

## MORFOMETRI DAERAH ALIRAN SUNGAI PADA BENTANGALAM VULKANIK KWARTER TERDEFORMASI

Emi Sukiyah<sup>1)</sup> & Mulyono<sup>2)</sup>

1) Jurusan Geologi, FMIPA, Universitas Padjadjaran, Bandung

2) Pusat Survei Geologi, Badan Geologi, Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral, Bandung

### ABSTRACT

*The Quaternary volcanic terrain has unique characteristic. Those phenomena are reflected by basin morphometry. Some morphometry variables can used are basin dimention, azimuth of river segment, azimuth of terrain lineament, river length ( $L_s$ ), drainage density ( $D_d$ ), and bifurcation ratio ( $R_b$ ).*

*Upper Citarum River area is the research area, exactly on Cijoho Basin, Cihejo Basin, Cigalugah Basin, and Barugbug Basin. Base on literature study result and field survey, those four basins have difference geological setting. Probabilistic approach used for know difference and similarity of basins. Statistic tests used are distribution normality of data and average difference tests.*

*Result of research show highest  $D_d$  value exist on Cijoho Basin (3.78), otherwise its lowest exist on Barugbug Basin (2.35). That's phenomena reflect difference of its volcanic rock characteristic. Commonly  $R_b$  values  $< 3$  show that deformed basins.  $R_b$  values increase to downstream of Cihejo Basin, meanwhile on the other basins they are decrease. The  $R_b$  values escalation to downstream indicate strongly deformation at downstream of Cihejo Basin. The rivers of Cijoho Basin direct the-90° until 179° controlled by active tectonic. Meanwhile, the rivers pattern of Basins of Cihejo, Barugbug, and Cigalugah are controlled by active tectonic.*

**Keywords:** Basin dimention, drainage density, bifurcation ratio, deformation, active tectonic

### ABSTRAK

Bentangalam vulkanik berumur Kwartar memiliki karakteristik yang khas. Fenomena tersebut tercermin pada morfometri Daerah Aliran Sungai (DAS) yang terbentuk. Beberapa parameter morfometri yang dapat dijadikan acuan diantaranya adalah dimensi DAS, azimuth segmen sungai, azimuth kelurusan bentangalam, panjang sungai ( $L_s$ ), kerapatan pengaliran ( $D_d$ ), dan rasio cabang sungai ( $R_b$ ).

Penelitian dilakukan pada empat DAS yang terdapat di kawasan hulu S.Citarum. Keempat DAS tersebut adalah Cijoho, Cihejo, Cigalugah, dan Barugbug. Berdasarkan hasil studi literatur dan survei lapangan, keempat DAS memiliki tatanan geologi yang berbeda. Pendekatan probabilistik digunakan untuk mengetahui perbedaan dan kesamaan karakteristik morfometri diantara keempat DAS. Uji statistik yang digunakan adalah uji normalitas distribusi data dan uji beda rata-rata.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai  $D_d$  tertinggi dicapai oleh DAS Cijoho (3,78), sebaliknya nilai terendah terdapat pada DAS Barugbug (2,35). Fenomena tersebut merupakan refleksi dari perbedaan sifat batuan vulkanik yang menyusun kedua DAS. Pada umumnya nilai  $R_b$  lebih kecil dari 3, menunjukkan bahwa keempat DAS tersebut telah mengalami deformasi. Terjadi peningkatan nilai rasio cabang sungai ke arah hilir pada DAS Cihejo, sementara itu terjadi penurunan pada ketiga DAS yang hilir DAS Cihejo. Pola sungai di DAS Cijoho yang berada pada arah 90°-179° dikontrol oleh tektonik aktif. Sementara itu, pola sungai di DAS Cihejo, Barugbug, dan Cigalugah secara umum dikontrol oleh tektonik aktif.

**Kata Kunci :** Dimensi DAS, kerapatan pengaliran, rasio cabang sungai, deformasi, tektonik aktif

### PENDAHULUAN

Penelitian dilakukan pada bentangalam vulkanik di kawasan hulu S.Citarum (Gambar 1). Secara hidrologi kawasan hulu S.Citarum dapat dibagi dalam beberapa Daerah Aliran Sungai (DAS) yang relatif lebih kecil. DAS Cihejo, Cijoho, Barugbug, dan Cigalugah dipilih sebagai objek penelitian (Gambar 2). Keempat DAS

tersebut merupakan pemasok air di kawasan hulu bagi S.Citarum.

Geologi daerah penelitian telah diteliti oleh van Bemmelen (1949), Alzwar dkk. (1992), dan Dam (1994). Berdasarkan hasil penelitiannya, kawasan tersebut tersusun atas batuan vulkanik berumur Kwartar. Secara genetik, ada empat kelompok batuan vulkanik, yaitu batuan gunungapi Malabar-Tilu berumur Plis-

tosen Akhir (Qmt), endapan rempah gunungapi tua tak teruraikan berumur Pistosen Tengah (Qopu), batuan gunungapi Guntur - Pangkalan - Kendang berumur Plistosen Awal (Qgpk), dan andesit Waringin-Bedil produk Malabar Tua berumur Plistosen Awal (Qwb). Pada umumnya litologi penyusun formasi tersebut terdiri atas tuf, tuf lapili, breksi vulkanik, dan lava. Sebagian besar batuan vulkanik telah mengalami deformasi. Beberapa sesar aktif relatif berarah barat-timur dan utara-selatan turut mengontrol bentuk bentangalam di daerah penelitian. Di beberapa lokasi ditemukan adanya alterasi hidrotermal yang terdeteksi, baik secara fisik maupun melalui analisis mikroskopik dan kimia (Sukiyah, 2006).

Kondisi geologi dan kemampuan lahan akan tercermin pada karakteristik bentangalam yang meliputi dimensi DAS, pola pengaliran, kelurusan morfologi, kerapatan pengaliran, rasio cabang sungai, dll. Beberapa parameter penentu karakteristik bentangalam dapat dianalisis secara kuantitatif.

**BAHAN DAN METODE PENELITIAN**

Bahan dan peralatan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah peta rupa bumi skala 1: 25.000, peta geologi regional, perangkat lunak Sistem Informasi Geografik (SIG), peralatan survei lapangan, dsb.

Objek penelitian berupa beberapa variabel morfometri yang dapat diukur pada media peta rupa bumi. Variabel morfometri yang digunakan diantaranya adalah kemiringan lereng dan elevasi, dimensi DAS (luas, keliling, panjang, dan lebar), panjang segmen sungai ( $L_s$ ), azimuth segmen-segmen sungai, azimuth kelurusan morfologi, kerapatan pengaliran ( $D_d$ ), orde sungai, dan rasio cabang sungai ( $R_b$ ).

Beberapa variabel morfometri yang terkait dengan spasial dianalisis menggunakan metode grid sederhana untuk mempermudah proses per-

hitungan (Sukiyah dkk, 2007). Seluruh data yang tersedia dibuat dalam format digital melalui proses dijitasi menggunakan perangkat lunak SIG.

Kerapatan pengaliran ( $D_d$ ) diperoleh dengan formula sbb. (van Zuidam, 1983):

$$D_d = \Sigma L_s / A \dots\dots\dots (1)$$

Dengan  $\Sigma L_s$  (Jumlah panjang sungai dalam km) dan A (luas DAS dalam  $km^2$ ).

Rasio cabang sungai ( $R_b$ ) merupakan perbandingan jumlah sungai berorde n dibagi dengan jumlah sungai berorde n+1 pada suatu DAS. Bila  $R_b < 3$  atau  $R_b > 5$  maka DAS tersebut telah mengalami deformasi (Verstappen, 1983).

Pendekatan probabilistik digunakan untuk mengetahui perbedaan karakteristik morfometri pada keempat DAS yang diteliti. Normalitas distribusi data perlu diketahui sebelum uji statistik digunakan. Formula (2) dan (3) digunakan untuk menguji data azimuth kelurusan morfologi dan segmen sungai pada masing-masing DAS.

$$x^2 = (f_o - f_h)^2 / f_h \dots\dots\dots (2)$$

dengan  $x^2$  (*chi* kuadrat hitung)  $f_o$  (jumlah data hasil observasi),  $f_h$  (jumlah data yang diharapkan) (Sugiyono, 1999).

$$t = \frac{|\bar{x} - \bar{y}|}{\sqrt{[(Sdx^2/\Sigma nx) + (Sdy^2/\Sigma ny)]}}$$

dengan  $t$  ( $t$  hasil perhitungan),  $\bar{x}$  (rata-rata data azimuth kelurusan),  $\bar{y}$  (rata-rata data azimuth segmen sungai),  $S_{dx}$  (simpangan baku data kelurusan),  $S_{dy}$  (simpangan baku data segmen sungai),  $\Sigma nx$  (jumlah data kelurusan) dan  $\Sigma ny$  (jumlah data segmen sungai) (Krumbein & Graybill, 1965)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Bentangalam di daerah penelitian pada umumnya merupakan kawasan perbukitan dan lereng pegunungan. Kemiringan lereng di DAS Cijoho, Cihejo, dan Barugbug bervariasi dari landai hingga curam, sedangkan di DAS Cigalugah berkisar dari datar s.d. curam. Elevasi DAS Barugbug berkisar pada 687,5 s/d 1.096 mdpl. Elevasi DAS Cigalugah 750 s/d 2.100 mdpl, elevasi DAS Cihejo berkisar 1.025 s/d 2.237,5 mdpl, dan elevasi DAS Cijoho berkisar 1.037,5 s/d 1.959 mdpl. Variasi kemiringan lereng dan elevasi terjadi kemungkinan akibat adanya keragaman karakteristik batuan vulkanik maupun pola struktur di kawasan tersebut.

Pengelompokan pola pengaliran di daerah penelitian mengacu pada klasifikasi pola pengaliran yang dikemukakan oleh Howard (1967). Berdasarkan hasil analisis, pola pengaliran di daerah penelitian pada umumnya cukup kompleks. Pola dasar atau modifikasi yang ideal sangat jarang ditemukan. Beberapa pola pengaliran menunjukkan anomali. Misalnya, Pola pengaliran di DAS Cigalugah di bagian hulu menunjukkan pola subdendritik, ke arah hilir terjadi kombinasi antara anular, rektangular, dan menangga (Gambar 2). Fenomena tersebut menunjukkan bahwa tatanan geologi cukup kompleks.

Hasil pengukuran dan analisis beberapa variabel morfometri ditampilkan pada Tabel 1. Berdasarkan data tersebut tampak bahwa semakin luas suatu DAS yang tersusun atas batuan vulkanik maka akan semakin besar jumlah panjang segmen sungai-

sungainya ( $\Sigma L_s$ ). Secara umum bentuk DAS akan ditentukan oleh perbandingan antara dimensi panjang dan lebarnya. Bentuk DAS Barugbug relatif membulat ( $P_b/L_b = 1,08$ ) dibanding DAS Cijoho yang relatif elips ( $P_b/L_b = 2,12$ ). Sedangkan DAS Cigalugah memiliki bentuk yang kompleks ( $P_b/L_b = 2,51$ ), kemungkinan disebabkan oleh pola struktur geologi yang kompleks pula.

Nilai  $D_d$  tertinggi dicapai oleh DAS Cijoho (3,78), sebaliknya nilai terendah terdapat pada DAS Barugbug (2,35). Fenomena tersebut merupakan refleksi dari perbedaan sifat batuan vulkanik yang menyusun kedua DAS tersebut. Das Cijoho tersusun oleh tuf yang relatif lebih lunak, sedangkan DAS Barugbug tersusun atas lava andesit yang relatif lebih keras.

Pada keempat DAS tersebut diketahui nilai  $R_b$  lebih kecil dari 3. Kondisi ini menunjukkan bahwa keempat DAS telah mengalami deformasi. Ada kecenderungan terjadi peningkatan nilai rasio cabang sungai ke arah hilir pada DAS Cihejo, sementara itu terjadi penurunan pada ketiga DAS yang lain. Peningkatan  $R_b$  ke arah hilir mengindikasikan bahwa deformasi yang relatif kuat telah terjadi di bagian hilir DAS Cihejo.

Hasil analisis normalitas distribusi data azimuth kelurusan morfologi dan azimuth segmen sungai diketahui bahwa populasi - populasi data tersebut berdistribusi normal. Harga  $\chi^2_{hit}$  selalu lebih kecil dibanding  $\chi^2_{tab}$  dengan taraf kesalahan  $\alpha=0,05$  (Tabel 2). Oleh karena itu formula (2) dapat digunakan untuk analisis data lebih lanjut. Hasil uji beda rata-rata terhadap data azimuth kelurusan morfologi dan segmen sungai pada keempat DAS ditampilkan pada Tabel 3. Pola sungai di DAS Cijoho yang berada pada arah  $90^\circ-179^\circ$  dikontrol oleh tektonik aktif yang ditunjukkan oleh harga  $t_{hit} < t_{tab}$  ( $\alpha=0,05$ ), sedangkan pada arah lain pola sungai tidak dikontrol oleh tektonik aktif ( $t_{hit} > t_{tab}$  dengan  $\alpha=0,05$ ). Sementara itu,

pola sungai di DAS Cihejo, Barugbug, dan Cigalugah secara umum dikontrol oleh tektonik aktif yang ditunjukkan oleh harga  $t_{hit} < t_{tab}$  ( $\alpha=0,05$ ).

Pola grafik pada Gambar 3 menunjukkan adanya perbedaan karakteristik morfometri diantara keempat DAS. Kombinasi kontrol litologi dan tektonik terhadap pola azimuth segmen-segmen sungai yang terbentuk dicerminkan oleh pola grafik tersebut. Dibandingkan tiga DAS lainnya tampak bahwa DAS Cigalugah memiliki pola grafik yang lebih ekstrim. Fenomena tersebut sejalan dengan variasi litologi dan tektonik yang kompleks di kawasan tersebut.

## KESIMPULAN

Bentangalam vulkanik di daerah penelitian merupakan kawasan perbukitan dan lereng pegunungan dengan kemiringan lereng berkisar datar hingga curam dan elevasi 687,5 s/d 2.237,5 mdpl.

Beberapa variabel morfometri DAS dapat digunakan untuk mendukung pemahaman karakteristik tatanan geologi setempat. Variabel tersebut diantaranya adalah kerapatan pengaliran ( $D_d$ ), rasio cabang sungai ( $R_b$ ), azimuth segmen sungai, dan azimuth kelurusan morfologi.

Nilai  $D_d$  tertinggi dicapai oleh DAS Cijoho (3,78), sebaliknya nilai terendah terdapat pada DAS Barugbug (2,35). Fenomena tersebut merupakan refleksi dari perbedaan sifat batuan vulkanik yang menyusun kedua DAS. Pada umumnya nilai  $R_b < 3$ . Kondisi tersebut menunjukkan bahwa keempat DAS telah mengalami deformasi. Terjadi peningkatan nilai rasio cabang sungai ke arah hilir pada DAS Cihejo, sementara itu terjadi penurunan pada ketiga DAS yang lain. Peningkatan  $R_b$  ke arah hilir mengindikasikan bahwa deformasi cukup kuat telah terjadi di bagian hilir DAS Cihejo.

Pola sungai di DAS Cijoho yang berada pada arah  $90^\circ$ - $179^\circ$  dikontrol

oleh tektonik aktif. Sementara itu, pola sungai di DAS Cihejo, Barugbug, dan Cigalugah secara umum dikontrol oleh tektonik aktif.

## UCAPAN TERIMA KASIH

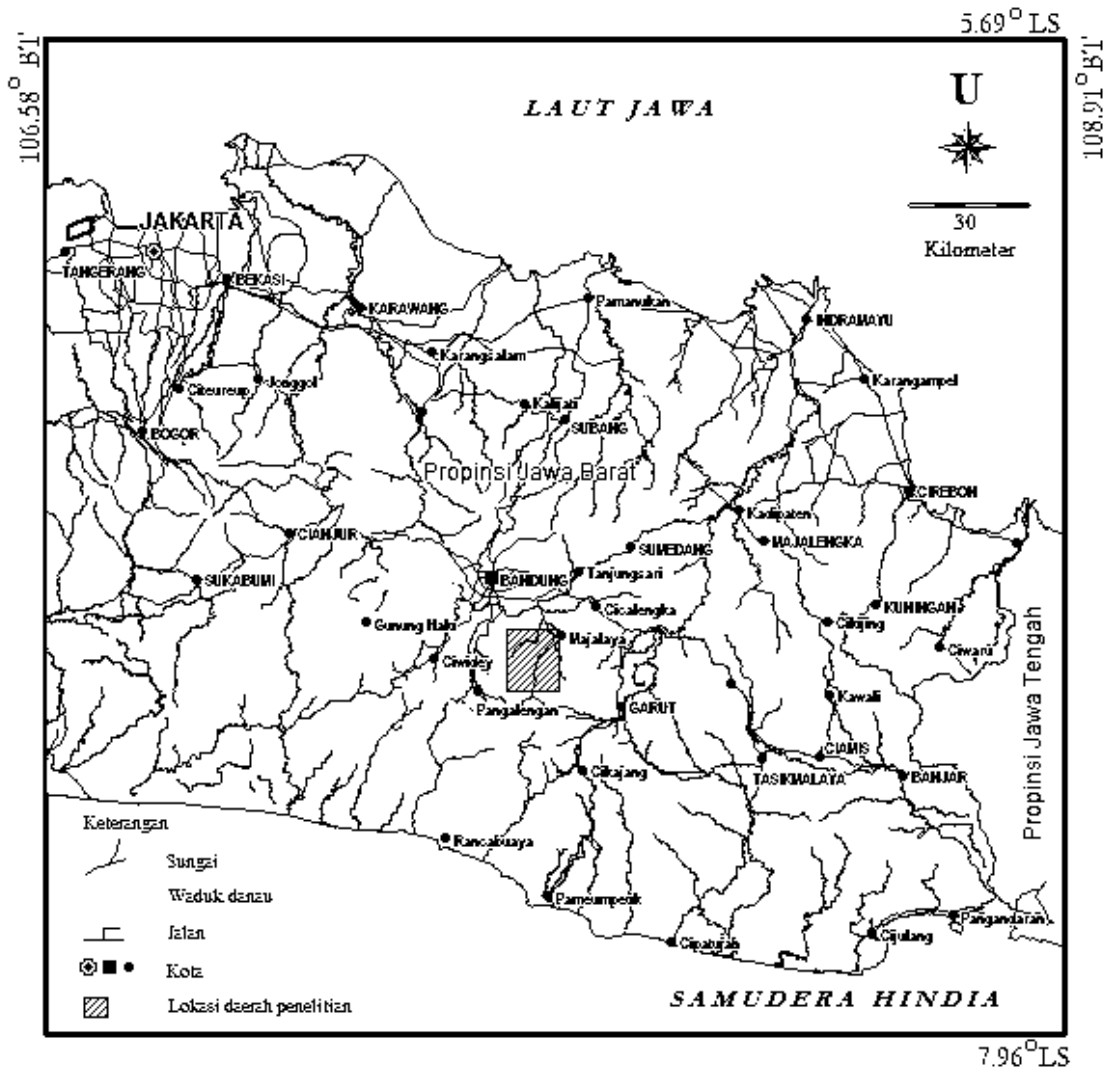
Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Pusat Survei Geologi, Badan Geologi, Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral atas bantuan dana penelitian tahun anggaran 2006.

Ucapan terima kasih kami sampaikan pula kepada semua pihak yang telah berpartisipasi baik selama kegiatan penelitian maupun pada saat penyusunan artikel.

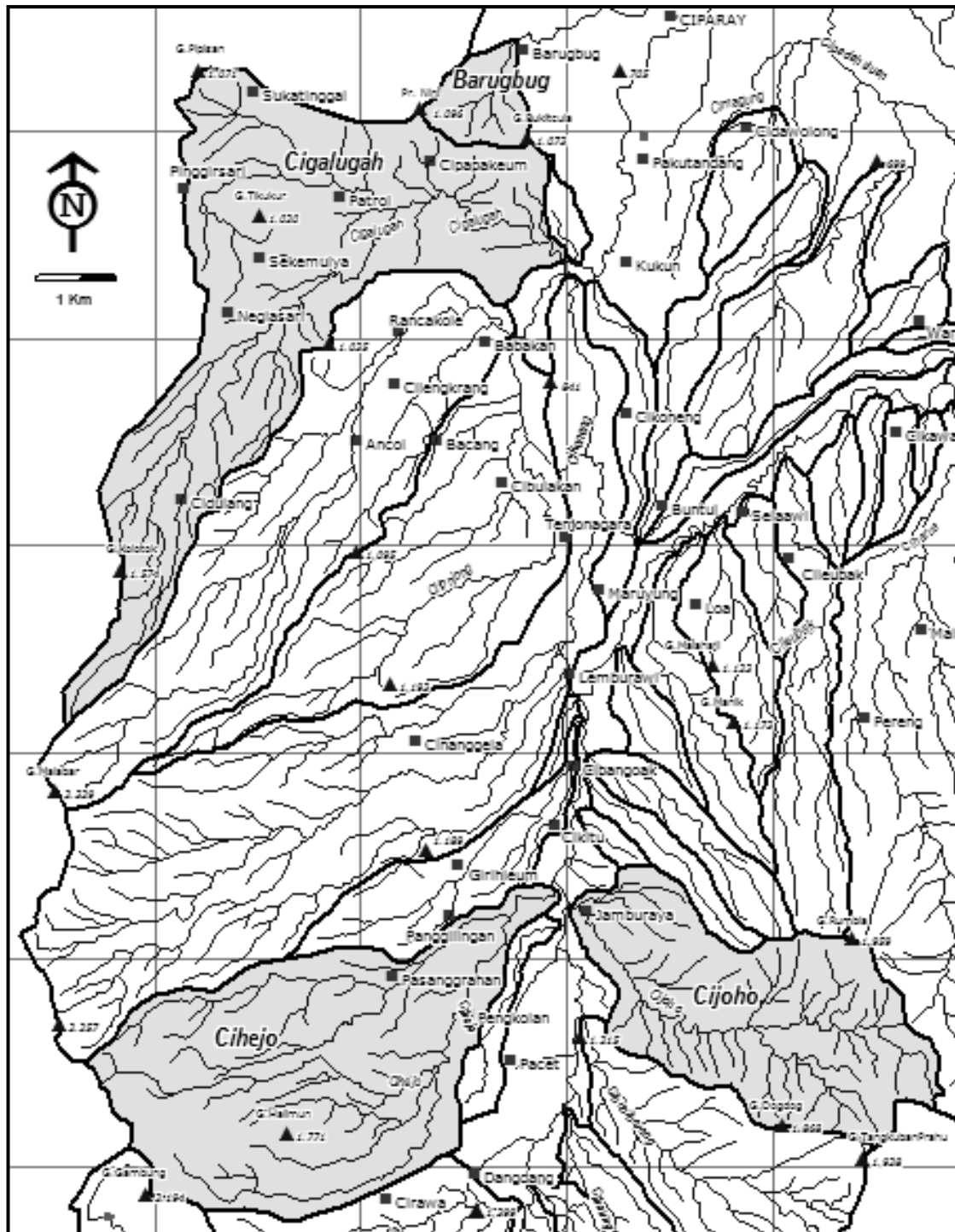
## DAFTAR PUSTAKA

- Alzwar, M., Akbar, N. dan Bachri, S. 1992. Geologi Lembar Garut dan Pameungpeuk, Jawa. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P3G), Bandung.
- Dam, M. A. C. 1994. *The Late Quaternary Evolution of The Bandung Basin, West-Java, Indonesia*. Thesis. Department of Quaternary Geology, Faculty of Earth Sciences. Vrije Universiteit, Amsterdam, the Netherlands. 252p.
- Howard, Arthur David. 1967. *Drainage Analysis in Geologic Interpretation: A Summation*. The American Association of Petroleum Geologists Bulletin, Vol. 51, No. 11: 2246-2259.
- Krumbein & Graybill. 1965. *An Introduction to statistical Models in Geology*. Mc. Graw Hill Book Company, New York.
- Sugiyono. 1999. *Statistika untuk Penelitian*. Penerbit CV Alfabeta. Cetakan ke-2: 306 h.
- Sukiyah, Emi. 2006. *Kajian Geologi dan Tektonik pada Bentangalam Vulkanik di Kawasan Cekungan Bandung Bagian Selatan: Implikasinya dalam Proses Erosi*. Pusat Survei Geologi, Bandung.

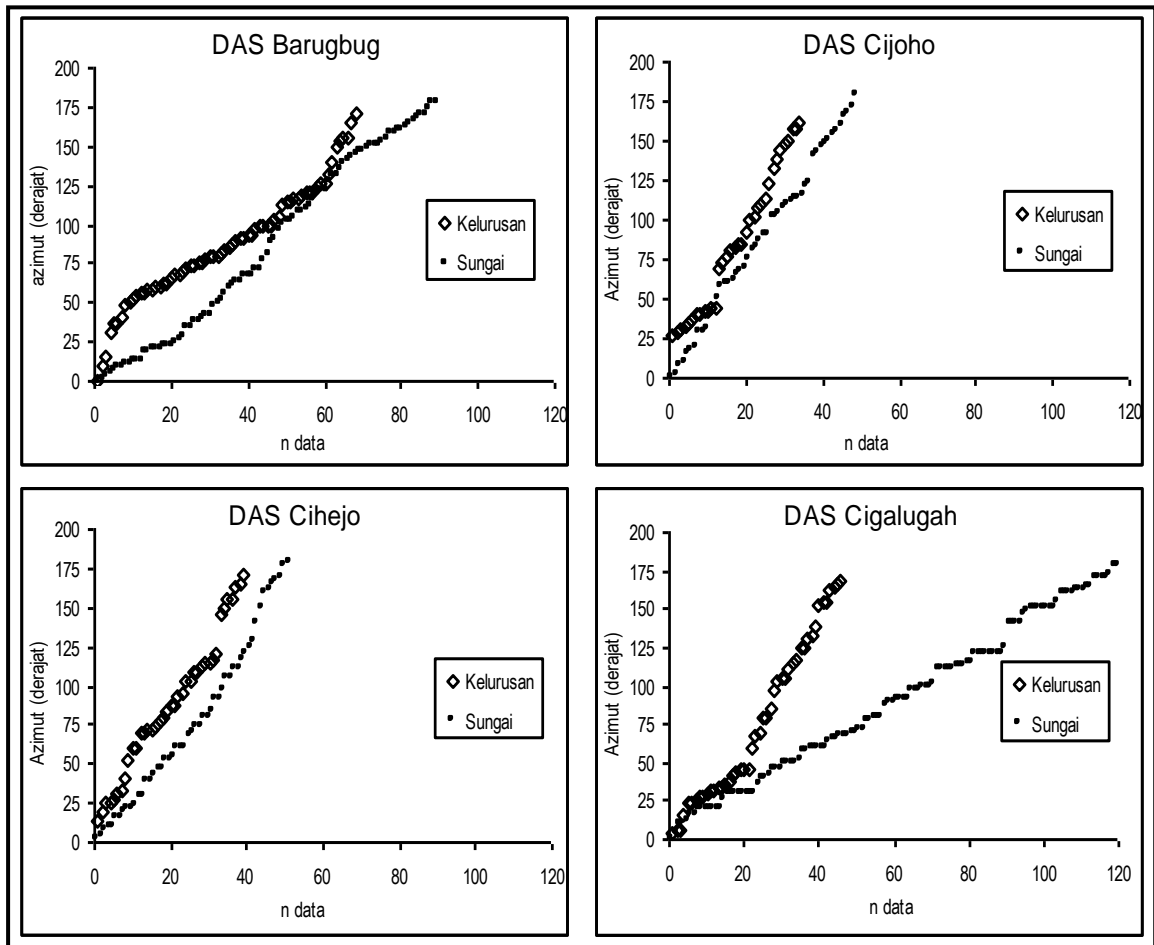
- Sukiyah, Emi, Sudradjat, Adjat, Hirnawan, R. Febri, Muslim, Dicky, Rosana, Mega F. 2007. *The Simple Grid Method in GIS Application for Delineation of Erosion and Flood Zones: Case study at Bandung Basin*. SKIM-X, Malaysia.
- Van Bemmelen, R.W. (1949). *The Geology of Indonesia*, vol IA, *General Geology*, Martinus Nijhoff the Hogue.
- Van Zuidam, R. A. 1983. *Guide to Geomorphologic - aerial photographic interpretation and mapping*. Enschede: Section of Geology and Geomorphology, ITC. 325p.
- Verstappen, H. Th. 1983. *Applied Geomorphology; Geomorphological Surveys for Environmental Development*. Elsevier Science Publishing Company Inc. New York. 437p



Gambar 1. Lokasi daerah penelitian



Gambar 2. Ilustrasi pola DAS di daerah penelitian



Gambar 3. Pola grafik azimut kelurusan morfologi dan segmen sungai di DAS Barugbug, Cijoho, Cihejo, dan Cigalugah.

Tabel 1. Karakteristik morfometri DAS

No	DAS	Parameter								
		$A_b$	$K_b$	$P_b$	$L_b$	$\Sigma L_s$	$D_d$	$Rb_{1-2}$	$Rb_{2-3}$	$Rb_{3-4}$
1	Cijoho	10,23	15,25	5,57	2,63	38,68	3,780	2,37	1,73	0,79
2	Cihejo	15,35	18,10	6,66	3,45	46,14	3,010	1,74	2,11	2,25
3	Barugbug	1,41	4,80	1,57	1,45	3,31	2,350	2,50	1,00	-
4	Cigalugah	18,36	27,96	9,21	3,67	58,93	3,210	2,04	1,77	1,44

Keterangan:  $A_b$  (luas DAS),  $K_b$  (keliling DAS),  $P_b$  (panjang DAS),  $L_b$  (lebar DAS),  $\Sigma L_s$  (jumlah panjang segmen sungai),  $D_d$  (kerapatan pengaliran),  $Rb_{1-2}$  (rasio cabang sungai orde 1 dan orde 2).

Tabel 2. Hasil pengujian normalitas distribusi data arah azimut kelurusan dan segmen sungai di DAS Cijoho, Cihejo, Barugbug, dan Cigalugah

Populasi	Objek	Cijoho			Cihejo			Barugbug			Cigalugah		
		df	$\chi^2_{hit}$	$\chi^2_{tab}$	df	$\chi^2_{hit}$	$\chi^2_{tab}$	df	$\chi^2_{hit}$	$\chi^2_{tab}$	df	$\chi^2_{hit}$	$\chi^2_{tab}$
I	Kelurusan	11	10,24	19,68	7	3,30	14,02	6	12,00	12,592	19	17,44	30,144
	Segmen sungai	11	10,99	19,68	15	10,24	24,99	29	26,75	42,557	29	6,00	42,557
II	Kelurusan	6	3,80	12,59	13	3,88	21,03	29	27,00	42,557	6	10,59	12,592
	Segmen sungai	12	7,09	21,03	14	8,74	23,69	15	18,11	24,996	29	25,85	42,557
III	Kelurusan	7	8,67	14,02	10	11,39	18,31	22	27,00	33,924	10	15,98	18,307
	Segmen sungai	11	4,06	19,68	10	12,74	18,31	17	21,07	27,587	29	29,25	42,557
IV	Kelurusan	6	3,80	12,59	6	7,84	12,59	6	10,00	12,593	7	12,93	14,017
	Segmen sungai	11	12,85	19,68	8	5,17	15,51	24	13,71	35,415	29	26,00	42,557

Tabel 3. Hasil uji beda antara pola sungai dan pola kelurusan

Populasi	DAS Cijoho		DAS Cihejo		DAS Barugbug		DAS Cigalugah	
	$t_{hit}$	$t_{tab}$	$t_{hit}$	$t_{tab}$	$t_{hit}$	$t_{tab}$	$t_{hit}$	$t_{tab}$
I	3,618	2,074	1,453	2,074	0,498	1,691	0,886	2,013
II	2,190	2,101	2,005	2,056	0,773	1,681	0,491	2,032
III	0,101	2,101	0,257	2,086	1,029	1,684	1,446	2,023
IV	1,198	2,110	0,960	2,145	0,551	1,697	0,022	2,029