

GEOMORFOLOGI TEKTONIK DAERAH ALIRAN SUNGAI CIWIDEY DAN CISANGKUY DI CEKUNGAN BANDUNG

Tectonic Geomorphology of Ciwidey and Cisangkuy Watershed in Bandung Basin

Nendi Rohaendi¹, Emi Sukiyah², Dicky Muslim³, dan Athanasius Cipta⁴

¹²³Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran

Jln. Bandung-Sumedang km 21, Jatinangor, Sumedang

¹Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Geologi, Mineral dan Batubara

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral

Jln. Jenderal Sudirman No. 623, Bandung 40211

⁴Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Badan Geologi, KESDM

Jln. Diponegoro No. 56, Bandung 40122

Email: nendis@gmail.com

ABSTRAK

Kawasan perkotaan cekungan Bandung terletak di tengah pegunungan vulkanik yang masuk ke dalam wilayah daerah aliran sungai (DAS) Citarum Hulu. Penelitian ini bertujuan menganalisis geomorfologi tektonik di kawasan perkotaan cekungan Bandung bagian selatan, yaitu sub-DAS Ciwidey dan Cisangkuy. Metode analisis geomorfologi tektonik menggunakan data citra ketinggian DEMNAS. Analisis geologi berdasarkan data dari peta geologi regional dan data lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bagian selatan cekungan Bandung merupakan daerah tektonik aktif. Dari hasil tersebut, dapat digunakan untuk mengevaluasi penataan ruang di kawasan perkotaan cekungan Bandung, khususnya dari aspek kebencanaan.

Kata kunci: geomorfologi tektonik, penataan ruang, cekungan Bandung

ABSTRACT

Bandung urban area is located in the intra-mountain basin which is part of upstream Citarum watersheds. The aim of the research is to analyse tectonic geomorphology of sub-watershed Ciwidey and Cisangkuy in the southern part of Bandung basin. The method use digital elevation image from DEMNAS combined with geological data. The result shows that the southern part of Bandung basin is tectonically active. This information is significant to evaluate existing spatial planning based on natural hazard point of views.

Keywords: tectonic geomorphology, spatial planning, Bandung basin

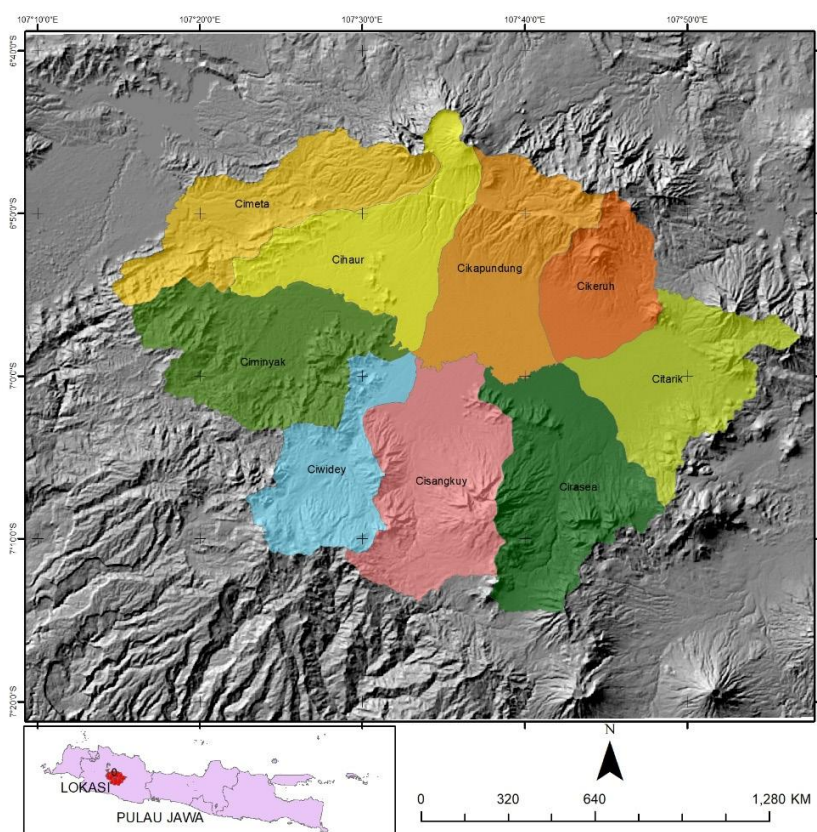
PENDAHULUAN

Cekungan Bandung adalah cekungan besar *intra-mountain* yang dikelilingi oleh dataran tinggi vulkanik berumur tersier akhir hingga kuartar dengan ketinggian hingga 2400 mdpl (Dam dkk, 1996), luas basin sekitar 2300 km², dan ketinggian antara 650–768 mdpl. Cekungan Bandung merupakan koridor ekonomi kedua terbesar setelah kawasan Jabodetabek dan kawasan perkotaannya merupakan tempat tinggal lebih dari delapan juta orang.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 26 Tahun 2008 pada Lampiran X, Kawasan Perkotaan Cekungan Bandung dijadikan sebagai Kawasan Strategis Nasional. Menurut Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 45 Tahun 2018 tentang Rencana Tata Ruang Kawasan Perkotaan, Cekungan Bandung merupakan kawasan strategis nasional dari sudut kepentingan ekonomi yang terdiri atas kawasan perkotaan inti dan kawasan perkotaan di sekitarnya yang membentuk kawasan metropolitan. Kawasan perkotaan inti adalah Kota Bandung dan Kota Cimahi. Adapun kawasan perkotaan di sekitarnya adalah Kabupaten Bandung Barat, Kabupaten Bandung, dan Kabupaten Sumedang.

Upaya untuk mengurangi dampak bencana adalah dengan melakukan kegiatan yang disebut Mitigasi Bencana. Upaya tersebut sebagaimana tercantum dalam UU No. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana untuk menghadapi kemungkinan bencana yang akan datang. Salah satu bentuk mitigasi bencana, yaitu dengan mengetahui tingkat kerawanan bencana pada suatu daerah dengan mengetahui karakteristik geomorfologi dan geologinya.

Mitigasi bencana merupakan salah satu pedoman dalam penataan ruang di kawasan rawan bencana. Menurut UU No. 26 Tahun 2007, penataan ruang adalah suatu analisis proses perencanaan tata ruang, pemanfaatan ruang, dan pengendalian pemanfaatan ruang. Perencanaan ruang meliputi proses: *allocation*, *forming*, *sizing*, dan *harmonizing* ruang (lahan) untuk penggunaan multifungsi (Albrechts, 2006). Beberapa elemen perencanaan ruang lainnya, seperti *population growth*, *natural disaster*, dan *scarcity of suitable land* (Sutanta, dkk., 2010).



Gambar 1. Daerah penelitian terletak di sub-DAS Ciwidey dan Cisangkuy di Cekungan Bandung (Sumber: DEMNAS–BIG)

Geomorfologi terapan sangat berguna untuk memahami bencana, baik dari aspek proses keterjadiannya maupun hubungannya dengan aktivitas manusia (dalam konteks penataan ruang). Pemetaan sesar aktif berdasarkan data geomorfologi sebelum terjadinya gempa bumi sangat penting

karena kejadian gempabumi cenderung berulang. Gempabumi sangat dipengaruhi oleh kondisi geologi dan geomorfologi yang berperan terhadap tingkat guncangan (amplifikasi) dan variasi spasial dari guncangan gempabumi. Hal itulah yang mendorong untuk dilakukan penelitian tentang geomorfologi tektonik di Cekungan Bandung dan aplikasinya terhadap mitigasi bencana gempabumi.

Secara umum, daerah aliran Sungai Citarum terdiri atas tiga sub-DAS, yaitu Citarum Hulu, Citarum Tengah, dan Citarum Hilir yang terbentang dari cekungan Bandung sampai Bekasi. Daerah aliran Sungai Citarum Hulu, saat ini menempati seluruh kawasan yang disebut dengan cekungan Bandung. Daerah penelitian merupakan bagian dari sub-DAS Ciwidey. Adapun sub-DAS Cisangkuy merupakan bagian dari DAS Citarum Hulu.

Geomorfologi tektonik adalah penerapan geomorfologi untuk masalah-masalah tektonik. Di dalamnya termasuk studi dari kumpulan bentuk lahan dan evolusi dari bentang alam. Selain itu juga adanya perkembangan dari model proses-respons dari suatu wilayah yang dipengaruhi oleh aktivitas tektonik saat ini (Keller & Rockwell, 1984). Pendekatan umum dari geomorfologi tektonik ini lebih kuantitatif dibandingkan dengan pendekatan kualitatif.

Study Area

Bentang alam dataran tinggi Cekungan Bandung dikelilingi oleh perbukitan dan pegunungan gunung api. Ke arah selatan Cekungan Bandung sebagai wilayah studi, dijumpai lereng pegunungan yang melandai ke arah bagian tengah cekungan. Di bagian selatan terdapat Gunung Malabar, Gunung Patuha, Gunung Tanjaksana, dan Gunung Kuda. Di kaki gunung bagian selatan terdapat Gunung Geulis, Gunung Bale Endah, dan Gunung Soreang.

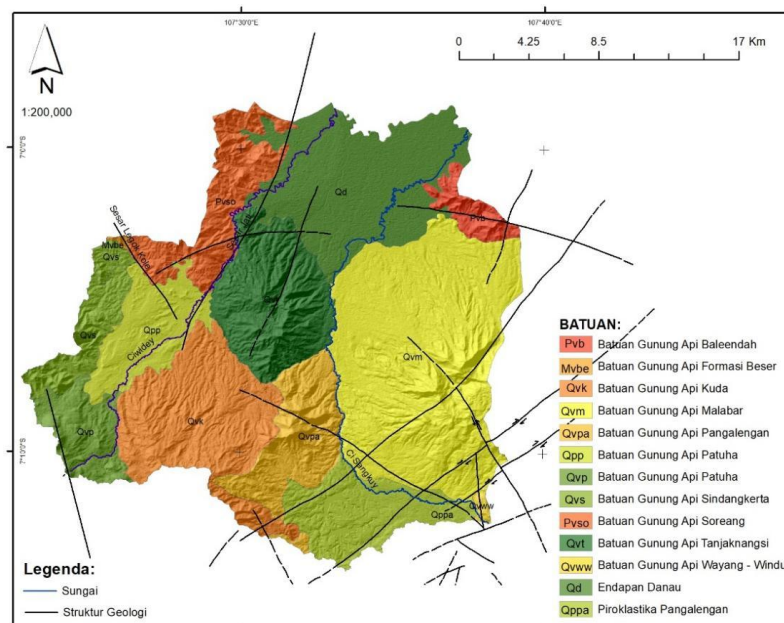
Kawasan perkotaan Cekungan Bandung diapit dua sesar aktif, yaitu Sesar Lembang dan Cimandiri. Di utara Cekungan Bandung terletak sesar aktif Lembang (*strike slip*), slip-rate 1,5 mm/tahun, dip 90, panjang segmen 34,4 km, dan dapat menghasilkan gempa dengan magnitude maksimal 6,6. Sesar Cimandiri (*strike slip*), dengan slip-rate 4 mm/tahun, dip 90, panjang segment 62,2 km, dapat menghasilkan magnitude maksimal sebesar 7,2 (PusGen, 2017). Berdasarkan penelitian dengan metoda gravity di cekungan Bandung, diduga ada 8 sesar, terdiri atas 7 sesar normal dan 1 sesar naik (Abdurahman dkk, 2018). Penelitian microzonasi menunjukkan bahwa amplifikasi di Cekungan Bandung bernilai antara 1,3 sampai 26,5 kali. Kandungan tanah lempung lunak yang mendominasi wilayah selatan Cekungan Bandung memiliki tingkat amplifikasi yang paling tinggi (Sari dkk., 2019).

Sumber gempabumi di Indonesia secara umum adalah zona subduksi dan sesar aktif di darat dan di laut. Definisi sesar aktif adalah sesar yang pernah bergerak pada kurun waktu 10.000 tahun terakhir (Keller and Pinter, 2002). Sebagian besar gempabumi yang terjadi di Jawa Barat tidak berhubungan langsung dengan zona subduksi/penunjaman, tetapi berasal dari patahan/sesar aktif di darat (Supartoyo, dkk., 2014). Gempabumi yang bersumber dari sesar aktif di darat sangat berpotensi merusak meskipun magnitudonya tidak terlalu besar, tetapi kedalamannya dangkal dan dekat dengan aktivitas manusia. Pemodelan potensi kegempaan dengan cakupan sebuah cekungan di kawasan perkotaan Bandung serta aplikasi geomorfologi tektonik sangat dibutuhkan untuk referensi penataan ruang cekungan Bandung (Sukiyah dkk., 2018). Kawasan perkotaan Bandung memiliki kerawanan bencana tinggi dilihat dari frekuensi bencana, jumlah korban meninggal, dan jumlah korban yang hilang. Hal tersebut disebabkan oleh aktivitas tektonik yang aktif dan kepadatan

penduduk yang tinggi.

Secara geologi, daerah penelitian didominasi oleh produk gunungapi kuartar, seperti produk gunungapi Malabar, Patuha, Tanjaknangsi, Kuda, dan Piroklastika Pangalengan. Batuan yang termuda adalah endapan danau (Agustin, 2013, Tim Pemetaan Geologi Inderaan Jauh, 2019). Endapan danau terdiri atas batuan lepas berukuran lempung, lanau, pasir, dan kerikil yang bersifat tufan, mengandung sisipan breksi, dan ketebalan mencapai 125 m. Di bawahnya terdapat produk gunungapi tersier berupa lava andesit sebagai batuan tertua yang berumur Miosen (Bronto, dkk., 2006). Menurut Silitonga (1973), batuan tertua di daerah ini adalah breksi tufaan, lava, batupasir, dan konglomerat (Pb) dikenal sebagai Formasi Besar. Batuan intrusi diperkirakan berumur Pliosen. Batuan intrusi berkembang ke arah barat laut Waduk Saguling.

Daerah Bandung Selatan secara regional merupakan bagian dari kelompok gunungapi kuartar yang pada bagian barat laut dibatasi oleh zona sesar geser mengiri Sukabumi–Padalarang. Di sebelah timur laut zona sesar geser mengiri Cilacap–Kuningan. Di sebelah selatan adalah sesar turun yang berbatasan dengan Pegunungan Selatan (Bronto, dkk., 2006) (Gambar 2). Pada peta geologi Lembar Garut (Alzwar dkk., 1992) terlihat bahwa pola sesar di kawasan Gunung Malabar, Wayang, Windu, dan Tilu berarah timur laut-barat daya dan sedikit barat laut-tenggara. Sesar tersebut ada yang berupa sesar naik dan sesar turun. Pada batas antara batuan gunungapi kuartar dan batuan gunungapi tersier di utaranya terdapat sesar turun berarah barat-timur.



Gambar 2. Peta Geologi daerah penelitian kompilasi dari beberapa sumber (Silitonga, 1973, Alzwar et al, 1992, Bronto, dkk., 2006, Kusdji, 2013)

METODOLOGI

Penelitian ini diawali dengan kajian literatur (analisis studi yang berhubungan dengan tema penelitian dan geologi regional) dan analisis data citra ketinggian DEMNAS untuk memperoleh nilai kuantitatif parameter geomorfologi pada kedua sub-DAS. Data utama dalam menganalisis parameter kuantitatif geomorfologi ini adalah data citra ketinggian DEMNAS dari Badan Informasi Geospasial tahun 2018 dengan resolusi spasial 8,3 m menggunakan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG) dan peta topografi.

Morfometri merupakan ukuran kuantitatif karakteristik yang terkait dengan aspek geomorfologi

suatu daerah. Morfometri daerah aliran sungai adalah istilah yang digunakan untuk menyatakan keadaan jaringan alur sungai secara kuantitatif. Morfometri didefinisikan sebagai pengukuran kuantitatif dari bentuk bentang alam. Sederhananya, bentuk lahan dapat dikarakteristikan ukurannya, elevasi (maksimum, minimum, dan rata-rata), serta kemiringan (Keller & Pinter, 2002). Parameter yang digunakan untuk analisis aliran sungai dapat dilihat pada Tabel 1.

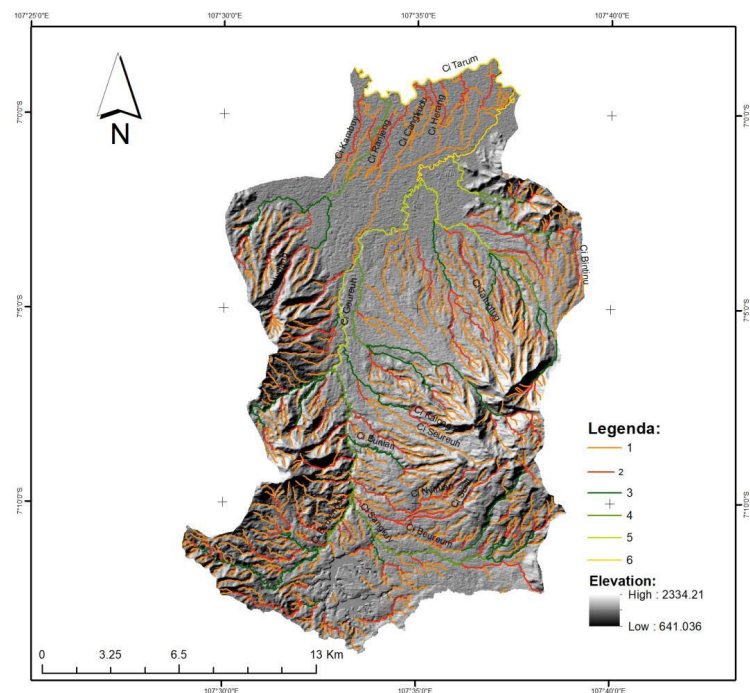
Tabel 1. Perhitungan geologi kuantitatif

No	Perhitungan	Sumber
1	Orde Sungai	Strahler, 1957
2	Tingkat Percabangan Sungai: $R_b = N_u / N_{u+1}$	Verstappen, 1983
3	Kerapatan Sungai: $D_d = L/A$	van Zuidam, 1983
4	Mountain front Sinuosity $S_{mf} = L_{mf}/L_s$	Bull and McFadden, 1977
5	Stream Length: $SL = (\Delta H / \Delta L) \times L$	Hack, 1973
6	Asymmetric Factor $AF = 100 (A_r / A_t)$	Cox, 1994

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sub-DAS Cisangkuy

Sub-DAS Cisangkuy meliputi Kecamatan Dayeuh Kolot, Pameungpeuk, Banjaran, Pengalengan, Kertasari, Pacet, Arjasari, Ciwidey, dan Ciparay. Sungai utama adalah Cisangkuy yang mengalir dari selatan ke utara, dengan luas 341.668 km², panjang seluruh segmen sungai adalah 856.892 km, dan nilai *drainage density* 2,508. Titik tertinggi adalah 2334.21 mdpl dan terendah 641.036 mdpl. Dengan begitu, *relief ratio* adalah 3,641. Menurut Verstapen (1983), dengan nilai $R_b < 3$ atau $R_b > 5$ daerah yang memiliki nilai R_b tersebut dikontrol oleh sesar aktif (Sukiyah dkk., 2015) seperti terlihat pada gambar 4 dan Tabel 2.



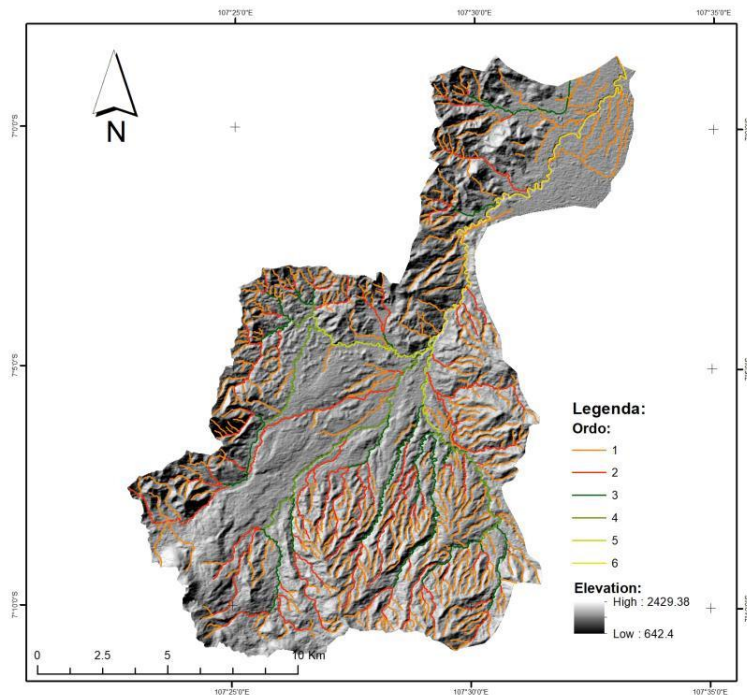
Gambar 4. Peta Sub-DAS Cisangkuy beserta ordo sungainya hasil analisis peta topografi dan peta DEM, ordo sungai 2-5 terindikasi adanya sesar aktif

Tabel 2. Geomorfologi index Sub-DAS Cisangkuy

No	Stream Oder	Stream Total Length (Km)	Average stream length (Km)	R_1	Stream Number	Bifurcation Ratio (R_b)
1	1st order	483.847	0.938	-	516	-
2	2nd order	187.455	0.837	0.528	224	2.304
3	3rd order	88.633	0.943	0.470	94	2.383
4	4th order	47.013	2.612	0.265	18	5.222
5	5th order	25.320	3.165	0.452	8	2.250
6	6th order	24.624	12.312	0.205	2	4.000

Sub-DAS Ciwidey

Sub-DAS Ciwidey meliputi Kecamatan Ketapang, Soreang, Pasir Jambu, Ciwidey, Cililin, Banjaran, dan Pengalengan. Sungai utama adalah Ciwidey yang mengalir dari selatan ke utara, luasnya adalah 220.122 km², dan panjang seluruh segmen sungai adalah 574.186 km. Karena itu, nilai *drainage density* adalah 2,608. Titik tertinggi adalah 2429.38 mdpl dan terendah 642.4 mdpl sehingga *relief ratio* adalah 3.782. Menurut Verstapen (1983), dengan nilai $R_b < 3$ atau $R_b > 5$ daerah yang memiliki nilai RB tersebut dikontrol oleh sesar aktif (Sulaksana dkk., 2015) seperti terlihat pada gambar 5 dan tabel 3.



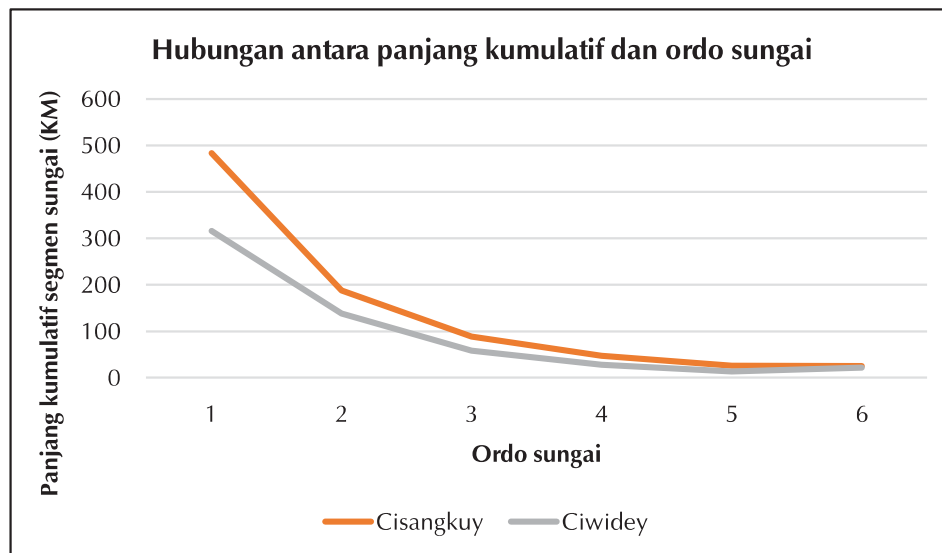
Gambar 5. Peta Sub-DAS Ciwidey serta ordo sungainya hasil analisis dari peta topografi dan DEMNAS, ordo 2, 3, dan 5 terindikasi adanya pengaruh sesar aktif.

Tabel 3. Geomorfologi index Sub-DAS Ciwidey

No	Stream Oder	Stream Total Length (Km)	Average stream length (Km)	R_1	Stream Number	Bifurcation Ratio
1	1st order	316.466	0.846	-	374	-
2	2nd order	138.205	0.875	0.492	158	2.367
3	3rd order	58.206	0.954	0.478	61	2.590
4	4th order	27.354	1.824	0.344	15	4.067
5	5th order	13.074	3.268	0.358	4	3.750
6	6th order	20.881	20.881	0.135	1	4.000

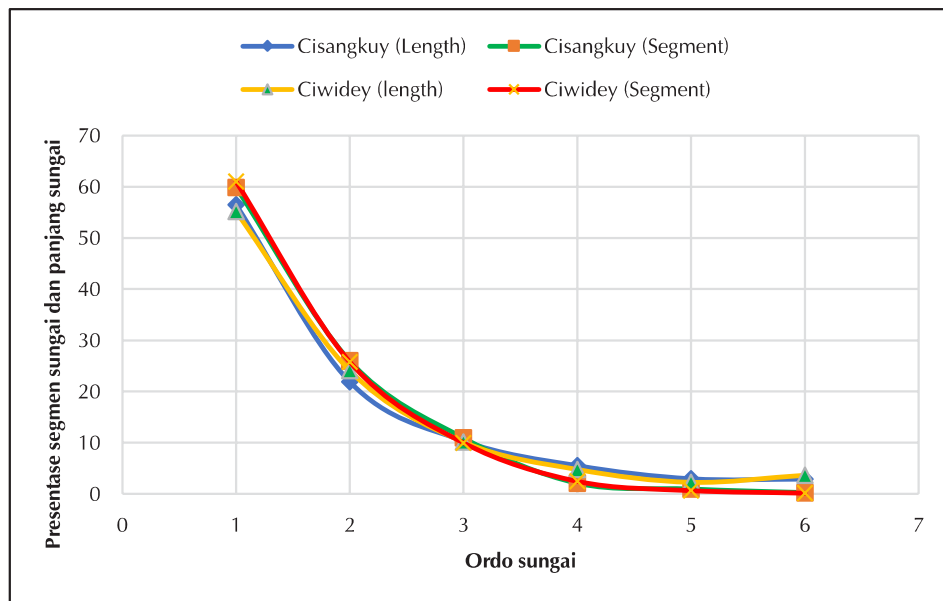
PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini terdiri atas empat parameter geomorfologi tektonik, yaitu ordo sungai, kerapatan sungai (Dd), tingkat percabangan sungai (Rb), dan panjang aliran (Sl). Beberapa analisis hubungan antara parameter tersebut misalnya grafik hubungan antara panjang kumulatif segmen sungai dan ordo sungai yang terdapat pada sub-DAS Cisangkuy dan Ciwidey (gambar 6). Dari grafik tersebut, terlihat bahwa jumlah ordo sungai dan panjang kumulatif setiap segmennya pada sub-DAS Cisangkuy relatif lebih tinggi dibandingkan dengan paramater yang sama pada sub-DAS Ciwidey.



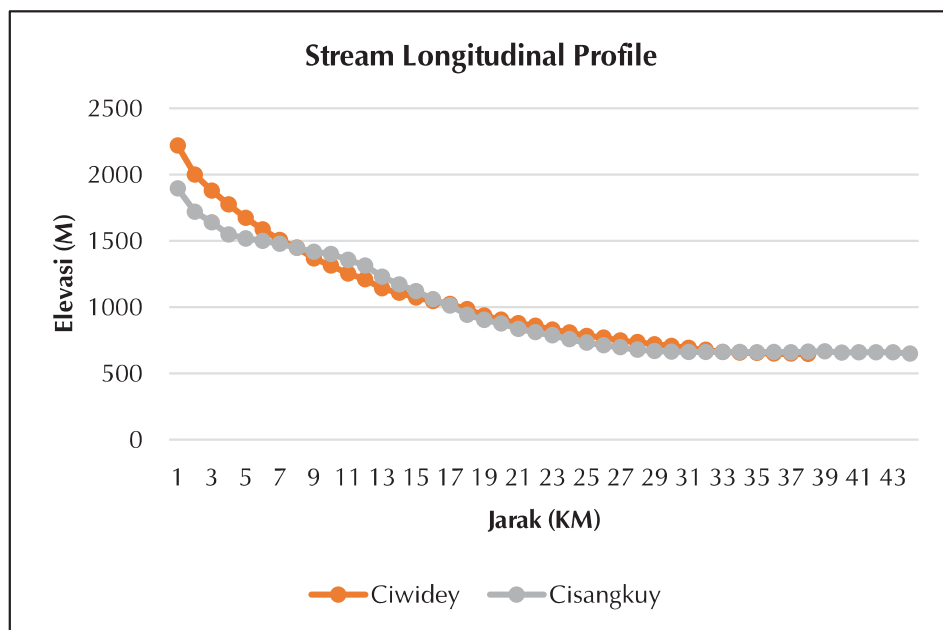
Gambar 6. Hubungan antara panjang kumulatif dan ordo Sungai Cisangkuy dan Ciwidey

Pada Gambar 7 terlihat bahwa jumlah persentase segmen sungai pada ordo sungai 1 dan 2 lebih tinggi daripada panjang sungai, baik pada sub-DAS Cisangkuy maupun sub-DAS Ciwidey. Pada ordo 3 hingga 6, persentase ordo sungainya relatif menurun.



Gambar 7. Persentase segmen sungai dan panjang Sungai Cisangkuy dan Ciwidey

Gambar 8 menunjukkan profil sungai dari hulu ke hilir. Hulu sungai sub-DAS Ciwidey mempunyai posisi topografi yang lebih tinggi daripada hulu sungai di sub-DAS Cisangkuy. Namun, pada panjang sungai antara jarak 7–15 km menunjukkan bahwa sungai di sub-DAS Cisangkuy mempunyai elevasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan sungai di sub-DAS Ciwidey. Setelah terjadi perbedaan elevasi pada panjang sungai sebelumnya maka segmen sungai pada jarak 38 km dari hulu, keduanya mempunyai elevasi yang sama.



Gambar 8. Profil aliran Sungai Cisangkuy dan Ciwidey

KESIMPULAN

Bentang alam daerah Bandung Selatan terdiri atas pegunungan (1300–2300 m), perbukitan ($\pm$ 1000 m), dataran tinggi Bandung di bagian utara (700 m), serta dataran tinggi Pangalengan (1400 m) di bagian selatan. Sungai utama di daerah ini adalah Citarum yang mempunyai tiga cabang, yakni Cihejo, Cisangkuy, dan Ciwidey. Sistem sesar berarah tenggara-barat laut dan timur tenggara-barat barat laut diperkirakan ikut mengontrol kemunculan gunungapi di daerah penelitian.

Parameter geomorfologi tektonik secara umum menunjukkan bahwa daerah cekungan Bandung bagian selatan merupakan daerah tektonik aktif. Dari hasil tersebut maka diperlukan evaluasi dalam hal penataan ruang di kawasan perkotaan cekungan Bandung, khususnya dari aspek kebencanaan.

Daerah Cekungan Bandung bagian selatan juga mempunyai potensi bencana geologi lainnya, seperti gempabumi tektonik, letusan gunungapi, dan gerakan tanah. Untuk mengantisipasi kemungkinan keterjadian bencana-bencana geologi tersebut maka penelitian dan mitigasi bencana geologi juga disarankan untuk dilakukan oleh pihak yang berwenang.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, D., Santoso, D., Gunawan, W., Kadir, A., Dahrin, D., Setianingsih, A., & Alawiyah, S. (2018). Using gravity fault identification data in Bandung basin. *AIP Conference Proceedings*, 1987, 020062.
- Agustin, F. (2013). *Peta geologi hasil interpretasi citra indera jauh Bandung, Jawa Barat*. Pusat Survei Geologi.
- Albrechts, L. (2006). Shifts in strategic spatial planning? Some evidence from Europe and Australia. *Environment and Planning*. A2006, volume 38, pages 1149-1170. DOI:10.1068/a37304
- Alzwar, M., Akbar, N., & Bachri, S. 1992. *Peta geologi lembar Garut dan Pameungpeuk, Jawa Barat, skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Bronto, S., Koswara, A., & Lumbanbatu, K. 2006. Stratigrafi gunung api daerah Bandung Selatan, Jawa Barat. *Jurnal Geologi Indonesia*, Vol. 1 No. 2 Juni 2006: 89-101
- Dam, M.A.C., Suparan, P., Nossin, J.A., & Voskuil, R.P.G.A. (1996). A chronology for geomorphological developments in the greater Bandung area, West-Java, Indonesia. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences*, Pergamon, 14. (PII: SO743-9547(%)00069-4), 101 - 115.
- Keller, E. A., & Pinter, N. (2002). *Active tectonics: earthquakes, uplift, and landscape*. Upper Saddle River (N.J.): Prentice Hall.
- Keller, E. A., & Rockwell, T. K. (1984). *Tectonic geomorphology, quaternary chronology, and paleoseismicity*. In J. E. C. a. P. J. Fleisher (Ed.), *Developments and Applications of Geomorphology* Springer-Verlag Berlin Heidelberg
- Kusdji. (2013). *Peta geologi hasil interpretasi citra indera jauh Pangalengan, Jawa Barat*. Pusat Survei Geologi.
- PusGen. (2017). *Peta sumber dan bahaya gempa Indonesia tahun 2017*. ISBN 978-602-5489-01-3, Cetakan Pertama, Puslitbang Perumahan dan Pemukiman, Balitbanh, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Sari, A.M., Eko Soebowo, Afnindar Fakhurrozi, Arifan Jaya Syahbana, D., & Tohari, A. (2019). Microzonation of soil amplification based on microtremor, Spt and Cptu data in Bandung basin. *Riset Geologi Tambang*, 29, 1 Juni 2019, 53-64. DOI: 10.14203/risetgeotam2019.v29.978

- Silitonga. (1973). *Peta geologi lembar Bandung, Jawa Barat*
- Sukiyah, E., Agung, A., & Raditya, P.P. 2015. The morphotectonic characteristic of erosion and flood zones of Cisangkuy watershed in Bandung basin, West Java. *Proceeding of ICG. International Joint Conference*, Faculty of Geological Engineering, Padjadjaran University and Faculty of Science and Natural Resources University of Malaysia Sabah.
- Sulaksana, N., Sjafrudin, A., & Sukiyah, E. 2015. Relationship between land use and erosion intensity in Ciwidey Watershed–West Java. *Proceeding of ICG. International Joint Conference*, Faculty of Geological Engineering, Padjadjaran University and Faculty of Science and Natural Resources University of Malaysia Sabah.
- Supartoyo, Surono, D., & Putranto, E.T. (2014). *Katalog gempabumi merusak di Indonesia tahun 1612–2014*. Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Badan Geologi, KESDM, Edisi Kelima.
- Sutanta, H., Bishop, I.D.B., & Rajabifard, A.R. (2010). *Integrating spatial planning and disaster risk reduction at the local level in the context of spatially enabled government* (pp. 55 - 68): Leuven University Press.
- Tim Pemetaan Geologi Inderaan Jauh (2019). *Pemetaan geologi indera jauh skala 1:50.000 cekungan Bandung dan sekitarnya Provinsi Jawa Barat*. Pusat Survei Geologi, Bandung (Belum diterbitkan).