

ANALISIS MORFOTEKTONIK DAERAH BRUNO, KABUPATEN PURWOREJO, JAWA TENGAH BERDASARKAN METODE GEOMORFOLOGI KUANTITATIF

A. Agustini^{1*}, B.K. Susilo¹ dan Falisa¹

¹ Teknik Geologi, Universitas Sriwijaya, Palembang
Corresponding author: auliaaugust2998@gmail.com

ABSTRAK: Secara geografis daerah penelitian terletak di Kecamatan Bruno, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah. Daerah ini termasuk ke dalam Zona Serayu Selatan, dimana aktivitas tektonik pada zona ini berlangsung intensif pada periode *tectonic quiescence* Pliosen. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan memperoleh data tingkat aktivitas tektonik terhadap jalur patahan kemudian dikaitkan dengan faktor bentuklahan yang didapatkan dari analisa morfometri daerah aliran sungai. Metode yang digunakan melalui pendekatan geomorfologi kuantitatif. Data yang digunakan berupa peta elevasi berdasarkan analisis Citra *Digital Elevation Model* (DEM) dan peta Daerah Aliran Sungai (DAS). Hasil analisis morfotektonik dengan nilai *Valley Floor* (Vf) berkisar 0,33 - 0,64 yang menunjukkan tingkat *uplift* tinggi hingga sedang. Nilai *mountain front sinuosity* (Smf) memperlihatkan pada kisaran 1,0 - 1,6 termasuk ke dalam kelas 1 dengan nilai kerapatan sungai (Dd) sebesar 0,25 - 10 yang masuk dalam kategori kerapatan sedang. Nilai asimetri cekungan (AF) sebesar 72,62 - 75,14 menunjukkan kemiringan dari daerah aliran sungai akibat dari aktivitas tektonik. Interpretasi aktivitas tektonik tersebut menghasilkan morfologi perbukitan tinggi serta didukung oleh adanya bukti jalur sesar pada daerah penelitian.

Kata Kunci: Morfotektonik, Geomorfologi Kuantitatif, kecamatan Bruno

ABSTRACT: *The research area is located in Bruno Sub-District, Purworejo Regency, Central Java. This area belongs to the Southern Serayu Zone, which tectonic activity in this zone takes place intensively in the Pliocene tectonic quiescence period. This research aims to evaluate and obtain tectonic activity levels data of fault zone then associated with landform factors from morphometric analysis of watersheds. The method is used through a quantitative geomorphological approach. The data used in the form of elevation maps based on the analysis of Digital Elevation Model (DEM) imagery and maps of watershed (DAS). The results of morphotectonic analysis with Valley Floor (Vf) values ranged from 0.33 - 0.64 indicating high to moderate uplift levels. The value of mountain front sinuosity (Smf) shows in the range of 1.0 - 1.6 it is included class 1 with a river density value (Dd) of 0.25 - 10 which is included in the medium density category. Basin asymmetry of the basin (AF) value of 72.62 - 75.14 indicates the slope of the river basin due to tectonic activity. The interpretation of tectonic activity result in high hilly morphology and is supported by evidence of fault lines in the research area.*

Keywords : *Morphotectonic, Quantitative Geomorphology, Bruno sub-district.*

PENDAHULUAN

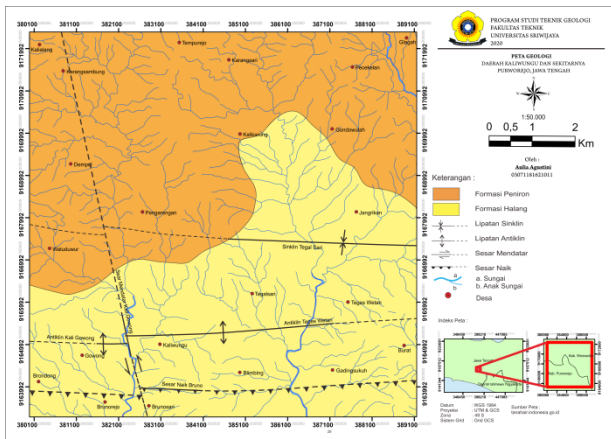
Geologi pulau Jawa terbentuk dari beberapa lempeng tektonik yang secara garis besar berasal dari tiga lempeng besar yakni lempeng Hindia-Australia, lempeng Eurasia dan lempeng Pasifik. Aktivitas tektonik yang bekerja sangat berperan dalam membentuk tatanan tektonik daerah penelitian, baik dalam membentuk blok-blok ketinggian atau blok-blok depresi yang dapat berubah fungsi menjadi blok pengendapan. Untuk mengetahui tingkat aktivitas tektonik pada daerah

penelitian dapat dilakukan melalui analisa morfometri. Morfometri merupakan pengukuran kuantitatif bentuk bentang alam/morfologi (Keller dan Pinter, 1996). Pengukuran tersebut mengikuti kaidah geomorfologi yang menjadi objek perbandingan untuk mengidentifikasi karakteristik suatu wilayah dan tingkatan aktivitas tektonik.

Daerah penelitian terletak di Desa Kaliwungu, Kecamatan Bruno, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah. Secara ruang lingkup, daerah ini termasuk kedalam zona Pegunungan Serayu Selatan (Van Bemelen, 1949) yang

didominasi oleh perbukitan memanjang dengan arah Barat Laut-Tenggara. Berdasarkan tatanan tektoniknya daerah ini dikontrol oleh dua patahan yang berpasangan yaitu sesar mendatar Lematang-Cilacap berarah Barat Laut-Tenggara dan sesar mendatar Kebumen-Meratus berarah Timur Laut-Barat Daya.

Berdasarkan stratigrafinya (Asikin et al. 1992), daerah penelitian terbagi menjadi dua Formasi batuan yang tersusun dari tua ke muda yakni Formasi Halang berumur Miosen Akhir yang terdiri dari Batupasir, Batugamping dan Batulempung. Selanjutnya, Formasi Peniron berumur Pliosen terdiri dari breksi vulkanik dengan masa dasar tuff pasiran. Adapun struktur geologi yang dijumpai, yaitu Antiklin Kali Gowong, Antiklin Teges Wetan, Sinklin Tegal Sari, Sesar Naik Bruno dan Sesar Mendatar Kali Gowong (Gambar 1)



Gambar 1 Peta geologi daerah penelitian.

Analisa morfotektonik ini bertujuan untuk mengevaluasi dan memperoleh data tingkat aktivitas tektonik terhadap jalur patahan kemudian dikaitkan dengan faktor bentuk lahan yang didapatkan dari analisa morfometri daerah aliran sungai.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain observasi lapangan dan kerja studio. Observasi lapangan dilakukan untuk mendapatkan bukti geologi permukaan dan geomorfologi yang berkaitan dengan keberadaan sesar pada daerah penelitian. Analisis studio meliputi pengerjaan data morfotektonik berdasarkan perhitungan geomorfologi kuantitatif yang diperoleh dari Citra *Digital Elevation Model* (DEM). Parameter yang digunakan dalam mengidentifikasi tingkat keaktifan tektonik yang selanjutnya digunakan untuk perhitungan geomorfologi kuantitatif mencakup :

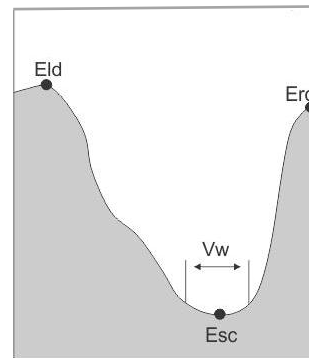
1. Perhitungan perbandingan lebar dasar lembah dengan tinggi lembah (*Ratio of valley Floor width to valley Height*)

Perhitungan perbandingan lebar dasar lembah dengan tinggi lembah (Gambar 2) menurut Bull and McFadden (1977) diekspresikan dengan persamaan (1) :

$$V_f = 2 V_{fw} / (E_{ld} - E_{sc}) + (E_{rd} - E_{sc}) \quad (1)$$

Keterangan

- V_{fw} : lebar pada dasar lembah,
- E_{ld} : Elevasi bagian kiri lembah,
- E_{rd} : Elevasi bagian kanan lembah, dan
- E_{sc} : Elevasi pada dasar lembah



Gambar 2 Metode perhitungan perbandingan lebar dan tinggi lembah (V_f).

Nilai V_f tinggi berasosiasi dengan kecepatan pengangkatan yang rendah, sehingga sungai akan memotong secara luas pada lembah dan bentuk lembah semakin lebar. Sedangkan nilai V_f rendah akan menggambarkan lembah yang dalam dan mencerminkan penambahan aktivitas pada sungai karena berasosiasi dengan kecepatan pengangkatan yang tinggi (Keller dan Pinter, 1996), nilai V_f terbagi menjadi empat kelas yang digambarkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Klasifikasi aktivitas tektonik lembah dasar dan tinggi lembah (Keller dan Pinter, 1996).

V _f	Kelas	Keterangan
<0,50	I	Tingkat uplift tinggi dengan lembah berbentuk V
0,50 - 1,00	II	Tingkat uplift sedang
1,00 - 10,00	III	Tingkat uplift rendah dengan lembah berbentuk U
>10,00	IV	Tingkat uplift sangat rendah dengan lembah berbentuk U

2. Kerapatan Sungai (Dd)

Kerapatan sungai pada persamaan (2) menggambarkan kapasitas air permukaan dalam badan sungai yang mengalir pada suatu daerah aliran sungai (Tabel 2).

$$Dd = L / At \quad (2)$$

Keterangan

- Dd : Kerapatan Sungai (km/km²)
- L : jumlah panjang sungai utama beserta cabang sungai (km)
- At : Luas Daerah Aliran Sungai (km²)

Tabel 2 Kelas kerapatan sungai (Soewarno, 1991).

No	Dd (km/km ²)	Kelas kerapatan	Keterangan
1	<0,25	Rendah	Alur sungai melewati batuan dengan resistensi keras, maka angkutan sedimen yang terangkut aliran sungai yang melewati batuan dengan resistensi yang lebih lunak, apabila kondisi lain yang mempengaruhinya sama
2	0,25-10	Sedang	Alur sungai yang melewati batuan dengan resistensi yang lebih lunak, sehingga angkutan sedimen yang terangkut aliran akan lebih besar
3	10-25	Tinggi	Alur sungai melewati batuan dengan resistensi yang lunak, sehingga angkutan sedimen yang terangkut aliran akan lebih besar
4	<25	Sangat tinggi	Alur sungai melewati batuan yang kedap air. Keadaan ini akan menunjukkan bahwa hujan yang menjadi aliran akan lebih besar jika dibandingkan suatu daerah dengan Dd rendah melewati batuan yang permeabilitas besar

3. Kemiringan Lereng

Dalam menganalisa morfometri daerah penelitian menggunakan kemiringan lereng, hal ini dapat menentukan besaran besarnya sudut lereng, mengidentifikasi tingkat resistensi batuan, proses erosi, dan kontrol struktur geologi. Menurut Widyatmanti et al. (2016) kelas lereng terbagi menjadi 7 kelas (Tabel 3)

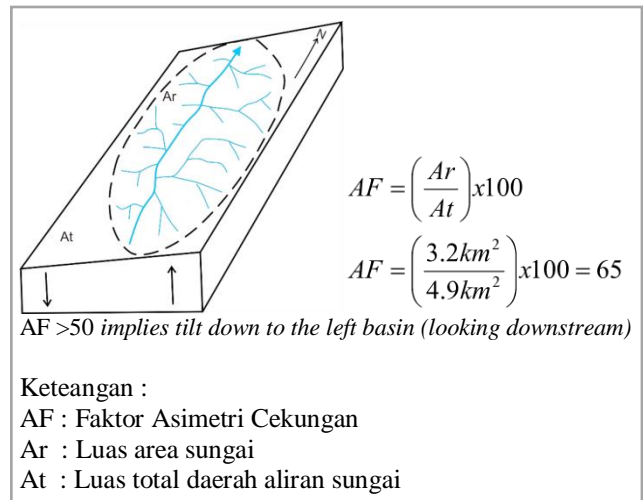
Tabel 3 Klasifikasi lereng berdasarkan Widyatmanti et al. (2016).

Persentase	Kelas
------------	-------

0 – 2 %	Datar atau sangat datar
3 – 7 %	Lereng sangat landai
8 – 13 %	Lereng landai
14 – 20 %	Lereng agak curam
21 – 55 %	Lereng curam
56 – 140 %	Lereng sangat curam
>140 %	Lereng sangat curam sekali

4. Faktor Asimetri Cekungan (AF)

Asimetri cekungan pengaliran dapat memberikan informasi mengenai deformasi tektonik aktif melalui analisa kemiringan tektonik (*tectonic tilting*) pada suatu daerah aliran sungai. Keller dan Pinter (1996), mengkategorikan nilai AF menjadi dua, yang pertama nilai yang didapatkan sama dengan 50 dikategorikan sebagai daerah dengan proses tektonik sangat kecil (relatif stabil) dan kategori kedua nilai AF lebih dari atau kurang dari 50 memiliki kemiringan akibat tektonik (Gambar 3)



Gambar 3 Metode perhitungan Faktor Asimetri (Keller dan Pinter, 1996).

5. Mountain Front Sinuosity (Smf)

Mountain front sinuosity atau Sinusitas muka pegunungan (Smf) merupakan jajaran pegunungan yang terdapat pada bagian depan atau menghadap ke dataran. Smf ini memiliki kecenderungan memotong sepanjang lekukan muka pegunungan dengan kekuatan tektonik dan bertepatan dengan zona sesar aktif yang mencerminkan tektoniknya juga aktif. Nilai smf yang rendah menggambarkan tektonik yang aktif dan pengangkatan secara langsung. Jika pengangkatan berkurang, maka proses erosi yang memotong

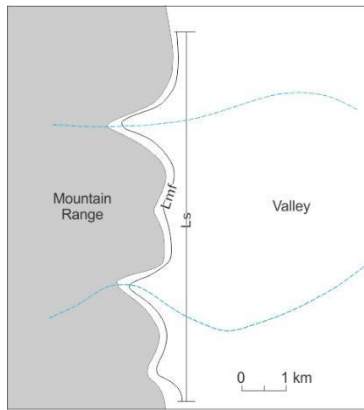
pegunungan tidak beraturan dan nilainya akan semakin bertambah. Keller dan Pinter (1996) mengekspresikan Smf dengan persamaan (3) dan Gambar 4 :

$$Smf = Lmf / Ls \quad (3)$$

Keterangan

Lmf : panjang pegunungan muka sepanjang bagian bawah

Ls : panjang secara lurus muka pegunungan



Gambar 4 Metode perhitungan sinusitas muka gunung (Smf)

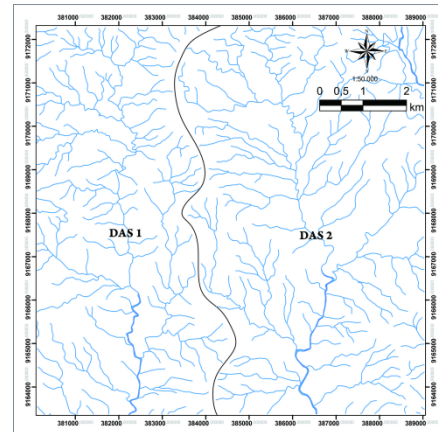
Untuk mengidentifikasi keaktifan tektonik yang berkembang daerah penelitian menggunakan klasifikasi berdasarkan Doornkamp (1986) (Tabel 4).

Tabel 4 Klasifikasi kelas Sinusitas Muka Pegunungan (Smf) menurut Bull dan McFadden (1997)

Kelas	Smf	Aktivitas Tektonik	Keterangan
1	1,2– 1,6	Kuat	Berasosiasi dengan bentangalam dataran lebar, lembah sempit dan perbukitan curam.
2	1,8– 3,4	Lemah	Berasosiasi dengan bentangalam berupa kelereng curam dan dataran banjir lebih sempit dari dataran lembah.
3	2,0– 7,0	Tidak aktif	Berasosiasi dengan bentangalam perbukitan.

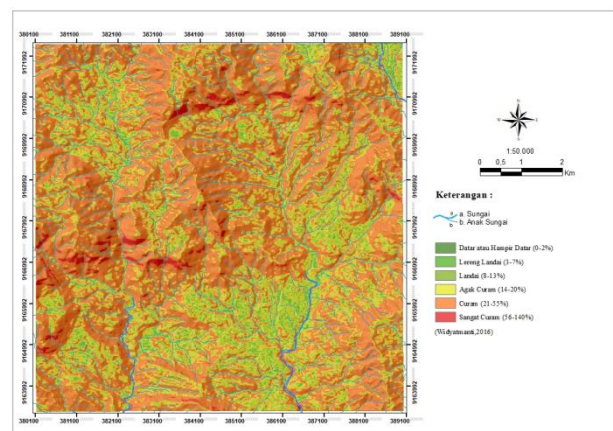
HASIL DAN PEMBAHASAN

Daerah penelitian terbagi menjadi dua Daerah Aliran Sungai (DAS), DAS 1 berada di Barat lokasi penelitian dan DAS 2 berada di bagian Timur (Gambar 5).



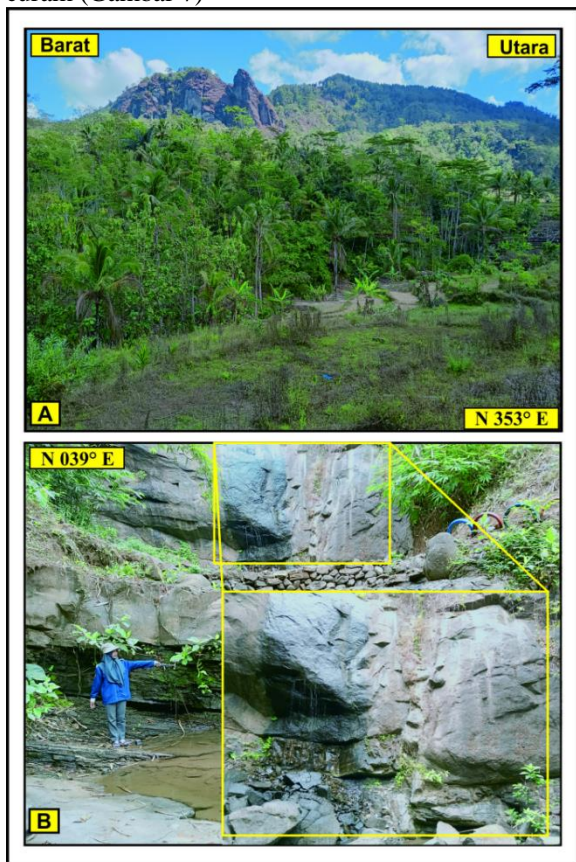
Gambar 5 Peta pembagian daerah aliran sungai.

Sedangkan morfometri berdasarkan kemiringan lereng terdapat 6 kelas lereng yaitu kelas datar atau hampir datar (0 – 2 %) yang berwarna hijau tua. Daerah dengan warna hijau muda merupakan kelas landai (3 – 7 %). Kelas datar dan lereng landai tidak terlalu mendominasi namun merata pada daerah penelitian. Kelas lereng landai (8 – 13%) merupakan daerah yang ditandai dengan warna hijau kekuningan. Daerah yang ditandai dengan warna kuning adalah daerah dengan kelas lereng agak curam (14 - 20 %) yang menempati sekitar 5 % daerah penelitian. Warna jingga menunjukkan kelas lereng curam (21 – 55 %) Kelas lereng curam menempati daerah penelitian dengan merata dominan pada daerah penelitian. Kelas lereng terakhir adalah sangat curam (55-140 %) yang ditandai dengan warna merah (Gambar 6).



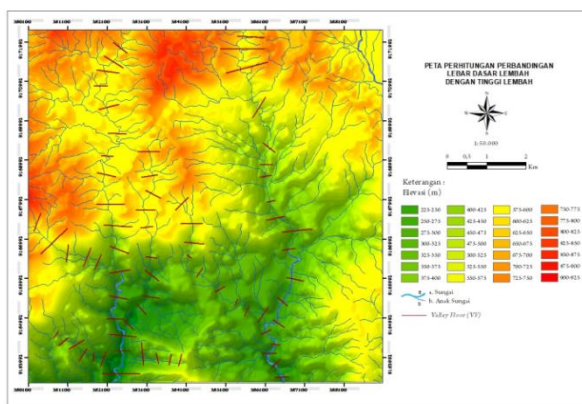
Gambar 6 Peta Kemiringan lereng daerah penelitian.

Bukti morfologi yang menarik pada daerah penelitian terdapat perbukitan tinggi pada bagian utara lokasi penelitian dengan lereng agak curam hingga sangat curam (Gambar 7)



Gambar 7 A. Morfologi perbukitan tinggi dan B. Bukti bidang sesar sebagai adanya jalur sesar pada lokasi penelitian.

Berikut lokasi perhitungan perbandingan lebar dasar lembah dan tinggi lembah (V_f) didapatkan pada beberapa lembah sungai (Gambar 8).



Gambar 8 Peta perhitungan perbandingan dasar lembah sungai dengan tinggi lembah sungai pada dua daerah aliran sungai.

Nilai dan hasil perhitungan *Valley Floor* (V_f) pada beberapa sungai di masing-masing DAS (Tabel 5 dan Tabel 6), didapatkan nilai :

Tabel 5 Hasil perhitungan V_f pada kedua daerah aliran sungai 1.

DAS 1					
No	V_{fw}	E_{ld}	E_{rd}	E_{sc}	V_f
1	39	283	267	205	0,557
2	34	256	280	216	0,653
3	20	318	309	227	0,231
4	30	326	258	238	0,555
5	18	348	288	256	0,29
6	9	336	390	293	0,128
7	9	392	431	348	0,141
8	7	511	592	430	0,057
9	5	667	701	544	0,035
10	6	625	674	576	0,081
11	8	583	591	575	0,666
12	11	611	614	584	0,385
13	15	623	668	602	0,344
14	18	641	640	617	0,765
15	13	645	684	632	0,4
16	7	680	675	643	0,202
17	6	708	724	644	0,125

Tabel 6 Hasil perhitungan V_f pada kedua daerah aliran sungai 2.

DAS 2					
No	V_{fw}	E_{ld}	E_{rd}	E_{sc}	V_f
1	40	283	286	237	0,842
2	52	282	285	237	1,118
3	31	274	276	243	0,968
4	29	281	286	251	0,892
5	25	286	288	255	0,781
6	39	276	305	264	1,471
7	17	287	285	273	1,307
8	27	290	346	284	0,794
9	15	349	317	296	0,405
10	16	363	390	310	0,24
11	18	387	357	321	0,352
12	20	360	362	331	0,666
13	17	378	371	348	0,641
14	14	383	402	357	0,394
15	10	414	419	376	0,246
16	11	496	480	450	0,289
17	7	725	767	597	0,046
18	9	778	788	621	0,055

Dari hasil perhitungan V_f pada masing-masing DAS didapatkan nilai rata-rata pada DAS 1 sebesar 0,33 dan DAS 2 sebesar 0,639.

Nilai kerapatan sungai (Dd) didapatkan dari masing-masing daerah aliran sungai (Tabel 7), sebagai berikut:

Tabel 7 Hasil perhitungan nilai kerapatan sungai (Dd).

DAS	L (km)	At (km ²)	Dd (km/km ²)
1	92,2	34,99	0,379501085
2	102,85	44,5	0,432668935

Nilai dari hasil perhitungan asimetri cekungan pada masing-masing daerah aliran sungai adalah sebagai berikut (Tabel 8) :

Tabel 8 Hasil perhitungan nilai faktor asimetri (AF).

DAS	Ar (km ²)	At (km ²)	AF
1	25,41	34,99	72,62074879
2	33,44	44,5	75,14606742

Nilai sinusitas muka pegunungan (Smf) dari beberapa garis pegunungan pada setiap daerah aliran sungai sebagai berikut (Tabel 9) :

Tabel 9 Hasil perhitungan nilai faktor asimetri (AF).

DAS	Lmf	Ls	Smf
1	2,5	1,925	1,298701299
2	3,25	2,55	1,279780564

Analisis morfotektonik menunjukkan bahwa perbandingan dasar lembah sungai dengan tinggi lembah sungai (Vf) memiliki nilai yang rendah dan mencerminkan adanya penambahan aktivitas pada sungai yang berada pada daerah tektonik aktif berupa pengangkatan yang tinggi (Keller dan Pinter, 1996). Selanjutnya hasil dari perhitungan sinusitas muka pegunungan menunjukkan nilai yang berkisar pada 1,0 - 1,6 mengartikan bahwa aktivitas tektoniknya sangat tinggi dan berasosiasi dengan lereng lembah yang sempit dan berlereng curam (Doornkamp, 1986).

Sedangkan indeks kerapatan sungai rata-rata adalah 0,40 km/km² yang termasuk dalam kategori kelas kerapatan sedang menunjukkan Alur sungai yang melewati batuan dengan resistensi yang lebih lunak, sehingga angkutan sedimen yang terangkut aliran akan lebih besar (Soewarno, 1991). Nilai asimetri cekungan (AF) sebesar 72,62 - 75,14 menunjukkan kemiringan dari daerah aliran sungai akibat dari aktivitas tektonik (Keller dan Pinter, 1996).

Hasil analisis morfotektonik DAS yang diperoleh dari penilaian secara kuantitatif dan pengolahan data morfometri dari berbagai indeks geomorfik untuk mengetahui tingkat aktivitas tektonik di daerah penelitian yang dilihat dari tiga aspek, yaitu *Valley Floor* (Vf), Kerapatan Sungai (Dd), Faktor Asimetri (AF) dan Sinusitas muka pegunungan (Smf). Dari keempat aspek tersebut dapat disimpulkan bahwa aktivitas tektonik daerah penelitian pada DAS 1 dan DAS 2 sangat tinggi dengan lereng lembah yang sempit dan berlereng curam. Interpretasi aktivitas tektonik tersebut menghasilkan morfologi perbukitan tinggi serta hal tersebut juga didukung oleh adanya bukti adanya jalur sesar pada daerah penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Asikin, S. dkk. 1992. Peta Geologi Lembar Kebumen. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Departemen Pertambangan dan Energi Republik Indonesia.
- Bull and McFadden. 1977. Tectonic Geomorphology North And South Of The Garlock Fault, California. Geosciences Department University of Arizona.
- Doornkamp, J.C, 1986. Geomorphological Approaches to The Study of Neotectonics. Jurnal of The Geological Society, Vol.143, London, pp 335 – 342.
- Keller, E.A., Pinter, N., 1996. Active Tectonics. Earthquakes, Uplift, and Landscape. Prentice Hall, New Jersey. 362 pp.
- Soewarno, 1991. Hidrologi: Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai (Hidrometri). Nova, Bandung. 362 pp.
- Van Bemmelen, R. W., 1949, The Geology of Indonesia, Vol.IA, The Hague, Martinus, Nijhoff, Netherland
- Widyatmanti, W. dkk. 2016. Identification of Topographic Element Composition Based on Landform Boundaries from Radar Interferometry Segmentation (Preliminary Study on Digital Landform Mapping). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.

KESIMPULAN