



**ANALISIS AKTIVITAS TEKTONIK BERDASARKAN KARAKTERISTIK
MORFOMETRI DI KECAMATAN CIWARU, KABUPATEN KUNINGAN,
PROVINSI JAWA BARAT**

Mahathir Muhammad^{1*}, Raden Irvan Sophian¹, dan Zufialdi Zakaria¹

¹Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran, Bandung

*Korespondensi: mahathir16001@mail.unpad.ac.id

Abstrak

Daerah penelitian ini secara geografis berada di Kecamatan Ciwaru, Kabupaten Kuningan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat aktivitas tektonik. Oleh karena itu daerah ini sangat menarik untuk diteliti dalam mengidentifikasi aktivitas tektonik. Dalam mengidentifikasi aktivitas tektonik ini, dilakukan analisis morfometri dengan 4 parameter yaitu Faktor Asimetri (Af), Indeks Gradien Panjang Sungai (Sl), Sinusitas Muka Gunung (Smf), dan Rasio Dasar Lembah Berbanding Tinggi Lembah (Vf). Hasil analisis dari ke empat aspek morfometri das, selanjutnya diolah untuk menentukan indeks aktivitas tektonik relatif (IATR). Diketahui bahwa di daerah penelitian ini secara umum tingkat aktivitas tektonik relatifnya didominasi oleh aktivitas tektonik sedang.

**Kata Kunci : Analisis morfometri, indeks aktivitas tektonik relatif (IATR),
Ciwaru.**

Abstrack

Geographically, this research area is located in Ciwaru District, Kuningan Regency. This research was conducted to determine the level of tectonic activity. Therefore, this area is very interesting to study in identifying tectonic activity. In identifying this tectonic activity, a morphometric analysis was carried out with 4 parameters, namely the Asymmetry Factor (Af), River Length Gradient Index (Sl), Mountain Face Sinusity (Smf), and Valley Basis to Valley Height Ratio (Vf). The results of the analysis of the four watershed morphometric aspects are then processed to determine the relative tectonic activity index (IATR). It is known that

in this research area, in general, the relative level of tectonic activity is dominated by moderate tectonic activity.

Keywords: Morphometric analysis, relative tectonic activity index (IATR), Ciwaru.

1. PENDAHULUAN

Secara geologi, Pulau Jawa merupakan salah satu daerah tektonik aktif yang berada di Kawasan Indonesia, hal ini disebabkan oleh aktifitas tumbukan dari dua lempeng yaitu Lempeng Samudra Hindia-Australia dan Lempeng Eurasia.

Salah satu daerah yang menarik untuk dipelajari guna mengetahui tingkat aktivitas tektoniknya yaitu di daerah Kecamatan Ciwaru, Kabupaten Kuningan. Di daerah ini terdapat banyak lipatan-lipatan perbukitan yang memanjang dengan kemiringan lereng yang cukup curam, hal itu menunjukkan adanya indikasi proses tektonik yang terjadi di daerah tersebut. Oleh karena itu daerah ini dipilih untuk mengetahui seberapa kuat tingkat aktivitas tektonik yang terjadi di daerah tersebut.

Untuk mengetahui tingkat aktivitas tektonik pada suatu wilayah,

diperlukan pengembangan studi geomorfologi yaitu morfotektonik.

Morfotektonik merupakan suatu cabang ilmu dari geomorfologi dimana morfotektonik sendiri mempelajari tentang segala hal menyangkut hubungan antara struktur geologi dengan bentukan lahan (Stewart & Hancock, 1994 dalam Yudhicara et al., 2017).

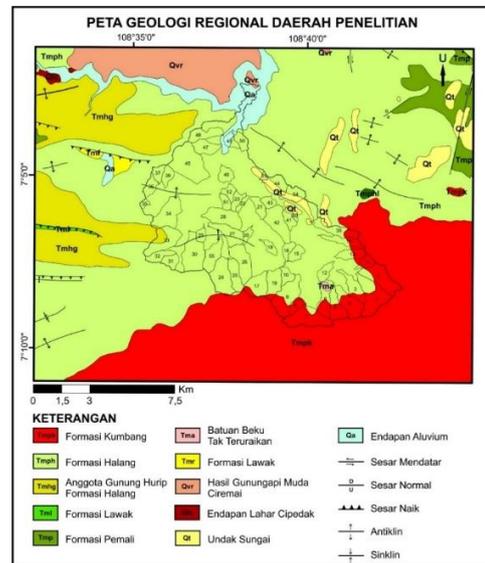
2. TINJAUAN PUSTAKA

Berdasarkan peta geologi regional lembar Majenang (Kastowo & Suwarna, 1996). Pada daerah penelitian ini, tersingkap berbagai jenis litologi batuan dengan kisaran umur miosen – kuartar. Daerah penelitian ini didominasi oleh Formasi Halang yang dimana Formasi Halang tersusun atas batupasir tufan, konglomerat, napal, dan batulmpung, yang dimana pada bagian bawahnya terdapat breksi bersusun andesit. Formasi Halang ini berumur miosen tengah-miosen akhir.

Selain Formasi Halang, ada pula Formasi Kumbang (Tmk), endapan Aluvium (Qa), undak sungai (Qt), dan batuan beku tak teruraikan (Tma).

Ditinjau dari segi struktur geologi, di daerah penelitian termasuk ke dalam pola struktur Jawa yang memiliki arah barat-timur. Pola Jawa merupakan pola yang termuda yang mengaktifkan kembali (*overprint*) seluruh pola yang ada sebelumnya. Di daerah penelitian ini banyak sekali tersebar antiklin dan sinklin yang berarah barat laut – tenggara. Selain itu terdapat pula sesar-sesar yang berarah barat laut – tenggara. Di sekitaran daerah penelitian ini banyak sekali struktur geologi yang dapat dijumpai seperti sesar, lipatan, kelurusan, dan kekar yang melibatkan batuan berumur oligo-miosen sampai holosen. Sesar yang dijumpai pula umumnya berarah jurus barat laut-tenggara sampai timurlaut-barat daya. Jenis sesar berupa sesar naik, sesar normal, dan sesar geser mengangan serta mengiri yang dimana melibatkan batuan berumur oligo-miosen sampai plistosen. Kekar umumnya dijumpai dan berkembang

baik pada batuan berumur tersier dan plistosen.

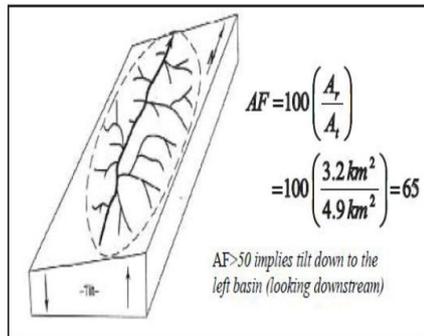


Gambar 1. Peta Geologi Regional Daerah Penelitian

3. METODE

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan kuantitatif (morfometri) dimana objek yang diteliti yaitu aspek-aspek morfometri yang berkaitan dengan penentuan aktivitas tektonik. Dalam penelitian ini digunakan peta topografi, peta geologi regional lembar Majenang, dan citra DEM yang kemudian diolah menggunakan software Arcgis 10.4. Penentuan aktivitas tektonik dapat diketahui dengan menggunakan 4 aspek morfometri yaitu sebagai berikut :

– Faktor Asimetri (AF)



Gambar 3. Ilustrasi metode asimetri cekungan pengaliran (Keller & Pinter, 2002).

$$AF = 100 (Ar / At)$$

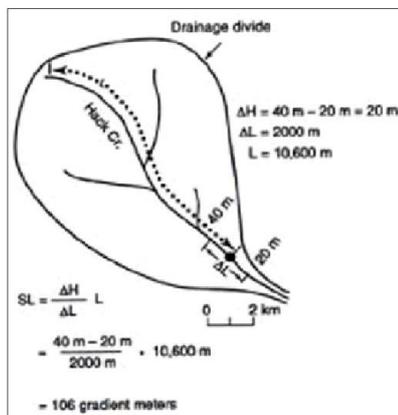
Keterangan :

AF : Faktor asimetri

Ar : Wilayah cekungan yang dimiliki oleh sungai

At : Luas total wilayah cekungan

– Indeks Gradien Panjang Sungai (SL)



Gambar 2. Ilustrasi metode indeks gradien sungai (Keller & Pinter, 2002).

$$SL = (\Delta H / \Delta L) \times L$$

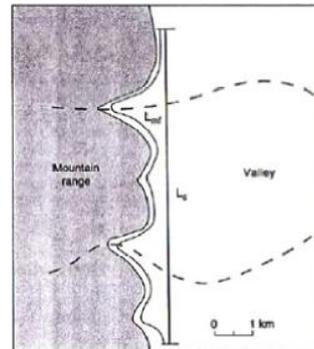
Keterangan :

ΔH : Beda elevasi dari titik yang akan dihitung

ΔL : Panjang sungai hingga titik yang akan dihitung

L : Total panjang sungai dari titik hitung hingga hulu sungai.

– Sinusitas Muka Gunung (Smf)



Gambar 3. Ilustrasi metode Smf (Doornkamp, 1986).

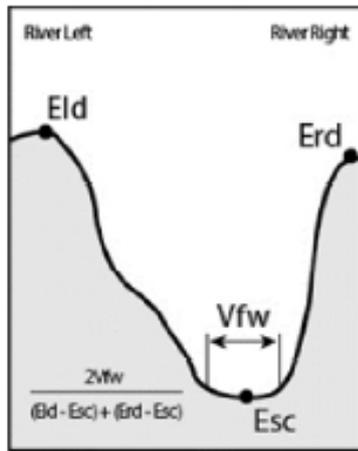
$$Smf = Lmf / Ls$$

Keterangan :

Lmf : Panjang pegunungan muka sepanjang bagian bawah/lembah.

Ls : Panjang secara lurus pegunungan muka.

- Rasio Dasar Lembah Berbanding Tinggi Lembah (Vf)



Gambar 4. Ilustrasi metode Rasio dasar lembah berbanding tinggi lembah (Bull & McFadden, 1977).

$$Vf = \frac{2Vfw}{[(Eld - Esc) + (Erd - Esc)]}$$

Keterangan :

Vf : indeks

Vfw : lebar lembah dasar sungai

Esc : elevasi dasar lembah

Erd/Eld : ketinggian bagian kanan/kiri lembah diukur dari dasar sungai

Sebelumnya, telah banyak dilakukan penelitian mengenai aktivitas tektonik dengan pendekatan morfometri

seperti Hidayat (2009), Dehbozorgi dkk.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Morfometri

Karakteristik morfometri merupakan suatu hasil dari gerakan tektonik di masa lampau yang dapat dilihat pada bentuk lahan kemudian dapat dihubungkan dengan struktur geologi dan proses pelapukan atau erosi sebagai pembentuk bentuk lahan tersebut. Unsur-unsur morfometri di antaranya faktor asimetri (AF), indeks gradien sungai (SL), sinusitas muka gunung (SMF), dan rasio dasar lembah berbanding tinggi lembah (VF).

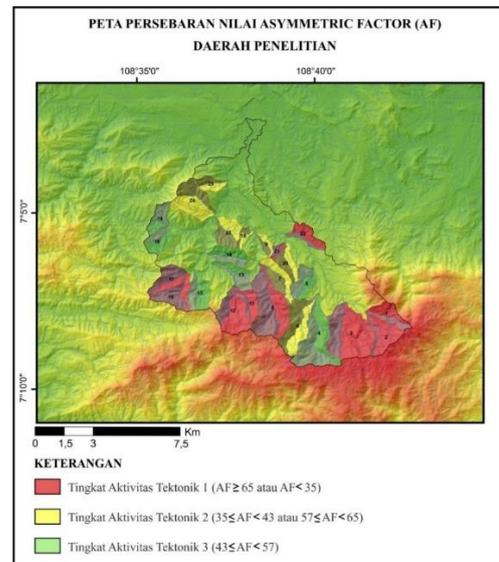
1. Faktor Asimetri (Af)

Faktor asimetri adalah salah satu analisis kuantitatif yang dimana berguna untuk mendeteksi kemiringan tektonik (tectonic tilting) baik pada skala cekungan pengaliran kecil maupun luas. Untuk menentukan nilai faktor asimetri, dapat dihitung dengan membagi antar.

Dari hasil perhitungan faktor asimetri di daerah penelitian dapat diketahui

bahwa semua subdas yang dihitung tidak ada satupun yang bernilai 50 atau dapat diartikan stabil. Karena semua subdas tidak ada yang bernilai 50 maka dapat diartikan subdas telah mengalami pengangkatan yang mengakibatkan kemiringan.

Dari nilai perhitungan Af, dapat dikelompokkan pula menjadi 3 jenis tingkat aktivitas tektonik yang terjadi berdasarkan klasifikasi El Hamdouni et al., (2008) yaitu kelas 1 dengan tingkat aktivitas tektonik tinggi ($Af \geq 65$ atau $Af < 35$), kelas 2 dengan tingkat aktivitas tektonik sedang ($35 \leq Af < 43$ atau $57 \leq Af < 65$), dan kelas 3 dengan tingkat aktivitas tektonik rendah ($43 \leq Af < 57$). Pada daerah penelitian terdapat 10 subdas yang memiliki tingkat aktivitas tektonik tinggi, 8 subdas dengan tingkat aktivitas tektonik sedang, dan 7 subdas dengan tingkat aktivitas tektonik rendah.



Gambar 5. Peta Persebaran Nilai Af Daerah Penelitian (El Hamdouni et al., 2008)

2. Indeks Gradien Panjang Sungai (SI)

Indeks gradien panjang sungai yaitu salah satu analisis kuantitatif yang digunakan untuk mengetahui tingkat aktivitas tektonik dengan membandingkan beda elevasi dari titik yang akan dihitung (ΔH) dengan panjang sungai hingga titik yang akan dihitung (ΔL) lalu dikalikan dengan total panjang sungai dari titik hitung hingga hulu sungai (L).

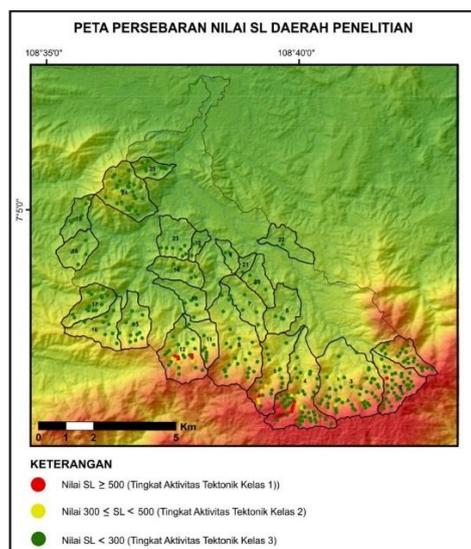
Dalam penelitian ini terdapat 351 titik yang diamati, dimana persebaran nilai SI berkisar diangka 37,9 – 8327,5. Dari ke 351 titik tersebut, apabila diklasifikasikan menjadi tingkat

aktivitas tektonik (El Hamdouni et al., 2008) yaitu kelas 1 dengan tingkat aktivitas tektonik tinggi ($SI \geq 500$), kelas 2 dengan tingkat aktivitas tektonik sedang ($300 \leq SI < 500$), dan kelas 3 dengan tingkat aktivitas tektonik rendah ($SI < 300$), maka secara umum didominasi oleh tingkat aktivitas tektonik rendah (kelas 3). Namun di beberapa subdas seperti di subdas 2, 4, 6, dan 12 terdapat beberapa titik pengamatan dimana nilai SI nya sangat beda jauh dengan nilai SI disekitarnya. Perubahan nilai SI yang tiba-tiba itu dapat menjadikan indikasi adanya struktur yang terbentuk akibat aktivitas tektonik.

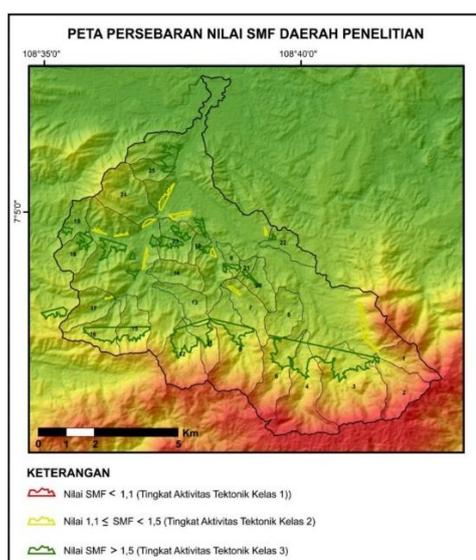
3. Sinusitas Muka Gunung (Smf)

Sinusitas muka pegunungan adalah salah satu analisis kuantitatif yang dimana dapat digunakan untuk menentukan tingkat aktivitas tektonik pada suatu daerah dengan keseimbangan antara gaya/kekuatan erosi yang mempunyai kecenderungan memotong sepanjang lekukan muka pegunungan dan kekuatan tektonik yang bertepatan dengan zona sesar aktif yang mencerminkan tektonik aktif.

Dalam penelitian ini, dilakukan perhitungan sinusitas muka gunung di 33 titik. Smf dapat dikelompokkan ke dalam klasifikasi dari Elhamdouni (2008) dimana kelas 1 dengan tingkat aktivitas tektonik tinggi ($Smf < 1,1$), kelas 2 dengan tingkat aktivitas tektonik sedang ($1,1 \leq Smf < 1,5$), dan kelas 3 dengan tingkat aktivitas tektonik rendah ($Smf \geq 1,5$). Dari pengelompokan berdasarkan El Hamdouni et al (2008) diketahui bahwa dari 33 titik Smf terdapat 12 titik dengan tingkat aktivitas tektonik sedang (Kelas 2) dan 21 titik dengan tingkat aktivitas tektonik rendah (Kelas 3). Berdasarkan hal tersebut dapat diartikan bahwa pada daerah penelitian ini telah terjadi aktivitas tektonik pengangkatan dan penurunan kecepatan pengangkatan sehingga proses erosi akan lebih dominan dan memotong muka gunung secara tidak teratur.



Gambar 6. Peta Persebaran Nilai SI Daerah Penelitian (El Hamdouni et al., 2008)



Gambar 7. Peta Persebaran Nilai Smf Daerah Penelitian (El Hamdouni et al., 2008)

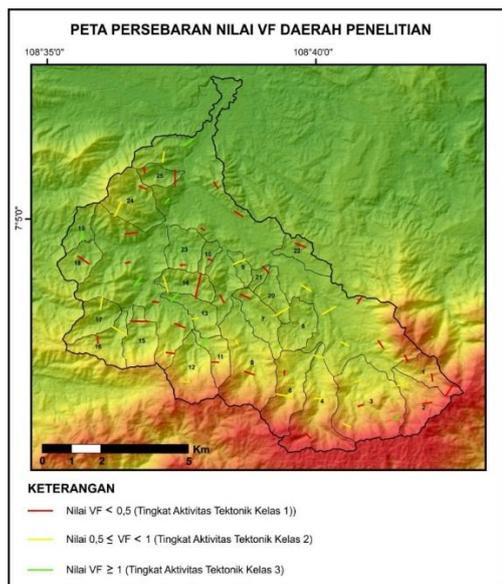
4. Rasio Dasar Lembah Berbanding Tinggi Lembah (Vf)

Rasio dasar lembah berbanding tinggi lembah merupakan salah satu analisis

kuantitatif yang digunakan untuk mengetahui tingkat uplift yang terjadi (Bull, 2007). Nilai Vf tinggi menunjukkan kecepatan pengangkatan yang rendah, yang mengakibatkan sungai memotong secara luas pada dasar lembah dan bentuk lembah akan semakin melebar dengan dicirikan bentuk lembah U. Sedangkan nilai Vf rendah menunjukkan kecepatan pengangkatan yang tinggi dengan dicirikan bentuk lembah V (Keller & Pinter, 2002).

Pada daerah penelitian ini, terdapat 62 lokasi Vf yang dihitung yang tersebar merata di daerah penelitian. Dari hasil perhitungan didapatkan nilai Vf berkisar diantara 0,13 – 3,38. Dengan bervariasinya nilai Vf menunjukkan pula tingkat aktivitas tektonik di daerah penelitian ini bervariasi pula. Berdasarkan klasifikasi Vf dari El Hamdouni et al (2008), Nilai Vf di daerah ini dapat dikelompokkan menjadi 3 kelas yaitu kelas 1 dengan nilai Vf < 0,5 (Tingkat *Uplift* tinggi) sejumlah 33 titik, kelas 2 dengan nilai $0,5 \leq Vf < 1,0$ (Tingkat *Uplift* sedang) sejumlah 19 titik, dan kelas 3 dengan nilai $1,0 \leq Vf < 5,0$ (Tingkat *Uplift*

rendah) sejumlah 10 titik. Dilihat dari hasil tersebut, dapat dikatakan secara umum berdasarkan nilai Vf memiliki tingkat pengangkatan tinggi atau dapat tingkat aktivitas tektoniknya tinggi.



Gambar 8. Peta Persebaran Nilai Vf Daerah Penelitian (El Hamdouni et al., 2008)

Indeks Aktivitas Tektonik Relatif (IATR)

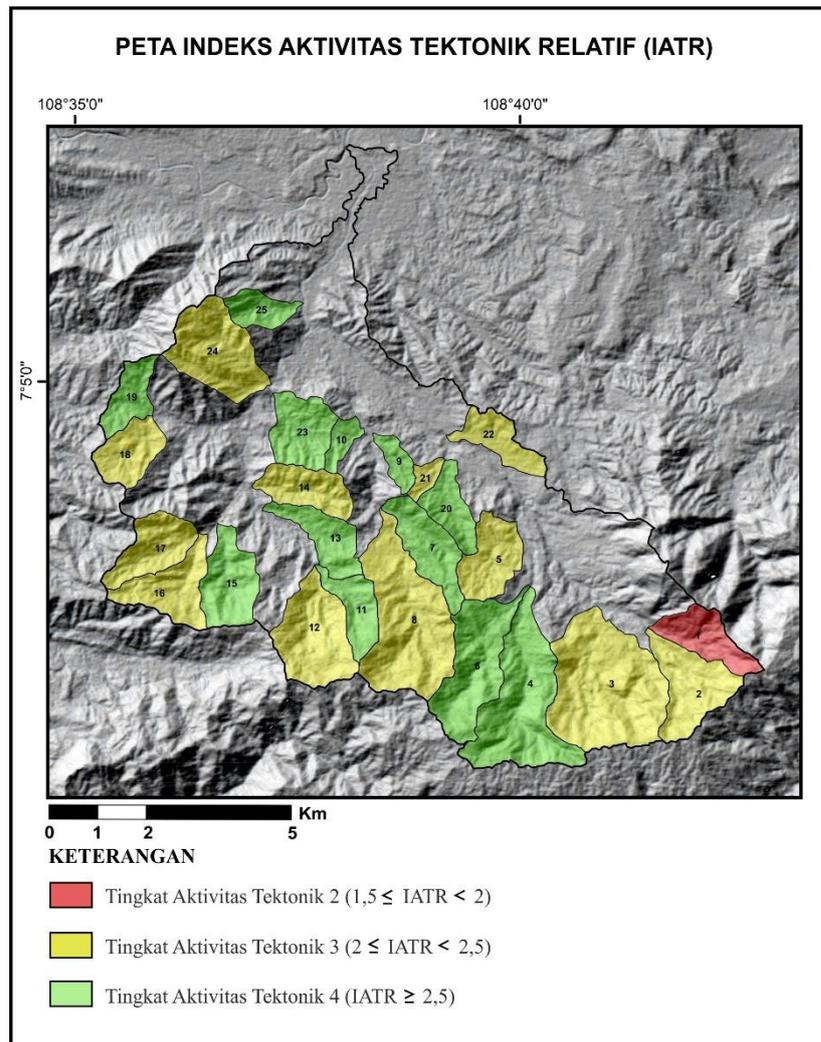
Penentuan nilai Indeks Aktivitas Tektonik Relatif (IATR) didasarkan pada metode dari El Hamdouni et al (2008) yang dimodifikasi oleh Dehbozorgi et al (2010). Dalam penentuan nilai IATR ini menggunakan 4 parameter morfometri yaitu faktor asimetri (Af),

indeks gradien panjang sungai (SI), sinusitas muka gunung (Smf), dan rasio dasar lembah berbading tinggi lembah (Vf). Nilai ke empat parameter tersebut dikelompokkan berdasarkan klasifikasi dari Elhamdouni, 2008 seperti yang telah dilakukan sebelumnya. Hasil dari pengelompokan dari ke empat parameter tersebut kemudian dijumlahkan dan dirata-ratakan. Hasil dari rata-rata tersebut kemudian dikelompokkan ke dalam indeks aktivitas tektonik (IATR) yang terdiri dari 4 kelompok yaitu :

- Kelas 1 dengan nilai IATR 1,0 – 1,5, diartikan memiliki aktivitas tektonik relatif sangat tinggi.
- Kelas 2 dengan nilai IATR 1,5 – 2,0, diartikan memiliki aktivitas tektonik relatif tinggi.
- Kelas 3 dengan nilai IATR 2,0 – 2,5, diartikan memiliki aktivitas tektonik relatif sedang.
- Kelas 4 dengan nilai IATR < 2,5, diartikan memiliki aktivitas tektonik relatif rendah.

Tabel 1. Tabel Pegolompokan IATR Berdasarkan ke Empat Parameter Morfometri

Subdas	Af	Sl	Smf	Vf	Total	Rata-Rata	IATR
1	1	3	2	1	7	1.8	2
2	1	3	3	2	9	2.3	3
3	1	3	3	2	9	2.3	3
4	2	3	3	2	10	2.5	4
5	2	3	3	1	9	2.3	3
6	3	3	3	1	10	2.5	4
7	3	3	3	3	12	3.0	4
8	1	3	3	1	8	2.0	3
9	3	3	3	2	11	2.8	4
10	3	3	3	1	10	2.5	4
11	1	3	3	3	10	2.5	4
12	1	3	3	2	9	2.3	3
13	2	3	3	3	11	2.8	4
14	2	3	3	1	9	2.3	3
15	2	3	3	2	10	2.5	4
16	1	3	3	1	8	2.0	3
17	1	3	3	2	9	2.3	3
18	2	3	3	1	9	2.3	3
19	2	3	3	3	11	2.8	4
20	3	3	3	2	11	2.8	4
21	1	3	3	1	8	2.0	3
22	1	3	3	1	8	2.0	3
23	3	3	3	2	11	2.8	4
24	3	3	2	1	9	2.3	3
25	3	3	3	1	10	2.5	4



Gambar 9. Indeks Aktivitas Tektonik Relatif (IATR)

Dari hasil perhitungan dan pengelompokan nilai IATR, diketahui bahwa di daerah penelitian terdapat 3 kelompok aktivitas tektonik relatif, yaitu kelas 2 dimana aktivitas tektonik relatif tinggi terdapat pada subdas 1, kelas 3 dimana aktivitas tektonik relatif sedang terdapat pada subdas 2, 3, 5, 8, 12, 14, 16, 17, 18, 21, 22, 24, dan kelas 3 dimana

aktivitas tektonik relatif rendah terdapat pada subdas 4, 6, 7, 9, 10, 11, 13, 15, 19, 20, 23, 25.

Dapat disimpulkan bahwa dari total luas subdas daerah penelitian yaitu sebesar 49,29 km², sebanyak 3,1% (1,53 km²) daerahnya memiliki aktivitas tektonik relatif tinggi, 56,95 % (28,07 km²) daerahnya memiliki aktivitas tektonik relatif sedang, dan

39,95% (19,69 km²) daerahnya memiliki aktivitas tektonik relatif rendah. Dilihat dari hasil tersebut, menunjukkan bahwa sebagian besar daerah penelitian ini memiliki aktivitas tektonik dan erosi yang seimbang bahkan cenderung ke arah erosi yang dominan. Itu menandakan bahwa bentukan-bentukan lahan di daerah penelitian ini terjadi bukan karena aktivitas tektonik dalam kurun waktu yang dekat.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada ke empat parameter dari morfometri DAS yang telah dihitung yang kemudian diolah keempat nilai tersebut dengan meratakan pengelompokan kelas berdasarkan klasifikasi Elhamdouni (2007) untuk menentukan Indeks Aktivitas Tektonik Relatif (IATR), didapatkan hasil bahwa terdapat 1 subdas dimana tingkat aktivitas tektonik relatif tinggi (kelas 2), 12 subdas dengan tingkat aktivitas tektonik relatif sedang (kelas 3), dan 12 subdas dengan tingkat aktivitas tektonik relatif rendah (kelas 4). Dari hasil tersebut secara umum pada

daerah penelitian ini tingkat aktivitas tektoniknya relatif sedang. Variasi litologi yang beragam dari yang resisten sampai yang tidak resisten terhadap erosi menunjukkan bahwa walaupun dipengaruhi oleh proses pelapukan dan erosi, nilai-nilai di tiap aspek morfometri tidak berpengaruh. Hal tersebut menjadi bukti bahwa nilai-nilai yang telah dihitung mencerminkan tingkat aktivitas tektonik di daerah penelitian ini. Daerah penelitian ini berada di bagian timur sesar Baribis yang dimana sesar Baribis ini masih aktif. Apabila dikaitkan dengan arah lipatan lipatan yang ada di daerah penelitian ini yang berarah baratlaut-tenggara. Hal tersebut dapat menjadi indikasi bahwa sesar-sesar minor yang ada di sekitaran daerah penelitian dan lipatan-lipatan yang berkembang di daerah penelitian merupakan hasil aktivitas dari sesar Baribis karena memiliki arah yang sama dengan sesar Baribis.

DAFTAR PUSTAKA

- Bull, W. B., & McFadden. (1977). *Tectonic Geomorphology North and South of the Garlock Fault,*

- California*. In Doehring, E. O., ed., *Geomorphology in arid regions*.
- 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, 329–341. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2010.05.002>
- Doornkamp, J. C. (1986). Geomorphological Approaches to the Study of Neotectonics. *Journal of the Geological Society*, 143, 335–342.
- 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*, 96, 150–173. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2007.08.004>
- Kastowo, & Suwarna, N. (1996). *Peta Geologi Bersistem Indonesia Lembar Majenang*. Pusat Peneliti dan Pengembangan Geologi.
- Keller, E. A., & Pinter, N. (2002). *Active Tectonics Earthquakes, Uplift, and Landscape*. Prentice Hall.
- Martodjoyo. (1984). *Evolusi Cekungan Bogor, Jawa Barat*. Pasca Sarjana ITB.
- Van Zuidam, R. A. (1986). *Aerial Photo-interpretation in Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping*. Smits Publishers.