

Pengaruh Struktur Geologi Terhadap Pembentukan Geomorfologi Karst, Desa Gambong, Kecamatan Ponjong, Kabupaten Gunung Kidul

Muhammad Gazali Rachman^{*1)}, Eko Wibowo²⁾, Athaariq Yudivra¹⁾

¹⁾ Teknik Geologi UPN Veteran Yogyakarta
Jl. Padjajaran (Ringroad Utara) No.104 Condongcatur, Sleman, Yogyakarta 55283.

²⁾ Teknik Geofisika UPN Veteran Yogyakarta
Jl. Padjajaran (Ringroad Utara) No.104 Condongcatur, Sleman, Yogyakarta 55283.

*muhammad.gazali@upnyk.ac.id

Abstrak – Karst Gunungsewu terletak di Kabupaten Gunung Kidul Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Karst Gunungsewu dicirikan oleh bentangalam khas dari suatu daerah dengan dominasi batu kapur yang terbentuk pada lingkungan tropis lembab. Bentangalam ini ditandai dengan bukit-bukit yang memiliki puncak yang seragam dan tinggi yang terbentuk melalui proses pelarutan dan erosi yang relatif lebih cepat. Selain itu, bukit-bukit ini memiliki konfigurasi berbentuk sinuous hingga berbentuk kerucut. Aliran air permukaan sangat sedikit dibandingkan dengan aliran air bawah tanah, kehadiran sungai permukaan yang tidak menerus dan persebaran bukit karst searah dengan pola retakan yang erat hubungannya dengan arah kompresi regional Pulau Jawa. Morfologi karst gunung kidul dikaitkan dengan fracture dan patahan, yang menunjukkan hubungan genetik dengan orientasi stres geologis regional (Tjia, 2013). Kaitan kehadiran struktur geologi dengan pembentukan geomorfologi karst Gunungsewu menjadi pembahasan detail pada penelitian ini. Pada Desa Gambong, Kecamatan Ponjong, Kabupaten Gunung Kidul dapat diamati bentuk khas morfologi *conical* bukit karst yang dipisahkan oleh lembah antara satu dan yang lain. Variasi litologi menunjukkan adanya perbedaan batuan pada bukit dan lembah karst. Bukit karst didominasi oleh batugamping non-klastik sedangkan lembah karst didominasi oleh batugamping klastik. Pengamatan struktur geologi pada daerah penelitian menunjukkan pola struktur dominan berarah relatif Utara-Selatan dengan pergerakan mendatar, selain itu terdapat pula pola struktur berarah barat-timur. Variasi litologi dan pola patahan merupakan faktor utama pembentuk morfologi pada daerah penelitian.

Kata Kunci: Karst, Gunungsewu, Wonosari, Fault, Fracture

Abstract – The Gunungsewu Karst is situated in the Gunung Kidul Regency of the Special Region of Yogyakarta Province. It is characterized by the distinctive topography of a region dominated by limestone formations within a humid tropical environment. This terrain is marked by hills with uniform and elevated peaks, which have been shaped by relatively rapid processes of dissolution and erosion. Additionally, these hills exhibit sinuous to conical configurations. Surface water flow is minimal in comparison to underground water movement, with discontinuous surface rivers and the spatial distribution of karst hills aligning with fracture patterns that are closely related to the regional compression direction of Java Island. The morphology of the Gunung Kidul karst is associated with geological fractures and faults, indicating a genetic connection to the regional geological stress orientation (Tjia, 2013). The correlation between the presence of geological structures and the formation of Gunungsewu Karst geomorphology is a detailed focus of this research. In the village of Gambong, Ponjong District, Gunung Kidul Regency, one can observe the characteristic morphology of conical karst hills separated by valleys. Lithological variations indicate differences in rock types between the karst hills and valleys. The karst hills are dominated by non-clastic limestone, while the karst valleys are characterized by clastic limestone. Geological structure observations in the research area reveal a dominant North-South-oriented structural pattern with strike-slip movements, alongside a West-East-oriented structural pattern. Lithological variations and fracture patterns are the primary factors shaping the morphology in the study area.

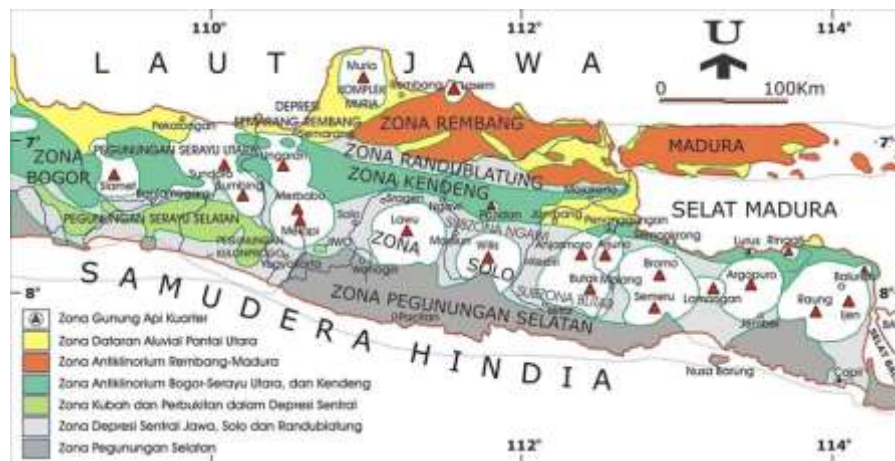
Keywords: Karst, Gunungsewu, Wonosari, Fault, Fracture

PENDAHULUAN

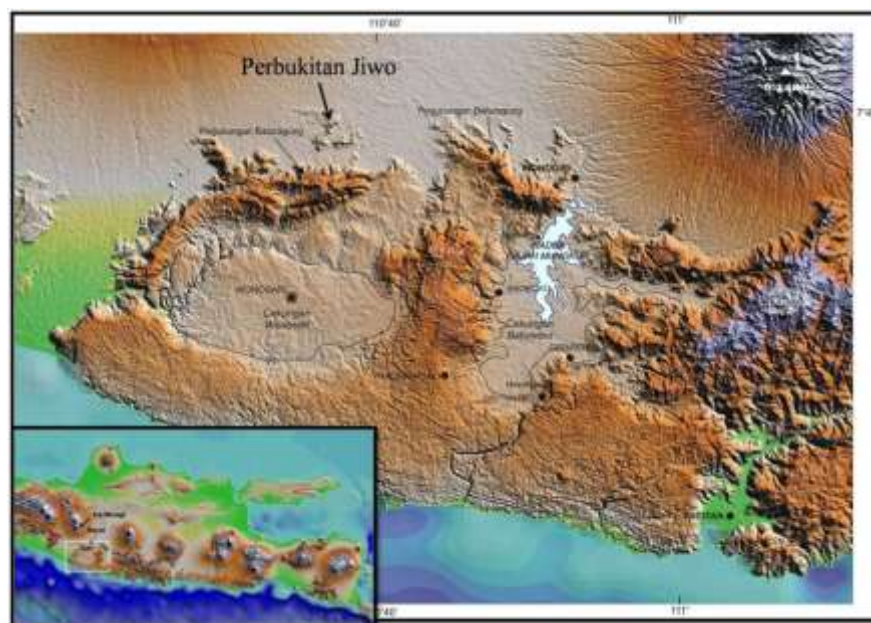
Daerah penelitian secara fisiografi termasuk dalam Zona Pegunungan Selatan Jawa Tengah bagian timur yang meliputi kawasan Gunungapi Merapi, Yogyakarta, Surakarta dan Pegunungan Selatan dapat dibagi menjadi dua zona, yaitu Zona Solo dan Zona Pegunungan Selatan (Van Bemmelen, 1949) (**Gambar 1**).

Zona Pegunungan Selatan dapat dibagi menjadi tiga subzona, yaitu Subzona Baturagung, Subzona Wonosari dan Subzona Gunung Sewu:

1. Subzona Baturagung terutama terletak di bagian utara, namun membentang dari barat (tinggian G. Sudimoro, ± 507 m, antara Imogiri-Patuk), utara (G. Baturagung, ± 828 m), hingga ke sebelah timur (G. Gajahmungkur, ± 737 m). Di bagian timur ini, Subzona Baturagung membentuk tinggian agak terpisah, yaitu G. Panggung (± 706 m) dan G. Gajahmungkur (± 737 m). Subzona Baturagung ini membentuk relief paling kasar dengan sudut lereng antara $100 - 300$ dan beda tinggi $200-700$ m serta hampir seluruhnya tersusun oleh batuan asal gunungapi.
2. Subzona Wonosari merupakan dataran tinggi (± 190 m) yang terletak di bagian tengah Zona Pegunungan Selatan, yaitu di daerah Wonosari dan sekitarnya. Dataran ini dibatasi oleh Subzona Baturagung di sebelah barat dan utara, sedangkan di sebelah selatan dan timur berbatasan dengan Subzona Gunung Sewu. Aliran sungai utama di daerah ini adalah K. Oyo yang mengalir ke barat dan menyatu dengan K. Opak (**Gambar 2**). Sebagai endapan permukaan di daerah ini adalah lempung hitam dan endapan danau purba, sedangkan batuan dasarnya adalah batugamping.
3. Subzona Gunung Sewu merupakan perbukitan dengan bentang alam karst, yaitu bentang alam dengan bukit-bukit batugamping membentuk banyak kerucut dengan ketinggian beberapa puluh meter. Di antara bukit-bukit ini dijumpai telaga, luweng (sink holes) dan di bawah permukaan terdapat gua batugamping serta aliran sungai bawah tanah. Bentang alam karst ini membentang dari pantai Parangtritis di bagian barat hingga Pacitan di sebelah timur.



Gambar 1. Fisiografi Jawa bagian timur (Van Bemmelen, 1949). Area penelitian termasuk dalam Zona Pegunungan Selatan (*Southern Mountains*).



Gambar 2. Citra SRTM yang memperlihatkan rona fisiografi daerah Perbukitan Jiwo dan Pegunungan Baturagung (modifikasi Tjia, 2013)

Zona Pegunungan Selatan pada umumnya merupakan blok yang terangkat dan miring ke arah selatan. Batas utaranya ditandai escarpment yang cukup kompleks. Lebar maksimum Pegunungan Selatan ini 55 km di sebelah selatan Surakarta, sedangkan sebelah selatan Blitar hanya 25 km. Diantara Parangtritis dan Pacitan, yaitu gunungsewu merupakan tipe karts (kapur) yang disebut Pegunungan Seribu atau Gunung Sewu, dengan luas kurang lebih 1400 km². Sedangkan antara Pacitan dan Popoh selain tersusun oleh batugamping (*limestone*) juga tersusun oleh batuan hasil aktifitas vulkanis berkomposisi asam-basa antara lain granit, andesit dan dasit (Van Bemmelen, 1949).

Kawasan karst Gunungsewu menunjukkan berbagai pola bentang alam, termasuk pola *circle*, *multiple ring*, *spiral*, *polygonal*, dan *scarp lineament*. Morfologi karst gunung kidul dikaitkan dengan *fracture* dan patahan, yang menunjukkan hubungan genetik dengan orientasi stres geologis regional (Tjia, 2013). Kaitan kehadiran struktur geologi dengan pembentukan geomorfologi karst Gunungsewu menjadi pembahasan detail pada penelitian ini.

METODE

Penelitian ini menggunakan data pemetaan berupa deksripsi batuan, pengukuran struktur geologi, pengambilan foto detail, dan foto bentang alam. Kemudian hasil observasi dianalisa menggunakan metode analisa stereonet untuk menentukan kinematika struktur geologi yang dijumpai. Selain itu, data foto udara diakses melalui citra satelit google earth sebagai peta dasar pembuatan peta geomorfologi.

HASIL PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk melihat korelasi dan hubungan antara kehadiran struktur geologi terhadap pembentukan geomorfologi sehingga pembahasan hasil penelitian akan dibagi menjadi beberapa subbab.

Geomorfologi

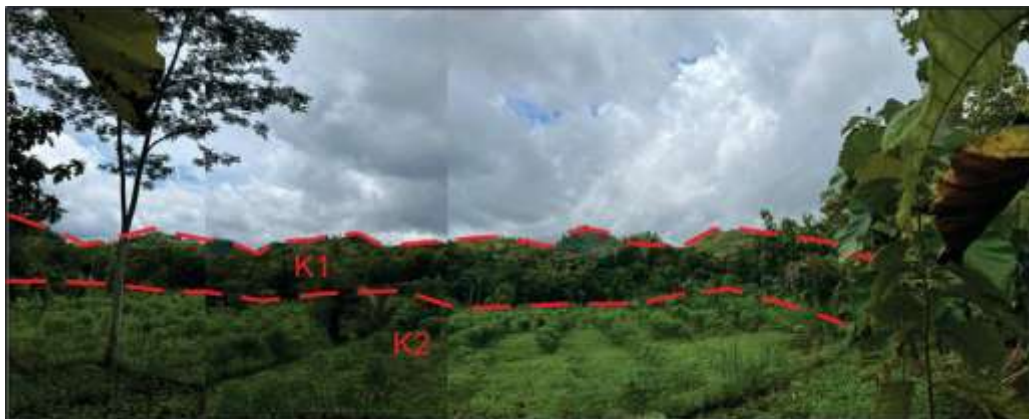
Berdasarkan aspek-aspek Geomorfologi (Van Zuidam, 1985), daerah penelitian dibagi menjadi 2 satuan bentuk lahan, yaitu Perbukitan Karst (K1) dan Lembah Karst (K2) (**Gambar 3**). Persebaran satuan bentuk lahan dapat dilihat pada Peta Geomorfologi (**Gambar 4**).

1. Satuan Bentuk Lahan Perbukitan Karst (K1)

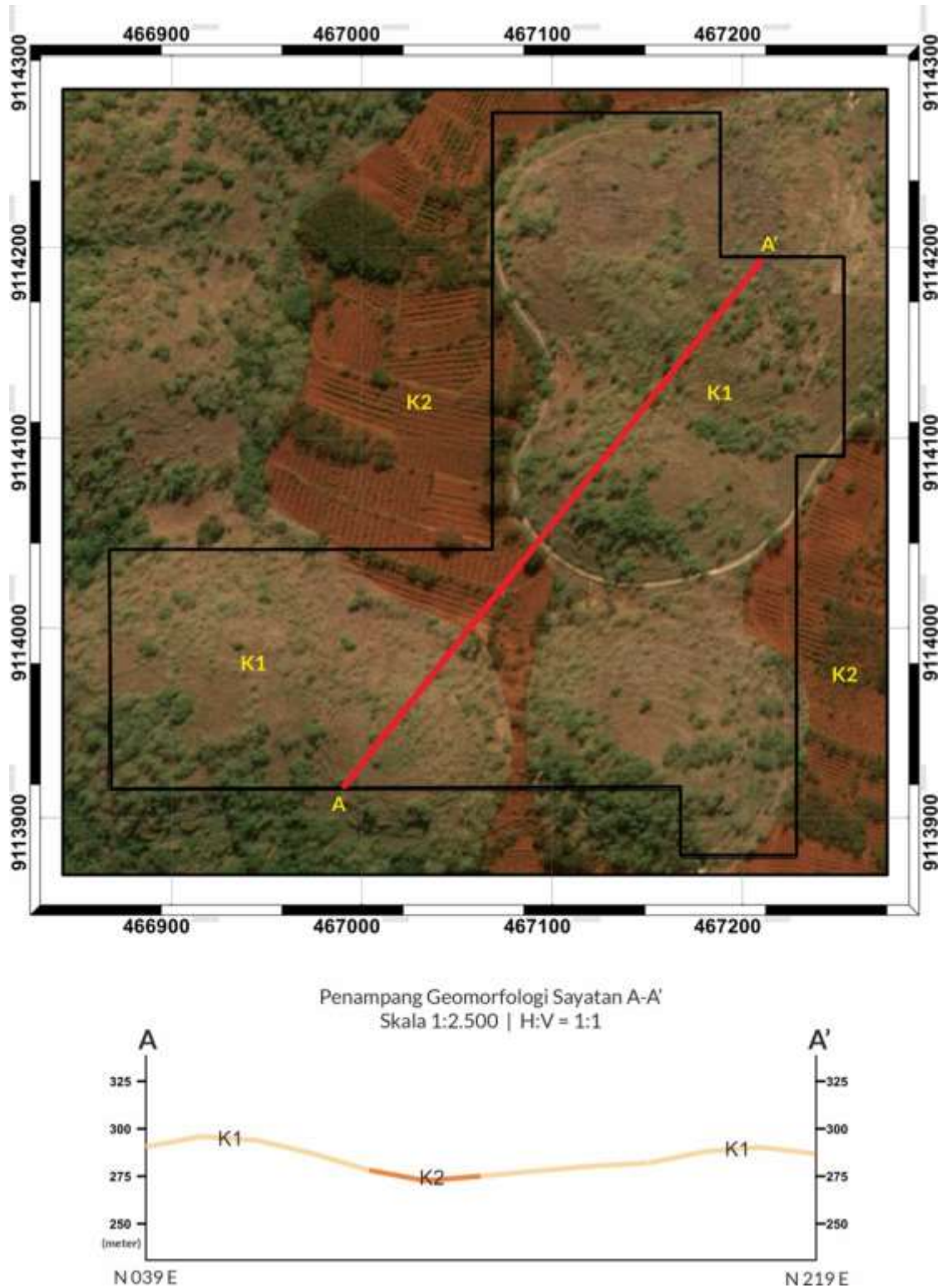
Satuan Bentuk Lahan Perbukitan Karst menempati 45% daerah penelitian dan tersebar disetiap puncak-puncak tinggi dari bukit pada daerah Penelitian. Satuan ini memiliki relief bergelombang membentuk puncak-puncak perbukitan dengan elevasi 300-275 mdpl. Dalam Aspek morfogenesis satuan ini terbentuk karena resistensi litologi dan struktur geologi berupa sesar dan Rekahan. Litologi yang didapatkan berupa batugamping Non-Klastik berupa *Bindstone* dan *Boundstone*. Berdasarkan Morfogenesis yang mendominasi yaitu resistensi batuan yang tinggi, maka satuan ini masuk dalam satuan bentuk lahan Perbukitan Karst.

2. Satuan Bentuk Lahan Lembah Karst (K2)

Satuan Bentuk Lahan Lembah Karst (K2) menempati 55% daerah penelitian dan tersebar disetiap dataran rendah dari bukit pada daerah Penelitian. Satuan ini memiliki relief bergelombang membentuk lerang dan dataran dengan elevasi 275-260 mdpl. Dalam Aspek morfogenesis satuan ini terbentuk karena resistensi litologi dan struktur geologi berupa sesar dan Rekahan. Litologi yang didapatkan berupa batugamping Klastik berupa *Grainstone*. Berdasarkan Morfogenesis yang mendominasi yaitu pengaruh dari litologi, maka satuan ini masuk dalam satuan bentuk lahan Lembah Karst.



Gambar 3. Foto Bentang Alam Daerah Penelitian. (K1 merupakan Perbukitan Karst, K2 merupakan Lembah Karst)



Gambar 4. Peta Geomorfologi dan penampang sayatan A-A' desa Gambong

Satuan Batuan

Dasar penentuan umur relatif satuan Batugamping Klastik dan Batugamping Non-Klastik menggunakan kajian umur geologi dari penulis terdahulu Surono (1992). Posisi hubungan stratigrafi didapatkan dari kajian lapangan yang didasari dari data dan kajian geologi penulis terdahulu Surono (1992).

Berdasarkan hasil pemetaan, satuan Litostratigrafi tak resmi daerah penelitian dari tua ke muda meliputi:

1. Satuan Batugamping Klastik

2. Satuan Batugamping Non-Klastik

Satuan Batugamping Klastik

Satuan ini dapat disandingkan dengan stratigrafi regional yaitu formasi Wonosari (Surono, 1992). Formasi Wonosari terdiri dari Batuan berupa Batugamping klastik, Batugamping Non-Klastik dan napal (Surono, 1992). Berdasarkan pemetaan geologi, dominasi litologi yang ditemukan adalah *Grainstone* Pada Lokasi Pengamatan 1,2 dan 4.

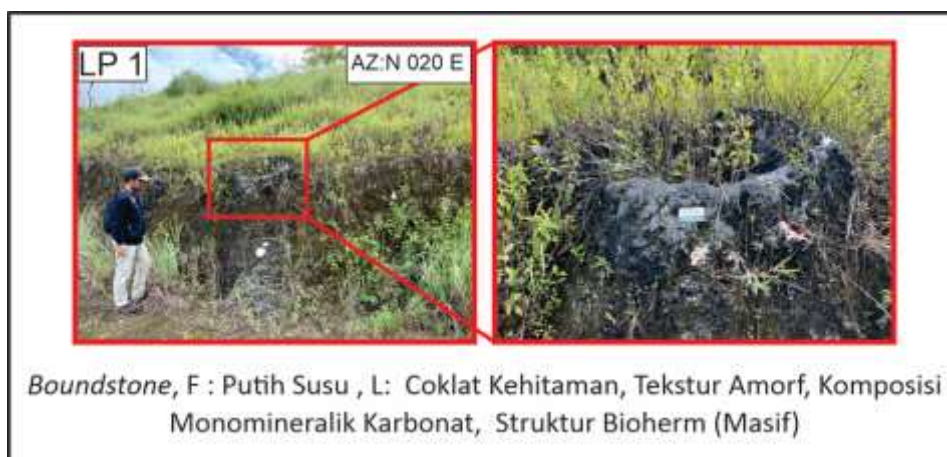
Satuan ini menempati 45% daerah dari area penelitian. Morfologi berupa perbukitan yang berupa pada ketinggian 300-275 mdpl yang berasosiasi dengan Lembah Karst. Litologi yang ditemukan telah mengalami pelapukan dengan intensitas sedang-kuat. Satuan ini didominasi oleh litologi Batugamping Klastik berupa *Grainstone*. Area penelitian termasuk dalam Formasi Wonosari yang berumur Miosen Tengah sampai Miosen Akhir (Surono, 1992). Deskripsi litologi pada satuan batugamping klastik dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Foto litologi dan deksripsi umum satuan batuan pada Lokasi Pengamatan 4

Satuan Batugamping Non-Klastik

Satuan ini dapat disandingkan dengan Stratigrafi regional yaitu formasi Wonosari (Surono, 1992). Formasi Wonosari terdiri dari Batuan berupa Batugamping klastik, Batugamping Non-Klastik dan napal (Surono, 1992). Berdasarkan pemetaan geologi, dominasi litologi yang ditemukan adalah *Boundstone* pada lokasi pengamatan 1, 2, 3 dan *Bindstone* pada lokasi pengamatan 7. Satuan ini menempati 45% daerah dari kavling penelitian. morfologi berupa perbukitan yang berupa pada ketinggian 300-275 mdpl yang berasosiasi dengan puncak-puncak perbukitan karst. Litologi yang ditemukan telah mengalami pelapukan dengan intensitas sedang-kuat. Satuan ini didominasi oleh litologi Batugamping Non-Klastik berupa *Boundstone* dan *Bindstone*, termasuk dalam Formasi Wonosari yang berumur Miosen Tengah sampai Miosen Akhir (Surono, 1992). Deskripsi litologi pada satuan batugamping non-klastik dapat dilihat pada **Gambar 5**. Pada daerah penelitian, penulis menginterpretasi bahwa hubungan antara Satuan batugamping klastik dan satuan batugamping Non-klastik adalah menjari dipengaruhi oleh perubahan fasies lateral batugamping (**Gambar 6**).



Gambar 5. Foto litologi dan deksripsi umum satuan batuan pada Lokasi Pengamatan 1



Gambar 6. Foto litologi dan deksripsi umum satuan batuan pada Lokasi Pengamatan 7. Lokasi ini menunjukkan bahwa satuan Batugamping non-klastik tumbuh diatas satuan Batugamping klastik. Kemenerusan kontak tidak dapat diikuti secara lateral karena perubahan fasies.

Struktur Geologi

Terdapat enam Lokasi Pengamatan yang dapat dilakukan pengukuran data struktur geologi baik berupa *Shear Fracture*, *Gash Fracture*, Bidang sesar, Bidang kekar tarik, dan kedudukan batuan (Tabel 1). Terdapat 5 sesar yang dapat diidentifikasi dan dianalisa pada wilayah kerja, namun sesar tersebut bukanlah sesar aktif karena tidak ada data penunjang yang menunjukkan aktifitas pergerakan sesar.

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran Struktur Geologi

NO LP	X	Y	Data				
			SF	GF	Breksiasi/ Bidang Sesar	Bidang bukaan	Bidang kedudukan
LP 1	467089	9114146	N 005 E/80 ; N 010 E/75 ; N 354 E/85 ; N 336 E/82 ; N 346 E/80 ; N 359 E/81 ; N 356 E/86	N 075 E/56 ; N 077 E/72 ; N 051 E/42	N 002 E		
LP 2	467105	9114247	N 080 E/80 ; N 091 E/84 ; N 062 E/86	N 170 E/45 ; N 163 E/40 ; N 176 E/60	N 081 E		
LP 3	467149	9114257				N 010 E/ 80	
LP 4	467285	9114203	N 202 E/65	N 116 E/70	N 200 E/64	N 342 E/ 83	N 285 E / 25
LP 5	467192	9114016	N 196 E/ 88	N 314 E/ 80			
LP 6	466993	9114011					
LP 7	466967	9114036	1: N 340 E/77 2: N 181 E/63	1: N 246 E/77 2: N 269 E/79	1: N 330 E; 2: N 194 E		

Struktur sesar di daerah penelitian berkembang secara sistematis dan memiliki pola tertentu dan hubungan satu sama lainnya. Sesar yang didapatkan berkembang di daerah penelitian merupakan jenis sesar mendatar dan Sesar Naik. Secara umum sesar mendatar yang didapatkan memiliki kemiringan bidang yang hampir tegak. Bukti-bukti sesar yang didapatkan langsung di lapangan antara lain breksiasi, shear fracture, dan gash fracture. Didukung dengan analisis kelurusan sesar dari citra SRTM dan peta kontur untuk penentuan kemenerusan. Analisis dilakukan untuk mendapatkan tegasan utama dan penamaan sesar menggunakan klasifikasi Rickard, 1972.

Sesar 1

Sesar ini memiliki arah relatif utara-selatan yang terdapat pada LP 2. Setelah dilakukan analisis stereografis, didapatkan nama sesar adalah *Right Reverse Slip Fault* (Rickard, 1972) atau Sesar Naik Menganan. Sesar ini dipengaruhi oleh gaya kompresi yang berarah Tenggara-Barat Laut.



Gambar 7. Foto sesar 1 pada lokasi pengamatan 2 menunjukkan kehadiran indikasi pergerakan berupa *shear fracture* dan *gash fracture*.

Sesar 2

Sesar ini memiliki arah relatif Tenggara-Barat Laut yang terdapat pada LP 7. Setelah dilakukan analisis stereografis, didapatkan nama sesar adalah *Reverse Left Slip Fault* (Rickard, 1972) atau Sesar Mendatar Kiri Naik. Sesar ini dipengaruhi oleh gaya kompresi yang berarah Barat-Timur.



Gambar 8. Foto sesar 2 pada lokasi pengamatan 7 menunjukkan kehadiran indikasi pergerakan berupa *shear fracture* dan *gash fracture*

Sesar 3

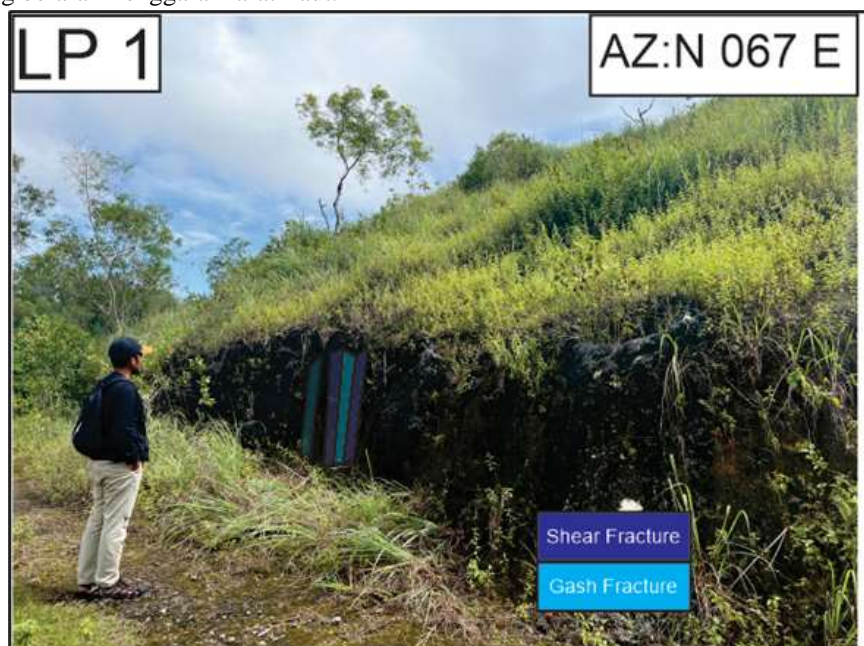
Sesar ini memiliki arah relatif Utara-Selatan yang terdapat pada LP 6. Setelah dilakukan analisis stereografis, didapatkan nama sesar adalah *Reverse Left Slip Fault* (Rickard, 1972) atau Sesar Mendatar Kiri Naik. Sesar ini dipengaruhi oleh gaya kompresi yang berarah Tenggara-Barat Laut.



Gambar 9. Foto sesar 3 pada lokasi pengamatan 6 menunjukkan kehadiran indikasi pergerakan berupa *shear fracture* dan *gash fracture*

Sesar 4

Sesar ini memiliki arah relatif Utara-Selatan yang terdapat pada LP 1. Setelah dilakukan analisis stereografis, didapatkan nama sesar adalah *Reverse Right Slip Fault* (Rickard, 1972) atau Sesar Mendatar Kanan Naik. Sesar ini dipengaruhi oleh gaya kompresi yang berarah Tenggara-Barat Laut.



Gambar 10. Foto sesar 4 pada lokasi pengamatan 1 menunjukkan kehadiran indikasi pergerakan berupa *shear fracture* dan *gash fracture*

Sesar 5

Sesar ini memiliki arah relatif Barat Daya-Timur Laut yang terdapat pada LP 4. Setelah dilakukan analisis stereografis, didapatkan nama sesar adalah *Reverse Left Slip Fault* (Rickard, 1972) atau Sesar Mendatar Kiri Naik. Sesar ini dipengaruhi oleh gaya kompresi yang berarah Barat Daya-Timur Laut.

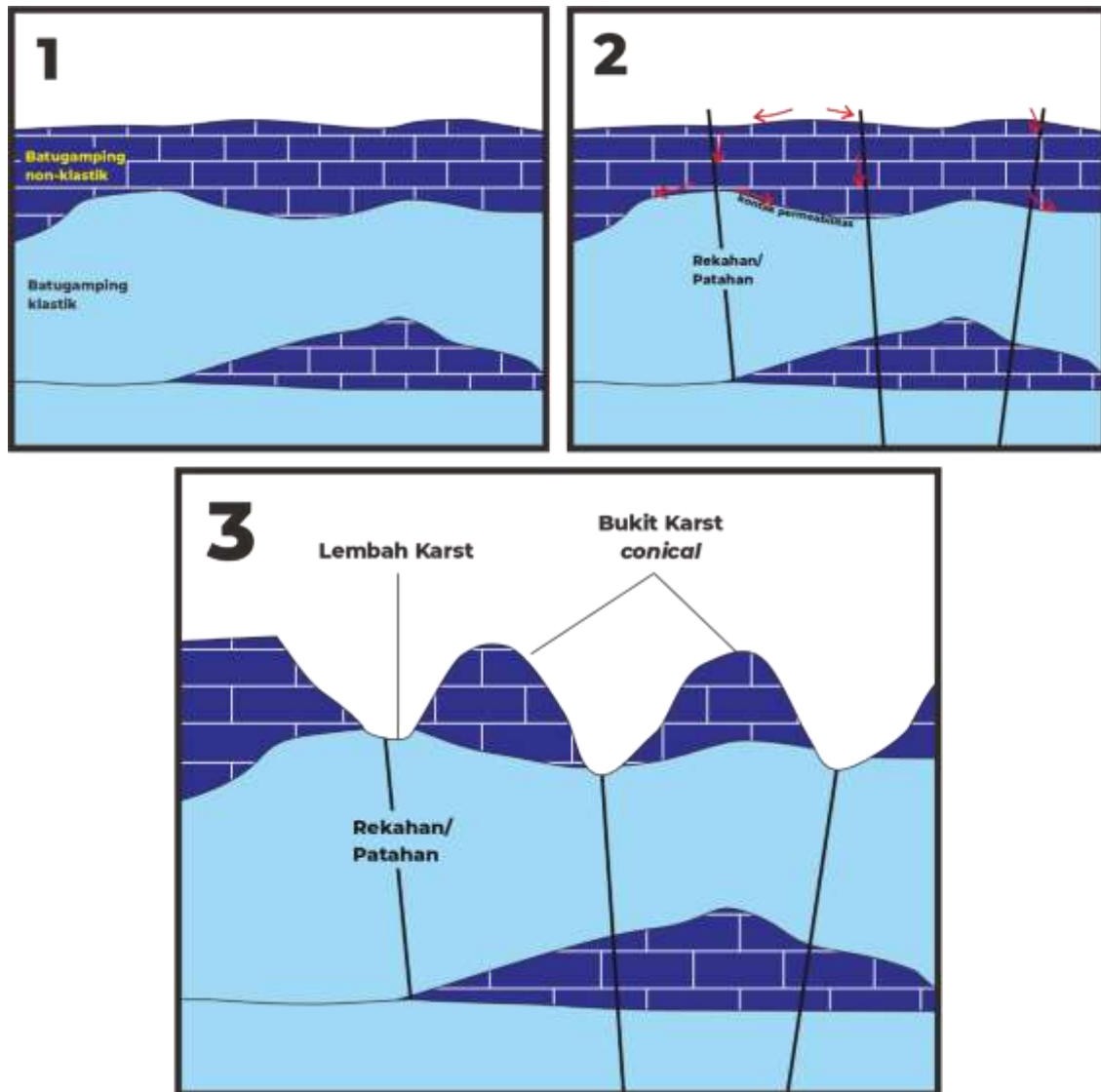


Gambar 11. Foto sesar 5 pada lokasi pengamatan 1 menunjukkan kehadiran indikasi pergerakan berupa *shear fracture* dan *gash fracture*

Pola sebaran satuan batuan dan hasil analisa kinematik sesar dapat dilihat pada Peta Geologi (Lampiran 1)

PENUTUP

Secara genetik pembentukan morfologi karst gunungkidul dipengaruhi oleh gaya kompresi utama pulau Jawa (Tjia, 2013). Hal tersebut dapat dilihat pada daerah penelitian, kehadiran struktur geologi searah dengan kelurusan lembah karst. Pada awalnya, sebelum membentuk pola perbukitan dan lembah karst, rekahan yang terbentuk pada *platform* batugamping Gunungsewu menjadi agen pelapukan yang intens. Pergerakan air permukaan yang kemudian menerobos rekahan, mengerosi dan melarutkan batugamping non-klastik. Pelarutan terjadi baik secara vertical maupun horizontal. Saat bergerak kebawah permukaan, pada kedalaman tertentu, pergerakan air dapat berubah menjadi aliran sungai bawah tanah saat mengenai litologi yang relative impermeabel. Pada penelitian ini disebut sebagai kontak permeabilitas. Kontak permeabilitas pada batugamping sangat dipengaruhi oleh perbedaan fasies batugamping yang sangat heterogen baik secara lateral dan vertikal. Satuan batuan seperti batugamping klastik berbutir halus dapat menjadi batas impermeable. Dinamika pelarutan yang dikontrol oleh pola struktur geologi dan perubahan fasies litologi batugamping tersebut menjadi salah satu proses yang membentuk morfologi karst Gunungsewu. Konsep sederhana proses tersebut dapat dilihat pada **Gambar 12.**



Gambar 12. Konsep pembentukan morfologi lembah dan bukit karst dengan pengaruh kehadiran struktur geologi dan variasi litologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Samodra, H., Gafoer, S., and Tjokrosapoetro, S., 1992. Peta Geologi Lembar Pacitan, Jawa, skala 1 : 100 000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Surono, B., Toha, and Sudarno, I., 1992. Peta Geologi Lembar Surakarta-Girintontro, Jawa, skala 1 : 100 000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Tjia, H.D., 1986, *Morphostructural Development of Gunungsewu Karst, Jawa Island*. Indonesian Journal of Geology Vol. 8 No.2: 75-88.
- Van Bemmelen, R. W., 1949, "The Geology of Indonesia", vol IA, 2nd ed, The Haque Martinus Nijhoff, Netherlands.

