat diunggulkan karena nilainya yang lebih rendah dapat dijadikan asumsi bahwa air lebih cepat menuju saluran sungai di mana asumsi tersebut dapat dijadikan sebuah langkah antisipasi terhadap potensi banjir bandang yang tinggi dalam suatu sungai di dalam DAS. Adapun nilai pemeliharaan saluran berkala DAS Progo dengan DEM DEMNAS juga mempunyai nilai yang lebih kecil daripada DEM SRTM. Nilai pemeliharaan saluran berkala mengindikasikan seberapa besar luasan DAS yang dibutuhkan untuk konservasi serta keberlanjutan sungai sepanjang 1 km dan pada dasarnya nilai pemeliharaan saluran berkala yang rendah menyatakan air hujan cenderung menjadi aliran permukaan/limpasan daripada terserap ke dalam tanah (Nugraha dan Cahyadi, 2012). Sehingga, DEM DEMNAS dapat diunggulkan karena nilainya yang lebih rendah menunjukkan luasan DAS yang perlu dikonservasi secara lebih detil dan rinci beserta keberlanjutan sungainya sepanjang 1 km di mana hal tersebut dapat dijadikan acuan awal dalam perencanaan konservasi suatu DAS terkait.

Analisis Morfometri DAS Progo dan DAS Opak

Orde Sungai

Berdasarkan data dari Tabel 2, hasil pemodelan jaringan sungai yang telah dilakukan menggunakan ArcMap dengan lingkup penelitian yang telah ditentukan didapat banyaknya orde sungai untuk DAS Progo dan DAS Opak sebanyak 8 orde.

Tabel 2 Banyak orde sungai setiap DAS

Orde Sungai	
DAS Progo	DAS Opak
8	8

Jumlah Sungai

Jumlah sungai berdasarkan pemodelan jaringan sungai untuk mengetahui banyaknya ruas sungai setiap orde dalam DAS Progo dan Opak ditampilkan pada Tabel 3 yang mana dapat diketahui, jumlah ruas sungai terus mengalami penurunan seiring dengan kenaikan orde sungai sehingga orde sungai yang tinggi menunjukkan tempat pusat berkumpulnya air dari orde sungai yang lebih rendah. Adapun dalam penelitian ini juga dapat diketahui bahwa DAS Progo memiliki jumlah ruas sungai yang lebih banyak dibandingkan dengan DAS Opak.

Tabel 3 Jumlah ruas sungai setiap orde sungai

Orde Sungai	Jumlah Ruas Sungai	
	DAS Progo	DAS Opak
1	21.216	12.819
2	9.825	5.847
3	5.467	3.277
4	2.899	1.732
5	1.461	779
6	542	676
7	404	152
8	350	37

Panjang Sungai

Berdasarkan pemodelan jaringan sungai untuk mengetahui jumlah panjang ruas sungai setiap orde dalam DAS Progo dan Opak, hasil yang diperoleh ditampilkan pada Tabel 4 yang mana dapat diketahui, jumlah panjang ruas sungai terus mengalami penurunan seiring dengan kenaikan orde sungai di mana hal tersebut sama dengan parameter morfometri sebelumnya yakni jumlah sungai.

Tabel 4 Panjang ruas sungai setiap orde sungai

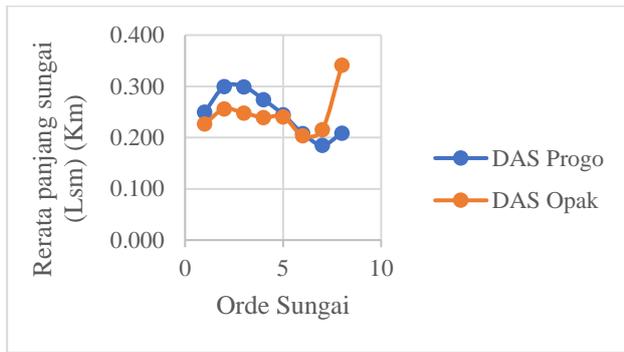
Orde Sungai	Jumlah Panjang Ruas Sungai (Km)	
	DAS Progo	DAS Opak
1	5.303,228	2.906,986
2	2.943,959	1.496,520
3	1.636,538	812,927
4	795,307	414,508
5	358,090	187,615
6	112,809	137,759
7	74,904	32,769
8	73,058	12,641

Rata-Rata Panjang Sungai

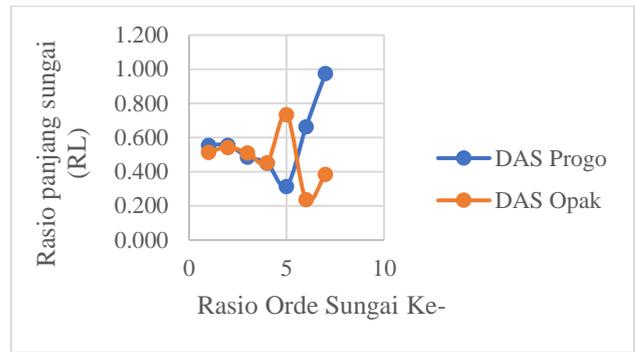
Berdasarkan perhitungan matematis menggunakan rumus pada Tabel 1, hasil rata-rata panjang sungai setiap orde yang diperoleh disajikan pada Tabel 5 dan Gambar 3 yang mana dapat diketahui, bahwa nilai rata-rata panjang sungai pada DAS Progo dan DAS Opak tidak selalu sebanding dengan peningkatan ordenya (berubah-ubah). Vinutha dan Janardhana (2014, dalam Sukristiyanti dkk., 2017) menyebutkan apabila nilai rata-rata panjang sungai meningkat sebanding dengan orde sungainya maka DAS tersebut tidak dipengaruhi variabel litologi, lereng, dan topografi. Sehingga pada penelitian ini dapat diketahui DAS Progo dan DAS Opak mempunyai karakteristik DAS yang dipengaruhi variabel litologi, lereng, dan topografi.

Tabel 5 Rata-rata panjang sungai setiap orde sungai

Orde Sungai	Rata-Rata Panjang Sungai (Km)	
	DAS Progo	DAS Opak
1	0,250	0,227
2	0,300	0,256
3	0,299	0,248
4	0,274	0,239
5	0,245	0,241
6	0,208	0,204
7	0,185	0,216
8	0,209	0,342



Gambar 3 Kurva hubungan rata-rata panjang sungai dan orde sungai



Gambar 4 Kurva hubungan rasio panjang sungai dan rasio orde sungai ke-

Rasio Panjang Sungai

Berdasarkan perhitungan matematis menggunakan rumus pada Tabel 1, hasil rasio panjang sungai setiap orde dengan orde sungai di bawahnya yang diperoleh disajikan pada Tabel 6 dan Gambar 4 yang mana dapat diketahui, nilai rasio panjang sungai pada DAS Progo dan DAS Opak ada yang mengalami kenaikan dari orde rendah ke tinggi. Vinutha dan Janardhana (2014, dalam Sukristiyanti dkk., 2017) menyebutkan adanya kecenderungan kenaikan nilai rasio panjang sungai dari orde sungai rendah ke tinggi mengindikasikan adanya tahap geomorfik lanjut pada DAS terkait. Sehingga pada penelitian ini dapat diketahui DAS Progo dan DAS Opak terindikasi ada tahapan geomorfik lanjut.

Tabel 6 Rasio panjang sungai tiap rasio orde sungai

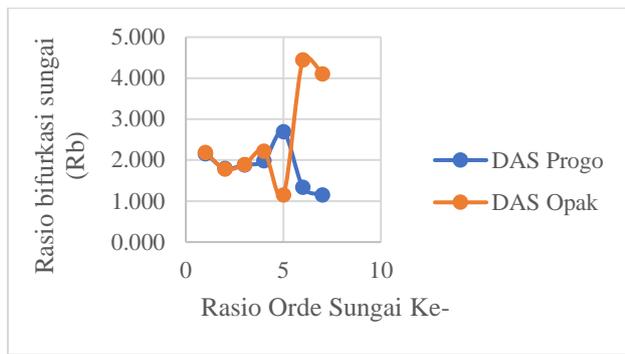
Rasio Orde Sungai	Rasio Panjang Sungai	
	DAS Progo	DAS Opak
	2/1	0,555
3/2	0,556	0,543
4/3	0,486	0,510
5/4	0,450	0,453
6/5	0,315	0,734
7/6	0,664	0,238
8/7	0,975	0,386

Rasio Bifurkasi/Percabangan

Berdasarkan perhitungan matematis menggunakan rumus pada Tabel 1, hasil rasio percabangan sungai setiap orde dengan orde sungai di atasnya yang diperoleh disajikan pada Tabel 7 dan Gambar 5 yang mana dapat diketahui, nilai rasio percabangan sungai pada DAS Progo dan DAS Opak sangat bervariasi antara interval < 3 , dan 3-5. Stenly dan Agus (2017, dalam Asfar dkk., 2019) mengemukakan klasifikasi yang menyatakan kondisi hidrologi sungainya dari nilai rasio percabangan yakni, nilai $R_b (< 3)$ di mana muka air sungai dapat naik dengan cepat namun turun dengan lambat, nilai $R_b (3-5)$ di mana muka air sungai dapat naik dan turun tidak terlalu cepat dan tidak terlalu lambat, kemudian nilai $R_b (> 5)$ di mana muka air sungai dapat naik dan turun dengan cepat. Sehingga pada penelitian ini dapat diketahui muka air sungai DAS Progo dan Opak dapat naik secara cepat dengan penurunan yang lambat, namun muka air sungai pada beberapa bagian percabangan tertentu pada DAS Opak juga dapat naik dan turun secara tidak cepat atau lambat.

Tabel 7 Rasio cabang sungai tiap rasio orde sungai

Rasio Orde Sungai	Rasio Bifurkasi Sungai	
	DAS Progo	DAS Opak
	1/2	2,159
2/3	1,797	1,784
3/4	1,886	1,892
4/5	1,984	2,223
5/6	2,696	1,152
6/7	1,342	4,447
8/7	1,154	4,108



Gambar 5 Kurva hubungan rasio cabang sungai dan rasio orde sungai ke-

Luas DAS

Berdasarkan analisis spasial yang dilakukan dengan menggunakan ArcMap terhadap luasan DAS dari data BPDASHL, diperoleh total luas DAS Progo seluas 2.485,906 Km² dan total luas DAS Opak seluas 1.369,025 Km².

Keliling DAS

Berdasarkan analisis spasial yang dilakukan dengan menggunakan ArcMap terhadap keliling DAS dari data BPDASHL, diperoleh total keliling DAS Progo sebesar 273,007 Km dan total keliling DAS Opak sebesar 248,081 Km.

Panjang DAS

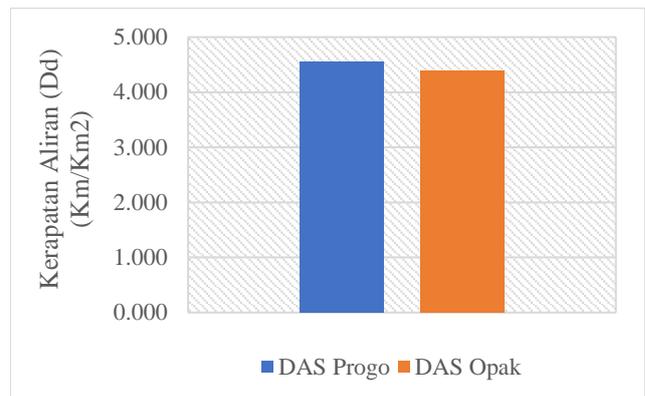
Berdasarkan analisis spasial yang dilakukan dengan menggunakan ArcMap terhadap panjang DAS, diperoleh panjang DAS Progo sebesar 79,596 Km Sedangkan total panjang DAS Opak sebesar 65,759 Km.

Kerapatan Aliran

Berdasarkan perhitungan matematis menggunakan rumus pada Tabel 1, hasil kerapatan aliran yang diperoleh disajikan pada Tabel 8 dan Gambar 6.

Tabel 8 Kerapatan aliran setiap DAS

Kerapatan Aliran (Km/Km ²)	
DAS Progo	DAS Opak
4,545	4,384



Gambar 6 Diagram batang nilai kerapatan aliran

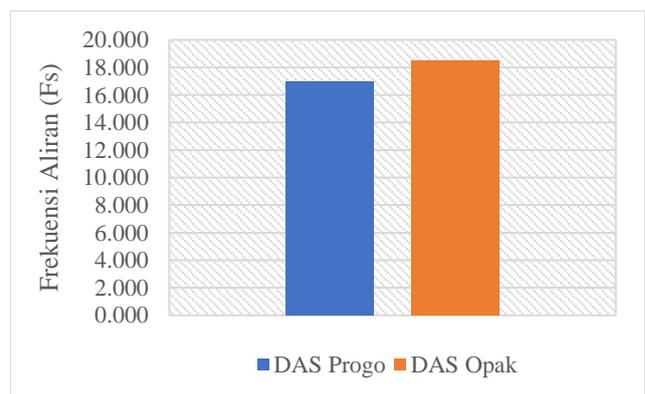
Dari Tabel 8 dan Gambar 6 dapat diketahui bahwa nilai kerapatan aliran pada DAS Progo lebih besar daripada DAS Opak. Nugraha dan Cahyadi (2012) menyebutkan kerapatan aliran adalah ekspresi kedekatan antar saluran. Sehingga pada penelitian ini dapat diketahui DAS Progo memiliki tingkat kedekatan antar saluran yang lebih tinggi daripada DAS Opak.

Frekuensi Aliran

Berdasarkan perhitungan matematis menggunakan rumus pada Tabel 1, hasil frekuensi aliran yang diperoleh disajikan pada Tabel 9 dan Gambar 7.

Tabel 9 Frekuensi aliran setiap DAS

Frekuensi Aliran	
DAS Progo	DAS Opak
16,961	18,494



Gambar 7 Diagram batang nilai frekuensi aliran

Dari Tabel 9 dan Gambar 7 dapat diketahui bahwa nilai frekuensi aliran pada DAS Progo lebih kecil daripada DAS Opak. Horton (1932, dalam Choudhari dkk., 2018) menyebutkan nilai frekuensi aliran yang tinggi mengindikasikan limpasan permukaan yang tinggi. Sehingga pada penelitian ini dapat

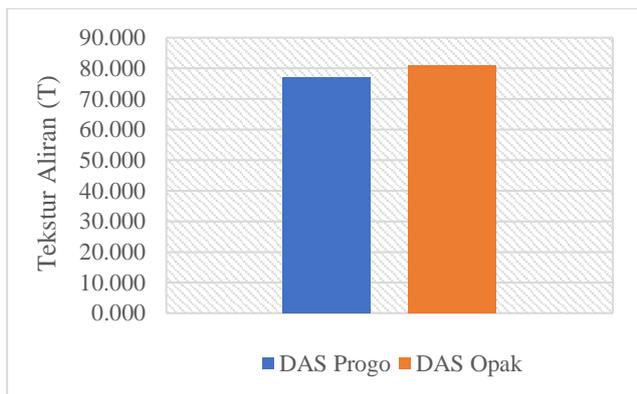
diketahui DAS Progo memiliki limpasan permukaan yang rendah daripada DAS Opak.

Tekstur Aliran

Berdasarkan perhitungan matematis menggunakan rumus pada Tabel 1, hasil tekstur aliran yang diperoleh disajikan pada Tabel 10 dan Gambar 8.

Tabel 10 Tekstur aliran setiap DAS

Tekstur Aliran	
DAS Progo	DAS Opak
77,085	81,077



Gambar 8 Diagram batang nilai tekstur aliran

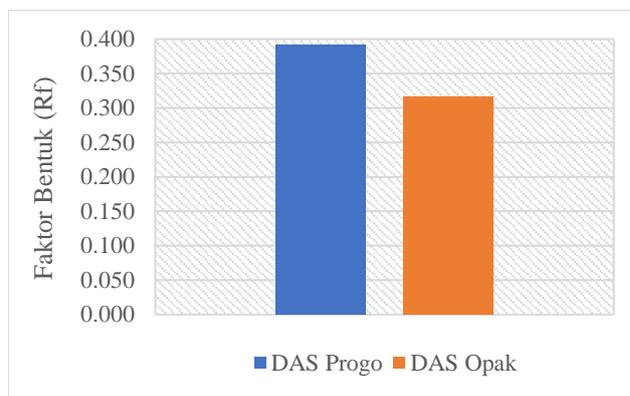
Dari Tabel 10 dan Gambar 8 dapat diketahui bahwa nilai tekstur aliran pada DAS Progo lebih rendah daripada DAS Opak. Menurut Smith (1950, dalam Choudhari dkk., 2018) tekstur aliran diklasifikasikan menjadi empat kategori yakni, kasar (< 4), sedang (4-10), halus (10-15), dan sangat halus (>15). Sehingga pada penelitian ini dapat diketahui DAS Opak memiliki tekstur aliran yang lebih sangat halus dibandingkan DAS Progo.

Faktor Bentuk

Berdasarkan perhitungan matematis menggunakan rumus pada Tabel 1, hasil faktor bentuk yang diperoleh disajikan pada Tabel 11 dan Gambar 9.

Tabel 11 Nilai faktor bentuk setiap DAS

Faktor Bentuk	
DAS Progo	DAS Opak
0,392	0,317



Gambar 9 Diagram batang nilai faktor bentuk

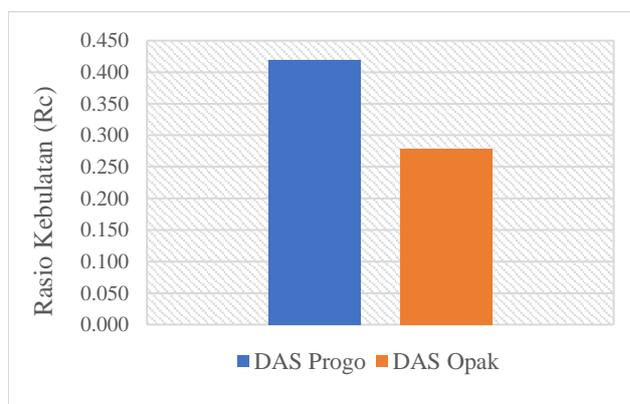
Dari Tabel 11 dan Gambar 9 dapat diketahui bahwa nilai faktor bentuk pada DAS Progo mempunyai nilai yang lebih besar daripada DAS Opak. Abboud dan Nofal (2017, dalam Sukristiyanti dkk., 2017) mengklasifikasikan bahwa apabila nilai faktor bentuk 0, maka merupakan DAS memanjang, sedangkan nilai faktor bentuk 1 merupakan DAS bulat. Sehingga pada penelitian ini dapat diketahui DAS Progo mempunyai karakteristik DAS dengan bentuk yang lebih bulat daripada DAS Opak.

Rasio Kebulatan

Berdasarkan perhitungan matematis menggunakan rumus pada Tabel 1, hasil rasio kebulatan yang diperoleh disajikan pada Tabel 12 dan Gambar 10.

Tabel 12 Nilai rasio kebulatan setiap DAS

Rasio Kebulatan	
DAS Progo	DAS Opak
0,419	0,280



Gambar 10 Diagram batang nilai rasio kebulatan

Dari Tabel 12 dan Gambar 10 dapat diketahui bahwa nilai rasio kebulatan pada DAS Progo mempunyai nilai yang lebih besar

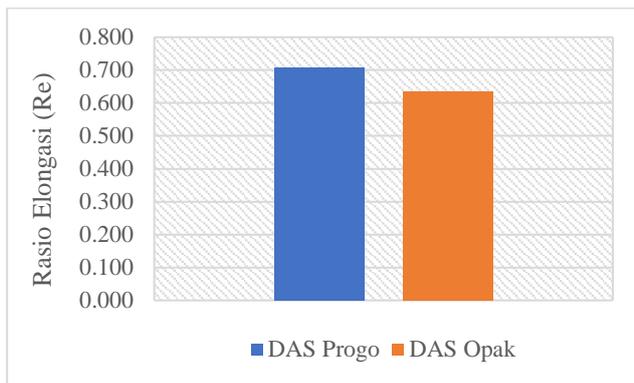
daripada DAS Opak. Vinutha dan Janardhana (2014, dalam Sukristiyanti dkk., 2017) mengklasifikasikan apabila nilai $R_c (< 0,5)$ maka merupakan DAS memanjang, sedangkan nilai $R_c (> 0,5)$ maka merupakan DAS sirkular/bulat. Sehingga pada penelitian ini dapat diketahui DAS Progo mempunyai karakteristik DAS dengan tingkat rasio yang lebih bulat daripada DAS Opak.

Rasio Elongasi

Berdasarkan perhitungan matematis menggunakan rumus pada Tabel 1, hasil rasio elongasi yang diperoleh disajikan pada Tabel 13 dan Gambar 11.

Tabel 13 Nilai rasio elongasi setiap DAS

Rasio Elongasi	
DAS Progo	DAS Opak
0,707	0,635



Gambar 11 Diagram batang nilai rasio elongasi

Dari Tabel 13 dan Gambar 11 dapat diketahui bahwa nilai rasio elongasi pada DAS Progo mempunyai nilai yang lebih besar daripada DAS Opak. Menurut Strahler (1964, dalam Jesuleye dkk., 2016) nilai rasio elongasi diklasifikasikan menjadi 5 kategori yakni, bulat (0,9-1), oval (0,8-0,9), sedikit memanjang (0,7-0,8), memanjang (0,5-0,7), lebih memanjang ($< 0,5$). Sehingga pada penelitian ini dapat diketahui DAS Opak mempunyai karakteristik DAS dengan bentuk yang lebih memanjang daripada DAS Progo.

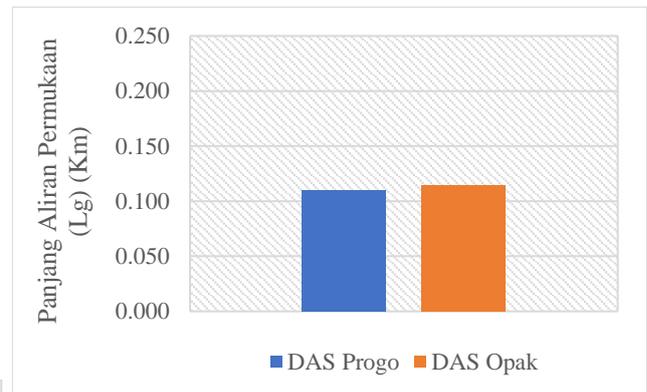
Panjang Aliran Permukaan

Berdasarkan pendapat Horton (1945, dalam Vittala dkk., 2004) yang menyatakan panjang aliran permukaan merupakan setengah nilai dari 1 per kerapatan aliran seperti perhitungan matematis yang telah dirumuskan

pada Tabel 1, hasil panjang aliran permukaan yang diperoleh disajikan pada Tabel 14 dan Gambar 12.

Tabel 14 Nilai panjang aliran permukaan setiap DAS

DAS	
Panjang Aliran Permukaan (Km)	
DAS Progo	DAS Opak
0,110	0,114



Gambar 12 Diagram batang nilai panjang aliran permukaan

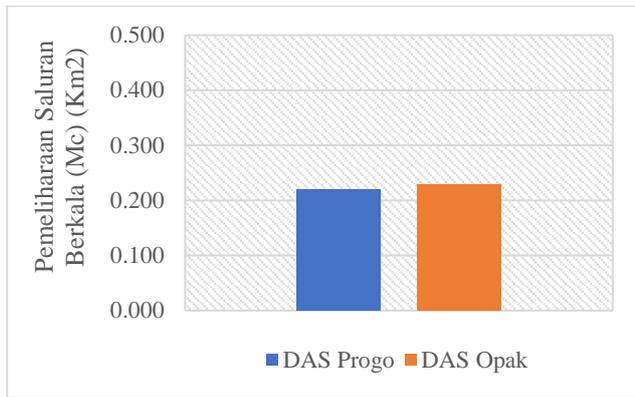
Dari Tabel 14 dan Gambar 12 dapat diketahui bahwa nilai panjang aliran permukaan pada DAS Progo mempunyai nilai yang lebih kecil daripada DAS Opak. Nugraha dan Cahyadi (2012) menyatakan nilai panjang aliran permukaan yang semakin kecil mengindikasikan semakin cepatnya aliran air menuju ke saluran sungai sehingga kemungkinan potensi banjir bandang tinggi. Sehingga pada penelitian ini dapat diketahui aliran air pada DAS Progo lebih cepat menuju ke saluran daripada DAS Opak.

Pemeliharaan Saluran Berkala

Berdasarkan perhitungan matematis menggunakan rumus pada Tabel 1, hasil pemeliharaan saluran berkala yang diperoleh disajikan pada Tabel 15 dan Gambar 13.

Tabel 15 Nilai pemeliharaan saluran berkala setiap DAS

DAS	
Pemeliharaan Saluran Berkala (Km ²)	
DAS Progo	DAS Opak
0,220	0,228



Gambar 13 Diagram batang nilai pemeliharaan saluran berkala

Dari Tabel 15 dan Gambar 13 dapat diketahui bahwa nilai pemeliharaan saluran berkala pada DAS Progo mempunyai nilai yang lebih kecil daripada DAS Opak. Nilai pemeliharaan saluran berkala mengindikasikan seberapa besar luasan DAS yang dibutuhkan untuk konservasi serta keberlanjutan sungai sepanjang 1 km dan pada dasarnya nilai pemeliharaan saluran berkala yang rendah menyatakan air hujan cenderung menjadi aliran permukaan/limpasan daripada terserap ke dalam tanah (Nugraha dan Cahyadi, 2012). Sehingga pada penelitian ini dapat diketahui besar luasan DAS yang diperlukan untuk konservasi pada DAS Progo lebih kecil daripada luasan DAS yang diperlukan untuk konservasi DAS Opak.

Relief DAS

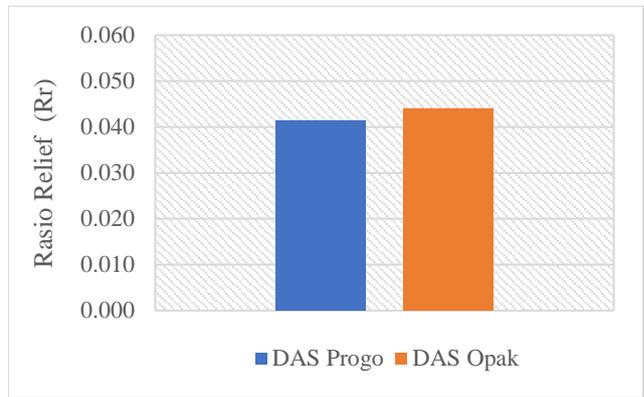
Berdasarkan analisis spasial yang dilakukan dengan menggunakan ArcMap terhadap kontur DAS dan perhitungan matematis menggunakan rumus pada Tabel 1 dengan elevasi terendah semua DAS sama dengan 0, diperoleh nilai relief DAS Progo sebesar 3,3 Km (3300 m) sedangkan nilai relief DAS Opak sebesar 2,9 Km (2900 m).

Rasio Relief

Berdasarkan perhitungan matematis menggunakan rumus pada Tabel 1, hasil rasio relief yang diperoleh disajikan pada Tabel 16 dan Gambar 14.

Tabel 16 Nilai rasio relief setiap DAS

Rasio Relief	
DAS Progo	DAS Opak
0,041	0,044



Gambar 14 Diagram batang nilai rasio relief

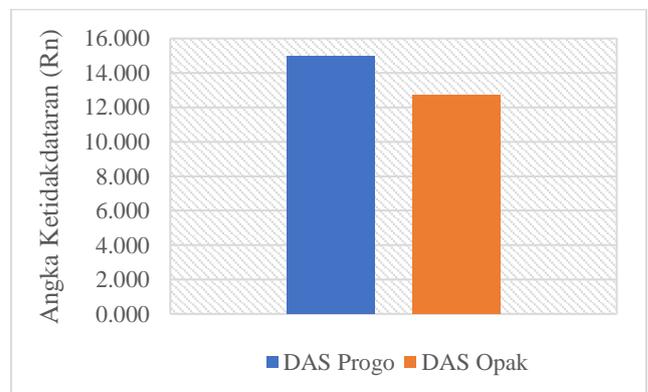
Dari Tabel 16 dan Gambar 14 dapat diketahui bahwa nilai rasio relief pada DAS Progo mempunyai nilai yang lebih kecil daripada DAS Opak. Menurut Kumar dkk. (2011, dalam Choudhari dkk., 2018) Jika nilai rasio relief tinggi, maka wilayah DAS tersebut memiliki wilayah berbukit sedangkan jika nilainya rendah, maka wilayah DAS tersebut memiliki wilayah lembah. Sehingga pada penelitian ini dapat diketahui DAS Progo mempunyai wilayah yang umumnya lembah sedangkan DAS Opak memiliki wilayah yang lebih berbukit.

Angka Ketidakteraturan

Berdasarkan perhitungan matematis menggunakan rumus pada Tabel 1, hasil angka ketidakteraturan yang diperoleh disajikan pada Tabel 17 dan Gambar 15.

Tabel 17 Nilai angka ketidakteraturan setiap DAS

Angka Ketidakteraturan	
DAS Progo	DAS Opak
14,998	12,713



Gambar 15 Diagram batang nilai angka ketidakteraturan

Dari Tabel 17 dan Gambar 15 dapat diketahui bahwa nilai angka ketidakteraturan untuk DAS Progo lebih tinggi daripada DAS Opak. Dahiphale dkk. (2014, dalam Jesuleye dkk., 2016) menyatakan bahwa angka ketidakteraturan mengindikasikan medan yang tidak rata. Sehingga pada penelitian ini dapat diketahui DAS Progo memiliki medan yang lebih tidak rata dibandingkan DAS Opak.

4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pemodelan dan analisis morfometri yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Data DEM terpilih yang digunakan dalam analisis parameter morfometri pada DAS Progo dan DAS Opak merupakan data DEM DEMNAS yang lebih unggul daripada data DEM SRTM dengan berbagai pertimbangan seperti, ketelitian resolusi spasial data DEM terkait, hasil pemodelan jaringan sungai, dan pertimbangannya dalam beberapa hasil analisis parameter morfometri.
2. Karakteristik DAS berdasarkan perbandingan hasil parameter morfometri antara DAS Progo dan Opak dengan DEM terpilih (DEM DEMNAS) yakni, kedua DAS sama-sama dipengaruhi variabel litologi, lereng, topografi, serta terindikasi ada tahapan geomorfik lanjut dengan bentuk DAS Progo yang lebih bulat, medan yang lebih tidak rata, dan umumnya berkawasan lembah dibandingkan DAS Opak. Pada sektor sungainya, DAS Progo memiliki kedekatan antar saluran yang lebih rapat dengan limpasan permukaan rendah disertai tekstur alirannya yang lebih kasar dibandingkan DAS Opak. Begitupula muka air sungai pada kedua DAS dapat naik secara cepat dengan penurunan yang lambat namun pada bagian tertentu, muka air sungai DAS Opak dapat naik dan turun secara tidak cepat atau lambat. Adapun pada kawasan sekitar sungai walaupun aliran air pada DAS Progo lebih cepat menuju ke saluran dibandingkan DAS Opak, luasan konservasi DAS yang diperlukan untuk keberlanjutan sungai sepanjang 1 km pada DAS Progo lebih kecil daripada DAS Opak.

5 Daftar Pustaka

- Asfar, S., Karim, M., Makkawaru, A. dan Okto, A., 2019, Analisis Aspek Linier Morfometrik Sub-DAS Lahundape Menggunakan Teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) pada Wilayah Kota Kendari, *Jurnal Rekayasa Geofisika Indonesia*, 1, 55-67.
- Budiyanto, E., 2002, *Sistem Informasi Geografis Menggunakan ARC VIEW GIS*, 1 ed, Andi, Yogyakarta.
- Choudhari, P.P., Nigam, G.K., Singh, S.K. dan Thakur, S., 2018, Morphometric Based Prioritization of Watershed for Groundwater Potential of Mula River Basin, Maharashtra, India, *Geology, Ecology, and Landscapes*, 2, 256-267.
- Indarto, Wahyuningsih, S., Usman, F. dan Rohman, L., 2008, Pembuatan jaringan sungai dan karakteristik topografi DAS dari DEM-Jatim, *Media Teknik Sipil*, 8, 99-108.
- Iswari, M.Y. dan Anggraini, K., 2018, Demnas: Model Digital Ketinggian Nasional Untuk Aplikasi Kepesisiran, *Oseana*, 43, 68-80.
- Jesuleye, I., Okeke, U., Atijosan, A., Badru, R., Adewoyin, J. dan Alaga, A., 2016, Morphometry assessment of Oba river basin and its implications for flood, *Journal of Geography Environment and Earth Science International*, 8, 1-10.
- Kahirun, La Baco, S. dan Hasani, U.O., 2017, Karakteristik Morfometri Menentukan Kondisi Hidrologi DAS Roraya, *Jurnal Ecogreen*, 3, 105-115.
- Nadia, F., Fauzi, M. dan Sandhyavitri, A., 2015, Ekstraksi Morfometri Daerah Aliran Sungai (DAS) di Wilayah Kota Pekanbaru Untuk Analisis Hidrograf Satuan Sintetik, *Annual Civil Engineering Seminar*, Pekanbaru, 21 November 2015, 201-206.
- Nugraha, H. dan 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), *Seminar Nasional Informatika (SEMNASIF)*, Yogyakarta, 30 Juni 2012, 22-28.

- Purwanto, T.H., 2013, Ekstraksi Morfometri Daerah Aliran Sungai Dari Data Digital Surface Model (Studi Kasus Das Opak), <https://geo.ugm.ac.id/2013/05/30/ekstraksi-morfometri-daerah-aliran-sungai-dari-data-digital-surface-model-studi-kasus-das-opak/> (diakses pada 8 Mei 2020 pukul 06.03 WIB).
- Sobatnu, F., Irawan, F.A. dan Salim, A., 2017, Identifikasi dan Pemetaan Morfometri Daerah Aliran Sungai Martapura Menggunakan Teknologi GIS, *Jurnal Gradasi Sipil*, 1, 45-52.
- Sukristiyanti, Maria, R., Agustin, F. dan Sugianti, K., 2017, Analisis Morfometri DAS di Daerah Rentan Gerakan Tanah, *Seminar Nasional Geomatika*, Bogor, 14 November 2017, 307-316.
- Supangat, A.B., 2012, Karakteristik hidrologi berdasarkan parameter morfometri DAS di kawasan Taman Nasional Meru Betiri, *Jurnal penelitian hutan dan konservasi alam*, 9, 275-283.
- Vienastra, S., 2018, Geomorfologi dan Morfometri Daerah Aliran Sungai (DAS) Tinalah di Kabupaten Kulonprogo Daerah Istimewa Yogyakarta, *Jurnal Teknologi Technoscientia*, 11, 21-28.
- Vittala, S.S., Govindaiah, S. dan 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, 351.