

SKRIPSI

**PENILAIAN *GEOSITE* DENGAN *GEOETHICS* PADA GOA
KELAMBIT DI KECAMATAN SIMPANG, KABUPATEN
OGAN KOMERING ULU SELATAN**



AMALYA MURHIDAYATI AZZAHRA

03071182025011

**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
JURUSAN PERTAMBANGAN DAN GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025**

**PENILAIAN *GEOSITE* DENGAN *GEOETHICS* PADA GOA
KELAMBIT DI KECAMATAN SIMPANG, KABUPATEN OGAN
KOMERING ULU SELATAN**

Laporan ini sebagai bagian dari Tugas Akhir untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Program Studi Teknik Geologi



**AMALYA MURHIDAYATI AZZAHRA
03071182025011**


**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
JURUSAN PERTAMBANGAN DAN GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

PENILAIAN *GEOSITE* DENGAN *GEOETHICS* PADA GOA KELAMBIT DI KECAMATAN SIMPANG, KABUPATEN OGAN KOMERING ULU SELATAN

**Laporan ini sebagai bagian dari Tugas Akhir untuk memperoleh
gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Program Studi Teknik Geologi**

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Teknik Geologi,



Dr. Ir. Idarwati, S.T., M.T., IPM
NIP. 198306262014042001

Palembang, 17 Februari 2025
Menyetujui,
Pembimbing



Budhi Setiawan, S.T., M.T. Ph.D
NIP. 197211121999031002

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Laporan Tugas Akhir ini dengan judul “Penilaian Geosite dengan *Geoethics* pada Goa Kelambit di Kecamatan Simpang, Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada 17 Februari 2025.



Palembang, 17 Februari 2025
Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Laporan Tugas Akhir
Penguji 1 :
Prof. Ir. Edy Sutriyono, M.Sc., Ph.D
NIP. 195812261988111001

()
Februari 2025


Penguji 2 :
Ir. Yogie Zulkurnia Rochmana, S.T., M.T
NIP. 198904222020121003

()
Februari 2025

Mengetahui,
Koordinator Prodi Teknik Geologi,

()

Dr. Ir. Idarwati, S.T., M.T., IPM
NIP. 198306262014042001

Palembang, 17 Februari 2025
Menyetujui,
Pembimbing

()
Budhi Setiawan, S.T., M.T. Ph.D
NIP. 197211121999031002

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Amalya Murhidayati Azzahra

NIM : 03071182025011

Judul : Penilaian *Geosite* dengan *Geoethics* pada Goa Kelambit di Kecamatan Simpang, Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan

Saya menyatakan dengan sebenar - benarnya bahwa Laporan Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil *plagiat*. Apabila ditemukan unsur *plagiat* dalam laporan ini, maka saya bersedia menerima sanksi skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang saya peroleh (S1) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan yang berlaku pada (UU No. 20 Tahun 2003 Pasal 25 Ayat 2 dan Pasal 70).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapa pun.



Palembang, 17 Februari 2025

Yang Membuat Pernyataan,



Amalya Murhidayati Azzahra

NIM. 03071182025011

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Penilaian *Geosite* Dengan *Geoethics* Pada Goa Kelambit Di Kecamatan Simpang, Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan”, sebagai syarat kelulusan di Program Studi Teknik Geologi Universitas Sriwijaya.

Dalam mengerjakan tugas akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak Budhi Setiawan, S.T., M.T. Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah memberikan ilmu, motivasi, dan arahan selama proses bimbingan hingga terselesaikannya tugas akhir ini. Penulis sadari bahwa masih banyak kekurangan pada tugas akhir ini sehingga sangat membutuhkan adanya saran serta kritik yang membangun agar dapat dilakukannya perbaikan. Penulis berharap laporan ini dapat menjadi bahan acuan dalam penelitian geologi. Mohon maaf apabila terdapat kalimat yang tidak sesuai dan kepada Allah penulis mohon ampun. Akhir kata, penulis ucapkan terima kasih.

Palembang, 17 Februari 2025
Penulis,



Amalya Murhidayati Azzahra
NIM. 03071182025011

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan baik. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar - besarnya kepada Budhi Setiawan, S.T., M.T., Ph.D selaku pembimbing yang telah meluangkan waktu selama proses bimbingan berlangsung dengan penuh kesabaran. Selain itu ucapan terima kasih di sampaikan juga kepada :

1. Dr. Ir. Idarwati, S.T., M.T., IPM selaku Koordinator Program Studi Teknik Geologi Universitas Sriwijaya dan Staf Dosen Program Studi Teknik Geologi yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat selama perkuliahan.
2. Dr. Ir. Endang Wiwik Dyah Hastuti, M.Sc (almrh) dan Dr. Ir. Idarwati, S.T., M.T., IPM selaku dosen pembimbing akademik. Yang telah memberikan ilmu dan saran bagi penulis selama masa perkuliahan.
3. Ekky Lampassa yang telah menemani, mendukung, membantu, dan memberikan semangat kepada penulis dari awal perkuliahan, pemetaan hingga sekarang dan seterusnya.
4. Tim pemetaan Lahat "Lahat Squad", Ekky, Arnest, Ivana, Adri, dan Aghil, serta rekan sepembimbing "Pak Budhi Squad" yang telah melewati suka duka bersama.
5. Rekan - rekan yang sudah membantu dalam pengambilan data dilapangan.
6. Keluarga Teknik Geologi Angkatan 2020 yang selalu saling memberikan dukungan dan HMTG "SRIWIJAYA" rumah tempat pulang yang selalu hangat bagi massanya.
7. Kedua orang tua saya yaitu Bapak Novianto dan Ibu Isnawati beserta seluruh keluarga yang selalu memberikan doa dan dukungannya sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi yang membaca. Apabila terdapat kesalahan dan kekeliruan dalam penulisan laporan ini saya ucapkan mohon maaf. Akhir kata, saya ucapkan terima kasih.

Palembang, 17 Februari 2025

Penulis,



Amalya Murhidayati Azzahra

NIM. 03071182025011

RINGKASAN

PENILAIAN *GEOSITE* DENGAN *GEOETHICS* PADA GOA KELAMBIT DI
KECAMATAN SIMPANG, KABUPATEN OGAN KOMERING ULU SELATAN
Karya tulis ilmiah berupa Laporan Tugas Akhir, 17 Februari 2025

Amalya Murhidayati Azzahra, dibimbing oleh Budhi Setiawan, S.T., M.T. Ph.D

*Geosite Assessment Using Geoethics at Kelambit Cave in Simpang Sub-District, South
Ogan Komering Ulu District*

XVII + 45 Halaman, 29 Gambar, 4 Tabel, 4 Lampiran

RINGKASAN

Goa Kelambit Besar dan Goa Kelambit Kecil berada di Kecamatan Simpang, Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan. Penelitian ini hanya berfokus pada Goa Kelambit Kecil dikarenakan sudah memiliki akses masuk berupa jalan yang memadai, sedangkan Goa Kelambit Besar belum memiliki akses jalan yang layak. Penelitian di Goa Kelambit Kecil telah dilakukan dengan menggunakan pendekatan *geoethics*. *Geoethics* adalah cabang etika yang membahas bagaimana tindakan manusia memengaruhi lingkungan alam, tujuan dari pendekatan *geoethics* ialah untuk meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya menjaga alam untuk generasi yang akan datang. Selain itu, penelitian ini menggunakan beberapa data dan analisa untuk mendukung penilaian *geosite* pada Goa Kelambit Kecil, termasuk analisa data LiDAR yang digunakan dalam perhitungan parameter morfometrik goa, diantaranya panjang lorong, tinggi, lebar, kelokan dan pola percabangan pada goa. Berdasarkan perhitungan parameter morfometrik dengan nilai *width-height ratio* 1,41 dan *vertical index* 0,041 membuktikan bahwa Goa Kelambit Kecil cenderung lebih berkembang kearah horizontal serta mencerminkan pola lateral khas *water-table cave* (WTC). Goa ini juga memiliki *tortuosity* sebesar 1,14 yang menunjukkan jalur goa tergolong lurus dan efisien untuk aliran air. Selain itu, struktur goa sangat sederhana dengan nilai *node connectivity degree* 1, γ *index* bernilai 1 dan *ramification index* bernilai 0 yang menunjukkan bahwa Goa Kelambit Kecil memiliki struktur linier tanpa percabangan, α *index* bernilai 0 mengindikasikan tidak adanya jalur melingkar pada goa.

Data *point cloud* yang didapatkan dari hasil tangkapan drone DJI Mavic 3 Multispektral berguna untuk melihat posisi pintu goa. Pada tangkapan *point cloud* Goa Kelambit Kecil terletak di area dengan elevasi tinggi yang tercermin dalam *point cloud* dengan warna hijau tua di sekitar goa. Vegetasi di sekitar pintu goa menghalangi

penglihatan langsung, namun pintu goa tetap terdeteksi dalam *point cloud* melalui lubang kecil yang tampak hitam. Sedangkan Goa Kelambit Besar terletak di daerah dengan elevasi lebih rendah yang terlihat dalam *point cloud* dengan warna hijau dan biru. Elevasi yang rendah ini membuat pintu goa lebih mudah terdeteksi, pintu goa terlihat jelas dalam *point cloud* sebagai lubang besar berwarna hitam, menandakan akses terbuka di area tersebut.

Analisa petrografi untuk mengetahui nama batuan pada goa lokasi penelitian. Berdasarkan hasil penarikan penamaan pada kedua goa didapatkan nama batumannya yaitu *wackestone*. Kemudian analisa paleontologi untuk menentukan umur relatif dan lingkungan batimetri. Setelah dilakukan analisa pada Goa Kelambit Besar ditemukan fosil foraminifera planktonik antara lain *Orbulina universa*, *Globigerinoides diminutus*, *Globorotalia obessa*, *Globigerina occlusa* dan didapatkan umur *Early Miocene – Middle Miocene* (N7 – N9), kemudian pada foraminifera bentonik ditemukan fosil *Discorbis sp*, *Cibicides praecinctus*, *Schubertia tessellate*, *Uvigerina schwageri* yang berada pada lingkungan batimetri Neritik Tepi – Neritik Tengah. Sedangkan Goa Kelambit Kecil ditemukan fosil foraminifera planktonik yaitu ditemukan fosil foraminifera planktonik yaitu *Globigerinoides subquadratus*, *Globigerina praebulloides*, *Orbulina universa*, *Hestigerina praesiphonifera*, *Globigerinoides trilobus* dan didapatkan umur *Early Miocene – Middle Miocene* (N8 – N13), kemudian ditemukan fosil foraminifera bentonik yaitu *Lenticula iota*, *Amphistegina quoyii*, *Planularia siddalliana*, *Fissurina quadrata*, *Tubinella inornata* yang berada pada lingkungan batimetri Neritik Tepi – Neritik Luar.

Dilakukan juga analisa sampel air untuk mengetahui kualitas dan kadar nitrat serta nitrit yang terdapat pada air goa. Berdasarkan hasil analisa laboratorium mengenai syarat kualitas air minum, dari segi kekeruhan, TDS, pH, nitrat, nitrit, warna termasuk dalam kategori layak untuk dijadikan sebagai sumber air minum, namun untuk kategori parameter bakteri *Total Coliform* dan *Escherichia coli* yang tinggi, sehingga air tersebut tidak layak dipakai untuk sumber air minum. Lalu, kandungan nitrat dan nitrit yang terkandung cenderung menurunkan pH air dalam goa, yang membuat lingkungan goa menjadi lebih asam.

Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan, hal ini menunjukkan pentingnya pengelolaan goa melalui pendekatan *geoethics*. Penilaian *geosite* menggunakan pendekatan *geoethics* menekankan pentingnya pengelolaan yang hati-hati, terutama karena goa ini sangat rentan terhadap perubahan hidrologis. Struktur goa yang sederhana membuatnya sensitif terhadap gangguan, sehingga pengelolaan yang hati-hati diperlukan


untuk melindungi ornamen goa dan ekosistemnya. Pembatasan jumlah pengunjung dapat menjadi solusi untuk menjaga kelestarian goa. Selain itu, edukasi kepada masyarakat lokal mengenai dampak pertanian, khususnya penggunaan pupuk nitrogen, sangat penting untuk menjaga kualitas air di goa. Teknologi seperti drone multispektral dapat digunakan untuk membantu memantau kondisi disekitar goa tanpa merusak lingkungan, sehingga pengelolaan *geosite* dapat dilakukan dengan lebih efisien. Untuk menjaga kelestarian goa, pengelolaan tersebut harus berbasis pada prinsip keberlanjutan, termasuk pengaturan kapasitas pengunjung dan penerapan jalur wisata yang ramah lingkungan. Oleh karena itu, kolaborasi yang erat antara ilmuwan, pemerintah, dan masyarakat lokal sangat penting untuk memastikan bahwa pelestarian Goa Kelambit Kecil tetap terjaga dalam jangka panjang.

Kata Kunci : *Geosite, Geoethics, Goa, LiDAR, Parameter Morfometrik*


Palembang, 17 Februari 2025

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Teknik Geologi

Menyetujui,
Pembimbing



Dr. Ir. Idarwati, S.T., M.T., IPM
NIP. 198306262014042001



Budhi Setiawan, S.T., M.T. Ph.D
NIP. 197211121999031002

SUMMARY

GEOSITE ASESSMENT USING GEOETHICS AT KELAMBIT CAVE IN SIMPANG SUB-DISTRICT, SOUTH OGAN KOMERING ULU DISTRICT

Scientific paper in the form of Final Project, February 2025

Amalya Murhidayati Azzahra, supervised by Budhi Setiawan, S.T., M.T. Ph.D

Penilaian Geosite dengan Geoethics pada Goa Kelambit di Kecamatan Simpang, Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan

XVII + 45 Pages, 29 Pictures, 4 Tables, 4 Attachments

SUMMARY

Kelambit Besar cave and Kelambit Kecil cave are located in Simpang District, Ogan Komering Ulu Selatan Regency. This study focuses only on Kelambit Kecil cave due to its access via a suitable road, while Kelambit Besar cave does not have proper access. Research on Kelambit Kecil cave was conducted using a geoethics approach. Geoethics is a branch of ethics that discusses how human actions affect the natural environment. The goal of this geoethics approach is to raise public awareness about the importance of preserving nature for future generations. Furthermore, this study uses various data and analyses to support the geosite assessment of Kelambit Kecil cave, including LiDAR data analysis used in the calculation of the cave's morphometric parameters, such as tunnel length, height, width, curvature, and branching patterns of the cave. Based on the calculation of morphometric parameters with a width-height ratio of 1.41 and a vertical index of 0.041, it proves that Kelambit Kecil cave tends to develop horizontally and reflects the lateral pattern typical of a water-table cave (WTC). This cave also has a tortuosity of 1.14, indicating that the cave's path is relatively straight and efficient for water flow. Additionally, the cave structure is quite simple with a node connectivity degree of 1, a γ index of 1, and a ramification index of 0, showing that Kelambit Kecil cave has a linear structure without branching, and an α index of 0 indicates the absence of looping paths in the cave.

Point cloud data obtained from DJI Mavic 3 Multispectral drone captures is useful for determining the cave's entrance position. In the point cloud capture, Kelambit Kecil cave is located in a high elevation area, which is reflected in the point cloud with dark green surrounding the cave. Vegetation around the cave entrance obstructs direct visibility, but the entrance is still detected in the point cloud through a small black hole. Meanwhile, Kelambit Besar cave is located in a lower elevation area, visible in the point

cloud with green and blue colors. The lower elevation makes the cave entrance easier to detect, and the entrance is clearly visible in the point cloud as a large black hole, indicating an open access point in that area.

A petrological analysis was conducted to determine the rock type in the cave study site. Based on the naming analysis for both caves, the rock type identified is wackestone. Then, a paleontological analysis was conducted to determine the relative age and bathymetric environment. After analysis, foraminifera planktonic fossils were found in Kelambit Besar cave, including *Orbulina universa*, *Globigerinoides diminutus*, *Globorotalia obessa*, *Globigerina oclusa*, with an age range of Early Miocene – Middle Miocene (N7 – N9). Additionally, benthic foraminifera fossils were found, including *Discorbis sp.*, *Cibicides praecinctus*, *Schubertia tessellate*, and *Uvigerina schwageri*, situated in the Neritic Shelf – Neritic Mid bathymetric environment. In contrast, in Kelambit Kecil cave, planktonic foraminifera fossils were found, including *Globigerinoides subquadratus*, *Globigerina praebulloides*, *Orbulina universa*, *Hestigerina praesiphonifera*, *Globigerinoides trilobus*, with an age range of Early Miocene – Middle Miocene (N8 – N13). Benthic foraminifera fossils identified include *Lenticula iota*, *Amphistegina quoyii*, *Planularia siddalliana*, *Fissurina quadrata*, and *Tubinella inornata*, found in the Neritic Shelf – Outer Neritic bathymetric environment.

Water sample analysis was also conducted to determine the quality and the levels of nitrate and nitrite in the cave water. Based on laboratory analysis regarding drinking water quality standards, the water quality in terms of turbidity, TDS, pH, nitrate, nitrite, and color is deemed suitable for drinking water. However, the high levels of Total Coliform and *Escherichia coli* bacteria indicate that the water is not fit for consumption. Furthermore, the presence of nitrate and nitrite tends to lower the pH of the cave water, making the cave environment more acidic.

Based on the analysis conducted, this study highlights the importance of managing the cave using a geoethics approach. Geosite assessment with a geoethics approach emphasizes the need for careful management, especially since the cave is highly vulnerable to hydrological changes. The simple structure of the cave makes it sensitive to disturbances, so careful management is necessary to protect the cave's ornaments and ecosystem. Limiting the number of visitors could be a solution to preserve the cave. Moreover, educating local communities about the impact of agriculture, especially the use of nitrogen fertilizers, is crucial to maintaining water quality in the cave. Technologies like multispectral drones can help monitor the surrounding conditions

without harming the environment, allowing for more efficient geosite management. To preserve the cave, management must be based on sustainability principles, including visitor capacity regulation and the implementation of environmentally friendly tourism paths. Therefore, close collaboration between scientists, the government, and local communities is essential to ensure the long-term preservation of Kelambit Kecil cave.

Keyword : Geosite, Geoethics, Cave, LiDAR, Morphometric Parameters

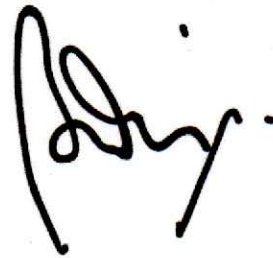
Palembang, 17 Februari 2025

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Teknik Geologi

Menyetujui,
Pembimbing



Dr. Ir. Idarwati, S.T., M.T., IPM
NIP. 198306262014042001



Budhi Setiawan, S.T., M.T. Ph.D
NIP. 197211121999031002

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	v
KATA PENGANTAR	vi
UCAPAN TERIMA KASIH	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	xi
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan.....	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Lokasi dan Ketersampaian Daerah Penelitian	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
2.1 Pengertian Karst.....	6
2.2 Karstifikasi.....	6
2.3 Goa	7
2.4 Jenis – Jenis Goa.....	7
2.5 Klasifikasi Pola Goa	9
2.6 <i>Geosite</i>	11
2.7 Parameter Morfometrik.....	12
2.8 <i>Geoethics</i>	12
2.9 <i>Light Detection and Ranging (LiDAR)</i>	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	14
3.1 Pendahuluan.....	14
3.1.1 Studi Literatur	15
3.1.2 Penentuan Lokasi	15
3.1.3 Perizinan dan Persiapan Alat	15
3.2 Pengumpulan Data.....	15
3.3 Pengolahan Data	15

3.3.1	<i>Light Detection and Ranging</i>	15
3.3.1.1	Parameter Morfometrik	16
3.3.1.1.1	Parameter Geometris	16
3.3.1.1.1.1	<i>Width-Height Ratio</i>	16
3.3.1.1.1.2	<i>Tortuosity</i>	17
3.3.1.1.1.3	<i>Vertical Index</i>	18
3.3.1.1.2	Parameter Topologis.....	19
3.3.1.1.2.1	<i>Node Connectivity Degree</i>	16
3.3.1.1.2.2	<i>Graph Indices (γ and α)</i>	17
3.3.1.1.2.3	<i>Ramification Index</i>	20
3.3.2	Data Drone	21
3.3.3	Analisa Petrografi	21
3.3.4	Analisa Paleontologi.....	22
3.3.5	Analisa Sampel Air	23
3.3.6	Penyusunan Laporan.....	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		24
4.1	<i>Light Detection and Ranging (LiDAR)</i>	24
4.2	<i>Point Cloud</i>	28
4.3	Ornamen Goa.....	30
4.4	Hasil Analisa Paleontologi	32
4.5	Hasil Analisa Petrografi	35
4.6	Hasil Analisa Sampel Air	37
4.7	Penilaian <i>Geosite</i> dengan <i>Geoethics</i>	39
4.7.1	Analisa Morfometrik Goa Kelambit Kecil.....	39
4.7.2	Kualitas Air dan Dampak Limbah Pertanian	40
4.7.3	Perlindungan Ornamen Goa	41
4.7.4	Peran Teknologi dalam Pengelolaan <i>Geosite</i>	41
4.7.5	Edukasi dan Keterlibatan Masyarakat Lokal	42
4.7.6	Kerja Sama dalam Upaya Pelestarian yang Berkelanjutan	42
4.7.7	Kesimpulan dan Rekomendasi	43
BAB V KESIMPULAN		46
DAFTAR PUSTAKA		xv

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Lokasi Penelitian	5
Gambar 2. 1 a) <i>Solution Caves</i> ; b) <i>Lava Caves</i> ; c) <i>Sea Caves</i> ; d) <i>Glacier Caves</i>	9
Gambar 2. 2 Ilustrasi sayatan melintang goa yang menggambarkan berbagai zona pembentukan goa, pola lorong dalam tampak atas (<i>planview cave patterns</i>) (Jouves, et al., 2017)	11
Gambar 3. 1 Diagram Alir.....	14
Gambar 3. 2 Ilustrasi Perkembangan Lorong Goa.....	17
Gambar 3. 3 Ilustrasi Perhitungan <i>Tortuosity</i> Pada Goa Kelambit Kecil	18
Gambar 3. 4 Ilustrasi Graf Pada Goa Kelambit Kecil.....	18
Gambar 3. 5 Klasifikasi Batuan Sedimen Karbonat (Dunham, 1962)	22
Gambar 3. 6 Klasifikasi Batuan Sedimen Karbonat (Embry & Klovan , 1971)	22
Gambar 4. 1 a) Tampak Depan, b) Tampak Belakang, c) Tampak Atas Goa Kelambit Kecil yang diambil dengan aplikasi <i>Polycam</i>	24
Gambar 4. 2 Perhitungan <i>Width-Height Ratio</i> Pada Goa Kelambit Kecil.....	29
Gambar 4. 3 Perhitungan <i>Tortuosity</i> Pada Goa Kelambit Kecil.....	29
Gambar 4. 4 Ilustrasi Untuk Semua Perhitungan Parameter Topologis Pada Goa Kelambit Kecil	29
Gambar 4. 5 Tangkapan Data Model Jarak Jauh	29
Gambar 4. 6 a) Tangkapan Data Model Jarak Dekat Goa Kelambit Besar, b) Tangkapan Data <i>Point Cloud</i> Jarak Dekat Goa Kelambit Besar	29
Gambar 4. 7 a) Tangkapan Data Model Jarak Dekat Goa Kelambit Kecil, b) Tangkapan Data <i>Point Cloud</i> Jarak Dekat Goa Kelambit Kecil.....	30
Gambar 4. 8 Ornamen Goa: a) Stalaktit, b) Stalakmit, c) Kolom	32
Gambar 4. 9 Fosil Foraminifera Planktonik Goa Kelambit Besar: (a) <i>Orbulina universa</i> ; (b) <i>Globigerinoides diminutus</i> ; (c) <i>Globorotalia obessa</i> ; (d) <i>Globigerina occlusal</i>	32
Gambar 4. 10 Penarikan Umur Relatif Goa Kelambit Besar	33
Gambar 4. 11 Fosil Foraminifera Bentonik Goa Kelambit Besar: (a) <i>Orbulina universa</i> ; (b) <i>Globigerinoides diminutus</i> ; (c) <i>Globorotalia obessa</i> ; (d) <i>Globigerina occlusal</i>	33
Gambar 4. 12 Penarikan Lingkungan Batimetri Goa Kelambit Besar	33
Gambar 4. 13 Fosil Foraminifera Planktonik Goa Kelambit Kecil: (a) <i>Globigerinoides subquadratus</i> ; (b) <i>Globigerina praebulloides</i> ; (c) <i>Orbulina universa</i> ; (d) <i>Hestigerina praesiphonifera</i> ; (e) <i>Globigerinoides trilobus</i>	34
Gambar 4. 14 Penarikan Umur Relatif Goa Kelambit Kecil.....	34
Gambar 4. 15 Fosil Foraminifera Bentonik Goa Kelambit Kecil: (a) <i>Lenticula iota</i> ; (b) <i>Amphistegina quoyii</i> ; (c) <i>Planularia siddalliana</i> ; (d) <i>Fissurina quadrata</i> ; (e) <i>Tubinella inornata</i>	34
Gambar 4. 16 Penarikan Lingkungan Batimetri Goa Kelambit Kecil.....	35
Gambar 4. 17 Kenampakan Sayatan Tipis Goa Kelambit Kecil (Tmb-01).....	35
Gambar 4. 18 Plotting Sampel Petrografi Goa Kelambit Kecil dengan Klasifikasi (Dunham, 1962) (Embry & Klovan , 1971).	36
Gambar 4. 19 Kenampakan Sayatan Tipis Goa Kelambit Besar (Tmb-02)	36
Gambar 4. 20 Plotting Sampel Petrografi Goa Kelambit Besar dengan Klasifikasi (Dunham, 1962) (Embry & Klovan , 1971).....	36

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Tabel Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu.....	37
Tabel 4. 1 Hasil Analisa Air Goa Kelambit Besar	37
Tabel 4. 2 Hasil Analisa Air Goa Kelambit Kecil.....	38
Tabel 4. 3 Penilaian <i>Geosite</i> dengan <i>Geoethics</i>	43

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A. Analisa Petrografi
- Lampiran B. Analisa Paleontologi
- Lampiran C. Analisa Sampel Air
- Lampiran D. Peta Montage

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bagian pendahuluan ini menjelaskan mengenai beberapa sub-bab seperti latar belakang dalam pemilihan topik penelitian, maksud dan tujuan, rumusan masalah, batasan masalah serta kesampaian menuju lokasi yang menjadi lokasi penelitian.

1.1 Latar Belakang

Geosite merupakan situs alam seperti formasi batuan, mineral, fosil, lapisan tanah atau struktur geologi yang terbentuk dari peristiwa geologis selama pembentukan atau evolusi kerak bumi. Keberadaannya penting untuk didokumentasikan secara ilmiah dan beberapa di antaranya juga memiliki nilai keindahan yang tinggi. Penelitian *geosite* membantu ilmuwan memahami proses geologis suatu wilayah. Selain untuk penelitian, *geosite* juga berfungsi sebagai sumber edukasi bagi siswa dan masyarakat. Selain nilai ilmiah, banyak *geosite* memiliki daya tarik keindahan yang tinggi, menarik wisatawan dengan keindahan formasi batuan dan keanekaragaman hayati. Hal ini membuka peluang pengembangan geowisata, yang menawarkan keindahan sekaligus edukasi tentang pelestarian lingkungan. Dengan demikian, *geosite* berfungsi sebagai situs ilmiah, dan objek wisata yang meningkatkan kesadaran tentang pentingnya menjaga warisan geologi. Perlunya pengelolaan berkelanjutan agar generasi mendatang dapat menikmati keindahan dan nilai ilmiah dari lokasi ini.

Penilaian *geosite* merupakan suatu proses evaluasi yang terstruktur dan sistematis, di mana berbagai aspek penting dari suatu situs geologi diukur secara mendalam, termasuk nilai ilmiah yang berkaitan dengan keunikan geologisnya, nilai edukatif yang mencerminkan potensi situs tersebut sebagai sumber pembelajaran bagi masyarakat dan pengunjung, serta nilai keindahan yang menunjukkan daya tarik visual yang dapat menarik perhatian wisatawan. Penilaian *geosite* dalam penelitian ini menggunakan beberapa data untuk dianalisa yaitu, data LiDAR yang digunakan untuk menganalisa parameter morfometrik goa, data drone yang telah diolah dalam bentuk *point cloud*, analisa petrografi, analisa paleontologi, dan analisa sampel air. Setelah dilakukan seluruh analisa tersebut, kemudian dilakukan penilaian *geosite* menggunakan *geoethics*.

Analisa parameter morfometrik goa digunakan untuk mengukur dan menganalisa geometri dan topologi jaringan goa, yang mana parameter morfometrik ini terbagi menjadi parameter geometris (*width-height ratio*, *tortuosity*, *vertical index*) dan parameter topologis (*node connectivity degree*, α and γ *graph indices*, *ramification index*). Parameter geometris memberikan gambaran yang lebih terperinci mengenai bentuk penampang lorong goa, orientasi lorong secara keseluruhan, serta pola jaringan goa dalam sistem karst. Sedangkan, parameter topologis untuk menganalisa bagaimana bagian – bagian goa saling terhubung dan membentuk suatu pola atau struktur jaringan lorong goa (Labib, et al., 2020). Parameter ini penting untuk memahami pola percabangan serta hubungan antar lorong dalam sistem goa secara keseluruhan, seperti apakah goa memiliki lorong bercabang, *loop*, atau memiliki struktur yang kompleks (Jouves, et al., 2017).

Pada penelitian ini juga dilakukan pengambilan data drone menggunakan drone DJI Mavic 3 Multispectral yang digunakan untuk melihat posisi pintu goa pada daerah penelitian. Data yang dihasilkan berupa *point cloud* yang merupakan kumpulan titik - titik yang membentuk permukaan suatu objek dalam bentuk tiga dimensi (Moyes & Montgomery, 2019). Dilakukan pula analisa petrografi yang digunakan untuk mengetahui jenis batuan dan mineral yang terdapat pada goa, analisa paleontologi yang digunakan untuk mengetahui umur relatif dan lingkungan batimetri pada daerah penelitian, dan analisa sampel air untuk mengetahui kualitas air goa sebagai sumber air minum dan melihat kadar nitrat serta nitrit. Kadar nitrat dan nitrit yang terkandung dalam air goa berasal dari aktivitas pertanian disekitar. Ketika pupuk diaplikasikan, nitrogen dalam pupuk akan terurai menjadi nitrit dan kemudian menjadi nitrat melalui proses nitrifikasi (Ardhaneswari & Wispriyono, 2012). Kandungan nitrit yang berada dalam goa cenderung menurunkan pH air dalam goa, yang membuat lingkungan goa menjadi lebih asam (Liu, et al., 2023).

Geoethics adalah cabang etika yang mempelajari bagaimana tindakan manusia memengaruhi lingkungan alam. Fokus utamanya adalah pada prinsip – prinsip yang mengarahkan manusia untuk menjaga keseimbangan alam. Selain melihat dampak langsung dari aktivitas manusia, *geoethics* juga mempertimbangkan dampak jangka panjang terhadap ekosistem dan kelestarian lingkungan. Tujuan dari *geoethics* adalah untuk meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya menjaga alam untuk generasi yang akan datang. Penelitian ini dilakukan untuk menilai apakah Goa Kelambit layak untuk dijadikan sebagai *geosite* serta untuk mengetahui seberapa besar dampak aktivitas manusia yang dapat mempengaruhi alam sekitar.

1.2 Maksud dan Tujuan

Berdasarkan latar belakang yang telah dibahas, maksud dan tujuan yang akan dibahas pada penelitian ini antara lain:

1. Mengetahui umur goa dan fitur – fitur pada goa
2. Mengidentifikasi jenis batuan dan mineral yang terkandung
3. Mengidentifikasi goa mana yang lebih berpotensi untuk dijadikan *geosite*
4. Mengidentifikasi kualitas air yang terdapat pada goa
5. Menjadi salah satu literasi sumber informasi mengenai Goa Kelambit

1.3 Rumusan Masalah

Penelitian ini mengkaji data-data yang diperlukan sesuai dengan rumusan masalah yang telah ditetapkan. Rumusan masalah ini disusun berdasarkan referensi dari penelitian-penelitian terdahulu (Tabel 1.1). berikut adalah rumusan masalah yang dimaksud:

1. Bagaimana analisa parameter morfometrik berpengaruh terhadap goa?
2. Apa dampak aktivitas pertanian terhadap kualitas air pada goa?
3. Bagaimana potensi goa untuk dijadikan sebagai *geosite*?

4. Bagaimana mengedukasi masyarakat lokal mengenai praktik ramah lingkungan untuk mendukung keberlanjutan ekosistem Goa Kelambit?
5. Sejauh mana edukasi masyarakat lokal dan penerapan prinsip *geoethics* dapat mengurangi dampak negatif aktivitas manusia terhadap Goa Kelambit?

Tabel 1.1 Perbandingan Dengan Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti	Analisa Parameter Morfometrik Goa	Analisa <i>Point Cloud</i>	Analisa Sampel Air	Analisa Penilaian <i>Geoethics</i>
1.	Jouves, Johan. (2017). <i>Speleogenesis, geometry, and topology of caves: A quantitative study of 3D karst conduits. Journal of Hydrology</i> , 86-106.				
2.	Labib, M.A. (2020). Morfometri Dan Tipologi Lorong Gua Di Kabupaten Malang. <i>Media Komunikasi Geografi</i> , 52-62.				
3.	Moyes, Holley. (2019). <i>Locating Cave Entrances Using Lidar-Derived Local Relief Modeling. Geoscience</i>				
4.	Ardhaneswari, Mutia. (2012). Analisis Risiko Kesehatan Akibat Paparan Senyawa Nitrat dan Nitrit Pada Air Tanah di Desa Cihambulu Subang. <i>Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia</i> , 65-72				
5.	Liu, Xiaoyan. (2023). <i>Nitrate determines the bacterial habitat specialization and</i>				

	<i>impacts microbial functions in a subsurface karst cave. National Library of Medicine.</i>				
6.	Antic, Aleksandar. (2020). <i>Applying the Values of Geoethics for Sustainable Speleotourism Development. Geoheritage,</i>				
7.	Azzahra, Amalya Murhidayati. (2025). <i>Penilaian Geosite dengan Geoethics Pada Goa Kelambit Di Kecamatan Simpang, Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan. Palembang: Universitas Sriwijaya.</i>				

Keterangan:



: Sudah diteliti



: Objek penelitian

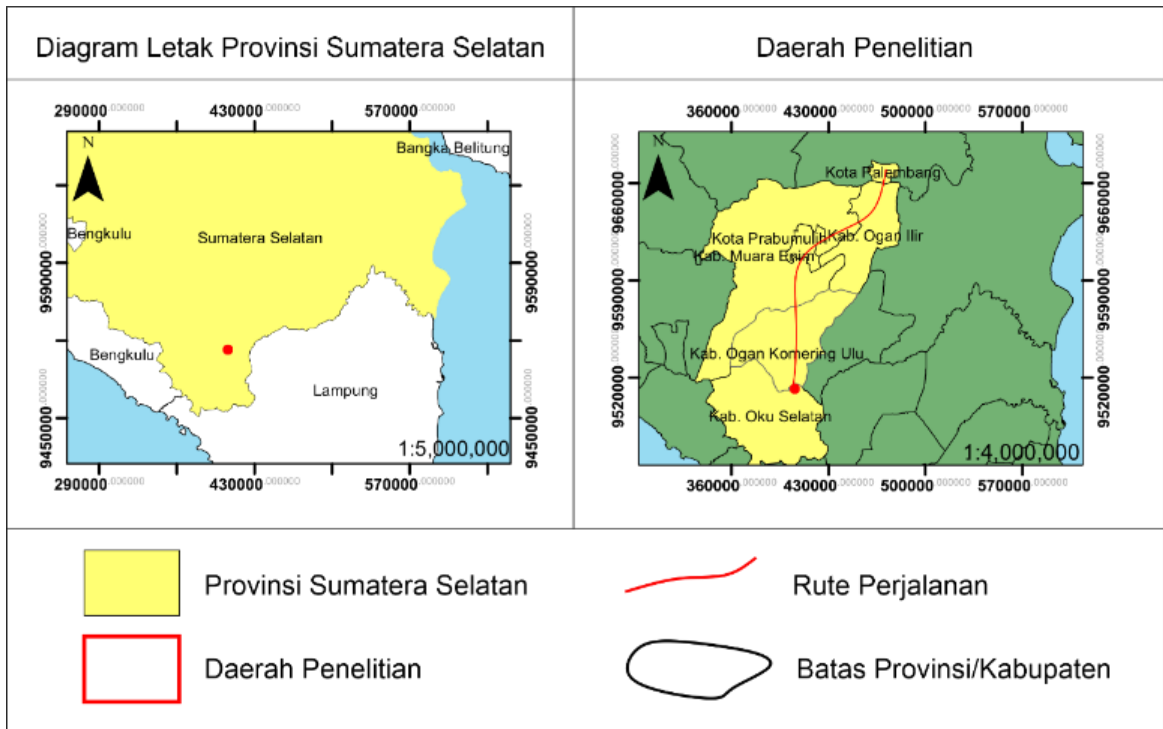
1.1 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini mengacu pada permasalahan yang akan dibahas dan dibatasi oleh luasan daerah penelitian serta data yang telah diambil selama kegiatan penelitian berlangsung. Berikut merupakan batasan pada penelitian ini antara lain:

1. Penelitian berfokus pada Goa Kelambit Kecil
2. Parameter yang digunakan berupa parameter – parameter yang berpengaruh terhadap goa yang kemudian dilakukan penilaian berdasarkan parameter tersebut

1.2 Lokasi dan Ketersampaian Daerah Penelitian

Lokasi daerah penelitian secara administratif terletak pada Desa Bungin Campang, Kecamatan Simpang, Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan, Provinsi Sumatera Selatan (Gambar 1.1). Secara geografis, lokasi penelitian ini terletak pada koordinat 4°25'29.06"S 104°8'35.56"E.



Gambar 1. 1 Lokasi Penelitian

DAFTAR PUSTAKA

- Adji, T. (2005). Kontribusi Hidrologi Karst Dalam Pengelolaan Kawasan Karst. *Conference Paper. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.*
- Antić, A., Peppoloni, S., & Capua, G. D. (2020). Applying the Values of Geoethics for Sustainable Speleotourism Development. *Geoheritage.*
- Ardhaneswari, M., & Wispriyono, B. (2012). Analisis Reisiko Kesehatan Akibat Pajanan Senyawa Nitrat dan Nitrit Pada Air Tanah di Desa Cihambulu subang. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia, 65-72.*
- Audra, P., & Palmer, A. (2013, Oktober 22). The vertical dimension of karst: controls of vertical cave pattern. In: *J.E.i.c. Shroder, A.E. frumkin (Eds.), Treatise on Geomorphology. Academic Press, Karst Geomorphology, 186-206.* From Kajian Pustaka: <https://www.kajianpustaka.com/2019/10/daerah-aliran-sungai-das.html>
- Baltsavias, E. P. (1999). Airborne Laser Scanning: basic relations and formulas. *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing, 199-214.*
- Barker, R. (1969). *Taxonomic Notes.* Tulsa : Oklahoma, USA: Society of Economic Paleontologists and Mineralogis.
- Barthélemy, M. (2011). Spatial Networks. *Physics Reports.*
- Blow, W. (1969). Late Middle Eocene to Recent Planktonic Foraminiferal Biostratigraphy. *Porc. 1th Conference Planktonic Microfossils.*
- Brice, J. (1960). Index for description of channel braiding. *Geological Society of America Bulletin.*
- Brilha, J. (2016). Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review. *Geoheritage.*
- Çiftçi, Y., & Güngör, Y. (2016). Proposals For The Standard Presentation Of Elements Of Natural And Cultural Heritage Within Scope Of Geopark Projects. *Bulletin of The Mineral Research and Exploration, 223-238.*
- Davies, W., & Morgan, I. (1991). *Geology of caves.* USGS Publications Warehouse.
- Dunham, R. (1962). Classification of carbonate rocks according to depositional texture, in Ham, W. E. *AAPG Memoir, 1, 108-121.*
- Embry, A., & Klovan, J. (1971). A Late Devonian Reef Trect on North Bank Island Northwest Territories. *Bulletin Canadian Petroleum Geologist.*
- Firdauzy, A. A., & Zuharmen. (2020). Aplikasi Kartografi Dalam Survei Dan Teknik Pemetaan Goa Horizontal Studi Kasus: Goa Nguwik Di Desa Donorejo Kecamatan Kaligesing Kabupaten Purworejo.
- Ford, D., & Ewers, R. (1978). The Development of Limestone Caves System. *Journal of Geology, 213-244.*

- Ford, D., & Williams, P. (2007). *Karst Hydrogeology and Geomorphology*. England: John Wiley & Sons Ltd.
- Gabrovšek, F., Häuselmann, P., & Audra, P. (2014). 'Looping caves' versus 'water table caves': The role of base-level changes and recharge variations in cave development. *Geomorphology*, 683-691.
- Haryono, E., & Adji, T. N. (2004). *Geomorfologi dan Hidrologi Karst*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Howard, A. (1971). Quantitative measures of cave patterns. Cave and karst. *Research in speleology*, 1-7.
- Jouves, J., Viseur, S., Arfib, B., Baudement, C., Camus, H., Collon, P., & Guglielmi, Y. (2017). Speleogenesis, geometry, and topology of caves: A quantitative study of 3D karst conduits. *Journal of Hydrology*, 86-106.
- Koupatsiaris, A. A., & Drinia, H. (2024). Expanding Geoethics: Interrelations with Geoenvironmental Education and Sense of Place. *Sustainability*.
- Labib, M. A., Suprianto, A., Fitriani, D., Sahrina, A., Hidayat, K., Irianto, P. A., & A, A. A. (2020). Morfometri Dan Tipologi Lorong Gua Di Kabupaten Malang. *Media Komunikasi Geografi*, 52-62.
- Liu, X., Wang, H., Wang, W., Cheng, X., Li, Q., & Li, Q. (2023). Nitrate determines the bacterial habitat specialization and impacts microbial functions in a subsurface karst cave. *National Library of Medicine*.
- Moyes, H., & Montgomery, S. (2019). Locating Cave Entrances Using Lidar-Derived Local Relief Modeling. *Geoscience*.
- Palmer, A. (1972). Dynamics of a sinking stream system: Onesquetaw Cave. *National Speleological Society Bulletin*, 34(3), 89-110.
- Palmer, A. (1991). Origin and Morphology of Limestone Caves. *Geological Society of America Bulletin*, 1-21.
- Panizza, M. (2001). Geosites: An Introduction in: Geological Heritage and Tourism. *International Year of Planet Earth, UNESCO*.
- Rawat, U., Gupta, D., & Tripathi, S. (2017). Morphometric Analysis using Remote Sensing and GIS Techniques in the Bagain River Basin, Bundelkhand Region, India. *Indian Journal of Science and Technology*, 4.
- Schumm, S. (1956). Evolution of Drainage Systems and Slope in Badlands at Perth Amboy, New Jersey. *Geological Society of America Bulletin*, 5;597-646.
- Soemarno. (1993). *Tata Guna Lahan : Konsep dan Aplikasinya*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Soemarwoto, O. (1989). *Ekologi Lingkungan Hidup dan Pembangunan*. Jakarta: Djambatan.

- Suhardjono, & Yayuk, R. (2012). *Fauna Karst dan Goa Maros, Sulawesi Selatan*. Jakarta: LIPI Press.
- Thornbury, W. (1969). *Principles of Geomorphology*. New York: John Wiley and Sons.
- Thornbury, W. (1969). *Principles of Geomorphology*. New York: John Wiley and Sons.
- Wehr, A., & Lohr, U. (1999). Airborne Laser Scanning - an introduction and overview. *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, 68-82.
- White, W. (1988). *Geomorphology and Hydrology of Karst Terrains*. Oxford University Press.
- Zhang, C. (2016). The Use of Drones in Monitoring and Managing Forest: A Review. *International Journal of Remote Sensing*, 37(7) 1-19.