

ANALISIS KUANTITATIF AKTIVITAS TEKTONIK RELATIF DI PEGUNUNGAN BATURAGUNG JAWA TENGAH

RAHMI MULYASARI¹, BUDI BRAHMANTYO¹, SUPARTOYO²

1. Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan, Institut Teknologi Bandung (ITB), Jl. Ganesha No.10, Bandung, Jawa Barat, Indonesia, 40132, Email: rahmimulyasari@gmail.com
2. Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG), Jl. Diponegoro No.57, Bandung, 40122, Republik Indonesia, Email: vsi@vsi.esdm.go.id

Sari - Neotektonik merupakan faktor utama pengontrol bentang alam di daerah yang terpengaruh aktivitas tektonik. Hal ini memberikan pengaruh pada daerah aliran sungai (DAS) serta muka pegunungan di Pegunungan Baturagung, Jawa Tengah. Daerah ini merupakan salah satu kawasan rawan bencana gempa bumi yang bersumber dari zona subduksi di laut dan sesar aktif di darat. Sesar aktif yang diperkirakan berkontribusi pada kegempaan di daerah ini adalah Sesar Opak dan Dengkeng yang terletak di Pegunungan Baturagung. Pendekatan yang digunakan untuk mengidentifikasi aktivitas tektonik di daerah penelitian dengan analisis kuantitatif (morfometri). Analisis morfometri yang digunakan untuk mengidentifikasi Indeks Aktivitas Tektonik Relatif (IATR) di Pegunungan Baturagung menggunakan 5 parameter, asimetri DAS (AF), hipsometri integral dan kurva (H_i dan H_c), indeks gradien panjang sungai (SL), indeks DAS (Bs), serta sinuositas muka pegunungan (Smf). IATR daerah penelitian terbagi menjadi 3 kelas: Kelas 2 (tinggi), Kelas 3 (menengah), dan Kelas 4 (rendah). Distribusi IATR pada 65 subdas seluas 207,2 km² adalah: sekitar 0,6% area DAS (1,32 km²) Kelas 2; 58,9% (122,1 km²) Kelas 3; dan 40,4% (83,75 km²) Kelas 4. Hasil analisis morfometri mengindikasikan daerah ini lebih dipengaruhi tektonik daripada erosi. Hasil ini sesuai dengan pengamatan geomorfologi lapangan.

Kata kunci: Pegunungan Baturagung; morfometri; indeks aktivitas tektonik relatif (IATR).

Abstract - Neotectonics is a major controlling landform development in tectonically active regions, and it has significantly affected fluvial systems and mountain – front landscapes in the Baturagung Mountain, Central Java. This area is one of areas in Indonesia which is prone to earthquake from subduction zone in Indian Ocean and active fault in land. The earthquake sources from active fault probable from Opak and Dengkeng fault located in Baturagung Mountain. To assess tectonic activities in the area used quantitative approach (morphometric analysis). Morphometric analysis was used to identify the relative tectonic activity index (RTAI) in Baturagung Mountain consist of 5 parameters geomorphic indices: basin asymmetry (AF), hypsometric integral and curve (H_i and H_c), stream length gradient index (SL), basin indices (Bs), and mountain – front sinuosity (Smf). RTAI in this area is divided into three classes: Class 2 (high), Class 3 (moderate), and Class 4 (low). Distribution of RTAI in 65 subbasins area (207.2 km²) is: about 0.6% of watershed area (1.32 km²) Class 2; 58.9% (122.1 km²) of Class 3; and 40.4% (83.75 km²) Class 4. All of morphometry analysis generally indicates this area more influenced by tectonics than erosion. The results are consistent with field observations on landforms and geology.

Keywords: Baturagung Mountain; geomorphic indices; morphometric; relative tectonic activity index (RTAI).

1. PENDAHULUAN

Neotektonik merupakan faktor utama pengontrol bentang alam di daerah yang terpengaruh aktivitas tektonik. Hal ini memberikan pengaruh pada daerah aliran sungai (DAS) serta muka pegunungan di

Pegunungan Baturagung, Jawa Tengah. Daerah ini merupakan salah satu kawasan rawan bencana gempa bumi yang bersumber dari zona subduksi di laut dan sesar aktif di darat. Sesar aktif yang diperkirakan berkontribusi pada

kegempaan di daerah ini adalah Sesar Opak dan Dengkeng yang terletak di Pegunungan Baturagung. Gempabumi darat yang cukup besar di wilayah Yogyakarta dan sekitarnya tercatat pada tahun 1867, 2006, dan 2010 (Supartoyo dkk., 2014). Oleh karena itu penting untuk menganalisis tingkat keaktifan tektonik Pegunungan Baturagung dari kajian geomorfologi. Pendekatan yang digunakan untuk mengidentifikasi aktivitas tektonik dengan analisis kuantitatif (morfometri). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan indeks aktivitas tektonik relatif (IATR) dengan analisis morfometri di Pegunungan Baturagung menggunakan sistem informasi geografi.

2. METODE

Penelitian ini menerapkan metode geomorfologi tektonik dengan pendekatan kuantitatif (morfometri) untuk menentukan indeks aktivitas tektonik relatif di Pegunungan Baturagung. Data yang digunakan pada penelitian ini meliputi citra satelit SRTM 30 M, peta topografi dan RBI skala 1:25.000, peta geologi lembar Yogyakarta (Rahardjo dkk., 1995) dan Surakarta – Girintontro (Suroso dkk., 1992), dan peta daerah aliran sungai (DAS). Seluruh data digunakan untuk perhitungan parameter morfometri, selanjutnya hasil analisis digunakan untuk mendapatkan indeks aktivitas tektonik relatif (IATR).

Beberapa indikasi kenampakan morfologi pada daerah tektonik aktif dapat dipelajari dengan menggunakan lima parameter morfometri berdasarkan DAS dan tidak berdasarkan DAS, sebagai berikut:

- Kurva dan integral hipsometrik (*hypsonetric curve and integral*)
- Asimetri cekungan pengaliran (*drainage basin asymmetry*)
- Indeks gradien panjang sungai (*stream length gradient index*)

- Indeks DAS (*basin shape index*)
- Sinuositas muka pegunungan (*mountain front sinuosity*)

Perhitungan parameter morfometri tersebut meliputi luas DAS, panjang sungai, elevasi atau ketinggian, sinuositas muka pegunungan dan panjang sumbu DAS. Perhitungan tersebut menggunakan perangkat lunak ArcGIS 10 dan *Microsoft Excel*. Nilai yang diperoleh dari parameter-parameter morfometri tersebut digunakan untuk menganalisis indeks aktivitas tektonik (Keller dan Pinter, 2002). Penelitian terdahulu mengenai geomorfologi tektonik dengan pendekatan morfometri telah dilakukan oleh banyak peneliti, diantaranya Hidayat (2009), Dehbozorgi dkk. (2010), Mahmood dan Gloaguen (2012), serta Supartoyo (2008 dan 2014). Dari hasil penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa pendekatan ini sesuai untuk mengetahui tingkat keaktifan tektonik suatu wilayah.

3. HASIL DAN DISKUSI

Analisis Morfometri

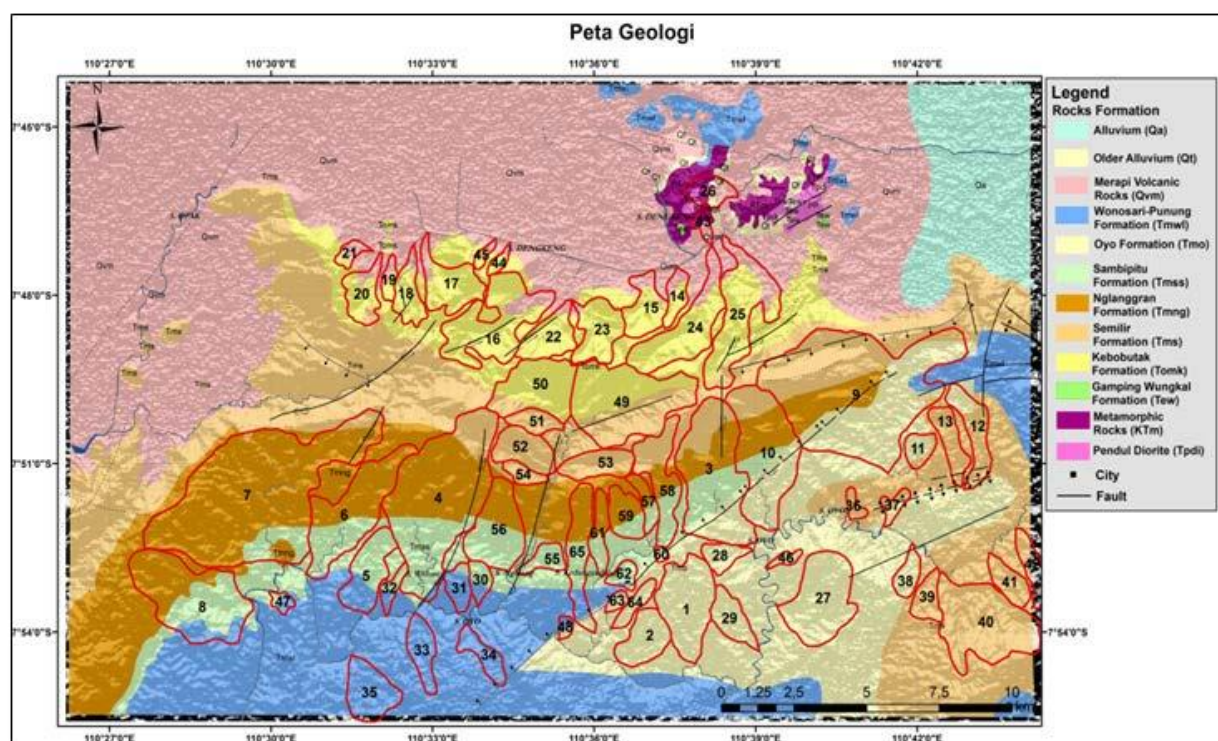
Menurut Keller dan Pinter (2002), morfometri didefinisikan sebagai pengukuran kuantitatif bentuk bentang alam. Secara ringkas suatu bentang alam dapat diidentifikasi melalui karakterisasi ukuran dan lereng. Pengukuran kuantitatif mengikuti kaidah geomorfologi sebagai objek perbandingan bentuk lahan dan perhitungan parameter secara langsung indeks geomorfik yang sangat berguna untuk identifikasi karakteristik suatu wilayah dan tingkatan aktivitas tektonik. Pada penelitian ini untuk menganalisis kelas aktivitas tektonik digunakan beberapa parameter morfometri yaitu parameter yang menggunakan DAS dan non – DAS untuk perhitungannya. Parameter morfometri berdasarkan DAS adalah hipsometri kurva dan

Tabel 1. Tingkatan aktivitas tektonik relatif parameter morfometri mengacu pada El Hamdouni dkk. (2007) dalam Dehbozorgi dkk. (2010).

No.	Parameter Morfometri	Tingkatan Aktivitas Tektonik		
		Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
1.	SL	$SL \geq 500$	$(300 \leq SL < 500)$	$SL < 300$
2.	Hi	$Hi \geq 0,5$	$(0,4 \leq Hi < 0,5)$	$Hi < 0,4$
3.	Bs	$Bs \geq 4$	$(3 \leq Bs < 4)$	$Bs \leq 3$
4.	AF	$(AF \geq 65 \text{ atau } AF < 35)$	$(35 \leq AF < 43 \text{ atau } 57 \leq AF < 65)$	$(43 \leq AF < 57)$
5.	Smf	$Smf < 1,1$	$(1,1 \leq Smf < 1,5)$	$Smf \geq 1,5$

integral (Hc dan Hi), asimetri DAS (AF), indeks gradien panjang sungai (SL), dan indeks DAS (Bs). Parameter morfometri non – DAS yang dianalisis adalah sinuositas muka pegunungan (Smf). Adapun pembagian kelas tektonik dibagi menjadi tiga kelas, yaitu: kelas 1, 2, dan 3. Kelas 1 memperlihatkan kelas tektonik yang lebih aktif, kelas 2 aktif dan kelas 3 kurang aktif. Pembagian kelas tektonik tersebut mengacu kepada El Hamdouni dkk. (2007) dalam Dehbozorgi dkk.,

(2010) seperti tercantum pada **Tabel 1**. Analisis dilakukan pada 65 subdas yang terletak pada dua DAS utama: DAS Dengkeng (zona A) dan DAS Oyo (zona B) (**Gambar 1**). DAS tersebut memotong satuan batuan yang berumur Kapur Atas, Tersier, dan Kuartar.



Gambar 1. Peta Geologi ditumpangsusunkan dengan 65 subdas (Surono dkk., 1992 dan Rahardjo dkk., 1995).

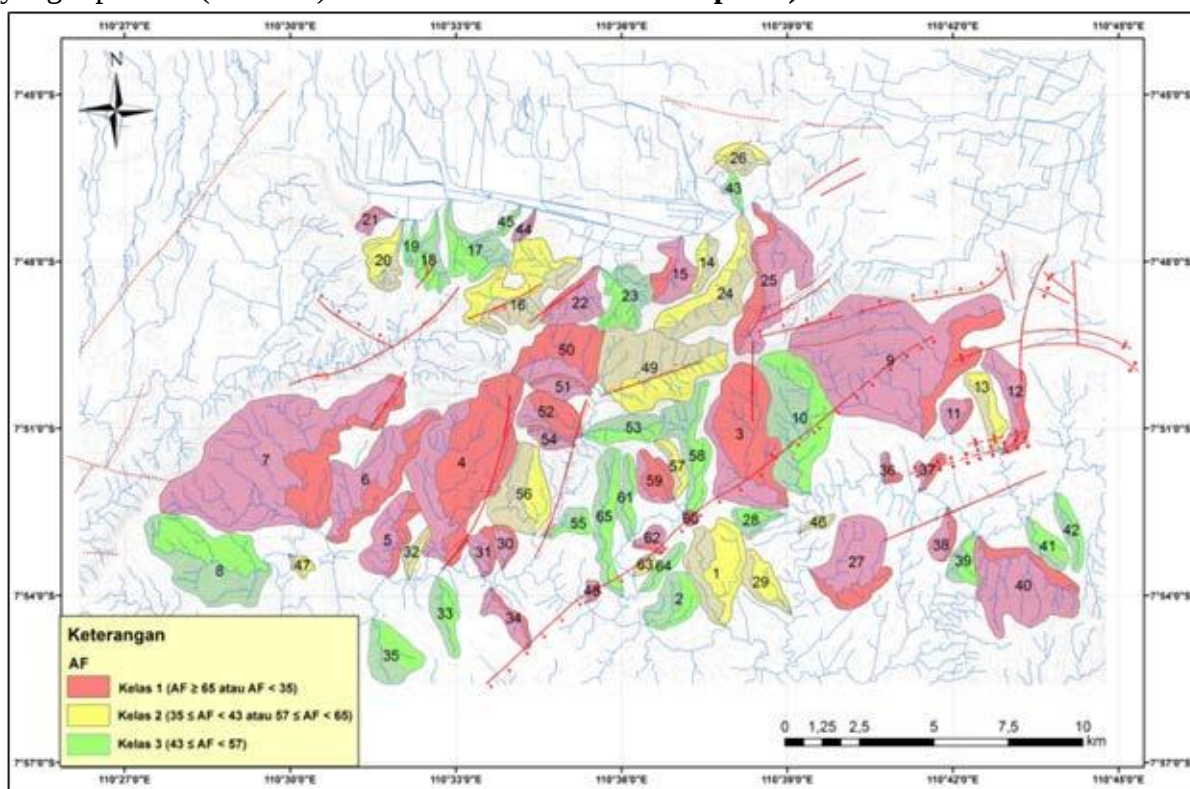
1. Faktor asimetri DAS (AF)

Faktor asimetri/asymmetric factor (AF) merupakan salah satu analisis kuantitatif cekungan pengaliran untuk mendeteksi kemiringan tektonik (*tectonic tilting*) baik pada skala cekungan pengaliran kecil maupun luas (Gambar III.18) (Keller dan Pinter, 2002). Nilai AF dihitung dengan perbandingan luas sisi subdas bagian kanan (A_r) dan luas keseluruhan subdas (A_t) dikalikan dengan 100 (Persamaan 1).

$$AF = 100 (A_r/A_t) \quad (1)$$

Dari hasil perhitungan AF, apabila harga yang diperoleh ($AF = 50$) maka daerah

tersebut relatif stabil, artinya proses tektonik yang bekerja sangat kecil. Pembagian kelas tektonik berdasarkan nilai AF dibagi menjadi tiga kelas, yaitu kelas 1 (nilai $AF \geq 65$ atau $AF < 35$), kelas 2 ($35 \leq AF < 43$ atau $57 \leq AF < 65$), dan kelas 3 ($43 \leq AF < 57$) (El Hamdouni dkk., 2007 dalam Dehbozorgi dkk., 2010). Apabila nilai AF lebih besar atau kurang dari 50, maka terjadi kemiringan akibat tektonik. Hasil perhitungan AF di daerah penelitian menunjukkan nilai AF bervariasi dari 23,97 (subdas 60) hingga 86,13 (subdas 9). Nilai AF kelas 1 dan 2 sebagian besar terletak pada zona sesar seperti terlihat pada Peta AF (**Gambar 2; Lampiran**).



Gambar 2. Peta yang memperlihatkan hasil analisis nilai AF daerah penelitian.

2. Kurva dan Integral hipsometri (H_c and H_i)

Kurva hipsometri diberi simbol H_c menggambarkan sebaran distribusi elevasi melintang dari sebuah DAS atau subdas pada suatu daerah. Dari hasil kurva hipsometri dapat diinterpretasikan bentuk lahan berdasarkan polanya yang dapat

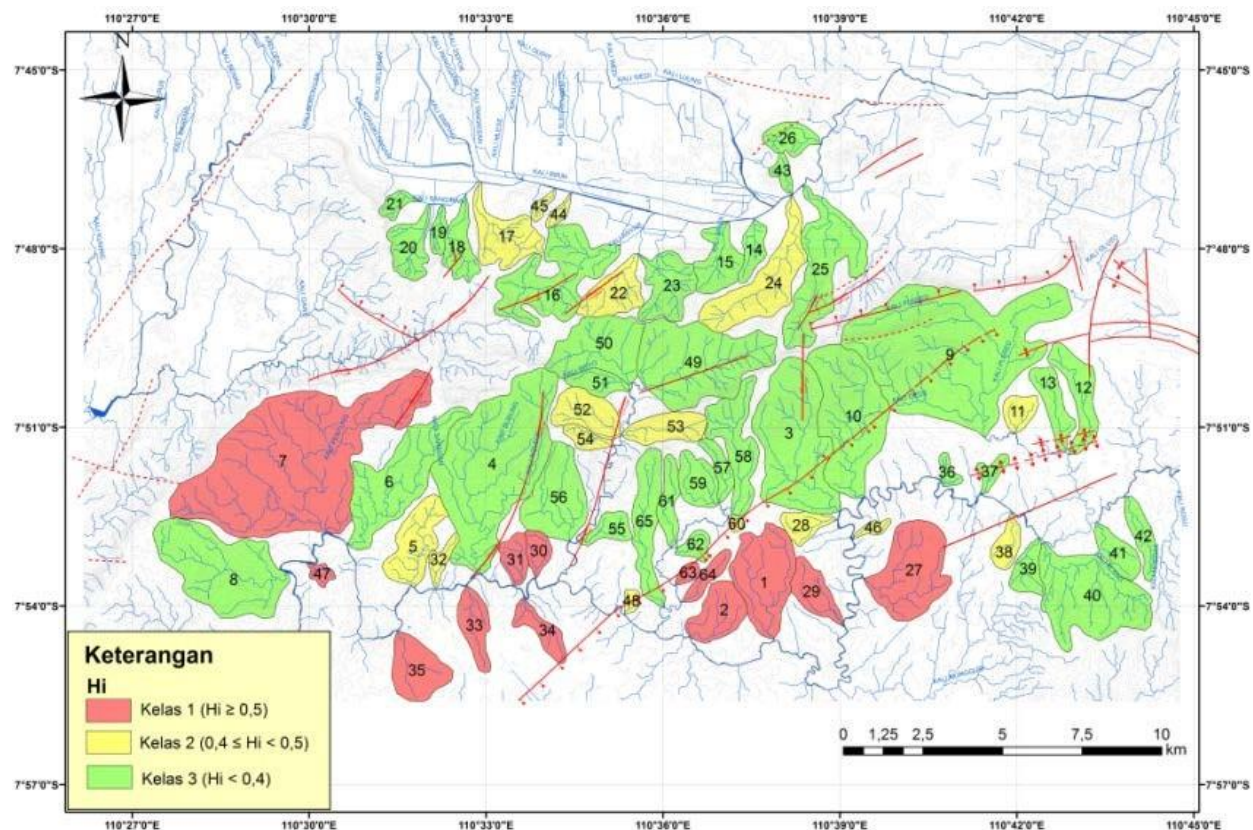
mencerminkan bentuk lahan stadium muda, menengah dan tua. Bentuk lahan stadium muda mencerminkan pengangkatan tektonik berupa torehan dalam dan bentuk relief kasar. Sedangkan bentuk lahan pada stadium menengah mencerminkan keseimbangan proses geomorfik antara pengangkatan dan erosi. Bentuk lahan stadium tua mencerminkan

topografi relief halus dan proses erosi sangat dominan dibandingkan tektonik. H_c dibuat dengan pengeplotan perbandingan ketinggian dan luas DAS atau subdas suatu daerah dari peta topografi. Secara kuantitatif bentuk kurva hipsometri dari suatu DAS dapat dihitung menggunakan hipsometri integral. Hipsometri integral adalah daerah yang terletak pada bagian kurva hipsometri. Hipsometri integral selanjutnya diberi simbol H_i dihitung pada DAS dengan menggunakan Persamaan 2.

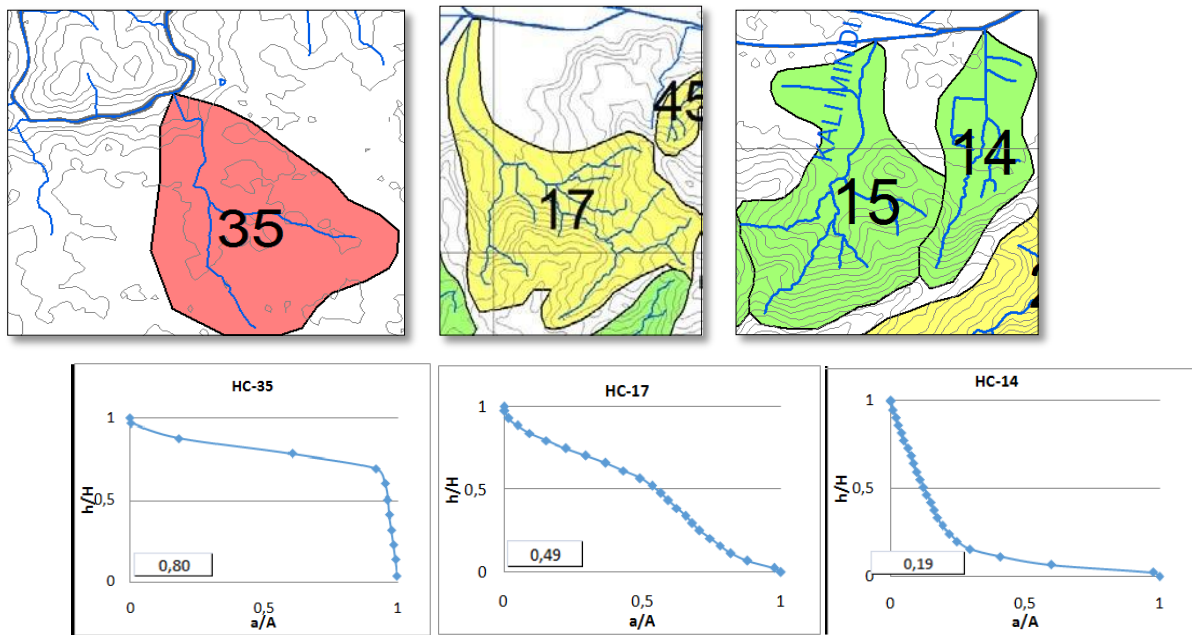
$$H_i = \frac{(\text{tinggi rata-rata} - \text{tinggi minimum})}{(\text{tinggi maksimum} - \text{tinggi minimum})} \quad (2)$$

Hasil perhitungan H_i pada 65 lokasi subdas daerah penelitian terdapat **Lampiran**. Mengacu kepada El Hamdouni dkk. (2007) dalam Dehbozorgi dkk. (2010), nilai H_i dapat dibagi menjadi tiga kelas tektonik, yaitu kelas 1 ($H_i \geq 0,5$),

kelas 2 ($0,4 \leq H_i < 0,5$), dan kelas 3 ($H_i < 0,4$). Pada daerah penelitian nilai H_i bervariasi dari 0,16 (subdas 16) hingga 0,8 (subdas 35) (**Gambar 3; Gambar 4; Lampiran**). Hasil perhitungan H_c dan H_i memperlihatkan bahwa zona A pada daerah penelitian sebagian besar masuk kategori kelas 2 dan 3 (topografi menengah dan tua). Selain faktor litologi pada daerah penelitian hal ini mungkin dikarenakan dampak aktivitas tektonik. Pada zona B keterdapatan kelas 1, 2, dan 3 mengindikasikan pengaruh litologi dan aktivitas tektonik pada daerah tersebut. Perhitungan hipsometri tersebut mencerminkan tingkat erosi suatu daerah yang juga dipengaruhi resistensi litologinya, sehingga dapat digunakan juga untuk mengidentifikasi adanya perbedaan litologi pada suatu DAS.



Gambar 3. Peta yang memperlihatkan hasil analisis nilai H_i daerah penelitian.



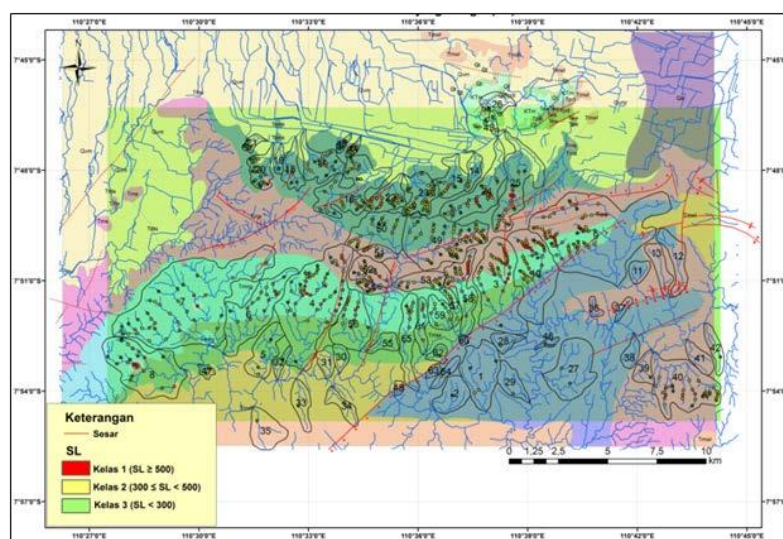
Gambar 4. Bentuk kurva hipsometri yang memperlihatkan kelas 1 pada gambar kiri nilai H_i : 0,8 (subdas 35), kelas 2 pada gambar tengah nilai H_i : 0,49 (subdas 17), dan kelas 3 pada gambar kanan nilai H_i : 0,19 (subdas 14).

3. Indeks gradien panjang sungai (SL)

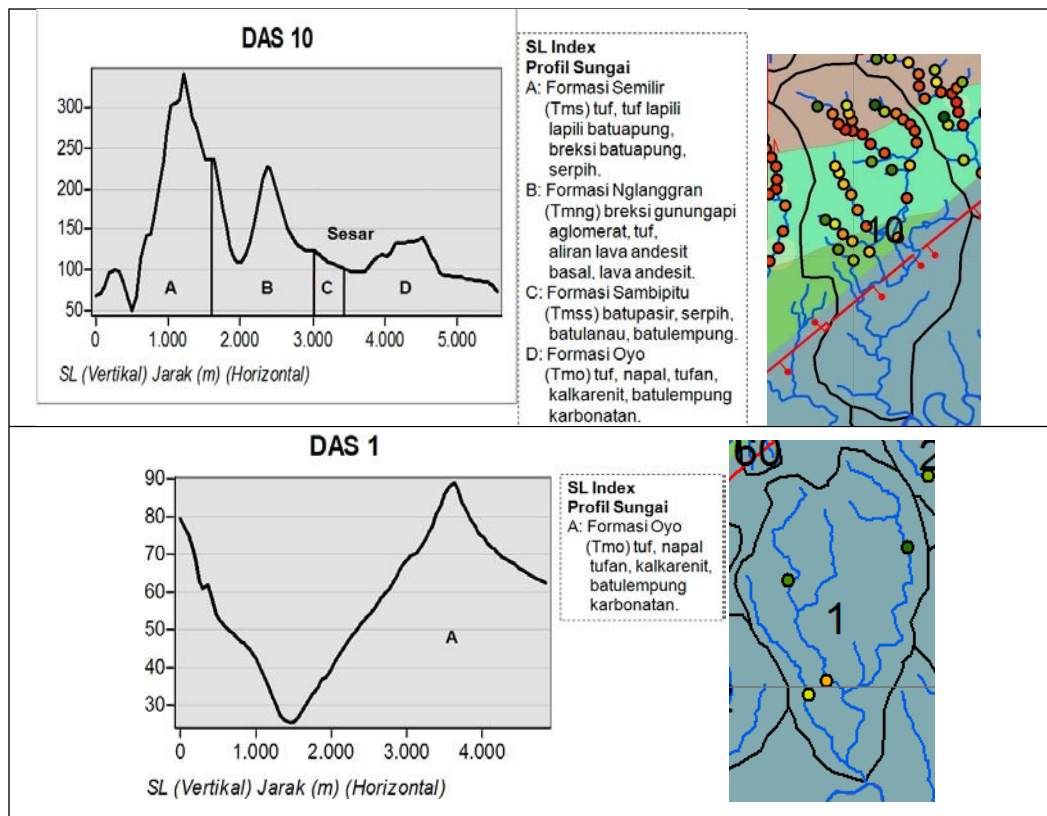
Nilai SL sangat sensitif untuk perubahan lereng lembah. Tingkatan sensitivitas nilai SL ini dapat digunakan untuk mengevaluasi hubungan antara tektonik aktif, resistensi batuan dan topografi. Nilai SL dapat dihitung dari peta topografi berdasarkan Persamaan 3.

$$SL = (\Delta H / \Delta L) L \quad (3)$$

$\Delta H / \Delta L$ adalah kemiringan sungai dan L adalah panjang sungai dari titik lokasi yang diinginkan sampai ke titik tertinggi sungai (hulu). Nilai SL dapat digunakan untuk identifikasi tektonik aktif saat sekarang. Nilai SL dapat digunakan untuk membedakan jenis pengangkatan pada kelas tektonik rendah, menengah, dan tinggi, khususnya pada sungai orde 1 yang sensitif terhadap aktivitas tektonik saat ini.



Gambar 5. Peta yang memperlihatkan hasil analisis nilai SL indeks daerah penelitian.



Gambar 6. Indeks SL pada 3 kelas tektonik, kelas 1 (subdas 25), kelas 2 (subdas 10), dan kelas 3 (subdas 1).

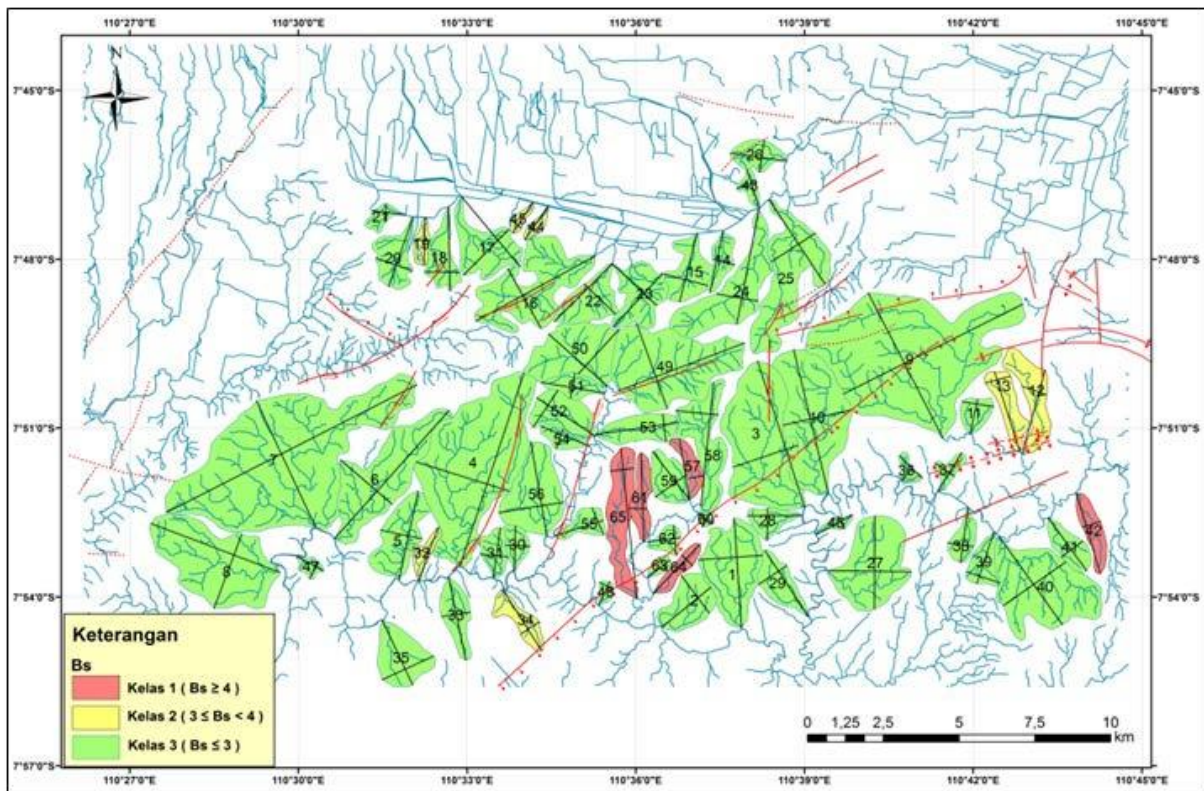
Pada penelitian ini untuk perhitungan nilai SL dilakukan plot titik – titik lokasi pengukuran sebanyak 727 titik (interval kontur 40 m) yang tersebar di DAS Dengkeng dan DAS Oyo. Berdasarkan hasil perhitungan SL di 727 titik lokasi yang ditampilkan dalam peta kontur SL (**Gambar 5**) diperoleh kisaran nilai SL dari 16,70 hingga 995,85. Nilai SL rendah akan membentuk penampang sungai landai, sedangkan nilai SL tinggi akan membentuk penampang sungai terjal. Pembagian kelas tektonik berdasarkan nilai SL dibagi menjadi tiga kelas, yaitu kelas 1 ($SL \geq 500$), kelas 2 ($300 \leq SL < 500$), dan kelas 3 ($SL < 300$) (El Hamdouni dkk., 2007 dalam Dehbozorgi dkk., 2010). Perhitungan SL pada subdas memperlihatkan pertambahan nilai yang tinggi dengan semakin curamnya topografi yang dilalui sungai tersebut. Perubahan nilai SL yang mencolok terjadi pada lokasi – lokasi yang dipengaruhi oleh adanya struktur dan bukan akibat perubahan litologi (**Gambar 6**).

4. Indeks DAS (Bs)

Indeks DAS (Bs) adalah perbandingan antara sumbu panjang/*basin length* (Bl) atau panjang DAS yang diukur dari titik tertinggi dengan sumbu lebar/*basin width* (Bw) atau lebar DAS yang diukur dari yang terlebar (Dehbozorgi dkk., 2010). Nilai Bs pada tektonik yang lebih aktif akan berbentuk memanjang (*elongate*) dan akan menjadi cenderung membulat (*circular*) setelah proses tektonik melambat atau berhenti. Metode perhitungan Bs terdapat pada Persamaan 4.

$$Bs = B_l / B_w \quad (4)$$

Pembagian kelas tektonik berdasarkan nilai Bs dibagi menjadi tiga kelas, yaitu kelas 1 ($Bs \geq 4$), kelas 2 ($3 \leq Bs < 4$), dan kelas 3 ($Bs \leq 3$) (El Hamdouni dkk., 2007 dalam Dehbozorgi dkk., 2010). Nilai Bs di daerah penelitian dihitung pada 65 subdas. Berdasarkan hasil perhitungan, nilai Bs daerah penelitian berkisar antara 0,44 (subdas 36) hingga 6,31 (subdas 65) (**Lampiran**). Pada **Gambar 7**, kelas 1 terlihat pada subdas 57, 61, 64, dan 65



Gambar 7. Peta yang memperlihatkan hasil analisis nilai Bs daerah penelitian.

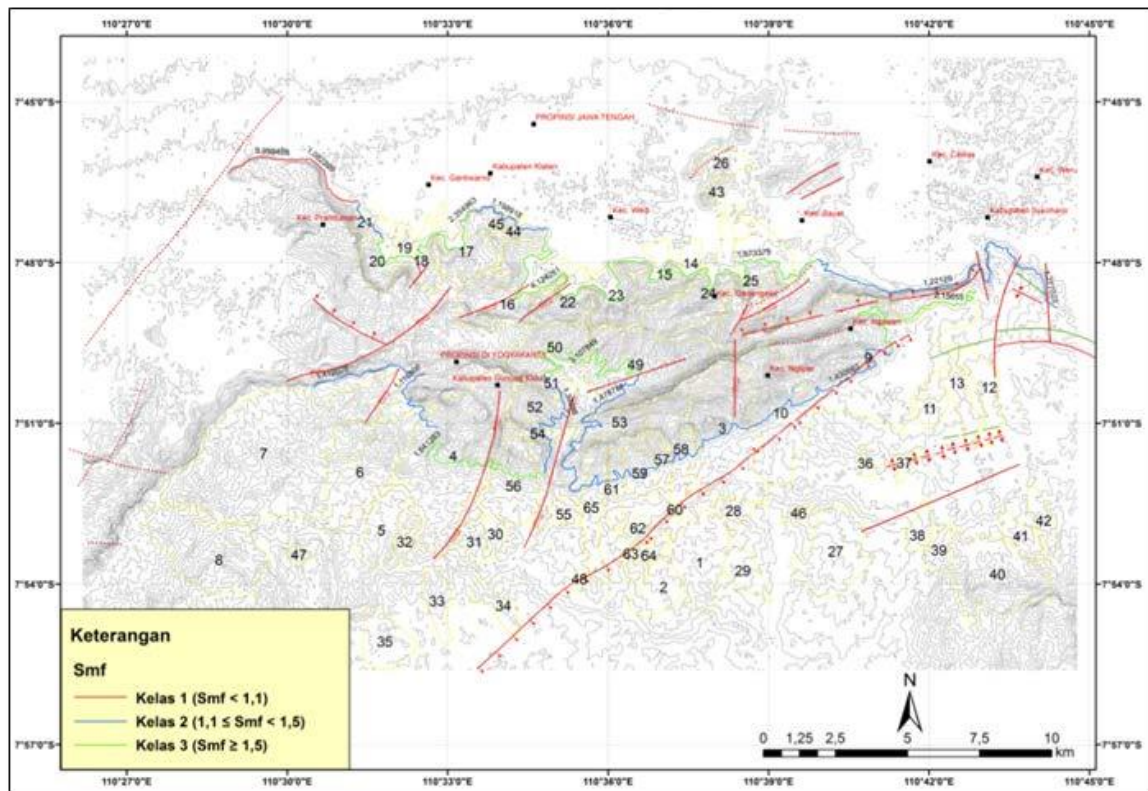
dengan keberadaan struktur sesar normal di sekitar subdas tersebut, kelas 2 terlihat pada subdas 12 dan 13 dengan keberadaan struktur sinklin dan antiklin di sekitar subdas tersebut, kelas 3 tersebar hampir merata di daerah penelitian, di beberapa subdas Kelas 3 terdapat struktur. Bs kelas 3 diperkirakan terkait proses tektonik yang melambat atau berhenti sehingga bentukan subdas semakin membulat. Secara umum berdasarkan analisis Bs, daerah penelitian didominasi Bs kelas 3, kehadiran Bs kelas 1 dan 2 dipengaruhi oleh keberadaan struktur pada subdas tersebut.

5. Sinuositas muka pegunungan (Smf)

Sinuosititas muka pegunungan (*mountain front sinuosity*) diberi simbol Smf merupakan rangkaian pegunungan yang terdapat pada bagian depan atau muka yang menghadap ke daerah dataran. Smf dihitung dengan membandingkan panjang lekukan sepanjang muka pegunungan (Lmf) dengan jarak lurus terhadap suatu

titik tertentu (Ls) (Persamaan 5). $Smf = Lmf/Ls$ (5)

Pada penelitian ini nilai Smf yang dihitung tidak pada semua lokasi daerah penelitian, tetapi hanya pada zona muka pegunungan di daerah penelitian. Perhitungan nilai Smf terletak pada 17 lokasi. Kelas tektonik berdasarkan nilai Smf dibagi menjadi tiga kelas, yaitu kelas 1 ($Smf < 1,1$), kelas 2 ($1,1 \leq Smf < 1,5$), dan kelas 3 ($Smf \geq 1,5$) (El Hamdouni dkk., 2007 dalam Dehbozorgi dkk., 2010). Hasil perhitungan nilai Smf daerah penelitian berkisar antara 0,99 hingga 4,12. Keterdapatannya Smf kelas 1 mengindikasikan aktivitas tektonik lebih mendominasi bentukan muka pegunungan tersebut, Smf kelas 2 mengindikasikan keseimbangan aktivitas tektonik dan erosi, dan Smf kelas 3 mengindikasikan aktivitas erosi lebih mendominasi bentukan muka pegunungan tersebut. Secara umum daerah penelitian yang terletak pada Smf kelas 1 dan 2 berkaitan dengan keberadaan struktur di sekitar lokasi Smf (**Gambar 8**).



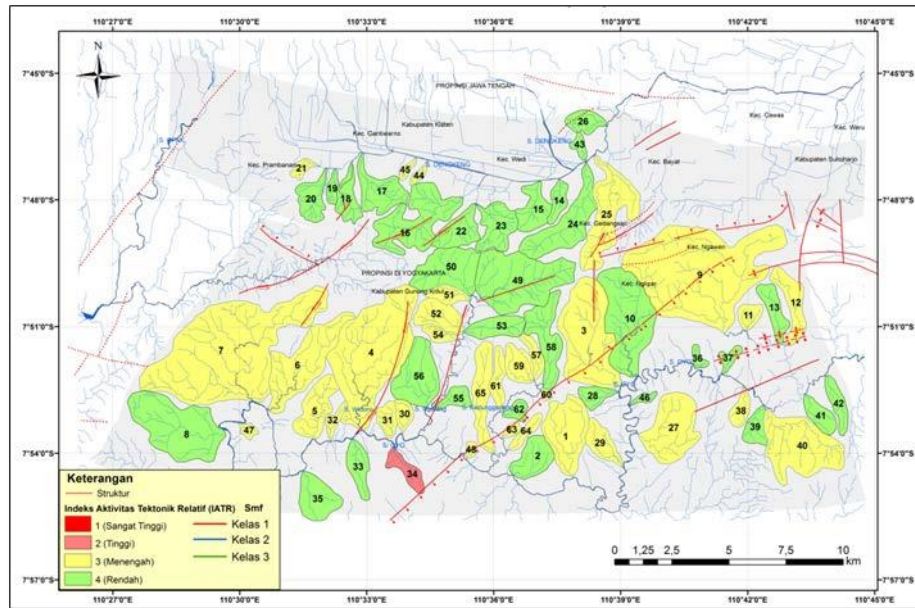
Gambar 8. Peta yang memperlihatkan hasil analisis nilai Smf daerah penelitian.

Indeks Aktivitas Tektonik Relatif (IATR)

Hasil analisis morfometri menggunakan lima parameter yaitu hipsometri integral (Hi), DAS asimetri (AF), indeks gradien panjang sungai (SL), indeks DAS (Bs), dan sinuositas muka pegunungan (Smf) telah dikelompokkan menjadi tiga kelas tektonik, yaitu kelas 1, 2, dan 3. Analisis aktivitas tektonik pada daerah penelitian menggunakan akumulasi parameter morfometri berdasarkan analisis DAS dan non DAS, yaitu Hi, AF, SL, Bs dan Smf. Metode ini berdasarkan modifikasi dari Dehbozorgi dkk. (2010) yang membagi kelas tektonik di daerah Sarvestan, Iran menggunakan enam parameter morfometri, yaitu: Hi, AF, SL, Bs, Vf, dan Smf. Adapun pembagian kelas tektonik pada penelitian ini menggunakan parameter morfometri Hi, AF, SL, Bs, dan Smf. Selanjutnya masing – masing parameter morfometri tersebut dijumlahkan sesuai dengan kelasnya dan dibuat nilai Indeks Aktivitas Tektonik Relatif (IATR). Contohnya pada DAS nomor 44, Hi

tergolong kelas 2, AF tergolong kelas 1, SL tergolong kelas 3, Bs tergolong kelas 2, dan Smf tergolong kelas 2, maka jumlah dari masing – masing parameter morfometri adalah $2+1+3+2+2=10$. Nilai 10 kemudian dibagi 5 (menggunakan 5 parameter morfometri), sehingga diperoleh nilai IATR adalah 2. Selanjutnya dilakukan pembagian kelas aktivitas tektonik berdasarkan nilai IATR dari kelima parameter morfometri tersebut. Mengacu kepada El Hamdouni dkk. (2007) dalam Dehbozorgi dkk. (2010) kelas aktivitas tektonik berdasarkan nilai rata – rata atau IATR dibagi menjadi empat yaitu :

- Kelas aktivitas tektonik sangat tinggi/kelas 1 ($1 \leq \text{IATR} < 1,5$).
- Kelas aktivitas tektonik tinggi/kelas 2 ($1,5 \leq \text{IATR} < 2$).
- Kelas aktivitas tektonik menengah/kelas 3 ($2 \leq \text{IATR} < 2,5$).
- Kelas aktivitas tektonik rendah/kelas 4 ($\text{IATR} \geq 2,5$).



Gambar 9. Peta Indeks Aktivitas Tektonik Relatif (IATR) daerah penelitian.

Berdasarkan hasil kalsifikasi tersebut, distribusi IATR yang tersebar pada 65 subdas seluas 207,2 km²: Kelas 2 sekitar 0,6% area DAS (1,32 km²); Kelas 3 sekitar 58,9% (122,1 km²); dan Kelas 4 sekitar 40,4% (83,75 km²) (**Gambar 9**). Berdasarkan hasil analisis tersebut terlihat bahwa kelas aktivitas tektonik menengah dan rendah dominan di daerah penelitian.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis morfometri, Indeks Aktivitas Tektonik Relatif (IATR) daerah penelitian terbagi menjadi 3 kelas (Kelas 2 (tinggi), Kelas 3 (menengah), dan Kelas 4 (rendah)). Distribusi IATR pada 65 subdas seluas 207,2 km²: sekitar 0,6% area DAS (1,32 km²) Kelas 2; 58,9% (122,1 km²) Kelas 3; dan 40,4% (83,75 km²) Kelas 4. IATR zona A termasuk dalam kategori menengah – rendah dan zona B kategori tinggi – rendah, hal ini terkait dengan aktivitas tektonik, erosi serta adanya pengaruh sedimentasi dari endapan aluvial Gunungapi Merapi. Hasil ini sesuai dengan pengamatan geomorfologi lapangan (IATR Kelas 3 lebih terjal dan terdapat gawir, sedangkan IATR kelas 4 lebih landai akibat pengaruh erosi).

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Informasi Geospasial (BIG): Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) digital, Skala 1:25.000, <http://tanahair.indonesia.go.id/>, diunduh pada 20 Juni 2016.
- Dehbozorgi, M., Poukermani, M., Arian, M., Matkan, A.A., Motamedi, A., dan Hosseiniasi, A. (2010). Quantitative analysis of relative tectonic activity in The Sarvestan Area, Central Zagros, Iran, *Geomorphology* 03284, 1 – 13.
- Hidayat, E. (2009). Analisis Morfotektonik Sesar Lembang, Tesis Magister, Institut Teknologi Bandung (tidak dipublikasikan).
- Keller, E. A. dan Pinter, N. (2002). *Active Tectonics: Earthquakes, Uplift and Landscapes*, Prentice Hall, New Jersey, 338.
- Mahmood, S. A. dan Gloaguen, R. (2012). Appraisal of active tectonics in Hindu Kush: Insight from DEM derived geomorphic indices and drainage analysis, *Geoscience Frontiers*, 3, 407 – 428.

- Rahardjo, W., Sukandarrumidi dan Rosidi, H.M.D. (1995). Peta Geologi Lembar Yogyakarta, Jawa, Skala 1: 100.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Supartoyo (2008). Tektonik Aktif Sesar Cimandiri, Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat, Tesis Magister, Institut Teknologi Bandung (tidak dipublikasikan).
- Supartoyo, Surono dan Putranto, E.T. (2014). Katalog Gempabumi Merusak di Indonesia Tahun 1612 – 2014, Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, Badan Geologi, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, 133.
- Supartoyo (2014). Geomorfologi Tektonik Sesar Cimandiri Daerah Sukabumi, Provinsi Jawa Barat, Disertasi Doktor, Institut Teknologi Bandung (tidak dipublikasikan).
- Surono, Toha, B. dan Sudarno, I. (1992). Peta Geologi Lembar Surakarta-Girintontro, Jawa, Skala 1:100.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

LAMPIRAN

Indeks Aktivitas Tektonik Relatif (IATR)

DAS	At (km ²)	PARAMETER MORFOMETRI & KELAS					JUMLAH	RATA-RATA	KELAS TEKTONIK	Batuan/Formasi
		HI	AF	SL	Bs	Smf				
1	4,952	1	2	3	3		9	2,3	3	Fm Oyo
2	2,3618	1	3	3	3		10	2,5	4	Fm Oyo
3	9,0463	3	1	1	3	2	10	2,0	3	Fm Oyo, Fm Sambipitu, Ngalanggran, Fm Semilir
4	14,056	3	1	2	3	3	12	2,4	3	Fm Sambipitu, Ngalanggran, Fm Semilir
5	3,0484	2	1	3	3		9	2,3	3	Fm Wonosari-Punung, Fm Sambipitu
6	6,5591	3	1	2	3	2	11	2,2	3	Fm Sambipitu, Fm Ngalanggran
7	22,141	2	1	2	3		8	2,0	3	Fm Sambipitu, Fm Ngalanggran
8	8,2714	3	3	1	3		10	2,5	4	Fm Sambipitu, Fm Ngalanggran, Fm Wonosari-Punung
9	20,302	3	1	1	3	2	10	2,0	3	Fm Oyo, Ngalanggran, Fm Semilir
10	7,8214	3	3	2	3	2	13	2,6	4	Fm Oyo, Fm Sambipitu, Ngalanggran, Fm Semilir
11	0,958	2	1	3	3		9	2,3	3	Fm Oyo, Fm Semilir
12	2,3874	3	1	3	2		9	2,3	3	Fm Oyo, Fm Semilir
13	1,6734	3	2	3	2		10	2,5	4	Fm Semilir
14	1,0314	3	2	3	3	3	14	2,8	4	Fm Kebobutak, Endapan Vulkanik Merapi
15	2,1595	3	1	3	3	3	13	2,6	4	Fm Kebobutak, Endapan Vulkanik Merapi
16	6,2863	3	2	3	3	3	14	2,8	4	Fm Kebobutak, Endapan Vulkanik Merapi
17	2,9393	2	3	3	3	3	14	2,8	4	Fm Kebobutak, Endapan Vulkanik Merapi
18	1,688	3	3	3	3	3	15	3,0	4	Fm Kebobutak, Endapan Vulkanik Merapi
19	0,5856	3	3	3	2	3	14	2,8	4	Fm Kebobutak, Endapan Vulkanik Merapi

20	1,924	3	2	3	3	3	14	2,8	4	Fm Kebobutak, Endapan Vulkanik Merapi
21	0,5788	3	1	3	3	2	12	2,4	3	Fm Kebobutak, Endapan Vulkanik Merapi
22	2,3055	3	1	3	3	3	13	2,6	4	Fm Kebobutak, Endapan Vulkanik Merapi
23	2,7667	3	3	3	3	3	15	3,0	4	Fm Kebobutak, Endapan Vulkanik Merapi
24	4,7843	2	2	3	3	3	13	2,6	4	Fm Kebobutak, Endapan Vulkanik Merapi
25	5,9205	3	1	1	3	3	11	2,2	3	Fm Kebobutak, Endapan Vulkanik Merapi, Semilir Fm
26	1,3082	3	2	3	3		11	2,8	4	Batuan Malihan, Diorit Pendul, Endapan Vulkanik Merapi, Endapan Aluvium Tua
27	5,4521	1	1	3	3		8	2,0	3	Fm Oyo
28	1,0569	2	3	3	3		11	2,8	4	Fm Oyo
29	1,7553	1	2	3	3		9	2,3	3	Fm Oyo
30	0,8482	1	1	3	3		8	2,0	3	Fm Wonosari-Punung, Fm Sambipitu
31	1,0883	1	1	3	3		8	2,0	3	Fm Wonosari-Punung, Fm Sambipitu
32	0,6584	2	2	3	2		9	2,3	3	Fm Wonosari-Punung, Fm Sambipitu
33	1,7262	1	3	3	3		10	2,5	4	Fm Wonosari-Punung
34	1,3249	1	1	3	2		7	1,8	2	Fm Wonosari-Punung
35	2,7446	1	3	3	3		10	2,5	4	Fm Wonosari-Punung
36	0,4327	3	1	3	3		10	2,5	4	Fm Semilir
37	0,6054	3	1	3	3		10	2,5	4	Fm Semilir Fm, Oyo
38	0,9951	2	1	3	3		9	2,3	3	Fm Oyo
39	1,2333	3	3	3	3		12	3,0	4	Fm Semilir
40	7,3072	3	1	2	3		9	2,3	3	Fm Semilir
41	1,3778	3	3	3	3		12	3,0	4	Fm Semilir
42	1,3062	3	3	3	1		10	2,5	4	Fm Semilir
43	0,5062	3	3	3	3		12	3,0	4	Batuan Malihan, Endapan Vulkanik Merapi
44	0,3679	2	1	3	2	2	10	2,0	3	Fm Kebobutak, Endapan Vulkanik Merapi
45	0,3081	2	3	3	2	2	12	2,4	3	Fm Kebobutak, Endapan Vulkanik Merapi
46	0,3514	2	2	3	3		10	2,5	4	Fm Oyo

47	0,4049	1	2	3	3		9	2,3	3	Fm Wonosari-Punung, Fm Sambipitu
48	0,3081	2	1	3	3		9	2,3	3	Fm Wonosari-Punung, Fm Oyo
49	8,4944	3	2	3	3	3	14	2,8	4	Fm Kebobutak, Fm Semilir
50	4,5175	3	1	3	3	3	13	2,6	4	Fm Kebobutak, Fm Semilir
51	1,1061	3	1	3	3	2	12	2,4	3	Fm Semilir
52	2,2982	2	1	3	3	2	11	2,2	3	Fm Semilir
53	1,9984	2	3	3	3	2	13	2,6	4	Fm Semilir
54	0,7343	2	1	3	3	2	11	2,2	3	Fm Semilir
55	1,0135	3	3	3	3		12	3,0	4	Fm Sambipitu
56	4,2732	3	2	3	3	3	14	2,8	4	Fm Sambipitu, Fm Ngalanggran
57	0,934	3	2	3	1	2	11	2,2	3	Fm Sambipitu, Fm Ngalanggran
58	3,5291	3	3	2	3	2	13	2,6	4	Fm Sambipitu, Fm Ngalanggran
59	1,726	3	1	3	3	2	12	2,4	3	Fm Sambipitu, Fm Ngalanggran
60	0,1973	2	1	3	3		9	2,3	3	Fm Sambipitu, Fm Oyo
61	1,3153	3	3	3	1	2	12	2,4	3	Fm Sambipitu, Fm Ngalanggran
62	0,6783	3	1	3	3		10	2,5	4	Fm Sambipitu, Fm Oyo, Fm Wonosari-Punung
63	0,3718	1	2	3	3		9	2,3	3	Fm Oyo, Fm Wonosari-Punung
64	0,8445	1	3	3	1		8	2,0	3	Fm Oyo
65	3,1372	3	3	3	1	2	12	2,4	3	Fm Ngalanggran, Fm Sambipitu, Fm Oyo, Fm Wonosari-Punung