

KARAKTERISTIK PENGARUH TEKTONIK RELATIF PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI CIKANDANG BAGIAN TENGGARA**Kyla Almira^{1*}, Emi Sukiyah¹, Pradnya Paramarta Raditya Rendra¹**¹Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung-Sumedang Km. 21, Jatinangor.

*Korespondensi: kyla21001@mail.unpad.ac.id

ABSTRAK

Pulau Jawa merupakan wilayah dengan aktivitas tektonik tinggi akibat lokasinya di zona subduksi antara Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia. Aktivitas ini membentuk banyak sesar aktif di daratan, termasuk di Kabupaten Garut. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi Indeks Aktivitas Tektonik Relatif (IATR) di bagian tenggara Daerah Aliran Sungai (DAS) Cikandang dengan pendekatan indeks geomorfik. Metode yang digunakan melibatkan analisis spasial berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) terhadap empat parameter morfotektonik: faktor asimetri cekungan (Af), integral hipsometrik (Hi), rasio lebar-tinggi lembah (Vf), dan indeks bentuk cekungan (Bs). Lokasi penelitian memiliki luas 74,9 km² yang dibagi menjadi 25 Daerah Tangkapan Air (DTA). Hasil perhitungan menunjukkan bahwa 40% DTA tergolong dalam kelas aktivitas tektonik tinggi, 56% menengah, dan 4% rendah. Aktivitas tektonik tinggi umumnya ditemukan di bagian timur laut dan barat daya, yang berdekatan dengan pertemuan sesar aktif seperti Sesar Pakenjeng dan Sukamulya. Ciri morfologi di wilayah ini meliputi DAS yang asimetris, lembah lebar berbentuk U, topografi curam, dan bentuk DAS memanjang, yang menunjukkan pengaruh aktivitas tektonik relatif di lokasi penelitian adalah menengah. Temuan ini menunjukkan bahwa kompleksitas struktur geologi di lokasi penelitian memberikan pengaruh signifikan terhadap pembentukan bentuklahan dan tingkat kerentanan bencana geologi, seperti gerakan tanah dan longsor. Oleh karena itu, hasil penelitian ini dapat menjadi dasar dalam upaya mitigasi dan perencanaan pembangunan di kawasan rawan bencana.

Kata Kunci: DAS Cikandang bagian tenggara, indeks aktivitas tektonik relatif, indeks geomorfik, morfotektonik, sistem informasi geografis

ABSTRACT

Java Island was an area with high tectonic activity due to its location in the subduction zone between the Indo-Australian Plate and the Eurasian Plate. This activity had formed many active faults on land, including in Garut Regency. This study aimed to identify the Index of Relative Tectonic Activity (IRTA) in the southeastern Cikandang Watershed (DAS) using a geomorphic index approach. The method used involves spatial analysis based on Geographic Information System (GIS) of four morphotectonic parameters: asymmetric factor (Af), hypsometric integral (Hi), ratio of valley floor width to valley height (Vf), and basin shape index (Bs). The study area covered 74.9 km² and was divided into 25 Water Catchment Areas (DTA). The results showed that 40% of the WCAs were classified as high, 56% as moderate, and 4% as low tectonic activity. High tectonic activity was generally found in the northeast and southwest, near active fault zones such as the Pakenjeng and Sukamulya faults. The morphological characteristics of this area included asymmetrical watersheds, wide U-shaped valleys, steep topography, and elongated watershed shapes, indicating that the index of relative tectonic activity at the study site was moderate. These findings indicated that the complexity of the geological structure at the study site significantly influences landform formation and the level of vulnerability to geological hazards, such as landslides and avalanches. Therefore, the results of this study could serve as a basis for mitigation efforts and development planning in disaster-prone areas.

Keywords: Southeastern Cikandang Watershed, index of relative tectonic activity, geomorphic indices, morphotectonic, geographic information system

1. PENDAHULUAN

Pulau Jawa merupakan salah satu wilayah dengan aktivitas tektonik tinggi di Indonesia karena letak geografisnya yang berada di zona subduksi antara Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia (Anfasha dkk., 2016). Aktivitas tektonik tersebut menghasilkan sesar-sesar aktif di daratan Pulau Jawa (Ilahi dkk., 2019) yang mengendalikan karakteristik bentuklahan (Sukiyah dkk., 2022).

Kabupaten Garut, yang terletak di bagian selatan Pulau Jawa, menjadi salah satu daerah yang memiliki banyak keterdapatan sesar aktif. Sesar aktif yang terdapat di kabupaten tersebut diketahui berumur muda dan kerap kali menimbulkan gempa. Badan Pusat Statistik Kabupaten Garut (2025) mencatat setidaknya terdapat 235 kali kejadian gempa bumi di tahun 2023-2024 dengan episenter gempa dangkal.

Pengaruh aktivitas tektonik dapat diketahui melalui tingkat aktivitas tektonik relatif (Fadhilla dkk., 2021) dari kajian indeks geomorfik (Winarto, 2020). Kajian ini mengukur parameter bentuklahan untuk memperkirakan pengaruh tingkat aktivitas tektonik relatif terhadap suatu daerah. Dari kajian tersebut akan diperoleh daerah dengan pengaruh aktivitas tektonik sangat tinggi hingga rendah. Objek kajian indeks geomorfik pada penelitian ini adalah Daerah Aliran Sungai (DAS). Daerah Aliran Sungai adalah suatu wilayah di daratan yang merupakan satu-kesatuan antara sungai dengan cabang-cabangnya yang dibatasi oleh punggung dengan meliputi hulu dan hilir sungai, yang dapat bermuara di danau atau laut (Ariyani dkk., 2020).

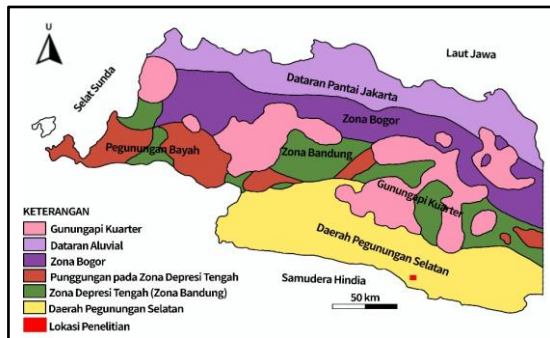
DAS Cikandang dipilih sebagai wilayah penelitian karena merupakan DAS terbesar di Kabupaten Garut (Sukiyah & Sudradjat, 2022) dan dilalui oleh beberapa sesar aktif. Dari luasnya DAS Cikandang, lokasi penelitian dipersempit pada bagian tenggara yang memiliki karakteristik geologi unik. Bagian ini dilalui oleh sesar normal berarah barat-timur (Sesar

Pakenjeng) yang berkembang di bagian selatan dan sesar mendatar mengangan yang berarah barat daya-timur laut (Sesar Sukamulya) di bagian barat daya, serta dekat dengan sesar mendatar mendatar mengangan berarah barat daya-timur laut (Sesar Cikandang) di luar lokasi penelitian (Sukiyah dkk., 2024). Sesar-sesar tersebut berumur muda karena melibatkan batuan berumur Neogen (Tersier)-Kuarter (Alzwar dkk., 1992; Sukiyah dkk., 2024). Dengan mempertimbangkan kompleksitas struktur geologi di lokasi penelitian, diperlukan suatu kajian yang komprehensif untuk mengidentifikasi daerah mana saja yang dipengaruhi oleh aktivitas tektonik sehingga dapat diperkirakan kerentanannya. Melalui pendekatan indeks geomorfik dengan analisis spasial, penelitian ini diharapkan mampu menyajikan informasi mengenai tingkat pengaruh aktivitas tektonik di lokasi penelitian dan implikasinya terhadap kerentanan bencana geologi yang mungkin terjadi di DAS Cikandang bagian tenggara.

2. TINJAUAN PUSTAKA

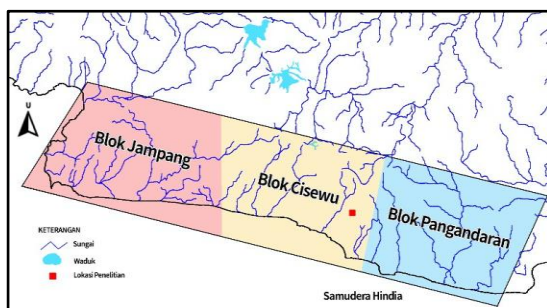
2.1.1 Fisiografi Regional

Menurut fisiografi regionalnya, DAS Cikandang yang terletak di Provinsi Jawa Barat, Pulau Jawa ini termasuk dalam dalam Zona Daerah Pegunungan Selatan (Van Bemmelen, 1949) seperti pada **(Gambar 1)**. Zona ini terletak di selatan Jawa Barat dengan persebaran dari Teluk Pelabuhanratu hingga ke Pulau Nusa Kambangan dengan lebar sekitar 50 km, dan merupakan bagian dari Geantiklin Jawa. Zona ini telah mengalami perlipatan dan pengangkatan akibat gaya tektonik sejak periode Tersier-Kuarter.



Gambar 1. Peta fisiografi regional Pulau Jawa bagian barat (Modifikasi van Bemmelen, 1949)

Jika berdasarkan tingkat deformasinya, zona ini termasuk dalam Blok Cisewu (Sukiyah & Sudrajat, 2022) sebagaimana dalam (**Gambar 2**). Blok ini terkenal sebagai daerah rusak dan yang paling labil karena batuan penyusunnya yang mudah lapuk dan tererosi.

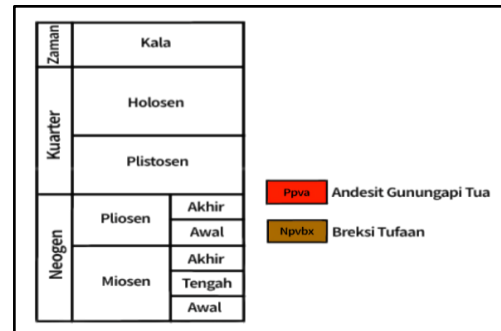


Gambar 2. Pembagian blok di Daerah Pegunungan Selatan (Modifikasi Sukiyah & Sudradjat, 2022)

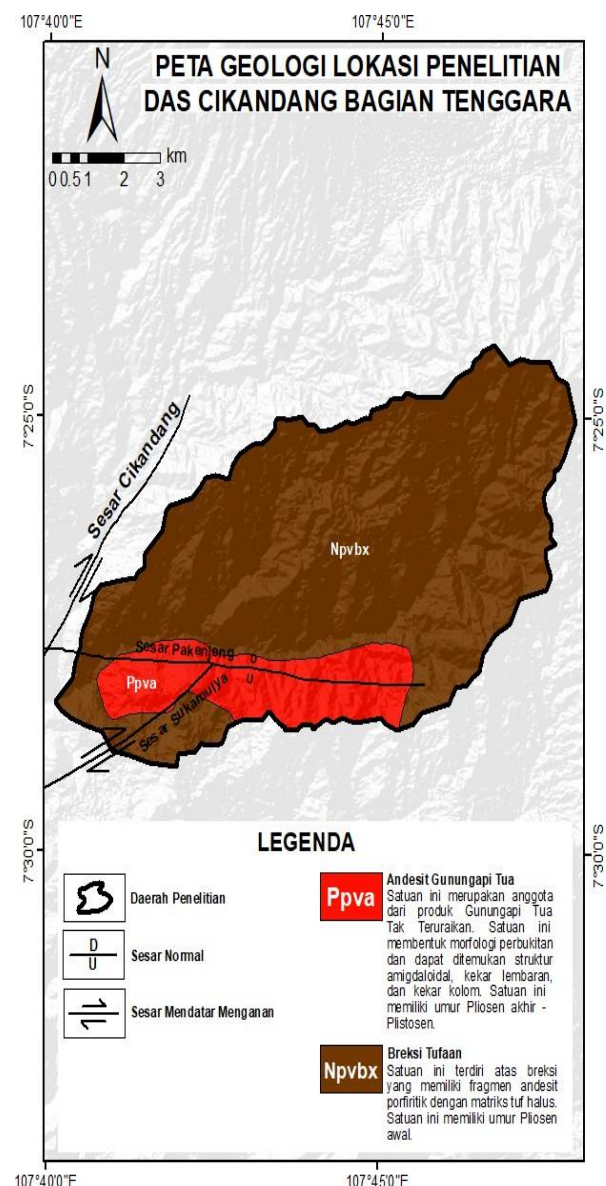
2.1.2 Stratigrafi Regional

Stratigrafi lokasi penelitian tersusun atas 2 (dua) satuan batuan, yaitu Satuan Breksi Tufaan dan Satuan Andesit Gunungapi Tua (Sukiyah dkk., 2024). Satuan Breksi Tufaan tersusun atas breksi, tuf, dan batupasir yang diendapkan yang diduga berumur Pliosen awal (Alzwar dkk., 1992). Sementara itu, Satuan Andesit Gunungapi Tua merupakan anggota dari produk Gunungapi Tua Tak Teruraikan (Alzwar dkk., 1992) yang tersusun atas tuf, breksi tuf, dan lava yang diendapkan secara tidak selaras di atas Satuan Breksi Tufaan dan diduga berasal dari erupsi celah berumur Pliosen akhir-Plistosen (**Gambar**

3). Peta geologi pada lokasi penelitian ditunjukkan pada (**Gambar 4**).



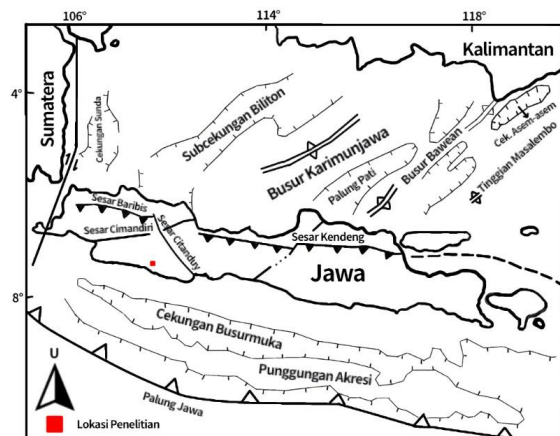
Gambar 3. Kolom stratigrafi regional lokasi penelitian (Modifikasi Sukiyah dkk., 2024)



Gambar 4. Peta geologi regional lokasi penelitian (Modifikasi Alzwar dkk. (1992) dan Sukiyah dkk. (2024))

2.1.3 Struktur Geologi Regional

Dalam skala regional, sesar-sesar yang berada di lokasi penelitian termasuk ke dalam Pola Meratus dan Jawa (Hilmi & Haryanto, 2008) sebagaimana dalam **(Gambar 5)**. Pola Meratus adalah struktur sesar mendatar dengan arah kelurusan timur laut-barat daya yang diperkirakan sebagai struktur paling tua di Pulau Jawa, yang berlangsung sejak Kapur-Paleosen (Pulunggono & Martodjojo, 1994). Pola Meratus diwakili oleh Sesar Sukamulya dan Sesar Cikandang pada lokasi penelitian. Sementara itu, Pola Jawa adalah struktur sesar dengan arah kelurusan barat-timur yang merupakan pola paling muda yang mengaktifkan kembali seluruh pola yang telah ada sebelumnya dan berlangsung dari Eosen-Plistosen. Pola ini diwakili oleh Sesar Pakenjeng di lokasi penelitian.

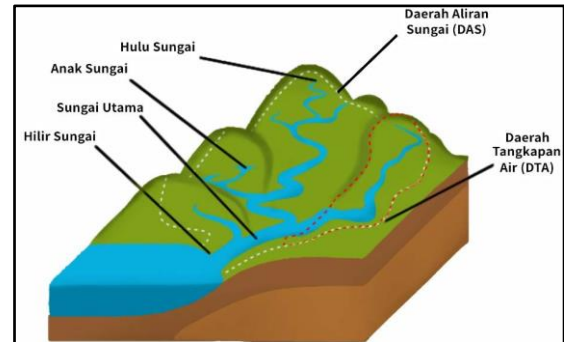


Gambar 5. Peta pola struktur di Pulau Jawa dan sekitarnya (Modifikasi Simandjuntak & Barber, 1996)

2.2 Daerah Tangkapan Air (DTA)

Daerah Tangkapan Air (DTA) mengacu pada Daerah Aliran Sungai (DAS) yang diperkecil menurut luas wilayahnya. Daerah Aliran Sungai adalah suatu wilayah daratan yang merupakan suatu kesatuan antara sungai utama dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di

laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan (PP No. 37 Tahun 2012). Daerah Aliran Sungai DAS maupun Daerah Tangkapan Air dibatasi oleh punggung atau perbukitan di sekelilingnya (Rendra dkk., 2023) sebagaimana ditunjukkan pada **(Gambar**



6).

Gambar 6. Ilustrasi morfologi DAS

2.3 Orde Sungai

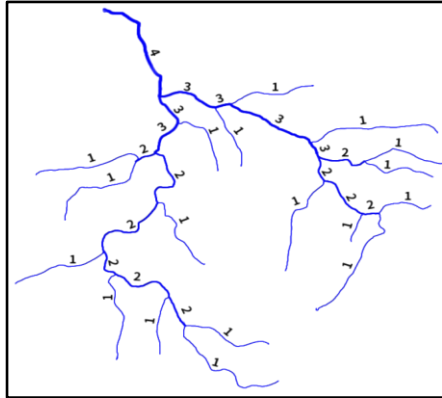
Anak-anak sungai dalam suatu DAS diurutkan sesuai posisinya terhadap sungai utama yang disebut sebagai orde sungai. DAS yang memiliki banyak jumlah orde sungai maka akan semakin luas pula ukurannya dan panjang alur sungainya.

Pada penelitian ini, penentuan orde sungai menggunakan metode segmentasi (Sukiyah, 2017) sebagaimana pada **(Gambar 7)**. Metode ini dipilih karena asas penentuan ordenya lebih mendekati secara geologi. Retakan pada permukaan akan berkembang lebih lanjut menjadi sungai. Semakin banyak suatu orde sungai tersegmentasi, maka semakin tinggi pula intensitas tektoniknya.

Penentuan orde sungai dengan metode ini memiliki ketentuan sebagai berikut:

1. Aliran sungai terluar yang tidak memiliki cabang diberi nilai orde 1;
2. Jika dua aliran sungai dengan orde yang sama bertemu maka akan menghasilkan aliran sungai dengan nilai orde lebih

- besar satu di atasnya;
3. Jika aliran sungai dengan orde yang lebih tinggi terpotong oleh aliran sungai dengan orde yang lebih rendah, maka aliran sungai dengan orde yang lebih tinggi tersebut tidak akan berubah, tetapi terbagi menjadi 2 (dua) segmen dan seterusnya.



Gambar 7. Ilustrasi penentuan orde sungai (Sukiyah, 2017)

2.4 Indeks Geomorfik

2.4.1 Faktor Asimetri Cekungan (Af)

Nilai Af adalah salah satu parameter dalam analisis Indeks Aktivitas Tektonik Relatif (IATR) yang digunakan untuk menilai adanya pengaruh tektonik pada perkembangan bentuk cekungan. Parameter ini memberikan informasi bahwa asimetri suatu cekungan dapat disebabkan oleh faktor-faktor tektonik atau pengaruh kemiringan dasar batuan.

Rumus perhitungan untuk nilai ini adalah sebagai berikut (Keller & Pinter, 1996; El Hamdouni dkk., 2008; Dehbozorgi dkk., 2010):

$$Af = \frac{Ar}{At} \times 100 \quad (1)$$

di mana,

Af = faktor asimetri cekungan

Ar = luas bagian kanan DAS (arah hilir)

At = total luas DAS

Hasil dari perhitungan Af diklasifikasikan menjadi 3 (tiga) kelas sebagai berikut (El Hamdouni dkk., 2008):

- Kelas 1 (Tinggi): $Af > 65$
 $Af < 35$

- Kelas 2 (Menengah): $35 \leq Af \leq 43$
 $57 \leq Af \leq 65$
- Kelas 3 (Rendah): $43 < Af < 57$

2.4.2 Integral Hipsometrik (Hi)

Nilai Hi adalah salah satu parameter dalam analisis Indeks Aktivitas Tektonik Relatif (IATR) yang digunakan untuk menggambarkan tahap perkembangan geomorfologi dari suatu cekungan. Hi memberikan informasi tentang distribusi nilai ketinggian dalam suatu cekungan (Strahler, 1952). Nilai Hi tidak berkaitan langsung dengan tingkat aktivitas tektonik, tetapi dapat membantu mengidentifikasi proses erosi terhadap morfologi wilayah tersebut dari tingkat resistensi batuan penyusunnya (Rendra dkk., 2024).

Rumus perhitungan untuk nilai ini adalah sebagai berikut (Keller & Pinter, 1996; El Hamdouni dkk., 2008; Dehbozorgi dkk., 2010):

$$Hi = \frac{avg.elv. - min.elv.}{max.elv. - min.elv.} \quad (2)$$

di mana,

Hi = integral hipsometrik

avg.elv. = elevasi rata-rata

min.elv. = elevasi minimum

max.elv. = elevasi maksimum

Hasil dari perhitungan Hi diklasifikasikan menjadi 3 (tiga) kelas sebagai berikut (Dehbozorgi dkk., 2010):

- Kelas 1 (Tinggi): $Hi \geq 0,5$
- Kelas 2 (Menengah): $0,4 \leq Hi < 0,5$
- Kelas 3 (Rendah): $Hi < 0,4$

2.4.3 Rasio Lebar-Tinggi Lembah (Vf)

Nilai Vf adalah salah satu parameter dalam analisis Indeks Aktivitas Tektonik Relatif (IATR) yang digunakan untuk mengukur seberapa sempit atau lebar lantai lembah dibandingkan dengan ketinggian lembah tersebut. Nilai Vf dapat memberikan indikasi pengangkatan tektonik pada suatu lembah.

Rumus perhitungan untuk nilai ini adalah sebagai berikut (Bull, 2008; El Hamdouni dkk., 2008; Dehbozorgi dkk., 2010):

$$Vf = \frac{2 \times Vf w}{(Eld - Esc) + (Erd - Esc)} \quad (3)$$

di mana,

Vf = rasio lebar-tinggi lembah

Vfw = lebar lantai lembah

Eld = elevasi tepi kiri lembah

Erd = elevasi tepi kanan lembah

Esc = elevasi lantai lembah

Hasil dari perhitungan Vf diklasifikasikan menjadi 3 (tiga) kelas sebagai berikut (Sharma dkk., 2018):

- Kelas 1 (Tinggi): $Vf < 0,5$
- Kelas 2 (Menengah): $0,5 \leq Vf < 1,0$
- Kelas 3 (Rendah): $Vf \geq 1,0$

2.4.4 Indeks Bentuk Cekungan (Bs)

Nilai Bs adalah salah satu parameter dalam analisis Indeks Aktivitas Tektonik Relatif (IATR) yang digunakan untuk mengukur bentuk dari suatu DAS. Parameter ini digunakan untuk mengidentifikasi pengaruh tektonik pada pembentukan dan perkembangan suatu DAS, dimana DAS yang memanjang seringkali menunjukkan adanya aktivitas tektonik yang tinggi (Ramírez-Herrera (1998) & El Hamdouni dkk. (2008)).

Rumus perhitungan untuk nilai ini adalah sebagai berikut (Ramírez-Herrera, 1998; El Hamdouni dkk., 2008; Dehbozorgi dkk., 2010):

$$Bs = \frac{Bl}{Bw} \quad (4)$$

di mana,

Bs = indeks bentuk cekungan

Bl = panjang maksimum cekungan

Bw = lebar maksimum cekungan

Hasil dari perhitungan Bs diklasifikasikan menjadi 3 (tiga) kelas sebagai berikut (Anand, 2019):

- Kelas 1 (Tinggi): $Bs > 2,3$
- Kelas 2 (Menengah): $1,2 \leq Bs \leq 2,3$
- Kelas 3 (Rendah): $Bs < 1,2$

2.4.5 Indeks Aktivitas Tektonik Relatif (IATR)

Nilai IATR adalah nilai akhir dalam analisis morfotektonik yang digunakan untuk mengkategorikan tingkat aktivitas pengaruh tektonik pada suatu DAS.

Rumus perhitungan untuk nilai ini adalah sebagai berikut (El Hamdouni dkk., 2008):

$$IATR = \frac{S}{N} \quad (5)$$

di mana,

IATR = indeks aktivitas tektonik relatif

S = jumlah kelas dari tiap parameter

N = jumlah parameter yang digunakan

Hasil dari perhitungan IATR diklasifikasikan menjadi 4 (empat) kelas sebagai berikut (El Hamdouni dkk., 2008; Dehbozorgi dkk., 2010):

- Kelas 1 (Sangat Tinggi): $1,0 \leq IATR < 1,5$
- Kelas 2 (Tinggi): $1,5 \leq IATR < 2,0$
- Kelas 3 (Menengah): $2,0 \leq IATR < 2,5$
- Kelas 4 (Rendah): $IATR \geq 2,5$

4. METODE PENELITIAN

Perhitungan indeks geomorfik untuk aspek morfotektonik dilakukan pada DAS Cikandang bagian tenggara yang secara administratif terletak di Kecamatan Pakenjeng dan Cikelet, Kabupaten Garut, Provinsi Jawa Barat. Lokasi penelitian dipilih karena letaknya yang menjadi pertemuan beberapa sesar aktif. Lokasi penelitian memiliki luas sekitar 74,9 km² dan dibagi menjadi 25 DTA (Daerah Tangkapan Air) dengan penomoran orde sungai menggunakan Metode Segmentasi (Sukiyah, 2017). Metode segmentasi menyatakan aliran sungai yang terluar adalah orde pertama dan jika dua aliran sungai dengan orde beda bergabung akan menghasilkan aliran sungai dengan nilai orde lebih besar satu di atasnya. Selain itu, jika aliran sungai dengan orde yang lebih tinggi terpotong oleh aliran sungai dengan orde yang lebih rendah, maka aliran sungai dengan orde yang lebih tinggi tersebut tidak

akan berubah, tetapi terbagi menjadi 2 (dua) segmen dan seterusnya.

Perhitungan indeks geomorfik ini menggunakan metode penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG) yang dilengkapi dengan analisis kuantitatif indeks geomorfik aspek morfotektonik. Data yang diperlukan berupa data topografi dan raster yang berasal dari Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) Lembar Pakenjeng (1208-61) dengan skala 1: 25.000 dan citra *Digital Elevation Model* Nasional (DEMNAS) yang diolah melalui perangkat lunak ArcGIS dan Global Mapper. Langkah-langkah penelitian ini dimulai dari penentuan orde sungai, delineasi lokasi penelitian menjadi beberapa DTA, serta pengolahan dan perhitungan parameter morfotektonik, seperti: faktor asimetri cekungan, integral hipsometrik, rasio lebar dan tinggi lembar, dan indeks bentuk cekungan, pada setiap DTA untuk selanjutnya dilakukan pembobotan guna memperoleh nilai akhir Indeks Aktivitas Tektonik Relatif (IATR).

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi penelitian tersusun atas sungai dengan orde 1-3 yang terbagi menjadi 25 DTA. Sungai utama pada lokasi penelitian adalah Sungai Ciarinem yang mengalir dari timur laut ke barat daya.

Dilakukan perhitungan indeks geomorfik morfotektonik pada keseluruhan DTA hingga menghasilkan nilai-nilai seperti di bawah ini.

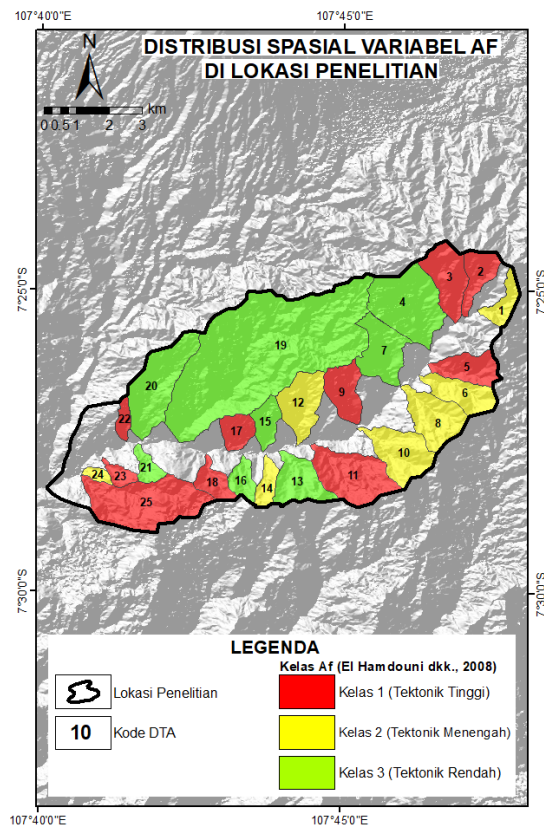
Tabel 1. Hasil perhitungan parameter morfotektonik

Kode Sub-DAS	Nilai			
	Af	Hi	Vf	Bs
Ckd_01	42,80	0,51	0,59	2,24
Ckd_02	21,05	0,50	2,78	1,93
Ckd_03	32,21	0,49	2,14	1,72
Ckd_04	53,49	0,50	1,34	1,05
Ckd_05	74,07	0,50	0,56	2,04
Ckd_06	36,01	0,50	1,05	2,34
Ckd_07	54,88	0,50	0,60	1,33
Ckd_08	35,96	0,50	1,16	1,40

Ckd_09	34,67	0,49	1,42	1,60
Ckd_10	62,23	0,50	0,90	1,52
Ckd_11	18,90	0,49	0,90	1,79
Ckd_12	60,59	0,50	2,10	1,74
Ckd_13	44,43	0,49	0,46	1,02
Ckd_14	62,54	0,50	2,42	2,75
Ckd_15	44,06	0,49	0,47	1,84
Ckd_16	50,06	0,50	0,74	1,81
Ckd_17	30,41	0,51	1,24	1,05
Ckd_18	33,53	0,48	0,96	1,67
Ckd_19	53,26	0,50	0,80	2,58
Ckd_20	53,12	0,50	1,32	2,48
Ckd_21	50,60	0,51	2,51	1,40
Ckd_22	68,98	0,51	1,02	2,67
Ckd_23	33,98	0,50	1,31	1,62
Ckd_24	42,06	0,48	2,38	2,65
Ckd_25	29,26	0,49	0,53	2,68

4.1 Faktor Asimetri Cekungan (Af)

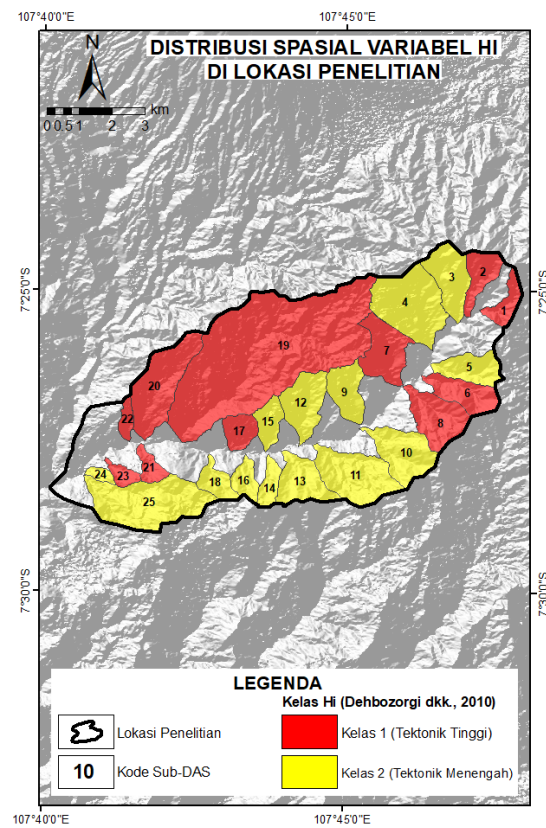
Nilai Af menunjukkan kondisi kemiringan yang dipengaruhi oleh kondisi tektonik sehingga akan menghasilkan DAS dengan bentuk yang asimetris antara luasan sebelah kanan dengan kiri dari sungai yang membaginya dengan posisi menghadap hilir. Di lokasi penelitian, nilai Af berkisar antara 18,90 – 74,07. Nilai Af yang mendominasi di lokasi penelitian secara berturut-turut, yaitu kelas tektonik tinggi sebanyak 40% DTA, yang disusul oleh kelas tektonik rendah sebanyak 32% DTA, dan kelas tektonik menengah sebanyak 28% DTA. Nilai Af yang semakin mendekati nilai 50 memiliki arti bahwa DTA berbentuk simetris, dimana kemiringan dan kontrol strukturnya rendah sehingga dapat dikatakan DTA tersebut memiliki pengaruh tektonik yang rendah. Berikut disajikan pada (**Gambar 8**).



Gambar 8. Distribusi spasial parameter Af pada lokasi penelitian

4.2 Integral Hipsometrik (Hi)

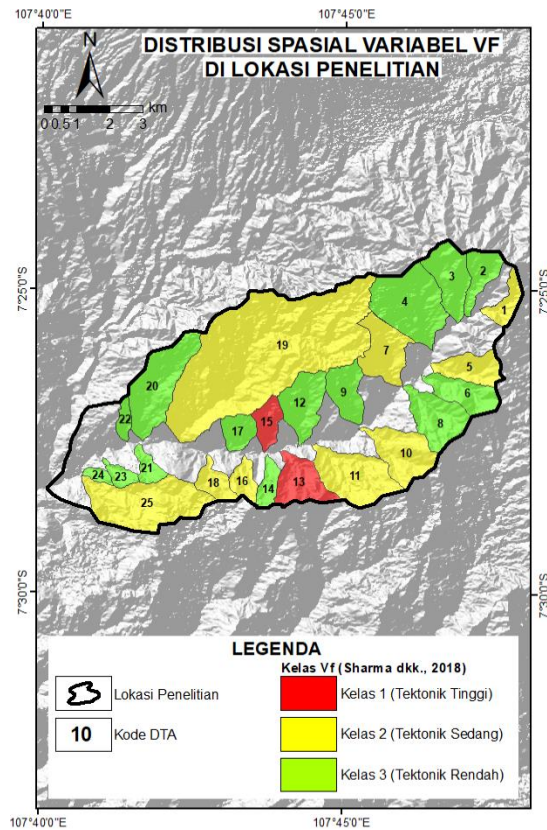
Nilai Hi menunjukkan dinamika kondisi tektonik di suatu DTA dengan melihat pada resistensi batuan. Di lokasi penelitian, nilai Hi berkisar antara 0,48 – 0,51. Nilai Hi yang mendominasi di lokasi penelitian, yaitu kelas tektonik menengah sebanyak 56% DTA dan kelas tektonik tinggi sebanyak 44% DTA. Semakin tinggi nilai Hi berarti batuan penyusunnya masih resisten sehingga morfologinya belum mengalami erosi karena masih dalam tahap geomorfik bentuklahan muda, akibatnya pergerakan tektonik masih aktif untuk mengubah bentuklahan yang ada (proses endogen). Berikut disajikan pada (**Gambar 9**).



Gambar 9. Distribusi spasial parameter Hi pada lokasi penelitian

4.3 Rasio Lebar-Tinggi Lembah (Vf)

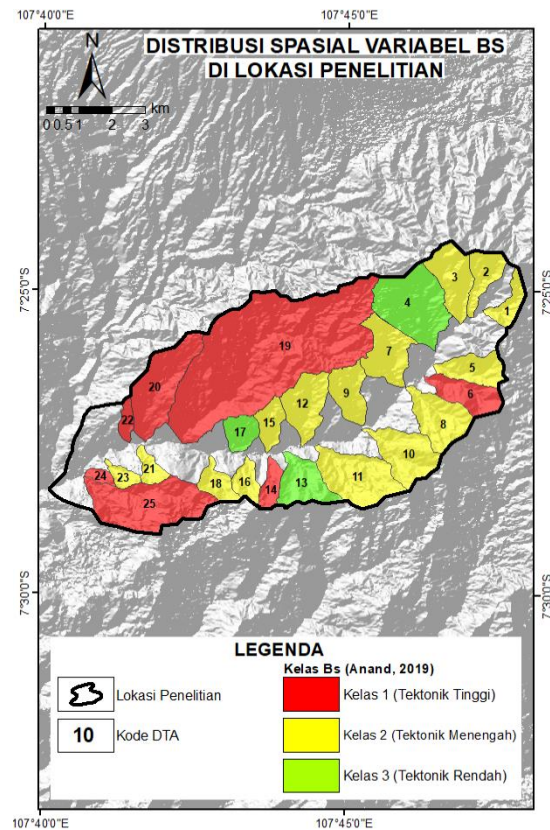
Nilai Vf pada lokasi penelitian berkisar antara 0,53 – 2,78. Nilai Vf yang mendominasi pada lokasi penelitian, yaitu kelas tektonik rendah sebanyak 56% DTA, kelas tektonik menengah sebanyak 36% DTA, serta kelas tektonik tinggi sebanyak 8% DTA. Semakin tinggi nilai Vf maka semakin lebar lembah sungai sehingga akan menghasilkan lembah berbentuk U. Nilai Vf tinggi tersebut menandakan bahwa tidak terjadi pengangkatan tektonik sehingga sungai mengikis lembah secara lateral. Berikut disajikan pada (**Gambar 10**).



Gambar 10. Distribusi spasial parameter Vf pada lokasi penelitian

4.4 Indeks Bentuk Cekungan (Bs)

Nilai Bs menunjukkan orientasi bentuk umum DAS yang bisa berbentuk memanjang atau melingkar. Di lokasi penelitian, nilai Bs berkisar antara 1,02 – 2,75. Nilai Bs yang mendominasi pada lokasi penelitian, yaitu kelas tektonik menengah sebanyak 52% DTA kelas tektonik tinggi sebanyak 36% DTA, dan kelas tektonik rendah sebanyak 12% DTA. Semakin tinggi nilai Bs maka semakin memanjang pula bentuk DAS-nya karena berasosiasi dengan aktivitas tektonik yang tinggi sehingga dapat diperkirakan bahwa DAS tersebut relatif berumur lebih muda. Berikut disajikan pada (**Gambar 11**).



Gambar 11. Distribusi spasial parameter Bs pada lokasi penelitian

4.5 Indeks Aktivitas Tektonik Relatif (IATR)

Hasil perhitungan parameter morfotektonik pada 25 DTA di lokasi penelitian menunjukkan variasi yang mencerminkan pengaruh aktivitas tektonik aktif terhadap karakteristik morfotektonik wilayah tersebut. Setiap DTA tersebut dilakukan perhitungan 4 (empat) parameter morfotektonik dengan menjumlahkan nilai kelasnya lalu dirata-ratakan untuk memperoleh nilai IATR-nya.

Nilai Af yang rendah, seperti pada Ckd_02, Ckd_03, Ckd_05, Ckd_09, Ckd_11, Ckd_17, Ckd_18, Ckd_22, Ckd_23, dan Ckd_25, menunjukkan pengaruh tektonik signifikan yang mengindikasikan kemiringan DTA akibat kontrol struktur yang dominan. Sementara itu, DTA Ckd_04 dan Ckd_07 memiliki letak DTA yang simetris karena kurang dipengaruhi oleh aktivitas tektonik. Berdasarkan nilai Hi, beberapa DTA yang terletak di sebelah utara dari Sesar Pakenjeng memiliki pengaruh tektonik yang

relatif tinggi dibandingkan pada DTA di sebelah selatannya karena belum mengalami erosi lebih lanjut akibat tahapan geomorfik bentuklahan yang masih muda. Nilai Vf menunjukkan bahwa pengaruh tektonik yang relatif tinggi berada di Ckd_13 dan Ckd_15 yang terletak di tengah lokasi penelitian, dimana kedua DTA tersebut memiliki lembah berbentuk V yang mengindikasikan terjadinya pengangkatan oleh aktivitas tektonik sehingga erosi yang terjadi adalah erosi vertikal. Sementara itu, dari hasil nilai Bs menunjukkan bahwa DTA yang berada di barat laut lokasi penelitian cenderung memiliki pengaruh tektonik yang relatif tinggi karena bentuknya yang relatif memanjang akibat tingginya pengaruh aktivitas tektonik.

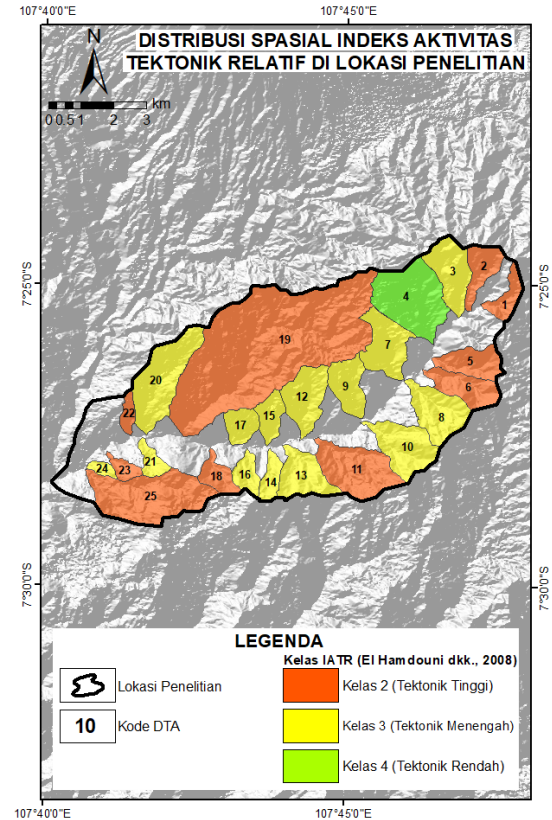
Secara keseluruhan, pembobotan nilai parameter morfotektonik menghasilkan nilai IATR yang menunjukkan bahwa 40% DTA termasuk dalam kelas tektonik tinggi, 56% DTA termasuk dalam kelas tektonik menengah, dan 4% DTA lainnya termasuk dalam kelas tektonik rendah (**Gambar 12**).

Tabel 2. Hasil pembobotan parameter morfotektonik

Kode Sub-DAS	Kelas				IRTA	
	Af	Hi	Vf	Bs	Rata-rata	Kelas
Ckd_01	2	1	2	2	1,75	2
Ckd_02	1	1	3	2	1,75	2
Ckd_03	1	2	3	2	2	3
Ckd_04	3	2	3	3	2,75	4
Ckd_05	1	2	2	2	1,75	2
Ckd_06	2	1	3	1	1,75	2
Ckd_07	3	1	2	2	2	3
Ckd_08	2	1	3	2	2	3
Ckd_09	1	2	3	2	2	3
Ckd_10	2	2	2	2	2	3
Ckd_11	1	2	2	2	1,75	2
Ckd_12	2	2	3	2	2,25	3
Ckd_13	3	2	1	3	2,25	3
Ckd_14	2	2	3	1	2	3
Ckd_15	3	2	1	2	2	3
Ckd_16	3	2	2	2	2,25	3
Ckd_17	1	1	3	3	2	3
Ckd_18	1	2	2	2	1,75	2
Ckd_19	3	1	2	1	1,75	2
Ckd_20	3	1	3	1	2	3

Ckd_21	3	1	3	1	2	3
Ckd_22	1	1	3	1	1,5	2
Ckd_23	1	1	3	1	1,5	2
Ckd_24	2	2	3	1	2	3
Ckd_25	1	2	2	1	1,5	2

5



Gambar 12. Distribusi spasial parameter IATR pada lokasi penelitian

4.6 Pembahasan

Hasil pembobotan nilai IATR mengindikasikan bahwa ketiga sesar tersebut memiliki pengaruh tektonik terhadap lokasi penelitian. Pertemuan sesar yang terletak di bagian barat daya lokasi penelitian menunjukkan pengaruh aktivitas tektonik aktif yang relatif lebih tinggi daripada bagian tengah lokasi penelitian.

Dari hasil pembobotan tersebut terlihat bahwa bagian timur laut dan barat daya merupakan daerah dengan aktivitas tektonik aktif yang relatif lebih tinggi dibandingkan bagian tengah lokasi penelitian. Hal ini mengimplikasikan bahwa daerah tersebut lebih rentan terhadap bencana geologi.

Kerentanan yang mungkin terjadi di daerah dengan tingkat aktivitas tektonik tinggi tersebut seperti gerakan tanah dan

longsor. DTA dengan nilai IATR tinggi memiliki kecenderungan nilai Hi dan Bs yang tinggi. Nilai Hi yang tinggi ($H_i > 0,5$) menunjukkan batuan penyusun masih resisten terhadap erosi. Hal tersebut mencirikan tahapan geomorfik bentuklahan yang masih muda, sehingga pergerakan tektonik masih berpotensi untuk mengubah bentuklahan. Nilai Bs yang tinggi ($B_s > 4,0$) menunjukkan bahwa DTA berbentuk relatif lonjong, yang menandakan adanya aktivitas tektonik yang aktif.

6. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan 4 (empat) parameter tersebut, dapat disimpulkan bahwa DAS Cikandang bagian tenggara termasuk dalam daerah dengan tingkat aktivitas tektonik rendah hingga tinggi. Dari hasil perhitungan nilai IATR, diperoleh informasi bahwa daerah pertemuan sesar aktif pada lokasi penelitian dipengaruhi oleh aktivitas tektonik yang relatif tinggi. Hanya satu DTA, Ckd_07 yang terletak di barat laut, yang menunjukkan pengaruh tektonik relatif rendah di lokasi penelitian.

Variasi nilai parameter seperti Af, Hi, Vf, dan Bs mencerminkan karakteristik morfologi di lokasi penelitian, seperti dominasi DAS yang miring akibat pengangkatan tektonik, topografi curam karena kuatnya resistensi batuan, lembah berbentuk U karena erosi lateral, dan bentuk DAS yang lonjong akibat aktivitas tektonik aktif. Variasi tersebut menunjukkan bahwa pengaruh aktivitas tektonik relatif di lokasi penelitian adalah menengah, dengan rincian bahwa di barat daya dan timur laut lokasi penelitian cenderung lebih aktif dibandingkan di bagian tengahnya.

Daerah yang dipengaruhi oleh aktivitas tektonik relatif tinggi, khususnya yang berada di barat daya lokasi penelitian, terletak di pertemuan sesar-sesar aktif. Hal itu membuat daerah tersebut menjadi rentan akan bencana geologi seperti gerakan tanah dan longsor. Oleh karena itu, diperlukan perhatian khusus dari pemerintah setempat

dalam hal pembangunan infrastruktur di daerah tersebut.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan dari pihak Laboratorium Geomorfologi dan Penginderaan Jauh, Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran serta kepada para penelaah yang telah menyunting naskah ini hingga akhirnya dapat dipublikasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alzwar, M., Akbar, N., & Bachri, S. 1992. *Peta Geologi Lembar Garut dan Pameungpeuk, Jawa*. Bandung: Puslitbang Geologi.
- Anand, A. 2019. Assessment of Active Tectonics from Geomorphic Indices Parameters in Part of Ganga Basin. *Journal of Mountain Science*, 16(8), pp. 1943-1961.
- Anfasha, A., Pranantya, P.A., & Sukiyah, E. 2016. Karakteristik Morfometri dan Morfotektonik DAS Cibeet Segmen Selaawi Girijaya dan DAS Cikundul Segmen Cibadak Majalaya, Kabupaten Cianjur, Provinsi Jawa Barat. *Bulletin of Scientific Contribution: GEOLOGY*, 14(2), pp. 185-194.
- Ariyani, N., Ariyanti, D. O., & Ramadhan, M. 2020. Pengaturan ideal tentang pengelolaan daerah aliran sungai di Indonesia (Studi di Sungai Serang Kabupaten Kulon Progo). *Jurnal Hukum IUS QUIA IUSTUM*, 3(27), pp. 592-614.
- Badan Informasi Geospasial. 1998. *Peta Rupabumi Digital Indonesia - Lembar Pakenjeng (1208-612)*. Badan Koordinasi dan Survey Pemetaan Nasional.
- Banyaknya Desa/Kelurahan yang Mengalami Bencana Alam Menurut Jenis Bencana Alam, 2023-2024. 2025. Badan Pusat Statistik Kabupaten Garut. Available online at <https://garutkab.bps.go.id/id/statistics-table/1/NDE1MiMx/number-of-villages-kelurahan-by-type-of-natural->

- disaster--2023-2024.html (diakses 24 Januari 2025).
- Bull, W. B. 2008. Tectonic Geomorphology of Mountains: A New Approach to Paleoseismology. *Geographical Journal*, 174(3).
- Dehbozorgi, M., Pourkermani, M., Arian, M., Matkan, A. A., Motamedi, H., & Hosseiniasl, A. 2010. Quantitative Analysis of Relative Tectonic Activity in The Sarvestan Area, Central Zagros, Iran. *Geomorphology*, 121(3-4), pp. 329—341.
- El Hamdouni, R., Irigaray, C., Fernández, T., Chacón, J., & Keller, E. A. 2008. Assessment of Relative Active Tectonics, Southwest Border of The Sierra Nevada (Southern Spain). *Geomorphology*, 9(6), pp. 150-173.
- Hilmi, F. & Haryanto, I. 2008. Pola Struktur Regional Jawa Barat. *Bulletin of Scientific Contribution: GEOLOGY*, 6(1), pp. 57-66.
- Ilahi, R., Heliani, L. S., & Lestari, D. 2019. Variasi strain di sekitar Sesar Baribis berdasarkan data pengamatan GPS kontinyu (2016-2018). *ELIPSOIDA: Jurnal Geodesi dan Geomatika*, 2(2), pp.63-70.
- Keller, E. A. & Pinter, N. 1996. *Active Tectonics: Earthquakes, Uplift, and Landscape*. New Jersey: Prentice Hall.
- Mawardi, S., Sukiyah, E., & Haryanto, I. 2019. Karakteristik Morfotektonik Daerah Aliran Sungai Cisadane Berdasarkan Analisis Citra Satelit. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, 20(3), pp. 175-186.
- Pemerintah Pusat. 2012. *Peraturan Pemerintah (PP) nomor 37 tahun 2012 tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Lembaga Negara RI Tahun 2012. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Pulunggono, A. & Martodjojo, S. 1994. Perubahan Tektonik Paleogen dan Neogen Merupakan Peristiwa Tektonik Terpenting di Jawa. *Proceeding Geologi dan Geoteknik Pulau Jawa Sejak Akhir Mesozoik Hingga Kuartar*, pp. 37-50.
- Ramírez-Herrera, M. T. 1998. Geomorphic Assessment of Active Tectonics in The Acambay Graben, Mexican Volcanic Belt. *Earth Surface Processes and Landforms*, 23(4), pp. 317-332.
- Rendra, P. P. R., Sukiyah, E., Hadian, M. S. D., Daliman, S. B., & Sulaksana, N. 2023. The quantitative geomorphology of Upper Citarik Watershed and its implication to the flash flood potential. *BIO Web of Conferences*, 73, pp. 1-10.
- Rendra, P. P. R., Sukiyah, E., Hadian, M. S. D., Daliman, S. B., & Sulaksana, N. 2024. Quantitative Assessment of Relative Tectonic Activity in The Eastern Bandung Basin, Indonesia. *Geology, Ecology, and Landscapes*, pp. 1-17.
- Sharma, G., Champatiray, P. K., & Mohanty, S. 2018. Morphotectonic Analysis and GNSS Observations for Assessment of Relative Tectonic Activity in Alaknanda Basin of Garhwal Himalaya, India. *Geomorphology*, 301, pp 108-120.
- Simandjuntak, T. O. & Barber, A. J. 1996. Contrasting tectonic styles in the Neogene Orogenic Belts of Indonesia. *Geological Society, London, Special Publications*, 106, pp. 185-201.
- Strahler, A. N. 1952. Hypsometric (Area-Altitude) Analysis of Erosional Topography. *Geological Society of America Bulletin*, 63(11), pp. 1117-1142.
- Strahler, A. N. 1964. Quantitative Geomorphology of Drainage Basins and Channel Networks. *Handbook of Applied Hydrology*, New York: McGraw-Hill, pp. 439-476.
- Sukiyah, E. 2017. *Sistem Informasi Geografi – Konsep dan Aplikasinya dalam Analisis Geomorfologi Kuantitatif*. Sumedang: Unpad Press.
- Sukiyah, E., Mawardi, S., Rendra, P. P. R., Tresnasari, E., Nurfadli, E., & Setiawan, H. 2022. The active fault detection base on morphotectonic characteristic of Cikeruh Watershed, West Java, Indonesia. *Journal of*

- Engineering Science and Technology*, 4, pp. 34-41.
- Sukiyah, E., Rijani, S., Haryanto, A. D., Fatyrrakhman, M. L., Muslim, D., & Nurfadli, E. 2024. *Peta Geologi Lembar Bungbulang (1208-61), Jawa Skala 1:50.000*. Bandung: Program Studi Teknik Geologi dan Pusat Survei Geologi.
- Sukiyah, E. & Sudradjat, A. 2022. *Karakteristik Geomorfologi Jawa Barat Selatan Sebagai Pendukung Inovasi Pembangunan Wilayah*. Sumedang: Unpad Press.
- Sukiyah, E., Sulaksana, N., Hendarmawan., & Rosana, M. F. 2012. Peran Morfotektonik DAS Dalam Pengembangan Potensi Energi Mikro Hidro di Cianjur-Garut Bagian Selatan. *Bionatura-Jurnal Ilmu-ilmu Hayati dan Fisik*, 14(1), pp. 1—11.
- Van Bemmelen, R.W. 1949. *The Geology of Indonesia*. Den Haag: Martinus Nijhoff Publishers.
- Winarto, J. B. 2020. *Karakterisasi Deformasi Tektonik Berdasarkan Analisis Indeks Geomorfik di Daerah Aliran Sungai Cilaki Jawa Barat Selatan (Disertasi)*. Sumedang: Universitas Padjadjaran.