

KAJIAN PENGGUNAAN CITRA GDEM ASTER DAN DEM SRTM UNTUK KARAKTERISASI MORFOLOGI KARST GUNUNGSEWU BAGIAN TIMUR DI KECAMATAN PONJONG, GUNUNGKIDUL

Gandhi Kusuma Wardani

S1 Pendidikan Geografi, Fakultas Ilmu Sosial dan Hukum, Universitas Negeri Surabaya
Gandhiwardani16040274061@mhs.unesa.ac.id

Eko Budiyanto

Jurusan Pendidikan Geografi – FISH UNESA

Abstrak

Karst merupakan bentang lahan yang didominasi batuan karbonat dengan karakteristik morfologi yang khas di setiap wilayah. Karakteristik morfologi karst menjadi penting diteliti dikarenakan adanya perbedaan kerentanan pada setiap morfologi yang berbeda. Karakteristik morfologi diindikasikan melalui tingkat kekasaran permukaannya. Tujuan penelitian ini adalah untuk 1) Mengetahui karakteristik morfologi karst Gunungsewu bagian timur di wilayah kecamatan Ponjong, (2) Mendapat data yang paling reliabel antara citra *Digital Elevation Model* (DEM) dari citra *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM) dan *Advance Spaceborn Thermal Mission and Reflection Radiometer* (ASTER) untuk proses karakterisasi morfologi bentang lahan karst.

Jenis penelitian ini merupakan diskriptif kuantitatif menggunakan analisis statistik spasial. Penelitian ini menggunakan analisis penginderaan jauh dengan berdasar pada nilai *Terrain Ruggedness Index* untuk mengidentifikasi karakteristik morfologi. Observasi dan pengukuran lapangan dilakukan pada lokasi sampel yang ditentukan secara purposif. Data yang diambil berupa bentuk bukit, kemiringan lereng, beda tinggi dan elevasi.

Hasil dari penelitian ini membuktikan bahwa 1) Nilai indeks kekasaran permukaan pada karst Gunungsewu di wilayah penelitian mempunyai tingkat *Highly Rugged* menurut klasifikasi Riley. Lahan karst pada lokasi penelitian didominasi bentuk morfografi bukit berupa *Cone*, *Ridge*, dan *Dome* yang terbentuk dari proses karstifikasi dan kalisifikasi. Morfometri bentuk bukit *Dome* rata-rata kemiringan lereng 29,8°, beda tinggi 33,4 m dan elevasi 397 m. Bentuk bukit *Ridge* rata-rata kemiringan lereng 26,9°, beda tinggi 27,4 m dan elevasi 405,3 m. Bentuk bukit *Cone* memiliki rata-rata kemiringan lereng 33°, beda tinggi 56,25 m dan elevasi 369 m. Morfografi cekungan didominasi Uvala dan Polje. 2) Tingkat akurasi dengan data lapangan citra DEM SRTM lebih tinggi dibandingkan GDEM ASTER yang dapat dilihat dari nilai korelasi.

Kata kunci: *Karakteristik morfologi karst, TRI, GDEM ASTER dan DEM SRTM*

Abstract

Karst is a landscape dominated by carbonate rocks with characteristics unique to the morphology in each region. Karst morphological characteristics are important to be studied because of differences in susceptibility in each different morphology. Morphological characteristics obtained from the level of surface roughness. The purpose of this study was to (1) determine the morphological characteristics of the eastern Gunungsewu karst in the Ponjong sub-district region, and (2) to obtain the most reliable data between SRTM DEM images and ASTER GDEM for the morphological characterization process of karst landscapes.

To determine the characteristics, this study uses remote sensing analysis based on the Terrain Ruggedness Index value. This type of research is quantitative descriptive using spatial statistical analysis. Field observations and measurements are made at a purposive determined sample location. Data taken in the form of hills, slope, height and elevation differences.

The results of this study prove that the surface roughness index value in the Gunungsewu karst in the study area has a Highly Rugged level according to Riley's classification. Karst land in the study location is dominated by hill morphology in the form of *Cone*, *Ridge*, and *Dome* formed from the karstification and calisification processes. The *Dome* hill morphometry has an average slope of 29.8°, a height difference of 33.4 m and an elevation of 397 m. The shape of hill *Ridge* has an average slope of 26.9°, height difference of 27.4 m and elevation of 405.3 m. *Cone* hill shape has an average slope of 33°, height difference of 56.25 m and elevation of 369 m. While the basin morphology is dominated by Uvala and Polje. The level of accuracy with DEM SRTM image field data is higher than GDEM ASTER which can be seen from the correlation value.

Keywords: *Karst Morphological Characteristics, TRI, GDEM ASTER and DEM SRTM*

PENDAHULUAN

Bentang lahan di mana dapat dijumpai gua dan sistem air tanah luas yang berkembang pada batuan mudah tersolusi seperti kapur, marble dan gypsum dikenal dengan istilah Karst (Ford dan William, 2007:471). Dua puluh lima persen bagian daratan di permukaan bumi ini merupakan karst, yaitu bentang lahan yang didasari batuan karbonat (Veni, 2001:4). Karst di dominasi oleh batuan karbonat sebagai batuan penyusun utamanya karena batuan karbonat memiliki sebaran terluas sehingga yang mudah dijumpai adalah karst yang berkembang di batuan karbonat. Proses karstifikasi tidak hanya terjadi pada batuan karbonat, melainkan dapat terjadi pada batuan lain yang mudah larut dan memiliki porositas sekunder seperti gipsum dan garam (Haryono dan Adji, 2004:1).

Gunungsewu menampilkan ciri khas dari bentuk karst tropis yang terdiri dari bukit, depresi tertutup atau cekungan dan gua. Kusumayudha (2015:6) mengemukakan bahwa karst Gunungsewu merupakan situs yang terbentuk secara sempurna. Gunungsewu dapat terbentuk sempurna karena proses karstifikasi yang sempurna di daerah tropis sehingga dapat menghasilkan bentukan relief positif seperti berbagai macam bentuk bukit dan bentukan negatif berupa dolin, uvala, lokva, polje, shaft dan gua yang menghasilkan pola-pola tertentu.

Luas area karst Gunungsewu mencapai 1.500 km² dengan lebih dari 45.000 bukit yang memiliki berbagai macam bentuk, seperti *Dome*, *convex*, *Cone*, dan *Ridge* (Kusumayudha, 2015:4). Pola persebaran, bentuk serta ukuran bukit dan cekungan dapat diketahui menggunakan hasil foto serta pengamatan langsung di lapangan begitupula dengan pengukuran elevasi atau kemiringan yang juga dapat di ukur secara langsung menggunakan altimeter sedangkan parameter tingkat kekasaran permukaan dapat diukur menggunakan citra SRTM dan GDEM ASTER dengan analisis TRI (*Terrain Rugedness Index*).

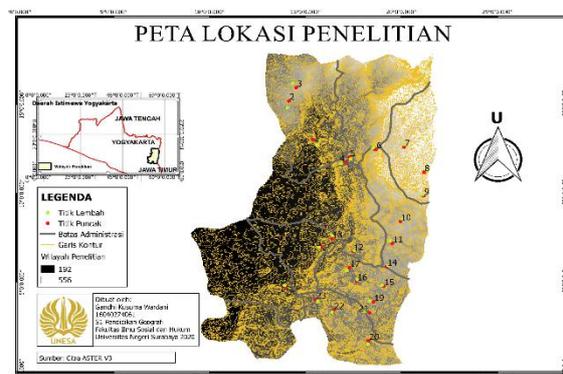
DEM merupakan suatu tipe dari *Digital Terrain Model* yang perekaman gambar topografi atau geomorfometrinya diambil dari permukaan bumi dalam format digital. DEM suatu area biasa dibagi menjadi dua, berupa *rectangular pixels* dan elevasi yang disimpan dalam setiap pixel. Data DEM merupakan sampel permukaan tinggi dalam bentuk raster (Budisusanto, 2011:225), (Balasubramanian, 2017:13), dan (Zhou, 2017:2). Citra DEM yang digunakan dalam penelitian ini adalah ASTER dan SRTM. Kedua citra tersebut dianalisis menggunakan sistem penginderaanjauh sehingga menghasilkan indeks kekasaran permukaan (TRI). Indeks kekasaran tersebut dalam penelitian ini digunakan untuk mengkarakterisasi morfologi karst Gunungsewu.

Morfologi karst membentuk fitur permukaan yang beragam yang berpotensi mempengaruhi kondisi bawah tanah (Budiyanto, 2016:113). Karakterisasi morfologi karst Gunungsewu memiliki arti penting bagi lingkungan tersebut diantaranya dapat mencirikan tingkat kerentanan pada suatu medan karst. Karakteristik morfologi yang

berbeda memiliki tingkat kerentanan yang berbeda pula (Budiyanto, 2014: 39). Karakterisasi morfologi merupakan hal penting bagi kawasan karst menjadi latar belakang bagi penulis untuk melakukan penelitian terkait “**Kajian Penggunaan Citra GDEM ASTER dan DEM SRTM untuk Karakterisasi Morfologi Karst Gunungsewu Bagian Timur (Kecamatan Ponjong)**”. Tujuan penelitian ini adalah untuk 1) Mengetahui karakteristik morfologi karst Gunungsewu bagian timur di wilayah kecamatan Ponjong 2) Mendapat data yang paling reliabel antara citra *Digital Elevation Model* (DEM) dari citra *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM) dan *Advance Spaceborn Thermal Mission and Reflection Radiometer* (ASTER) untuk proses karakterisasi morfologi bentang lahan karst.

METODE

Jenis penelitian deskriptif kuantitatif data yang didapatkan melalui analisis statistik dan digambarkan atau dideskripsikan. Data yang diperoleh dari lapangan, GDEM ASTER dan DEM SRTM akan di analisis secara spasial statistik kemudian di deskripsikan melalui aplikasi sistem informasi geografis. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan metode *purposive sampling*. Menurut Sugiyono (2012:38), teknik *purposive sampling* merupakan cara pengambilan sampel dengan kriteria tertentu. Peneliti menentukan sampel berdasarkan kriteria resiko, keterjangkauan dan daerah perbukitan karst. Area pada lokasi penelitian tidak semuanya memenuhi syarat sebagai sampel penelitian. Sampel yang dibutuhkan adalah bukit dengan klasifikasi sesuai Kusumayudha (2015:6) dan lembah antar bukit karst, di mana sampel tersebut tersedia pada Kecamatan Ponjong bagian Timur. Data yang didapatkan dari citra akan dianalisis untuk mengetahui karakteristik morfologi karst serta menggunakan TRI pada aplikasi Q-GIS untuk mengetahui nilai kekasaran permukaan selanjutnya dikorelasikan menggunakan data lapangan untuk mendapatkan nilai reliable antara citra GDEM ASTER dan DEM SRTM. Korelasi dilakukan melalui MsExcel dengan mengaktifkan tool pack yang berfungsi untuk melakukan analisis statistik (Sahid, 2006:1). Lokasi penelitian disajikan pada gambar berikut:



Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian, Kecamatan Ponjong, Kabupaten Gunung Kidul (Sumber: Citra GDEM ASTER V3)

Gambar 1 merupakan peta yang menunjukkan sampel penelitian. Sampel penelitian tersebar dalam 24 titik pada sembilan desa. Sampel penelitian tersebar pada area Kecamatan Ponjong bagian Timur karena lokasi tersebut merupakan daerah perbukitan karst.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. HASIL PENELITIAN

Karakterisasi Morfologi Karst Gunungsewu melalui TRI (Terrain Ruggedness Index) dari GDEM ASTER dan SRTM

Terrain Ruggedness Index (TRI) merupakan indeks yang dikembangkan untuk mengukur kekasaran permukaan suatu bentang lahan yang dikembangkan oleh Riley *et al* (1999:23) untuk mengukur kekasaran permukaan. Riley *et al* (1999:23) menggunakan TRI yang diukur menggunakan USGS *digital elevation models* (DEM) yang dianalisis menggunakan sistem informasi geografis. Model TRI Relay dihasilkan dari pengolahan grid DEM menggunakan aplikasi SIG yang menghitung jumlah perubahan pada elevasi pada pusat grid dan delapan grid di sekitarnya (Riley *et al*, 1999:23). Riley (1999:23) menggolongkan TRI dalam 7 kelompok yang tersaji dalam tabel berikut:

Tabel 1. *Terrain Ruggedness Index* Hasil Reclas Penyesuaian Dengan Luas Pixel Citra.

<i>Ruggedness Classification</i>	<i>Ruggedness Index Value</i>
<i>Level</i>	0-2,4 m
<i>Nearly Level</i>	2,41-3,48 m
<i>Slightly Rugged</i>	3,49-4,83 m
<i>Intermediately Rugged</i>	4,84-7,17 m
<i>Moderately Rugged</i>	7,18-14,91 m
<i>Highly Rugged</i>	14,92-28,74 m
<i>Extreamly Rugged</i>	28,75-131,91 m

Sumber: Riley *et al* (1999:23)

Tabel 1 tersebut merupakan hasil *reclass* yang dilakukan peneliti dikarenakan penyesuaian yang harus dilakukan mempertimbangkan ukuran pixel yang berbeda dari yang digunakan Riley *et al* (1999:23). Citra yang digunakan dalam penelitian ini merupakan citra GDEM ASTER V3 dan DEM SRTM yang memiliki nilai pixel 30x30 meter, sedangkan yang digunakan Riley *et al* (1999) memiliki nilai pixel 1 km x 1 km. Nilai TRI dari GDEM ASTER dan DEM SRTM dapat dilihat dalam Tabel 2

Tabel 2. *Terrain Ruggedness Index* (TRI) dari Citra GDEM ASTER Dan DEM SRTM Dalam Satuan Meter (m).

Faktor Hitung	GDEM ASTER	DEM SRTM
Nilai Minimal	0 m	0 m
Nilai Maksimal	24,16 m	20, 58 m
Nilai Rata - rata	3,38 m	4,04 m
Standar Deviasi	2,63 m	2,81 m

Sumber: Pengolahan data citra GDEM ASTER dan DEM SRTM 2020

Tabel 2 tersebut dapat diketahui bahwa kekasaran permukaan karst Gunungsewu bagian timur khususnya Kecamatan Ponjong mempunyai nilai indeks kekasaran permukaan yang tinggi (*highly rugged*). Citra SRTM maupun ASTER dapat menunjukkan kekasaran permukaan, meskipun keduanya memiliki perbedaan nilai. Nilai maksimal citra ASTER lebih tinggi dari yang dihasil SRTM namun, rata-rata dan standar deviasi yang dimiliki SRTM lebih tinggi dibanding ASTER.

Karakterisasi Morfologi Karst Gunungsewu melalui TRI dari GDEM ASTER dan SRTM

Karakterisasi cekungan karst data yang diperoleh hanya melalui citra GDEM ASTER maupun DEM SRTM berupa morfometri kemiringan cekungan dan kedalaman cekungan yang didapat dari pengolahan citra. Karakterisasi bentuk bukit yang digunakan data didapat dari pengolahan citra dan pengambilan data dilapangan. Data lapangan berfungsi untuk pengujian nilai serta mendapatkan nilai akurasi korelasi antara dua citra yang digunakan. Karakterisasi morfologi bukit dan cekungan karst dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4 berikut.

Tabel 3. Karakterisasi Morfologi Bukit dan Lembah (Cekungan) Karst Melalui Citra GDEM ASTER V3.

Lokasi	Morfografi		Morfometri	
	Bukit	Lembah	Bukit	Lembah
1	Cone	Polje	S: 26° H: 68 m E: 309 m	S: 21° D: 8 m E: 241 m
2	Dome	Polje	S: 22° H: 42 m E: 452 m	S: 12° D: 7 m E: 410 m
3	Rigde	Polje	S: 17° H: 40 m E: 453 m	S: 12° D: 9 m E: 413 m
4	Ridge	Uvala	S: 27° H: 27 m E: 341 m	S: 14° D: 11 m E: 314 m
5	Dome	Polje	S: 25° H: 30 m E: 372 m	S: 11° D: 10 m E: 342 m
6	Dome	Uvala	S: 23° H: 34 m E: 489 m	S: 15° D: 16 m E: 455 m
7	Convex	Uvala	S: 16° H: 8 m E: 517 m	S: 8° D: 14 m E: 509 m
8	Convex	Polje	S: 16° H: 15 m E: 550 m	S: 10° D: 4 m E: 535 m
9	Convex	Uvala	S: 21° H: 5 m E: 521 m	S: 8° D: 27 m E: 516 m
10	Convex	Polje	S: 14° H: 11 m E: 450 m	S: 8° D: 6 m E: 439 m
11	Convex	Polje	S: 18° H: 7 m E: 434 m	S: 10° D: 10 m E: 427 m
12	Convex	Polje	S: 18° H: 21 m E: 372 m	S: 9° D: 2 m E: 351 m
13	Ridge	Polje	S: 20° H: 36 m	S: 3° D: 5 m

Lokasi	Morfografi		Morfometri	
	Bukit	Lembah	Bukit	Lembah
14	Convex	Polje	E: 296 m S: 19° H: 21 m	E: 260 m S: 7° D: 9 m
15	Ridge	Polje	E: 436 m S: 21° H: 16 m	E: 415 m S: 8° D: 5 m
16	Convex	Uvala	E: 422 m S: 15° H: 35 m	E: 406 m S: 12° D: 12 m
17	Dome	Polje	E: 413 m S: 26° H: 45 m	E: 378 m S: 7° D: 4 m
18	Convex	Uvala	E: 394 m S: 17° H: 16 m	E: 349 m S: 16° D: 22 m
19	Ridge	Uvala	E: 285 m S: 23° H: 19 m	E: 269 m S: 9° D: 16 m
20	Ridge	Polje	E: 406 m S: 22° H: 27 m	E: 387 m S: 7° D: 3 m
21	Convex	Polje	E: 390 m S: 16° H: 7 m	E: 363 m S: 8° D: 6 m
22	Convex	Polje	E: 377 m S: 11° H: 5 m	E: 370 m S: 8° D: 1 m
23	Convex	Uvala	E: 365 m S: 10° H: 5 m	E: 360 m S: 9° D: 12 m
24	Dome	Polje	E: 347 m S: 25° H: 31 m	E: 342 m S: 5° D: 3 m
			E: 260 m	E: 229 m

Sumber: NASA 2020.

Tabel 3 tersebut disajikan karakteristik morfologi bukit dan lembah atau cekungan karst. Karakterisasi tersebut didasarkan pada karakterisasi morfologi yang dilakukan Kusumayudha (2015:10-11) serta pengolahan citra ASTER. Karakterisasi tersebut diperoleh bahwa morfografi bukit karst di daerah ponjong terdiri dari *Dome*, *Convex*, *Ridge* dan *Cone* dengan dominasi morfografi berupa *Convex* dan *Ridge*. Karakterisasi morfologi bukit dan cekungan berdasarkan citra DEM SRTM disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 4. Karakterisasi Morfologi Bukit Dan Cekungan (Lembah) Karst Berdasarkan Citra DEM SRTM.

Lokasi	Morfografi		Morfometri	
	Bukit	Lembah	Bukit	Lembah
1	<i>Cone</i>	Polje	S: 28° H: 74 m E: 319 m	S: 20° D: 6 m E: 245 m
2	<i>Dome</i>	Polje	S: 24° H: 34 m E: 450 m	S: 17° D: 10 m E: 416 m
3	Ridge	Polje	S: 16° H: 34 m E: 452 m	S: 13° D: 4 m E: 418 m
4	<i>Cone</i>	Polje	S: 27° H: 48 m E: 364 m	S: 13° D: 8 m E: 316 m
5	<i>Dome</i>	Uvala	S: 24° H: 28 m E: 372 m	S: 6° D: 14 m E: 344 m
6	<i>Cone</i>	Uvala	S: 33° H: 52 m E: 497 m	S: 13° D: 13 m E: 445 m
7	Ridge	Polje	S: 16° H: 22 m E: 531 m	S: 6° D: 3 m E: 509 m
8	Convex	Polje	S: 15° H: 22 m E: 562 m	S: 12° D: 5 m E: 540 m
9	Ridge	Uvala	S: 21° H: 18 m E: 535 m	S: 8° D: 22 m E: 517 m
10	Convex	Uvala	S: 17° H: 24 m E: 472 m	S: 8° D: 14 m E: 448 m
11	<i>Dome</i>	Uvala	S: 27° H: 23 m E: 456 m	S: 14° D: 12 m E: 433 m
12	Ridge	Polje	S: 24° H: 31 m E: 392 m	S: 8° D: 7 m E: 361 m
13	<i>Cone</i>	Polje	S: 26° H: 55 m	S: 6° D: 4 m

Lokasi	Morfografi		Morfometri	
	Bukit	Lembah	Bukit	Lembah
14	Ridge	Polje	E: 319 m S: 20° H: 30 m	E: 264 m S: 9° D: 3 m
15	<i>Dome</i>	Uvala	E: 453 m S: 25° H: 29 m	E: 423 m S: 14° D: 13 m
16	Ridge	Polje	E: 444 m S: 23° H: 20 m	E: 415 m S: 10° D: 5 m
17	<i>Dome</i>	Polje	E: 399 m S: 29° H: 45 m	E: 379 m S: 16° D: 5 m
18	Ridge	Uvala	E: 409 m S: 20° H: 31 m	E: 364 m S: 16° D: 20 m
19	<i>Dome</i>	Uvala	E: 300 m S: 26° H: 35 m	E: 269 m S: 9° D: 19 m
20	<i>Dome</i>	Polje	E: 431 m S: 26° H: 34 m	E: 396 m S: 17° D: 1 m
21	Convex	Polje	E: 402 m S: 13° H: 15 m	E: 368 m S: 5° D: 4 m
22	Convex	Polje	E: 398 m S: 7° H: 8 m	E: 383 m S: 3° D: 7 m
23	Ridge	Polje	E: 373 m S: 24° H: 20 m	E: 365 m S: 4° D: 3 m
24	<i>Dome</i>	Polje	E: 371 m S: 29° H: 43 m	E: 351 m S: 9° D: 10 m
			E: 281 m	E: 238 m

Sumber: usgs.gov 2020.

Keterangan :

S: *Slope* (Kemiringan lereng)

H: *High* (Beda Tinggi)

E: Elevasi

D: *Depth* (Kedalaman)

Tabel 4 merupakan data karakterisasi morfologi yang diperoleh dari citra DEM SRTM. Data tersebut menunjukkan bahwa pada lokasi penelitian morfografinya didominasi bukit dengan morfografi berupa *Dome* dan *Ridge*. Karakterisasi morfologi tersebut didasarkan pada klasifikasi morfologi yang dilakukan Kusumayudha (2015:10-11).

Karakterisasi citra GDEM ASTER dan DEM SRTM dengan data lapangan sebagai pengujian nilai morfometri dan bentuk morfografi dari citra didapatkan bentuk morfografi bukit yang didominasi oleh *Dome*, *Ridge* dan *Cone*. Morfografi cekungan didominasi oleh *Polje* dan *Uvala*. Parameter dan morfometri yang dipergunakan dalam karakterisasi morfologi karst ini adalah kemiringan lereng, beda tinggi dan elevasi. Parameter morfometri yang digunakan untuk mengkarakterisasi morfologi serta mendapatkan nilai korelasi dengan data lapangan disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Parameter yang digunakan untuk mengkarakterisasi morfologi karst Gunungsewu.

Lokasi	ASTER			SRTM			Lapangan		
	S	BT	E	S	BT	E	S	BT	E
1	26°	68 m	309 m	28°	74 m	319 m	37°	65 m	320 m
2	22°	42 m	452 m	24°	34 m	450 m	25°	40 m	470 m
3	17°	40 m	453 m	16°	34 m	452 m	25°	35 m	455 m
4	27°	27 m	341 m	27°	48 m	364 m	30°	40 m	364 m
5	25°	30 m	372 m	24°	28 m	372 m	43°	24 m	365 m
6	23°	34 m	489 m	33°	52 m	497 m	35°	61 m	512 m
7	16°	8 m	517 m	16°	22 m	531 m	25°	15 m	533 m
8	16°	15 m	550 m	15°	22 m	562 m	24°	33 m	570 m
9	21°	5 m	521 m	21°	18 m	535 m	30°	21 m	531 m

10	14°	11	450	17°	24	472	29°	30	482
		m	m		m	m		m	m
11	18°	7	434	27°	23	456	31°	39	469
		m	m		m	m		m	m
12	18°	21	372	24°	31	392	27°	26	395
		m	m		m	m		m	m
13	20°	36	296	26°	55	319	28°	43	312
		m	m		m	m		m	m
14	19°	21	436	20°	30	453	28°	32	465
		m	m		m	m		m	m
15	21°	16	422	25°	29	444	29°	28	445
		m	m		m	m		m	m
16	15°	35	413	23°	20	399	34°	20	405
		m	m		m	m		m	m
17	26°	45	394	29°	45	409	29°	50	419
		m	m		m	m		m	m
18	17°	16	285	20°	31	300	28°	20	303
		m	m		m	m		m	m
19	23°	19	406	26°	35	431	29°	41	446
		m	m		m	m		m	m
20	22°	27	390	26°	34	402	31°	27	410
		m	m		m	m		m	m
21	16°	7	377	13°	15	398	20°	19	417
		m	m		m	m		m	m
22	11°	5	365	7°	4	370	20°	17	394
		m	m		m	m		m	m
23	10°	5	347	24°	20	371	28°	45	396
		m	m		m	m		m	m
24	25°	31	260	29°	43	281	30°	59	280
		m	m		m	m		m	m

Sumber: Observasi lapangan, 2020

Keterangan:

E.P = Elevasi puncak

B.T = Beda Tinggi

Tabel 5 dapat dilihat adanya perbedaan nilai, dengan perhitungan korelasi pada setiap unit morfometri dihasilkan nilai korelasi yang terdapat pada Tabel berikut.

Tabel 6. Korelasi Citra GDEM ASTER dan DEM SRTM dengan Lapangan

Citra	E.P	B.T	Slope
ASTER	0,55	0,62	0,98
SRTM	0,61	0,79	0,99

Sumber: Observasi Lapangan 2020

Tabel 6 Korelasi dengan data lapangan pada setiap unit dari citra DEM SRTM memiliki nilai yang lebih besar daripada GDEM ASTER, hal itu membuktikan bahwa citra DEM SRTM memiliki keakuratan yang lebih baik.

B. PEMBAHASAN

1. Reliabilitas SRTM dan ASTER

Penginderaan jauh dan sistem informasi geografis dimanfaatkan dalam penelitian ini untuk mengolah data sehingga menghasilkan karakteristik morfologi bukit dan cekungan (lembah) karst. Hasil penelitian ini selaras dengan penelitian yang dilakukan Budiyanto (2014:41) terkait penggunaan citra GDEM ASTER untuk mengkarakterisasi morfologi cekungan karst Gunungsewu. Budiyanto (2014:41) memanfaatkan penginderaan jauh dan SIG untuk mengolah citra GDEM ASTER sehingga menghasilkan nilai indeks kekasaran permukaan (TRI). Nilai TRI dalam penelitian ini diperoleh dengan pengolahan penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografi (SIG) selaras dengan penelitian Budiyanto (2014:37-45). Perbedaan penelitian ini dengan penelitian terdahulu adalah penggunaan dua citra DEM yaitu GDEM ASTER dan DEM SRTM. Tujuan digunakannya dua citra tersebut adalah membandingkan akurasi dua jenis citra itu bila digunakan untuk mengkarakterisasi morfologi karst.

Perbedaan juga terdapat pada data yang akan dianalisis. Pada penelitian terdahulu, peneliti hanya mengkarakterisasi morfologi cekungan karst. Pada penelitian ini dilakukan karakterisasi morfologi bukit dan cekungan karst.

Nilai indeks kekasaran permukaan (TRI) dalam penelitian didasarkan pada penelitian Riley *et al* (1999:23). Perbedaan penelitian ini dengan penelitian terdahulu adalah citra DEM yang dipergunakan Riley mempunyai resolusi piksel 1km x 1km atau skala rendah sedangkan citra DEM yang dipergunakan dalam penelitian ini merupakan citra DEM SRTM dan ASTER dengan resolusi piksel 30m x 30m atau citra dengan skala menengah. *Reclass* atau penggolongan ulang perlu dilakukan, hal ini selaras dengan penelitian yang dilakukan Rozycka *et al* (2016:14). Rozycka *et al* (2016:14) menggunakan citra resolusi tinggi yaitu Airborne LiDAR dengan resolusi piksel 1m x 1m sehingga perlu melakukan *reclass*.

Penggunaan citra GDEM ASTER dan DEM SRTM pada penelitian ini selaras dengan penelitian Ikhwandito (2018:132). Citra DEM SRTM dan GDEM ASTER dalam penelitian Ikhwandito (2018:132) digunakan untuk analisis perbandingan model tsunami sedangkan pada penelitian ini kedua citra tersebut digunakan untuk karakterisasi morfologi. Penelitian sebelumnya menggunakan uji statistik berupa klasifikasi *supervised* sedangkan dalam penelitian ini, untuk mengetahui citra mana yang lebih reliabel digunakan uji korelasi.

Uji korelasi untuk mengetahui tingkat akurasi citra dilakukan dengan menentukan korelasi antara data hasil obesrvasi lapangan dengan data citra. Teknik tersebut selaras dengan penelitian Zaenuri dkk (2015:2) yang mengemukakan bahwa penggunaan interpretasi citra untuk mengenali objek kajian yang diteliti. Observasi bertujuan untuk memperoleh fakta lapangan atau mencari kebenaran faktual.

2. Karakteristik Morfologi Karst Gunungsewu

Budiyanto (2014:32) menyatakan bahwa karakteristik permukaan dapat mencirikan kondisi infiltrasi suatu wilayah atau bentang lahan. Salah satu agen yang mempengaruhi laju infiltrasi adalah tanah. Kondisi tanah seperti ketebalan dan warna tanah dipengaruhi oleh topografi dan kesarangan batuan. Penjelasan tersebut sama halnya dengan hasil penelitian Mulyanto (2009:181) dimana faktor topografi dan kesarangan batuan memiliki peran penting dalam proses pelindian yang menyebabkan larutnya mineral-mineral garam dalam tanah yang terdapat pada puncak dan lereng perbukitan. Morfologi pada puncak bukit karst yang relatif cekung dengan lereng-lereng terjal mendukung terjadinya proses pelindian, sehingga memicu terbentuknya oksida besi pada tanah. Kandungan oksida besi yang tinggi menyebabkan tanah pada bagian epikarst berwarna merah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tanah cenderung menempati lembah atau topografi rendah dari pada bukit. Tanah memberikan pengaruh kepada agen infiltrasi lain yaitu

vegetasi. Semakin majemuk suatu permukaan atau semakin beragamnya topografi suatu wilayah akan menimbulkan kondisi infiltrasi yang berbeda pula, sama halnya yang terjadi di medan karst. Penelitian terdahulu, mengingat pentingnya mengetahui karakteristik morfologi suatu wilayah penelitian ini dilakukan.

Karakteristik morfologi suatu wilayah dapat mengidentifikasi kondisi batuan wilayah tersebut sebagai pembentuk morfologi wilayah itu. Kusumayudha dkk (2015:4) menjelaskan dalam penelitiannya bahwa karakteristik morfologi karst ditentukan oleh litologi batuan penyusun kawasan karst itu sendiri. Kusumayudha (2015:6) mengemukakan bahwa bukit dengan litologi berupa batu kapur, batugamping grainstone dan batugamping packstone memiliki morfografi *Cone* dengan morfometri berupa kemiringan antara 30 hingga 45 derajat terbentuk karena adanya karstifikasi. Litologi batu kapur dan batugamping boundstone membentuk morfografi *Convex-Cone* dengan morfometri 35 hingga 45 derajat dan terbentuk karena proses karstifikasi. *Caliche limestone* dan wackstone membentuk morfografi *Dome* dan *Convex* dengan morfometri *Dome* antara 30 hingga 45 derajat dan morfometri *convex* 12 hingga 20 derajat melalui proses kalisifikasi. Bentuk kelima berupa *Ridge* terbentuk dari batu kapur melalui karstifikasi dan kalisifikasi dengan morfometri kemiringan antara 20 hingga 30 derajat.

Morfodinamik atau proses pembentuk morfologi seperti karstifikasi dan kalisifikasi juga mempengaruhi porositas batuan dan bentuk morfologi. Kusumayudha (2000:272) mengemukakan, bahwa batugamping pada lahan karst Gunungsewu terbentuk oleh adanya proses karstifikasi dan kalisifikasi. Kusumayudha (2000:272) juga mengemukakan bahwa batugamping yang terbentuk melalui proses karstifikasi cenderung lebih masif, keras, serta memiliki jaringan-jaringan seperti pipa serta memiliki porositas sekunder. Porositas sekunder menyebabkan polutan dengan mudah masuk ke sungai bawah tanah melalui ponor-ponor pada batugamping. Batugamping yang terbentuk melalui kalisifikasi lebih halus dan berkapur serta memiliki porositas antar butir. Kemampuan ini sedikit menghambat polutan dibandingkan pada lahan berbatugamping yang terjadi karena karstifikasi.

Karakterisasi morfologi karst menjadi suatu hal yang penting untuk diteliti karena kaitannya dengan pencirian kerentanan medan karst (Kusumayudha dkk, 2015:4). Kerentanan pada medan karst terjadi pada sungai bawah tanah, dimana kondisi infiltrasi sangat mempengaruhi kualitas dan kuantitas air sungai bawah tanah. Kondisi infiltrasi sendiri seperti yang dipaparkan pada paragraf sebelumnya erat kaitannya dengan kondisi morfologi. Daerah dengan tingkat kekasaran yang lebih tinggi dengan bentukan berasal dari proses karstifikasi lebih rentan terhadap polutan karena porositas sekunder dibanding daerah dengan bentukan *Dome* dan *convex* yang kekasarannya lebih rendah dan terjadi akibat kalisifikasi. Berdasarkan pada penelitian, daerah Ponjong memiliki kekasaran permukaan yang tinggi sehingga

daerah tersebut juga memiliki kerentanan yang tinggi bila dilihat dari kondisi morfologinya.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dalam penelitian ini, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai TRI atau indeks kekasaran permukaan menunjukkan bahwa kawasan karst Gunungsewu bagian timur tepatnya Kecamatan Ponjong memiliki tingkat kekasaran tinggi. Lahan karst pada lokasi penelitian didominasi bentuk morfografi bukit berupa *Cone*, *Ridge*, dan *Dome* yang terbentuk dari proses karstifikasi dan kalisifikasi. Morfografi cekungan atau lembah berupa Uvala dan Polje. Karakterisasi morfologi ini didasarkan pada citra SRTM yang telah diverifikasi dengan penelitian lapangan dan hasilnya sesuai.
2. Perbandingan hasil citra GDEM ASTER dan DEM SRTM, karakterisasi morfologi bukit dan cekungan karst di wilayah karst Gunungsewu Bagian Timur khususnya Kecamatan Ponjong. Citra DEM SRTM memiliki data yang reliable dibandingkan GDEM ASTER. Hal ini dilihat dari korelasi kesesuaian nilai yang dihasilkan citra dengan kondisi lapangan.

Saran

Penelitian ini memiliki banyak keterbatasan dalam berbagai hal, oleh sebab itu dibutuhkan adanya penelitian lebih lanjut baik untuk menyempurnakan hasil dari penelitian ini maupun melengkapi hal-hal yang belum tercakup dalam penelitian ini.

1. Karst Gunungsewu Bagian Timur khususnya Kecamatan Ponjong memiliki tingkat kekasaran yang tinggi hal ini berarti bahwa daerah tersebut memiliki tingkat kerentanan yang tinggi. Oleh karena itu perlunya konservasi karst secara intensif guna mengurangi tingkat kerentanan di wilayah karst Kecamatan Ponjong.
2. Citra DEM SRTM memiliki data yang lebih *reliable* dalam penelitian ini maka pemanfaatan DEM SRTM lebih disarankan dalam penelitian terkait karakteristik morfologi karst Gunungsewu.

DAFTAR PUSTAKA

- Balasubramanian, A., 2017. *Digital Elevation Model (DEM) in GIS*. DOI.10.13140/RG.2.23976.47369: University of Mysore.
- Budisusanto, Y. dan Nugraha, A.L., 2011. *Efektivitas Citra ASTER DEM dalam Pembuatan Peta Topografi Skala Regional*. Prosiding Seminar Nasional Optimalisasi Peran Pemerintah Daerah dan Swasta untuk Percepatan Pemetaan dan Pembangunan: Universitas Diponegoro
- Budiyanto, Eko, 2014. *Karakteristik Morfologi Cekungan Karst Gunungsewu Melalui Data*

- GDEM ASTER. Jurnal Geografi. Vol. 12, No.1, Hal. 37-45.
- Budiyanto, Eko., 2016. *Keterkaitan Kondisi Fitur Permukaan Karst yang Diperoleh dari Data Citra Penginderaan Jauh dengan Kualitas Air Bawah Tanah di Gunungsewu Bagian Barat*. Jurnal Geografi, Vol. 14, No.2, Hal. 112-123.
- Ford, Derek and Paul William, 2007. *Karst Hydrogeology and Geomorphology*. John Willey and Sons. Ltd, 471-472
- Haryono, Eko dan Tjahyo Adji. 2004. *Bahan Ajar Geomorfologi dan Hidrologi*: Universitas Gadjah Mada, 1-5
- Haryono, E. & Adjie, T. 2004. *Geomorfologi dan Hidrologi Karst: Bahan Ajar*. Yogyakarta: Kelompok Studi Karst: Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.
- Haryono, E. & Day, M. 2004. *Landform Differentiation Within the GunungKidul Kegelkarst, Java, Indonesia*. Journal of Cave and Karst Studies, Vol.66, No.2, Hal.62-69.
- Ikhwandito, dkk., 2018. *Analisis Perbandingan Model Tsunami Menggunakan Data DEM ASTER, SRTM, dan Terrasar(Studi Kasus: Kabupaten Pangandaran)*. Jurnal Geodesi Undip. Vol. 7, No.1, Hal. 131-141. ISBN: 2337-8458.
- Kusumayudha, S.B., et al., 2000. *Fractal Analysis of the Oyo River, Cave System, and Topography of the Gunungsewu Karst Area, Central Java, Indonesia*. Hydrogeology Journal. Vol. 3, No.8, Hal. 271-278.
- Kusumayudha, S.B., dkk., 2015. *Geomorphologic Model of Gunungsewu Karst, Gunung Kidul Regency, Yogyakarta Special Territory, Indonesi: The Role of Lithologic Variation and Geologic Structure*. Journal of Geological Resource and Engineering, Vol. 3, No.1, Hal.1-11
- Riley, S.J., DeGloria, S.D., Elliot, R., 1999. *A Terrain Ruggedness Index That Quantifies Topographic Heterogeneity*. Intermountain Journal of Science Vol. 5.1 – 4. P. 23-27.
- Rozycka, et al., 2016. *Topographic Wetness Index and Terrain Ruggedness Index in Geomorphic Characterization of Landslide Terrains, on Examples from the Sudetes: SW Poland*. Zeitschrift fur Geomorphologie Supplementary Issues. DOI: 10.1127/zfg.suppl/2016/0328.
- Sahid.2006. *Analisis Data Statistik dengan MS Excel*. Laboratorium Komputer Jurdik Matematika: FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta.
- Veni, G., dkk. (2001). *Living With Karst, A Fragile Foundation*. USA: American Geological Institute.
- Waltham, Anthony C., dkk. 1958. *Exploration of Caves for Rural Water Supplies In the Gunung Sewu Karst, Java*. Annales de la Societe Geologique de Belgique, Vol. 108, 27-31.
- Zaenuri dan Haryono, Eko., 2015. *Diferensiasi Morfologi Karst Kabupaten Tuban Jawa Timur*. Jurnal Bumi Indonesia. Vol.4, No.1, Hal. 1-10.
- Zhou, Qiming., 2017. *Digital Elevation Model and Digital Surface Model*. The International Encyclopedia of Geography. John Wiley & Sons, Ltd. DOI: 10.1002/9781118786352.wbieg0768.