

**KARAKTERISASI AKTIVITAS TEKTONIK BERDASARKAN ANALISIS INDEKS GEOMORFIK DAERAH ALIRAN SUNGAI CIBODAS, GARUT, JAWA BARAT****R.P.D Nugraha<sup>1</sup>, K. Almira<sup>1</sup>, E. Sukiyah<sup>2\*</sup>, F. Helmi<sup>2</sup>, G.H. Fahira<sup>3</sup>,**<sup>1</sup>Program Sarjana Teknik Geologi, Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran<sup>2</sup>Departemen Geologi Sains, Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran<sup>3</sup>Program Magister Teknik Geologi, Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran\*Korespondensi: [emi.sukiyah@unpad.ac.id](mailto:emi.sukiyah@unpad.ac.id)**ABSTRAK**

Tatanan tektonik daerah Garut Selatan dipengaruhi oleh aktivitas lempeng Indo-Australia yang menunjam di bawah lempeng Eurasia. Salah satu sesar di daerah ini adalah Sesar Garsela segmen Rakutak - Kencana. Daerah ini juga merupakan klaster gempa dangkal berarah Timur Laut – Barat Daya memanjang dari Bandung Selatan hingga Garut Selatan. Daerah Aliran Sungai (DAS) Cibodas berada di wilayah tersebut. Karakterisasi aktivitas tektonik dapat menggunakan beragam metode, diantaranya adalah berdasarkan analisis indeks geomorfik yang dikenal sebagai Indeks Aktivitas Tektonik Relatif (IATR). Analisis IATR DAS Cibodas menggunakan 6 indeks geomorfik, yaitu indeks gradien panjang sungai (SI), faktor asimetri (Af), hipsometri integral (Hi), rasio lebar dan tinggi lembah (Vf), indeks bentuk basin (Bs), serta sinusitas muka gunung (Smf). Pola kelurusan punggungan di daerah ini didominasi oleh arah Barat Daya-Timur Laut. Hasil analisis menunjukkan bahwa DAS Cibodas secara relatif aktivitas tektonik dapat dibagi 3 kelas dengan distribusi sebagai berikut: kelas tektonik tinggi sekitar 15,75% atau 1,84 km<sup>2</sup>, kelas tektonik menengah sekitar 73,37% atau 8,57 km<sup>2</sup>, serta kelas tektonik rendah sekitar 10,89% atau 1,27 km<sup>2</sup>. Berdasarkan kisaran IATR tersebut disimpulkan bahwa DAS Cibodas dikontrol oleh tektonik dengan aktivitas rendah sampai tinggi.

**Kata kunci:** DAS Cibodas, Indeks Geomorfik, IATR, Garut Selatan, Sesar Garsela**ABSTRACT**

*The tectonic setting of South Garut area is influenced by an activity of Indo-Australian plate which subducts beneath Eurasian plate. One of the faults in this area is Garsela Fault in the Rakutak-Kencana segment. This area is also a shallow earthquake cluster that extends northeast-southwest from South Bandung to South Garut. The Cibodas Watershed is in this area. Characterization of tectonic activity can use various methods, including analysis of geomorphic indices known as the Relative Tectonic Activity Index (RTAI). The RTAI analysis of Cibodas watershed uses 6 geomorphic indices, namely the river length gradient index (SI), asymmetry factor (Af), integral hypsometry (Hi), valley width and height ratio (Vf), basin shape index (Bs), and sinuosity of mountainous front (Smf). The ridge lineament pattern in this area is dominated by the Southwest - Northeast direction. The results of the analysis show that the Cibodas watershed has relatively tectonic activity which can be divided into 3 classes with the following distribution: high tectonic class around 15.75% or 1.84 sq.km, medium tectonic class around 73.37% or 8.57 sq.km, and low tectonic class around 10.89% or 1.27 sq.km. Based on*

*the RTAI range, it is concluded that the Cibodas watershed is controlled by tectonics with low to high activity.*

**Key words:** *Cibodas watershed, geomorphic indeces, RTAI, South Garut, Garsela fault*

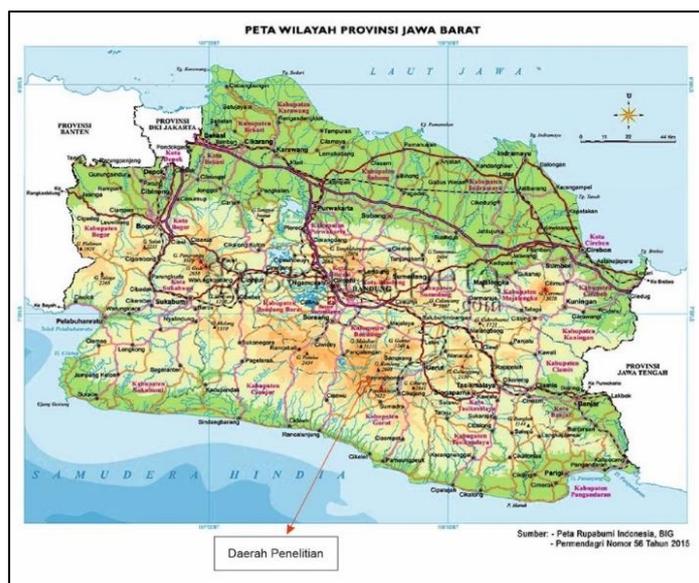
## **PENDAHULUAN**

Aktivitas tektonik di wilayah Garut dipengaruhi oleh pergerakan lempeng Indo-Australia yang menunjam di bawah lempeng Eurasia. Sesar Garsela segmen Rakutak dan Kencana merupakan salah satu sesar aktif yang mengontrol wilayah Garut Selatan (Yuliatmoko dkk, 2020). Keberadaan Sesar Garsela menyebabkan terbentuknya air terjun yang banyak ditemukan di wilayah ini, salah satunya yaitu Curug Rahong. Aktivitas tektonik yang dapat memicu sesar aktif juga ditunjukkan oleh kejadian gempa dengan episentrum gempa di darat. Arisbaya dkk (2021) mengemukakan bahwa berdasarkan data tahun 2009 hingga 2015 diketahui keberadaan klaster gempa dangkal yang memanjang dari Bandung Selatan hingga Garut Selatan dengan arah Timur Laut – Barat Daya. Gempa yang terjadi di kawasan ini diantaranya gempa di perbatasan Pangalengan-Sukasari (Bandung) pada tanggal 6 November 2016 berkekuatan Mw 4,2 dengan kedalaman hiposenter 17 km serta gempa di Samarang (Garut) pada tanggal 18 Juli 2017 yang berkekuatan Mw 3,9 dan kedalaman 10 km. Hingga akhir tahun 2020, setidaknya terdapat 9 gempa dengan kedalaman dangkal yang tercatat oleh BMKG..

Pada saat ini studi aktivitas tektonik berumur Kuartar berdasarkan pada data

seismologi, geodetik, geologi, serta geomorfologi. Studi geomorfologi dengan validasi data geologi dapat memberikan pendekatan yang lebih komprehensif dan akurat dalam mengkarakterisasi tektonik aktif pada suatu daerah yang dikontrol oleh laju deformasi tektonik rendah maupun sedang (Neccea dkk., 2005). Morfotektonik menjelaskan rona topografi yang dapat digunakan sebagai indikator, kekuatan, corak, serta rata-rata pergerakan tektonik. Dengan kata lain, aktivitas tektonik yang terjadi pada suatu daerah dapat diketahui dengan dukungan data spasial serta analisis geomorfologi kuantitatif untuk menentukan klasifikasi aktivitas tektonik (Keller dan Pinter, 2002). Berdasarkan studi geomorfologi kuantitatif, dapat diketahui tingkat aktivitas tektonik relatif yang dapat menggambarkan pengaruh aktivitas tektonik terhadap geomorfologi suatu daerah.

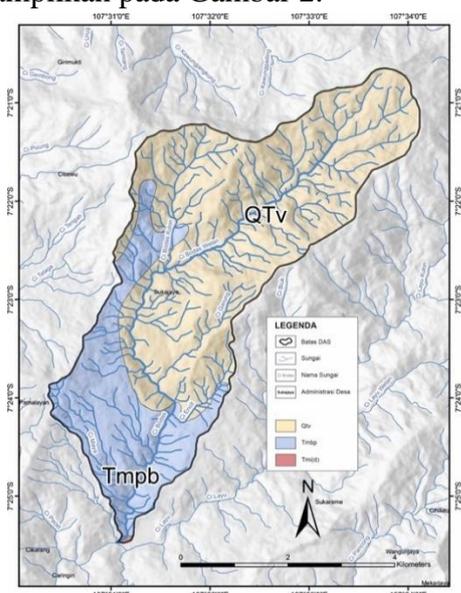
Penelitian karakterisasi aktivitas tektonik dengan pendekatan analisis IATR dilakukan di DAS Cibodas, Garut, Jawa Barat. Secara geografis daerah penelitian terletak pada 107° 30' 4" – 107° 34' 24" BT dan 7° 20' 12" – 7° 25' 54" LS. Secara administratif daerah penelitian termasuk dalam wilayah Kecamatan Cisewu, Kabupaten Garut, Provinsi Jawa Barat.



Gambar 1. Lokasi Daerah Penelitian di DAS Cibodas, Garut, Jawa Barat

## TATANAN GEOLOGI

Daerah penelitian termasuk dalam Peta Geologi Regional Lembar Garut 1208-6 dan Pameungpeuk 1208-3 Skala 1:100.000 (Alzwar dkk., 1992). Berdasarkan urutan stratigrafi dari tua ke muda daerah penelitian tersusun oleh Diorit Kuarsa (Tmi-d), Formasi Bentang (Tmbp), Batuan Gunungapi tua tak teruraikan (QTV). Distribusi spasial ketiga formasi tersebut ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Distribusi DAS Cibodas (modifikasi dari Alzwar dkk, 1992)

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian kali ini yaitu dengan menggunakan data Peta Rupa Bumi Indonesia dan *Digital Elevation Model* (DEM) untuk melakukan pengolahan berupa kalkulasi pada setiap indeks morfometri. Metode ini dilakukan dengan menggunakan perangkat utama berupa pengolah data spasial. Sedangkan untuk parameter yang ditinjau pada penelitian kali ini yaitu persebaran tingkat tektonik aktif relative pada daerah penelitian melalui perhitungan enam indeks geomorfik, diantaranya Hi, Vf, Af, Sl, Smf, serta Bs.

## Kelurusan Punggungan dan Lembahan

Analisis kelurusan punggungan dan lembahan yaitu dengan menggunakan data *Digital Elevation Model* (DEM). Data kelurusan yang didapat yaitu berupa Panjang (m), arah (*trend*), dan intensitasnya. Hasil analisis tersebut disajikan dalam bentuk diagram mawar (*rosette*) yang menunjukkan intensitas kelurusan yang ada.

## Orde Sungai

Strahler (1957) menyatakan bahwa, segmen sungai yang tidak memiliki percabangan merupakan orde pertama. Lalu, jika dua segmen orde pertama bertemu dengan orde pertama lainnya, maka akan membentuk orde dua. Jika dua segmen orde dua saling bertemu, maka akan membentuk orde tiga. Dan jika dua segmen orde tiga saling bertemu, maka akan membentuk orde empat, dan seterusnya.

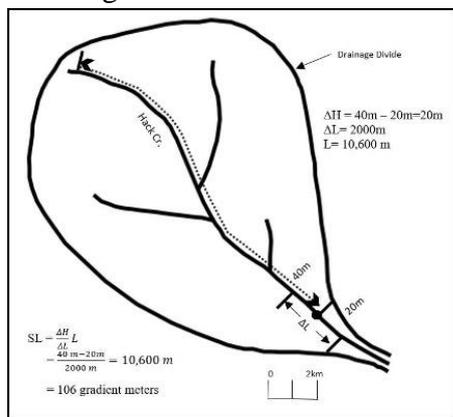
**Indeks Gradien Panjang Sungai / Stream Length-Gradient Index (SI)**

Nilai Indeks Gradien Panjang Sungai (SI) sangat sensitive untuk perubahan lereng lembah. Tingkatan sensitivitas nilai SI ini dapat digunakan untuk mengevaluasi hubungan antara tektonik aktif, resistensi batuan dan topografi. Nilai SI dapat digunakan untuk identifikasi tektonik aktif saat sekarang dan membedakan jenis pengangkatan pada kelas tektonik aktif, sedang, dan rendah.

$$SI = \frac{\Delta H}{\Delta L} \times L \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

- ΔH : Perbedaan elevasi dari titik yang akan dihitung
- ΔL : Panjang sungai hingga titik yang akan dihitung
- L : Total panjang sungai hingga ke arah hulu dengan titik yang akan dihitung



**Gambar 2.** Metode Perhitungan SI (Keller dan Pinter, 1996)

Berdasarkan El Hamdouni, dkk (2008), pembagian kelas tektonik berdasarkan nilai SI dapat dibagi menjadi tiga kelas, dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Klasifikasi Indeks SI (El Hamdouni, 2008)

Nilai	Kelas
SI ≥ 500	Kelas 1 (Tektonik Aktif)
300 ≤ SI < 500	Kelas 2 (Tektonik Sedang)
SI < 300	Kelas 3 (Tektonik Rendah)

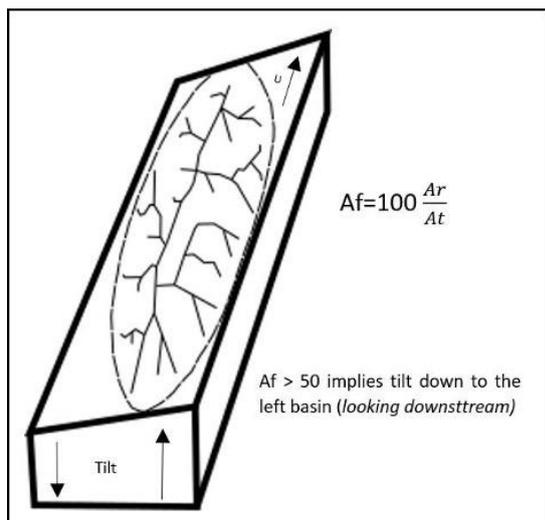
**Faktor Asimetri / Asymmetry Factor (Af)**

Faktor Asimetri (Af) merupakan salah satu analisis kuantitatif cekungan pengaliran untuk mendeteksi kemiringan tektonik baik pada skala cekungan pengaliran kecil maupun besar (Keller dan Pinter, 2002). Hasil dari perhitungan ini akan menunjukkan tingkat aktivitas tektonik yang mengakibatkan kemiringan Sub-DAS dari arah tegak lurus menghilirnya aliran sungai. Apabila nilai Af mendekati 50, maka aktivitas tektonik yang terjadi relative stabil, sedangkan bila nilai Af menjauh dari 50, maka aktivitas tektonik menyebabkan salah satu bagian Sub-DAS memiliki kemiringan yang lebih tinggi (El Hamdouni, et al., 2008).

$$Af = 100 \left( \frac{Ar}{At} \right) \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

- Af: Faktor Asimetri
- Ar: Luas area bagian kanan Sub-DAS (dari arah hulu ke hilir) (Km<sup>2</sup>)
- At: Total luas DAS/Sub-DAS (Km<sup>2</sup>)



**Gambar 3.** Metode Perhitungan Af (Keller dan Pinter, 1996)

Berdasarkan El Hamdouni, dkk (2008), pembagian kelas tektonik berdasarkan nilai Af dapat dibagi menjadi tiga kelas, dapat dilihat pada Tabel 2.

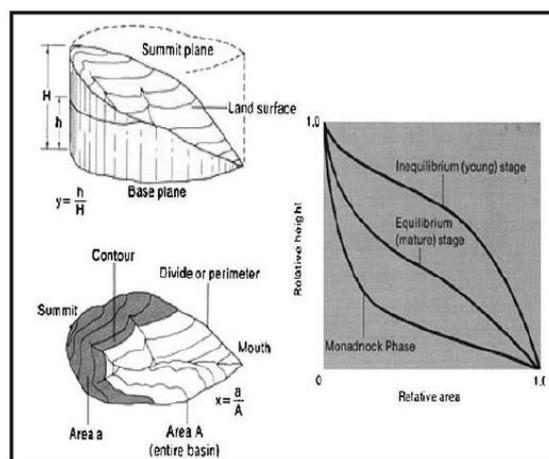
**Tabel 2.** Klasifikasi Indeks Af (El Hamdouni, 2008)

Nilai	Kelas
$AF \geq 65$ atau $AF < 35$	Kelas 1 (Tektonik Aktif)
$35 \leq AF \leq 43$ atau $57 \leq AF < 65$	Kelas 2 (Tektonik Sedang)
$43 \leq AF < 57$	Kelas 3 (Tektonik Rendah)

### Hipsometri Integral (Hi)

Integral Hipsometri merupakan suatu indeks yang dapat menggambarkan distribusi elevasi area tertentu dari suatu lanskap (Strahler, 1952). Secara umum integral diturunkan untuk cekungan drainase tertentu dan tidak tergantung kepada luas cekungan.

$$Hi = \frac{(\text{Rata-rata Elevasi} - \text{Elevasi Minimum})}{(\text{Elevasi Maksimum} - \text{Elevasi minimum})} \dots\dots\dots(3)$$



**Gambar 4.** Metode Perhitungan Hi

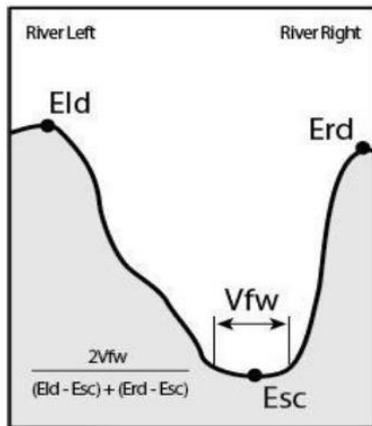
Berdasarkan El Hamdouni, dkk (2008), pembagian kelas tektonik berdasarkan nilai Af dapat dibagi menjadi tiga kelas, dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Tabel Indeks Hi (El Hamdouni, 2008)

Nilai	Kelas
$Hi \geq 0,5$	Kelas 1 (Tektonik Aktif)
$0,4 \leq Hi < 0,5$	Kelas 2 (Tektonik Sedang)
$Hi < 0,4$	Kelas 3 (Tektonik Rendah)

### Rasio Lebar dan Tinggi Lembah / Valley Floor-Valley Height Ratio (Vf)

Rasio lebar dan tinggi lembahan merupakan salah satu perhitungan yang dapat menjadi penciri keberadaan sebuah patahan aktif. Nilai Vf tinggi berasosiasi dengan kecepatan pengangkatan rendah, sehingga sungai akan memotong secara luas pada dasar lembah dan bentuk lembah akan semakin lebar. Sedangkan nilai Vf rendah menunjukkan lembah dalam dan mencerminkan penambahan aktivitas sungai, hal ini berasosiasi dengan kecepatan pengangkatan (Keller dan Pinter, 1996).



**Gambar 5.** Metode Perhitungan Vf (Bull dan Mc Faddwn, 2007)

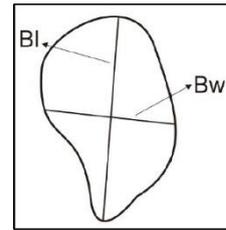
Berdasarkan El Hamdouni, dkk (2008), pembagian kelas tektonik berdasarkan nilai Af dapat dibagi menjadi tiga kelas, dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Tabel Indeks Vf (El Hamdouni, 2008)

Nilai	Kelas
$Vf \leq 0,5$	Kelas 1 (Tektonik Aktif)
$0,5 \leq Vf < 1$	Kelas 2 (Tektonik Sedang)
$Vf \geq 1$	Kelas 3 ( Tektonik Rendah)

**Indeks Bentuk DAS / Drainage Basin Shape (Bs)**

Indeks bentuk DAS (Bs) adalah analisis kuantitatif yang membandingkan antara sumbu panjang (Bl) yang diukur dari yang terpanjang dengan sumbu lebar (Bw) yang diukur dari yang terlebar (Dehbozorgi, et. al., 2010). Nilai Bs pada tektonik yang lebih aktif akan berbentuk memanjang (*elongate*) dan cenderung menjadi membulat (*circular*) setelah proses tektonik melambat atau berhenti.



**Gambar 6.** Metode Perhitungan Bs (Keller dan Pinter, 1996)

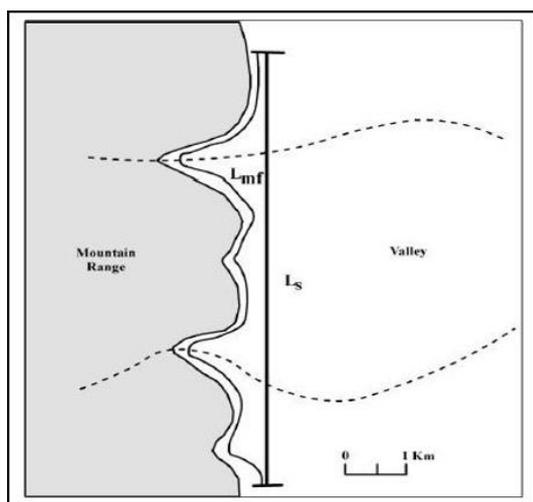
Berdasarkan El Hamdouni, dkk (2008), pembagian kelas tektonik berdasarkan nilai Af dapat dibagi menjadi tiga kelas, dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Tabel Indeks Bs (El Hamdouni, 2008)

Nilai	Kelas
$Bs \geq 4$	Kelas 1 (Tektonik Aktif)
$3 \leq Bs < 4$	Kelas 2 (Tektonik Sedang)
$Bs \leq 3$	Kelas 3 (Tektonik Rendah)

**Sinusitas Muka Gunung / Mountain Front Sinosity (Smf)**

Sinusitis Muka Gunung (Smf) merupakan salah satu analisis kuantitatif yang mencerminkan keseimbangan antara gaya erosional yang cenderung memotong sehingga membentuk cekungan pada muka punggung. Smf dengan nilai rendah berasosiasi dengan tektonik aktif dan pengangkatan secara langsung. Kecepatan berkurang, maka proses erosi akan memotong muka pegunungan secara tak beraturan dan nilai Smf akan semakin besar.



**Gambar 7.** Metode Perhitungan Smf (Keller dan Pinter, 1996)

Berdasarkan El Hamdouni, dkk (2008), pembagian kelas tektonik berdasarkan nilai Af dapat dibagi menjadi tiga kelas, dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Tabel Indeks Smf (El Hamdouni, 2008)

Nilai	Kelas
$Smf < 1,1$	Kelas 1 (Tektonik Aktif)
$1,1 \leq Smf < 1,5$	Kelas 2 (Tektonik Sedang)
$Smf \geq 1,5$	Kelas 3 (Tektonik Rendah)

### Indeks Aktivitas Tektonik Relatif (IATR)

Analisis aktivitas tektonik pada daerah penelitian menggunakan enam parameter morfotektonik yang mencakup Indeks Gradien Panjang Sungai (SI), Faktor Asimetri (Af), Hipsometri Integral (Hi), Rasio Lebar dan Tinggi Lembah (Vf), Indeks Bentuk DAS (Bs), serta Sinusitas Muka Gunung (Smf). Klasifikasi kelas tektonik yang digunakan yaitu klasifikasi menurut El Hamdouni (2008) yang membagi tingkat aktivitas tektonik kedalam tiga kelas, yaitu kelas 1 (tektonik aktif), kelas 2 (tektonik sedang), dan kelas 3

(tektonik rendah). Dengan mengacu pada (El Hamdouni et al., 2008), nilai Indeks Aktivitas Tektonik Relatif didapatkan dari hasil akumulasi dari masing-masing indeks tersebut yang kemudian dirata-ratakan. Berdasarkan tingkat keaktifan tektoniknya, nilai Indeks Aktivitas Tektonik Relatif dibagi menjadi empat kelas yang pembagiannya adalah sebagai berikut:

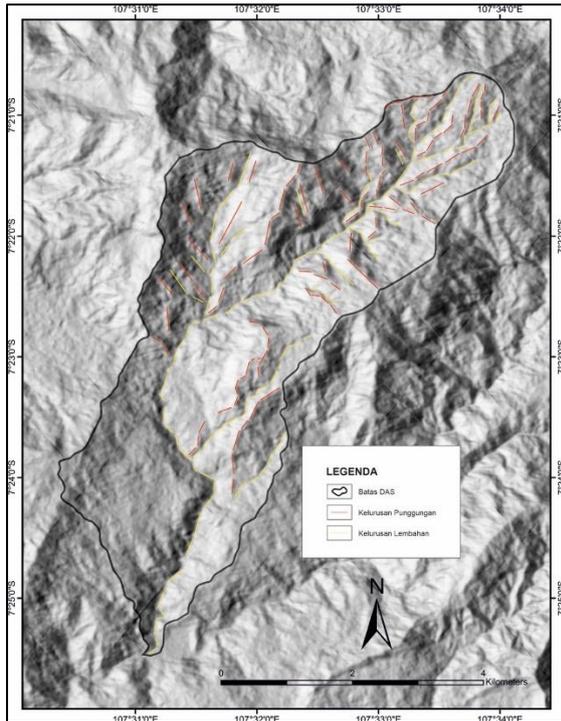
- Kelas 1 – Aktivitas tektonik sangat tinggi ( $1 \leq IATR < 1,5$ )
- Kelas 2 – Aktivitas tektonik tinggi ( $1,5 \leq IATR < 2$ )
- Kelas 3 – Aktivitas tektonik menengah ( $2 \leq IATR < 2,5$ )
- Kelas 4 – Aktivitas tektonik rendah ( $IATR \geq 2,5$ )

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kelurusan Punggungan dan Lembahan

Berdasarkan hasil analisis kelurusan punggungan dapat dilihat arah orientasi dominan kelurusan punggungan daerah penelitian yaitu Barat Daya-Timur Laut (SW-NE), terdapat juga orientasi punggungan dengan arah Barat Laut-Tenggara (NW-SE) dengan frekuensi yang cukup signifikan, serta arah orientasi punggungan yang menyebar ke segala arah dengan frekuensi yang tidak signifikan.

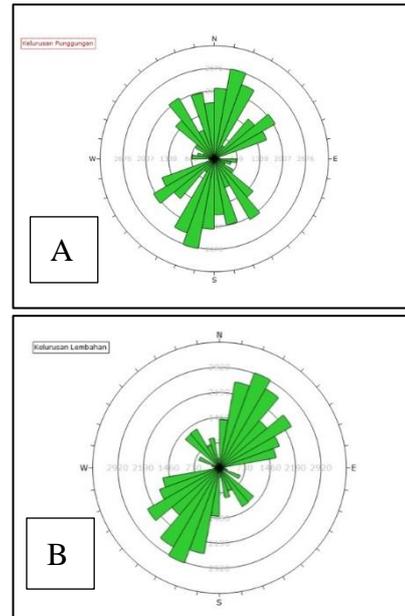
Sama halnya dengan arah orientasi dominan pada kelurusan punggungan, arah orientasi kelurusan lembahan yaitu Barat Daya-Timur Laut (SW-NE) serta arah orientasi Barat Laut-Tenggara (NW-SE) dengan frekuensi yang cukup signifikan. Diperkirakan pola retakan yang muncul merupakan pengaruh dari kehadiran tektonik aktif di daerah penelitian.



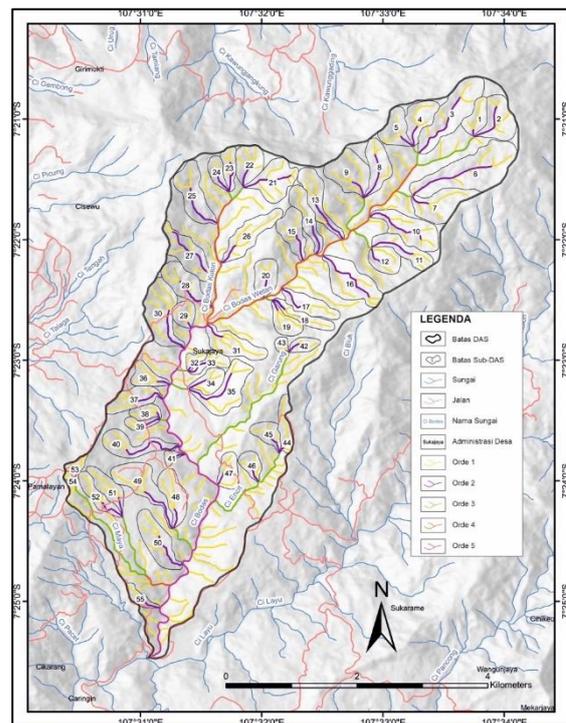
**Gambar 8.** Peta Kelurusan Punggungan dan Lembahan

**Orde Sungai**

Pada penelitian ini, pembagian batas Sub-DAS dilakukan dengan pembagian percabangan sungai pada tingkat orde ke-2. DAS Cibodas memiliki orde sungai dengan kisaran dari orde ke-1 hingga orde ke-5. Pada penelitian ini pembagian Sub-DAS dilakukan pada percabangan sungai orde ke-2 yang menghasilkan 56 Sub-DAS. Dapat dilihat pada Gambar 11 pembagian Sub-DAS terbagi dengan lebih jelas sehingga dapat dilakukan perhitungan.



**Gambar 9.** Diagram Rosette Kelurusan Punggungan (A) dan Diagtam Rosette Kelurusan Lembahan (B)



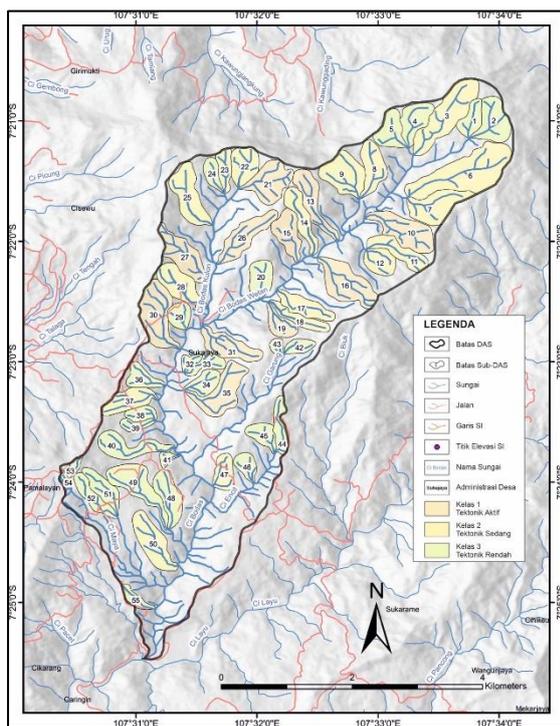
**Gambar 10.** Peta Pembagian Sub-DAS dan Orde Sungai

**Indeks Gradien Panjang Sungai / Stream Length-Gradien Index (SI)**

Perhitungan nilai SI pada Sub-DAS Cibodas dilakukan pada 55 Sub-DAS. Berdasarkan hasil perhitungannya, didapat nilai SI berkisar dari 58,08 (Sub-DAS 54)

hingga 751,61 (Sub-DAS 16), yang mana mengacu kepada klasifikasi kelas tektonik El Hamdouni (2008) didapat bahwasannya 27 Sub-DAS tergolong kepada kelas 3 (tektonik rendah), 17 Sub-DAS tergolong kepada kelas 2 (tektonik sedang), serta 11 Sub-DAS tergolong kepada kelas 1 (tektonik aktif).

Analisis perhitungan pada nilai indeks SI dilakukan menggunakan perangkat lunak pengolah data spasial. Metode yang digunakan yaitu dengan penentuan 2 titik elevasi untuk mendapatkan nilai  $\Delta H$ . Kemudian, nilai  $\Delta L$  merupakan panjang total dari kedua titik elevasi, dan nilai L merupakan total panjang dari titik tengah (*midpoint*) ke hulu.

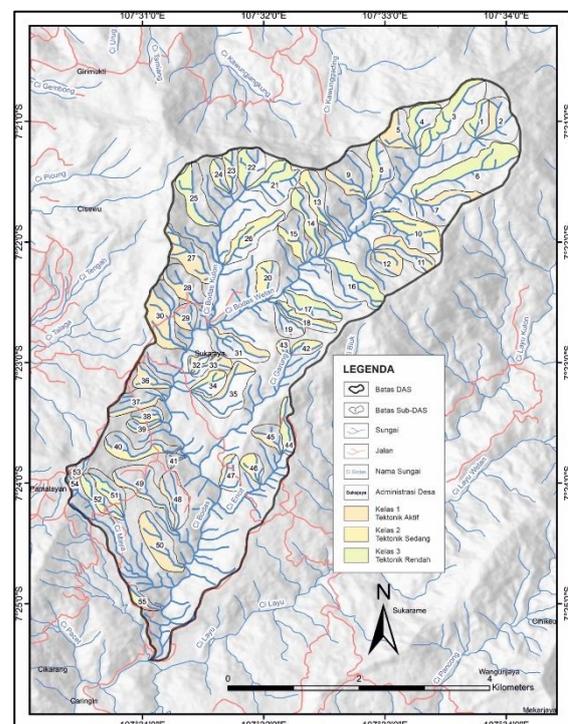


**Gambar 11.** Peta Indeks Gradien Panjang Sungai (SI)

### Faktor Asimetri / *Asymmetry Factor* (Af)

Perhitungan nilai Af pada DAS Cibodas di daerah penelitian dilakukan pada 55 Sub-DAS Tabel 8. Dimana berdasarkan hasil perhitungan, nilai Af berkisar dari 18.84

(Sub-DAS 53) hingga 72.13 (Sub-DAS 36). Mengacu kepada klasifikasi kelas tektonik El Hamdouni (2008), didapatkan bahwa 16 Sub-DAS tergolong kedalam kelas 3 (tektonik rendah), 14 Sub-DAS tergolong kedalam kelas 2 (tektonik sedang), serta 25 Sub-DAS tergolong kedalam kelas 1 (tektonik aktif). Metode perhitungan yang dilakukan yaitu dengan perhitungan total luas area Sub-DAS bagian kanan dari arah hulu dengan patokan sungai utama sebagai pembatas tengah sungai tersebut (Ar) yang kemudian dibandingkan dengan total luas Sub-DAS yang dihitung.

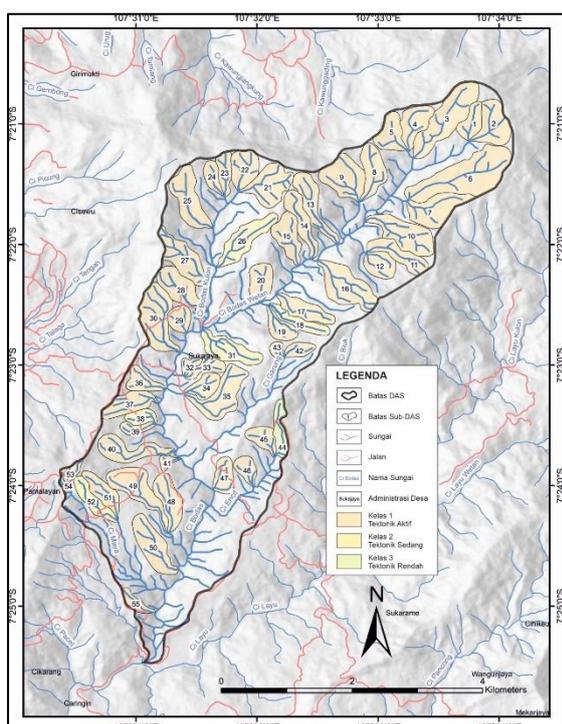


**Gambar 12.** Peta Faktor Asimetri

### Hipsometri Integral (Hi)

Perhitungan nilai Hi pada Sub-DAS Cibodas dilakukan pada 55 Sub-DAS. Adapun hasilnya yaitu 1 Sub-DAS tergolong kedalam kelas 3 (tektonik rendah), 5 Sub-DAS tergolong kedalam kelas 2 (tektonik sedang), serta 49 Sub-DAS tergolong kedalam kelas 1 (tektonik aktif). Perhitungan Hi dilakukan pada elevasi maksimum dan elevasi minimum

yang ditentukan dengan menggunakan perangkat lunak pengolah data spasial secara otomatis. Kemudian nilai dari titik elevasi tersebut akan dikalkulasikan perbedaan elevasinya. Selanjutnya nilai  $H_i$  akan didapatkan dengan menggunakan *tools* otomatis dari perangkat lunak pengolah data spasial dan hasil  $H_i$  dari masing-masing titik akan diketahui secara langsung.

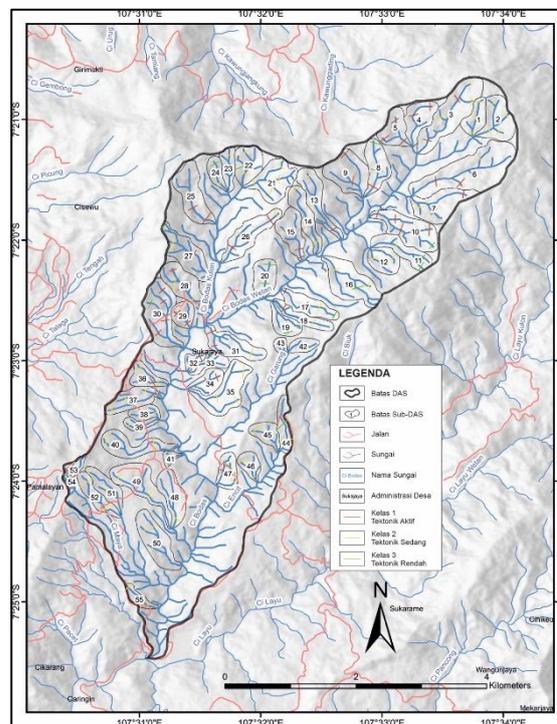


Gambar 13. Peta Indeks  $H_i$

### Rasio Lebar dan Tinggi Lembah / Valley Floor-Valley Height Ratio (Vf)

Perhitungan rasio lebar dan tinggi lembah ( $V_f$ ) dilakukan sebanyak 150 lembahan yang tersebar pada Sub-DAS Cibodas. Berdasarkan dari data hasil perhitungan  $V_f$ , nilai rasio lebar dan tinggi lembah berkisar dari 0,02 (Sub-DAS 14) hingga 4,03 (Sub-DAS 44). Kemudian, dalam penentuan kelas tektoniknya, nilai  $V_f$  dirata-ratakan pada tiap Sub-DAS dan dikelompokkan berdasarkan klasifikasi menurut El Hamdouni (2008). Terdapat 10 Sub-DAS dengan nilai  $V_f$  yang termasuk

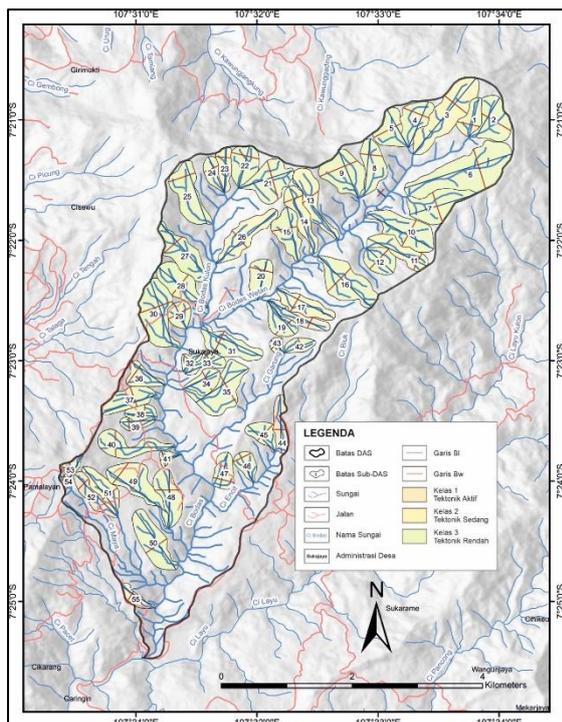
kedalam kelas 3 (tektonik rendah), 36 Sub-DAS dengan nilai  $V_f$  yang termasuk kedalam kelas 2 (tektonik sedang), serta 9 Sub-DAS dengan nilai  $V_f$  yang termasuk kedalam kelas 1 (tektonik aktif).



Gambar 14. Peta Rasio Lebar dan Tinggi Lembah

### Indeks Bentuk DAS / Drainage Basin Shape (Bs)

Perhitungan nilai indeks bentuk DAS ( $B_s$ ) pada DAS Cibodas dilakukan pada 55 Sub-DAS. Berdasarkan hasil perhitungan, nilai  $B_s$  pada daerah penelitian berkisar antara 1,14 (Sub-DAS 29) hingga 5,64 (Sub-DAS 18). Terdapat 43 Sub-DAS yang termasuk kedalam kelas 3 (tektonik rendah), 9 Sub-DAS yang termasuk kedalam kelas 2 (tektonik rendah), serta 3 Sub-DAS termasuk kedalam kelas 1 (tektonik aktif).



Gambar 15. Peta Indeks Bentuk DAS

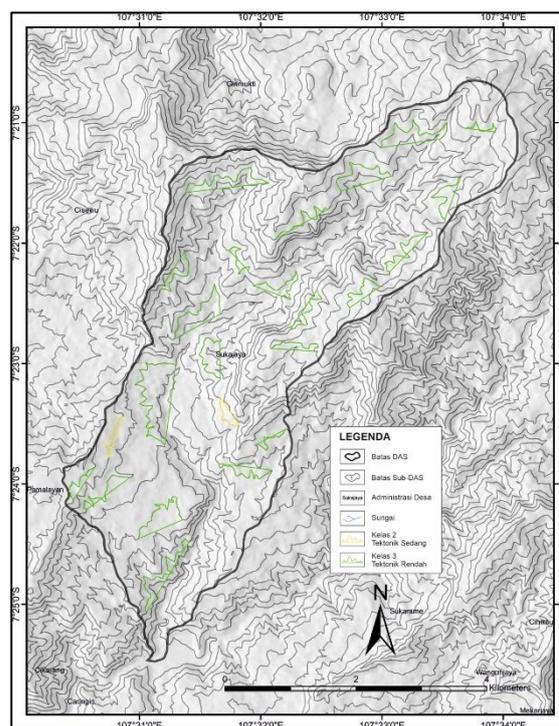
### Sinusitas Muka Gunung / *Mountain Front Sinosity (Smf)*

Perhitungan nilai sinusitis muka gunung (Smf) pada DAS Cibodas dilakukan pada 24 muka gunung. Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan, nilai Smf berkisar dari 1,26 hingga 2,56. Dalam penentuan kelas tektonik, nilai Smf dirata-ratakan pada setiap Sub-DAS dan dikelompokkan berdasarkan klasifikasi menurut El Hamdouni (2008), terdapat 52 Sub-DAS yang termasuk kedalam kelas 3 (tektonik rendah), serta 2 Sub-DAS yang termasuk kedalam kelas 2 (tektonik sedang).

### Indeks Aktivitas Tektonik Relatif (IATR)

Metode yang digunakan ini sama dengan metode yang dilakukan oleh El Hamdouni (2008) yang membagi kelas tektonik di daerah Nevada, Spanyol dan penelitian lain oleh Dehbozorgi (2010) yang membagi kelas tektonik di daerah

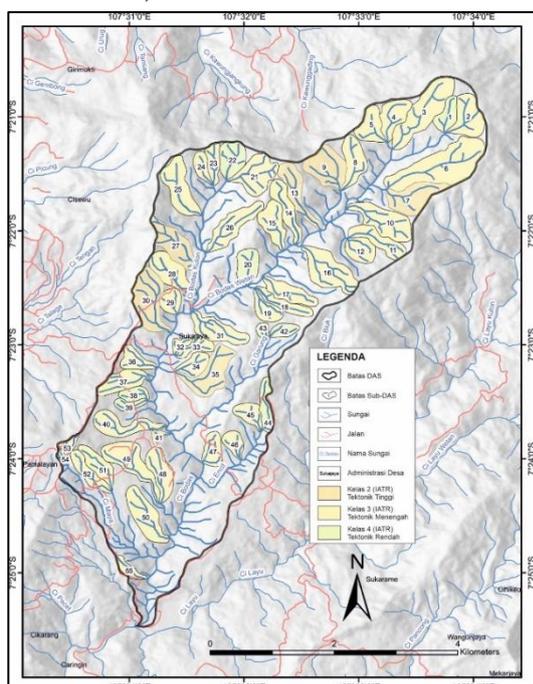
Sarvestan, Iran menggunakan enam parameter morfometri, yaitu Sl, Af, Hi, Vf, Bs, dan Smf. Parameter morfotektonik yang telah memiliki kelas tektonik tersebut dijumlahkan sesuai dengan Su-DAS-nya dan kemudian dirata-ratakan untuk mendapatkan nilai Indeks Aktivitas Tektonik Relatif (IATR). Pembagian kelas ini berdasarkan nilai IATR yang mengacu kepada El Hamdouni (2008).



Gambar 16. Peta Sinusitas Muka Gunung

Sebagai contoh, Sub-DAS 1 memiliki nilai Sl yang termasuk kedalam kelas 3, nilai Af yang termasuk kedalam kelas 3, nilai Hi yang termasuk kedalam kelas 1, nilai Vf yang termasuk kedalam kelas 2, nilai Bs yang termasuk kedalam kelas 3, serta nilai Smf yang termasuk kedalam kelas 3. Dari keenam indeks yang telah dianalisis dari Sub-DAS 1 tersebut kemudian dijumlahkan ( $3+3+1+2+3+3$ ) dan dirata-ratakan ( $15/6 = 2.5$ ). Nilai 2.5 tersebut tergolong kedalam kelas 4 IATR mengacu kepada El Hamdouni (2008).

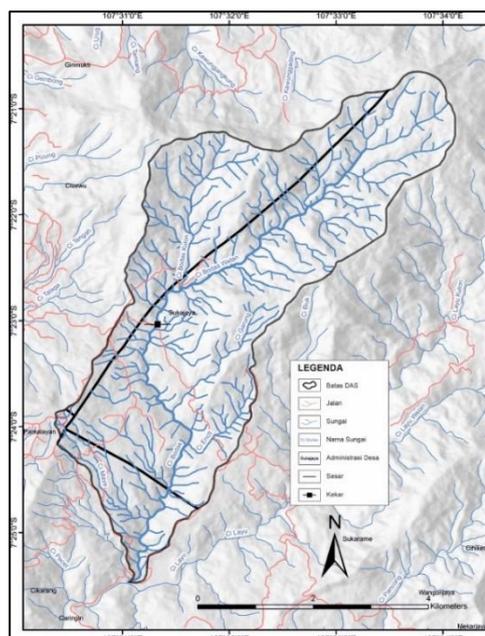
Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, nilai IATR pada 55 Sub-DAS Cibodas terbagi menjadi tiga kelas, yaitu kelas 2 (Tektonik Tinggi), kelas 3 (Tektonik Menengah), serta kelas 4 (Tektonik Rendah). Distribusi nilai IATR pada 55 Sub-DAS dengan luas total 11,68 Km<sup>2</sup>, yaitu kelas 2 sekitar 15,75% dengan luas Sub-DAS 1,84 Km<sup>2</sup>, kelas 3 sekitar 73,37% dengan luas Sub-DAS 8,57 Km<sup>2</sup>, serta kelas 4 sekitar 10,89% dengan luas Sub-DAS 1,27 Km<sup>2</sup>.



**Gambar 17.** Peta Indeks Aktivitas Tektonik Relatif

### Hasil Observasi Lapangan

Berdasarkan hasil observasi lapangan dengan melakukan perhitungan data kekar yang terdapat pada Curug Rahong yang secara geografis terletak pada 107° 31' 19.5" BT dan 7° 23' 2" LS menunjukkan adanya indikasi sesar normal dan sesar mendatar. Hal ini dapat menjadi bukti dalam mendukung hasil perhitungan IATR berdasarkan indeks geomorfik yang menunjukkan bahwa daerah penelitiadipengaruhi oleh aktivitas tektonik.



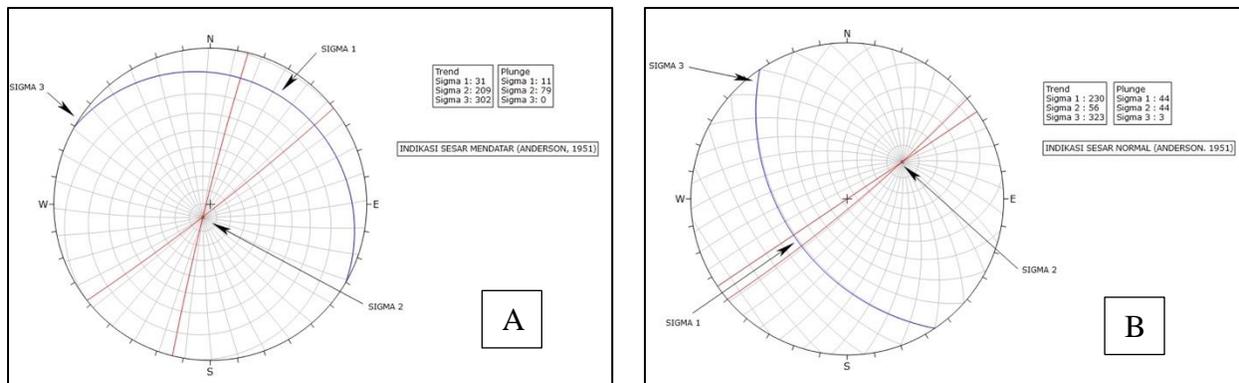
**Gambar 18.** Peta Struktur Daerah Penelitian

### KESIMPULAN

Perhitungan morfotektonik mengacu kepada El Hamdouni (2008) yang terdiri dari Sl, Af, Hi, Vf, Bs, dan Smf yang dihitung pada setiap Sub-DAS menunjukkan setiap Sub-DAS memiliki tingkat aktivitas tektonik dari tektonik tinggi, tektonik sedang hingga tektonik rendah.

Distribusi hasil perhitungan nilai IATR pada 55 Sub-DAS dengan total luas sebesar 11,68 Km<sup>2</sup> menunjukkan bahwa:

- Tujuh Sub-DAS termasuk kedalam kelas 2 (tektonik tinggi) dengan persentase 15,75% dan luas sekitar 1,84 Km<sup>2</sup>.
- Empat puluh Sub-DAS termasuk kedalam kelas 3 (tektonik menengah) dengan persentase 73,37% dan luas sekitar 8,57 Km<sup>2</sup>.
- Delapan Sub-DAS termasuk kedalam kelas 4 (tektonik rendah) dengan persentase 10,89% dan luas sekitar 1,27 Km<sup>2</sup>.



**Gambar 19.** Hasil Pengolahan Data Kekar (Indikasi Sesar Mendatar) (A), Hasil Pengolahan Data Kekar (Indikasi Sesar Normal) (B)

#### DAFTAR PUSTAKA

Alzwar, M., Akbar, N., & Bachri, S. (1992).

Peta Geologi Lembar Garut dan Pameungpeuk, Jawa, Skala 1:100.000. Bandung: Direktorat Geologi.

Arisbaya, I., Lestiana, H., Mukti, M., Handayani, L., Grandis, H., Warsa, & Sumintadireja, P. (2021). Garsela Fault and other NE-SW active faults along the southern part of Java Island. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1-7.

Bull, W. (2007). Tectonic Geomorphology of Mountains: A New Approach to Paleoseismology. Blackwell Publishing Ltd.

Bull, W., & McFadden. (1977). Tectonic geomorphology north and south of the Garlock Fault, California. In Doehring, E. O., ed., Geomorphology in arid regions: Proc. Eighth Annual Geomorphology Symposium, State

University New York. Binghamton, 115-138.

Dehbozorgi, M., Poukermani, M., Arian, M., Matkan, A., Motamedi, A., & Hosseiniasi, A. (2010). Quantitative analysis of relative tectonic activity in The Sarvestan Area, Central Zagros, Iran. Geomorphology 03284, 1-13.

Doornkamp, J. (1986). Geomorphological Approaches to the Study of Neotectonics. Journal of the Geological Society, London, Vol. 143, 335-342.

El Hamdouni, R., Irigaray, C., Fernandez, T., Chacón, J., & Keller, E. (2008). Assessment of relative active tectonics, southwest border of Sierra Nevada (southern Spain). Geomorphology 96, 150-173.

Gutton, H. (2001). Morfografi dan Fisiografi dengan Tinjauan Geospasial Daerah Jawa Barat. Jurnal Geospasial

- Universitas Gadjah Mada, Vol. 1(1): 205–216.
- Hack, J. (1973). Stream-Profile Analysis and Stream-Gradient Index. *Journal Research of United States Geological Survey*, 1, 421-429.
- Hamilton, W. (1979). Tectonics of Indonesian Region. *US Geological Survey Professional Paper*, 1078, 345.
- Hare, P., & Gardner, T. (1985). Geomorphic indicators of vertical neotectonism along converging plate margins, Nicoya Peninsula, Costa Rica. In: Morisawa, M., Hack, J.T. (Eds.), *Tectonic Geomorphology. Proceedings of the 15th Annual Binghamton Geomorphology Symposium*. Allen and Unwin, Boston, pp, 123-134.
- Howard, A. (1967). Drainage Analysis in Geologic Interpretation: A Summation. *American Association of Petroleum Geologist Bulletin*, 51, 2246-2259.
- Keller, E., & Pinter, N. (1996). *Active Tectonics (Earthquake, Uplift and Landscape)*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.
- Keller, E., & Pinter, N. (2002). *Active Tectonics: Earthquakes, Uplift and Landscapes*. New Jersey: Prentice Hall.
- Linsley, J. (1949). *Hydrology For Engineering*. USA: Prentice Hall.
- Martodjodjo, S. (1984). *Evolusi Cekungan Bogor, Jawa Barat*. Thesis Doktor, Pasca Sarjana ITB. Tidak dipublikasikan.
- Neccea, D., Fielitz, W., & Matenco, L. (2005). Late Pliocene–Quaternary tectonics in the frontal part of the SE Carpathians: insights from tectonic geomorphology. *Tectonophysics* 410, 137-156.
- O'Leary, D. (1976). Lineament, linear, lineation: some proposed new standards for old terms. *The Geological Society of America*.
- Perez-Peña, J., Azor, A., Azañon, J., & Keller, E. (2010). Active tectonics in the Sierra Nevada (Betic Cordillera, SE Spain): insights from geomorphic indexes and drainage pattern analysis. *Geomorphology* 119, 74-87.
- Sarp, G. (2005). *Lineament Analysis From Satellite Images, North-West Of Ankara*. Msc thesis, Middle East Technical University, 76 p.
- Strahler, A. (1952). Hypsometric (Area-Altitude) Analysis of Erosional Topology. *Geological Society of America Bulletin* 63.
- Strahler, A. (1957). *Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology*.

- Transactions, American Geophysical Union, 38, 913-920.
- Sukiyah, E., Sulaksana, N., Hendarmawan, & Rosana, M. (2010). Peran Morfotektonik DAS dalam Pengembangan Potensi Energi Mikro Hidro di Cianjur-Garut Bagian Selatan. Penelitian Andalan Unpad.
- Sukiyah, E., Syafri, I., Sjarifudin, A., Nurfadli, E., Khaerani, P., & Dian. (2015). Morphotectonic and Satellite Imagery Analysis for Identifying Quaternary Fault at Southern Part of Cianjur-Garut Region, West Java, Indonesia. Proceeding ACRS 2015 Paper ID. 508.
- Thornbury. (1970). Principle Of Geomorfologi. New York: John Willey and Sons, Inc.
- Van Bemmelen, R. (1949). The Geology of Indonesia. Den Haag: Martinus Nijhoff Den Press.
- Van Zuidam, R. (1983). Guide to Geomorphology Aerial Photographic Interpretation and Mapping. Enschede, The Netherlands: ITC.
- Verstappen, H. (1983). Applied Geomorpho