



## APLIKASI MOBILE GIS UNTUK PENGUMPULAN DAN PEMBAHARUAN DATA GAMBAR GUA PRASEJARAH DI KAWASAN KARST MAROS-PANGKEP

### *Mobile GIS Application For Collection And Renewal of Rockart Data In The Maros-Pangkep Karst Area*

Imran Ilyas<sup>1,3\*</sup>, Muhammad Nur<sup>1,4\*</sup>, Ilham Alimuddin<sup>2</sup>, Akin Duli<sup>1,4</sup>, Rosmawati<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>Departemen Arkeologi, Fakultas Ilmu Budaya, Universitas Hasanuddin

<sup>2</sup>Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin

<sup>3</sup>Balai Pelestarian Kebudayaan Wilayah XIX

<sup>4</sup>Pusat Kolaborasi Riset Arkeologi Sulawesi

\*Korespondensi: [ilyasi19f@student.unhas.ac.id](mailto:ilyasi19f@student.unhas.ac.id)

Diajukan: 02/07/2023; revisi: 01/08/2023-02/05/2024; disetujui: 03/05/2024

Publikasi online: 31/07/2024

#### **Abstract**

*The prehistoric cave paintings in the Maros-Pangkep Karst Area are treasures and pride that need to be conveyed and preserved from generation to generation. However, the prehistoric cave paintings in this area are gradually experiencing a decline in quality. Before finding the proper way to inhibit the deterioration of these cave paintings, efforts must be made to develop an effective and efficient method of documentation, both in data collection and digital data updates for the prehistoric images at the cave sites in the Maros-Pangkep Karst Region. The main issues faced are the damage to the prehistoric cave paintings and the need for continuous monitoring of their condition. This research is conducted by collecting data using geodetic GPS and Total Station mapping instruments. The gathered data is then processed using the ArcGIS Online platform and visualized through ArcGIS Field Map, allowing the recording and updating of data to be done via smartphones. This method enables effective and efficient tracking and recording of prehistoric cave images, monitoring changes to the cave paintings over time. This study conducted measurements and recordings of cave images in Leang Pettae, along with the creation of cave maps. With the implementation of this method, it is hoped that the identification, monitoring, and preservation of prehistoric cave images at the cave sites in the Maros-Pangkep Karst Region can be facilitated.*

**Keywords:** Prehistoric cave paintings; data collection; digital data; monitoring; preservation.

#### **Abstrak**

Gambar gua prasejarah di Kawasan Karst Maros-Pangkep merupakan kekayaan dan kebanggaan yang perlu tersampaikan dan dipertahankan dari generasi ke generasi. Namun, gambar-gambar gua prasejarah di Kawasan ini lambat laun mengalami proses penurunan kualitas, sebelum ditemukan cara tepat untuk menghambat penurunan kerusakan gambar gua prasejarah, perlu dilakukan upaya untuk mengembangkan metode pendokumentasian baik pengumpulan maupun pembaharuan data digital terhadap gambar-gambar prasejarah pada situs gua di Kawasan Karst Maros-Pangkep secara efektif dan efisien. Permasalahan pokok yang dihadapi adalah kerusakan gambar prasejarah dan kebutuhan akan pemantauan kondisi gambar secara berkelanjutan. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengumpulan data menggunakan instrumen pemetaan dengan Global Navigation Satellite System (GNSS) dan Total Station. Data yang terkumpul kemudian diolah menggunakan platform ArcGIS Online dan divisualisasikan melalui ArcGIS Field Map, sehingga proses pencatatan maupun pembaharuan data dapat dilakukan melalui perangkat ponsel pintar. Metode ini memungkinkan pelacakan dan pencatatan gambar prasejarah secara efektif dan efisien, sebagai bentuk pemantauan perubahan gambar prasejarah dari waktu ke waktu. Dalam penelitian ini, telah dilakukan pengukuran dan pencatatan gambar-gambar gua di Leang Pettae, serta pembuatan denah gua. Dengan adanya metode

ini, diharapkan dapat mempermudah identifikasi, pemantauan, dan pelestarian gambar-gambar prasejarah pada situs gua prasejarah di Kawasan Karst Maros-Pangkep.

**Kata Kunci:** Gambar gua prasejarah; pengumpulan data; data digital; pemantauan; pelestarian.

## PENDAHULUAN

Gambar gua prasejarah (*rockart*) telah menjadi objek nyata dan menjadi tolok ukur peradaban manusia di Kawasan Karst Maros Pangkep. Hal ini berdasarkan hasil *dating* gambar prasejarah di Leang Tedongnge yang berusia 45,5 ribu tahun (Brumm et al., 2021). Hasil penelitian tersebut sinkron dengan hasil penelitian sebelumnya di Leang Bulu Sipong 4 (Aubert et al., 2019) dan di Leang Timpuseng (Aubert et al., 2014). Terungkapnya usia gambar prasejarah pada gua di Kawasan Karst Maros-Pangkep merupakan sebuah kekayaan dan kebanggaan yang perlu tersampaikan dan dipertahankan dari generasi ke generasi.

Berdasarkan data yang dihimpun Balai Pelestarian Kebudayaan Wilayah XIX (BPK Wilayah XIX), potensi situs arkeologi di Kawasan Karst Maros-Pangkep semakin meningkat secara kuantitas, hingga tahun 2022 situs (gua, ceruk, tebing, *boulder*) yang mengandung bukti arkeologis periode prasejarah telah berjumlah 574 situs, 332 situs berada di Kabupaten Maros dan 242 situs berada dalam wilayah administrasi Kabupaten Pangkajene Dan Kepulauan. Dari keseluruhan 574 situs yang telah terdata, terdapat 378 situs yang mengandung gambar prasejarah. Berdasarkan hasil penelitian, jenis gambar ditemukan bervariasi yaitu, gambar fauna (babi, anoa, ikan, hewan unggas), gambar tangan/*hand stencils/hand print*, gambar (cap) kaki, gambar geometris, gambar manusia, hingga gambar yang membentuk konsep *therianthropes* (Anonim, 2015; Aubert et al., 2019). Gambar-gambar tersebut secara umum memiliki warna pigmen merah, hitam, cokelat, ungu, kuning, dan putih (Permana, 2005; Rustan, 2021). Peluang

untuk menemukan situs-situs baru di Kawasan Karst Maros-Pangkep masih terbuka lebar, dikarenakan luas kawasan karst maros pangkep mencapai  $\pm 46.200$  Ha (Ahmad & Hamzah, 2016, p. 7), namun semakin banyaknya situs yang ditemukan pada Kawasan Karst Maros-Pangkep, berimplikasi terhadap semakin beratnya tantangan dalam mempertahankan kelestarian situs prasejarah sebagai warisan budaya untuk generasi mendatang.

Variabilitas gambar prasejarah yang melimpah, menjadikan gambar prasejarah sebagai salah satu objek arkeologi yang diminati sebagai objek penelitian. Sayangnya, hasil pencatatan gambar prasejarah pada sebuah kegiatan penelitian maupun kajian pelestarian memiliki output yang sulit untuk dikonfirmasi maupun dilacak. Meskipun para peneliti dan pengkaji *rockart* melakukan pelabelan, pendeskripsian, dan pemotretan terhadap masing-masing gambar pada sebuah gua prasejarah yang dijadikan objek penelitian.

Upaya perekaman kuantitas dan jenis gambar gua prasejarah telah sering dilakukan, Permana (2005) misalnya, telah melakukan penghitungan dan identifikasi jenis gambar pada 12 gua prasejarah bergambar di Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan, dan berhasil mengidentifikasi 326 gambar (Permana, 2005). Pada tahun 2015 upaya perekaman total gambar prasejarah di kawasan karst Maros Pangkep juga telah dilakukan oleh Balai Pelestarian Cagar Budaya (Telah Berubah nama menjadi Balai Pelestarian Kebudayaan Wilayah XIX). Kajian yang fokus terhadap 12 situs di Kompleks Gua-Gua Prasejarah Belae ini dilakukan untuk mengumpulkan data atau keadaan terkini situs tersebut. Sehingga dapat dijadikan acuan untuk melakukan identifikasi mengenai kondisi kelestarian, dan analisa strategi pelestarian

yang perlu direncanakan pada masa selanjutnya. Secara teknis metode perekaman gambar gua pada kegiatan tersebut dilakukan dengan cara memasang tali grid berukuran 1x1 meter, sehingga pengamatan gambar gua dilakukan pada masing-masing grid (Anonim, 2015). Metode ini efektif dalam melakukan perekaman total temuan atau gambar gua, namun memakan waktu yang cukup lama dalam pembuatan grid dan *leveling* tali grid. Kelemahan lain dari metode ini adalah kesulitan dalam hal pelacakan gambar dikarenakan data-data hasil perekaman pada kegiatan tersebut masih terpisah antara denah gua, foto, dan deskripsi.

Gagasan untuk menggambar dan menempatkan hasil pengamatan lapangan dengan peta telah dilakukan sejak lama. Para arkeolog melakukan ide tersebut untuk merepresentasikan data dalam bentuk grafis rencana atau hasil penelitian. Gagasan ini salah satunya dibuktikan dalam buku legendaris *The Stone Age Of Indonesia*, yang menampilkan lima titik gua prasejarah di Kabupaten Maros bagian timur (Heekeren van, 1957, p. 98). Hingga pada perkembangannya, peta ditampilkan tidak hanya untuk merepresentasikan hasil penelitian semata, dengan teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat dimanfaatkan untuk membuka peluang baru bagi para arkeolog dalam menganalisis data yang telah dikumpulkan di lapangan, sehingga mendorong peralihan disiplin ilmu menjadi lebih eksplanatori, dengan mengadopsi pendekatan kuantitatif dan analisis spasial/statistik dalam studi tentang pola pemukiman dan pola/bentuk situs (Dell'Unto & Landeschi, 2022).

Hasil pengamatan lapangan terkait gambar gua prasejarah yang telah dilakukan sebelumnya sulit untuk diperbaharui. Apalagi dalam hal memantau kondisi terkini maupun perubahan yang terjadi pada gambar gua prasejarah, hal ini dikarenakan belum adanya sistem yang digunakan sejak awal secara berkesinambungan dalam hal

pencatatan dan perekaman data lukisan gambar prasejarah. Oleh karena itu diperlukan sebuah sistem pengumpulan data yang dapat digunakan secara berkelanjutan dalam melakukan pengamatan terhadap gambar prasejarah yang dapat terus diperbaharui tanpa mengulang proses pengumpulan datanya.

Sejumlah 378 situs prasejarah di Kawasan Kart Maros Pangkep telah teridentifikasi memiliki gambar prasejarah. Perlahan namun pasti, keseluruhan gua prasejarah yang memiliki gambar prasejarah tersebut akan mengalami kerusakan. Namun belum ada data yang pasti terkait seberapa cepat gambar prasejarah tersebut mengalami kerusakan. Sejak tahun 2018 BPCB Sulsel telah melakukan kajian Pemantauan Laju Kerusakan gambar prasejarah pada enam situs di Sulawesi Selatan (Rustan et al., 2020). Salah satu yang menjadi sampel pemantauan adalah Leang Pettae. Pada kegiatan tersebut tidak dilakukan pemantauan terhadap seluruh variabel gambar dalam sebuah gua, melainkan terfokus pada salah satu panel gambar yang memiliki kerusakan paling bervariasi.

Lantas bagaimana bentuk data yang dapat digunakan secara berkelanjutan untuk memperbaharui sekaligus memantau kondisi tiap gambar prasejarah pada sebuah situs? dan dapatkah denah, deskripsi, dan foto tiap gambar prasejarah diubah dalam bentuk digital serta dapat diakses dalam sebuah item/media sehingga memudahkan dalam hal identifikasi pada sebuah situs? Dalam menunjang hal tersebut, tulisan ini mencoba untuk mengaplikasikan metode dalam inventarisasi dan registrasi gambar-gambar gua prasejarah. Metode tersebut dapat digunakan secara berkelanjutan dengan memaksimalkan informasi geografis yang dimiliki oleh setiap gambar prasejarah. Informasi geografis didapat dari hasil penggunaan instrumen pemetaan (GNSS dan *Total Station*), sehingga proses registrasi, identifikasi, dan dokumentasi

tiap gambar prasejarah yang terdapat pada sebuah situs dapat terarah dalam sebuah koordinat sebagai data spasial. Hasil dari penelitian ini merupakan salah satu bagian dari Sistem Informasi Arkeologi (SIA) yang berbasis pada Sistem Informasi Geografis (SIG).

Sistem Informasi Arkeologi (SIA) dirancang untuk mengatasi berbagai permasalahan metodologis dan menyediakan informasi relevan terkait arkeologi, yang telah menjadi komponen kunci dalam pengambilan keputusan organisasi. Sistem informasi berbasis komputer yang digunakan untuk menyimpan, mengelola, dan menganalisis data arkeologi dengan tetap mempertahankan tiga dimensi datanya, yaitu dimensi formal, spasial, dan temporal (Rangkuti, 2000, pp. 54–55).

Penerapan Mobile GIS pada Hualfin Valley (Catamarca, Argentina) dilakukan dalam penelitian yang dilakukan oleh Pastor Fábrega-Álvarez dan Julieta Lynch (2022). Penelitian ini mengimplementasikan sistem pencatatan lapangan berbasis Mobile GIS menggunakan aplikasi QField, yang merupakan aplikasi mobile GIS gratis dan open source dari platform Quantum GIS. Aplikasi QField pada penelitian tersebut digunakan untuk mengumpulkan data spasial seperti peta, atribut, dan foto di lapangan. Penerapan Mobile GIS ini membantu meningkatkan efisiensi dalam pengumpulan data lapangan. Data yang dikumpulkan dapat langsung disinkronisasi dengan sistem GIS utama, sehingga memungkinkan analisis dan visualisasi data secara real-time. Selain itu, penggunaan aplikasi Mobile GIS juga memungkinkan pengguna untuk melacak dan memvisualisasikan data lapangan secara langsung (Fábrega-Álvarez & Lynch, 2022).

Platform aplikasi pengumpulan data menggunakan mobile GIS dalam kasus penelitian ini membutuhkan data awal.

Namun setelah dilakukan percobaan hasil konfigurasi, utamanya foto (awal) yang digunakan sebagai referensi untuk pengumpulan data, dilakukan dalam platform Quantum GIS untuk persiapan *Mobile GIS* berbasis *Qfield* tidak berhasil. Hal ini mungkin terkait dengan konfigurasi secara luring (*offline*) dalam berkas kerja (*file project*) Quantum GIS yang tidak sinkron secara otomatis dengan sistem penyimpanan awan (*cloud*). Hal ini sebenarnya cukup wajar, mengingat platform Quantum GIS pertama kali muncul pada tahun 2002. Lain halnya dengan Environmental Systems Research Institute (ESRI) melalui produk pertamanya ARC/INFO yang telah dikomersilkan sejak tahun 1981. Usia 42 dibanding usia 21 tahun, menjadikan ESRI memiliki waktu berproses lebih panjang dalam menghadirkan dan menciptakan sarana dan prasarana sistem yang lebih mapan dibanding platform lain.

Pengaplikasian metode ini akan mempermudah dalam melacak gambar melalui basis data gambar prasejarah secara digital. Bukan hanya itu, basis data ini juga dapat dilakukan pembaharuan data berdasarkan hasil pengamatan terbaru, dengan visualisasi menggunakan *Arcgis Field Map* yang berasal dari platform *Arcgis Online*. Gambar prasejarah pada periode tertentu dapat diketahui perubahannya, sehingga menjadikan metode ini sebagai referensi awal dalam monitoring kerusakan pada setiap gambar prasejarah yang telah terdata. Penelitian ini berangkat dari kekhawatiran bahwa, gambar prasejarah pada situs arkeologi di Kawasan Karst Maros-Pangkep telah mengalami kerusakan, baik disebabkan oleh berbagai faktor, alam maupun manusia. Penelitian terkait penurunan kualitas gambar prasejarah telah dilakukan oleh Gagan et al (2022a); Huntley et al. (2021); Mulyadi (2016). kekhawatiran ini mendorong penulis untuk membuat sebuah metode pendokumentasian secara digital

terhadap seluruh gambar-gambar prasejarah sebagai bentuk pelestarian sumber daya arkeologi. Salah satu situs yang paling sering dikunjungi diantara situs gua prasejarah lain di Kabupaten Maros dan Pangkep adalah Leang Pettae.

## METODE

Penelitian ini dirancang untuk memaksimalkan efisiensi dan akurasi dalam pengumpulan, pengelolaan, dan analisis data gambar gua prasejarah di Kawasan Karst Maros-Pangkep. Dilakukan dengan mengintegrasikan penggunaan instrumen pemetaan geodetik canggih dengan aplikasi Mobile GIS, ArcGIS Field Maps, diperkuat dengan proses pengelolaan data yang komprehensif melalui ArcGIS Pro. Ini memungkinkan untuk menciptakan basis data yang kaya dan dinamis, serta siap untuk proses analisis mendalam dan inisiatif pelestarian.

ArcGIS Pro adalah aplikasi desktop yang dirancang untuk melakukan pemetaan, analisis, dan pengolahan data geospasial yang kompleks. Aplikasi ini menyediakan lingkungan kerja yang kuat dan lengkap untuk para ahli GIS. ArcGIS Pro menawarkan berbagai alat analisis spasial, kemampuan visualisasi yang kaya, dan fungsionalitas yang diperluas untuk mengelola dan memproses data geografis. Pengguna dapat membuat peta, melakukan analisis kompleks, mengatur database geografis, dan membuat model geoproses untuk menyelesaikan tugas GIS yang beragam. ArcGIS Pro juga mendukung integrasi dengan ArcGIS Online, memungkinkan pengguna untuk berbagi dan mengakses data secara mudah antara aplikasi desktop dan cloud (ESRI, 2020; Esri, 2020, 2022). Sementara itu, ArcGIS Field Map adalah aplikasi yang dikembangkan oleh Esri untuk pengumpulan data lapangan. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk mengumpulkan data geografis secara real-time, melakukan pemetaan, dan menyimpan

data terorganisir. Dalam penelitian ini, ArcGIS Field Map digunakan untuk memvisualisasikan data gambar prasejarah langsung di lapangan. Dengan menggunakan perangkat mobile yang terhubung ke ArcGIS Online, peneliti dapat mencatat dan memetakan lokasi gambar prasejarah, melampirkan informasi tambahan seperti deskripsi atau metadata, serta mengelola data secara terintegrasi.

Penggunaan ArcGIS Field Map memungkinkan pengumpulan data gambar prasejarah secara efektif dan pemantauan perubahan dari waktu ke waktu. Hal ini membantu dalam upaya pelestarian gambar-gambar prasejarah pada situs gua di Kawasan Karst Maros-Pangkep. Secara keseluruhan, penggunaan ArcGIS Online dan ArcGIS Field Map memfasilitasi pendekatan terintegrasi dan efisien dalam pengolahan data gambar prasejarah, mulai dari pengumpulan hingga pemantauan perubahan, serta mendukung upaya pelestarian. Melalui penggunaan ArcGIS Field Map, peneliti dapat mengumpulkan data gambar prasejarah secara efektif dan melacak perubahan yang terjadi dari waktu ke waktu. Hal ini memungkinkan pemantauan kondisi gambar prasejarah yang lebih baik dan membantu dalam upaya pelestarian.

Metode penelitian dilakukan pada penelitian ini mencakup pengumpulan data, perekaman data serta pengolahan data menggunakan platform *ArcGIS Online*, kemudian divisualisasikan melalui *ArcGIS Field Map*. Aplikasi ini merupakan salah satu *tools* dalam ArcGIS Online sebagai aplikasi yang dapat membantu mengumpulkan data gambar prasejarah secara berkelanjutan melalui *smartphone*. Pengumpulan data lapangan dimulai dengan mengupayakan setiap gambar gua memiliki koordinat x, y dan z secara akurat. Prosedur awal dilakukan dengan menyiapkan 2 buah titik pengukuran (datum) yang terdiri dari *Benchmark* (BM) dan *Backside* (BS), kedua patok ini dibuat

kokoh dengan material beton bertulang (Gambar 1). Pengukuran dengan GNSS dilakukan setelah patok beton telah dipastikan kering sehingga tidak lagi mengalami penyusutan, hal ini bertujuan agar tidak ada kemungkinan distorsi pengukuran setelah patok beton memiliki nilai koordinat dan elevasi. Secara teknis metode pengukuran yang digunakan dalam survei geodetik di taman Arkeologi Leang Leang menggunakan GNSS tipe South S86S dual frekuensi. Dengan sistem pengukuran *Static Relative GPS/GNSS Positioning (static differensial)* yang terikat pada Jaring Kontrol Geodesi Nasional yang telah dibuat oleh Badan Informasi Geospasial (BIG). Lokasi Pilar Titik Kontrol Geodesi yang dijadikan referensi berada pada koordinat (UTM 50s) x; 9433391.350, y; 767009.782, dan z; 1.456, terletak di sudut tempat parkir Masjid Pelabuhan PT. Pelindo dan halaman Kantor Pusat Perum Pelabuhan IV Ujung Pandang. Pengukuran pada pilar ini memiliki durasi 12 jam pengukuran, dikarenakan jarak datar antara Pilar BIG tersebut dengan rover yang dipasang di atas BM Leang Leang adalah 33.7 km. Pengukuran durasi 12 jam tersebut juga bertujuan untuk menjadikan Pilar BM di Leang Leang sebagai base pengukuran pilar-pilar selanjutnya. Setelah pengukuran tersebut, Pilar BM yang terdapat di Taman

Arkeologi Leang Leang telah dapat dijadikan sebagai basis pengukuran Patok yang kemungkinan akan diukur di masa mendatang. Hasil Pengukuran geodetik ini mendapatkan koordinat fiks yaitu BM: x; 9449146.376 m, y; 796569.825 m, z; 26.697 m, dan BS memiliki koordinat x; 9449089.598 m, y; 796610.089 m, dan z; 25.741 m.

## 1. Tahapan Pengumpulan Data

### a. Persiapan dan Pengukuran Awal

Proses pengumpulan data dimulai dengan tahap pengukuran menggunakan GPS Geodetik dan Total Station, yang dilakukan untuk mendapatkan koordinat dasar dari situs penelitian. Pengukuran awal ini sangat penting karena menetapkan dasar untuk pemetaan akurat dari lokasi penemuan. Setiap titik pengukuran di area penelitian dibuat kokoh dengan material beton bertulang, memastikan bahwa mereka dapat dijadikan referensi yang dapat diandalkan untuk pengukuran di masa depan.

Total Station (TS) digunakan setelah hasil pengukuran GPS Geodetik (koordinat) telah tersedia. Kemudian dijadikan sebagai alat ukur untuk transfer titik koordinat ke dalam gua. Penanda permanen juga dibutuhkan untuk menjangkau objek gambar. Jadi setiap gambar yang tidak terjangkau oleh TS



**Gambar 1.** Pengukuran datum BM (atas) dan BS (bawah) di Taman Arkeologi Leang Leang  
(Sumber: Dokumentasi BPCB Sulsel, 2021)

dibuatkan penanda permanen. Hal ini penting sebagai basis pengukuran dan kemudahan pengambilan data di masa mendatang. Sehingga dengan adanya kemudahan ini, setiap kegiatan yang berhubungan dengan gambar pada gua tersebut dapat terlacak karena telah didefinisikan dengan titik koordinat. Selain itu instrumen TS yang telah terinput titik koordinat global juga digunakan untuk pembuatan denah gua. Tahapan selanjutnya adalah pencatatan gambar gua yang dilakukan secara teratur, dimulai pemberian label dan identifikasi jenis gambar, serta melakukan pemotretan setiap gambar secara berurutan. Pelabelan masing-masing atribut mengikuti label pencatatan, sehingga hasil pengumpulan data dapat disinkronkan antar satu sama lain. Atribut paten yang tidak dapat dilakukan pembaharuan pada gambar cadas yaitu titik koordinat x, y, dan z dari hasil pengukuran TS. Setiap gambar cadas dijadikan sebagai target ukur. Pada tahapan ini spesifikasi TS berperan penting dalam melakukan pengukuran. Spesifikasi TS yang digunakan pada penelitian ini adalah *Topcon ES 103 series*, merupakan alat yang dapat melakukan pengukuran tanpa reflektor (prisma) serta dapat memancarkan laser secara terus-menerus, sehingga membantu operator untuk pengukuran target gambar dalam keadaan minim cahaya.

#### **b. Input Foto Awal sebagai Referensi**

Sebelum tim lapangan melakukan pengumpulan data melalui aplikasi mobile GIS, foto awal dari gambar prasejarah sangat penting untuk diinput ke dalam sistem melalui ArcGIS Pro. Foto awal ini sangat penting karena digunakan untuk menyediakan konteks visual yang konsisten untuk peneliti yang akan mengumpulkan data tambahan, serta memudahkan perbandingan kondisi temuan seiring waktu. Selain itu, mampu mempermudah dalam melakukan orientasi lapangan untuk mengidentifikasi dan mendokumentasikan temuan dengan lebih akurat, mengingat

kondisi lapangan yang bisa sangat bervariasi.

#### **c. Implementasi ArcGIS Field Maps**

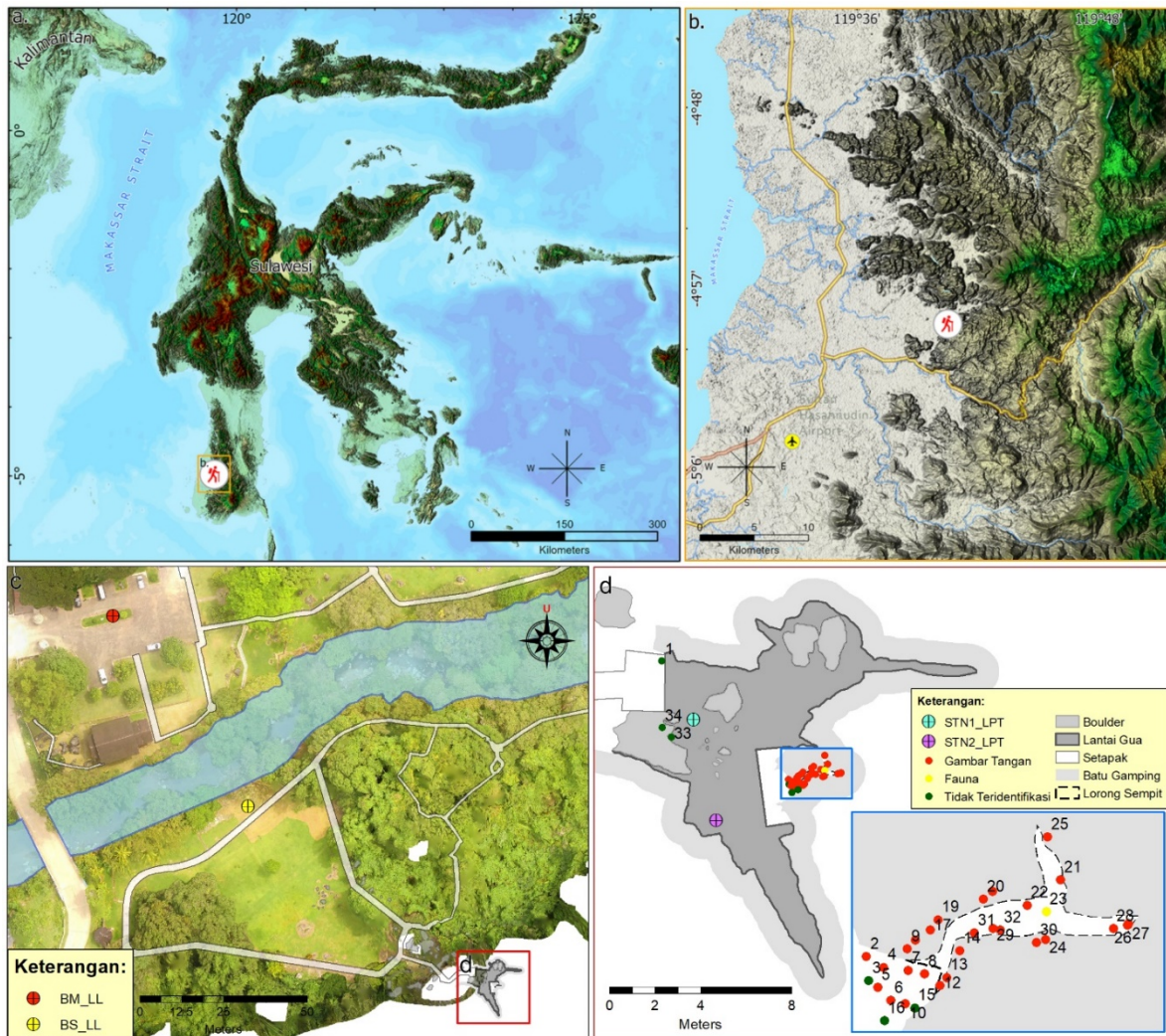
Setelah koordinat dasar diperoleh, dilakukan penerapan menggunakan aplikasi ArcGIS Field Maps pada perangkat mobile untuk merekam data tambahan di lapangan. Aplikasi ini memungkinkan kami untuk:

- a. Mencatat koordinat secara detail dengan mengumpulkan koordinat X, Y, dan Z untuk setiap temuan baru, yang diintegrasikan secara *real-time* dengan basis data melalui koneksi cloud.
- b. Mengambil foto temuan yang kemudian diunggah ke sistem bersamaan dengan koordinatnya. Foto-foto ini tidak hanya berfungsi sebagai bukti visual dari temuan, tetapi juga memudahkan analisis lebih lanjut oleh tim atau ahli lain yang mungkin tidak hadir di lapangan.
- c. Deskripsi gambar prasejarah secara detail tentang setiap kondisi, termasuk ukuran, warna, dan kondisi saat ditemukan. Seluruh data tersebut perlu dicatat ke dalam aplikasi. Informasi ini sangat penting untuk dokumentasi dan analisis temuan.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **1. Deskripsi Leang Pettae**

Leang Pettae berada pada koordinat 119°40'31" BT dan 4°58'44.933" LS. Memiliki elevasi 32.396 meter di atas permukaan laut (mdpl) dan terletak dalam area Taman arkeologi Leang-Leang, Kecamatan Bantimurung, Kabupaten Maros. Gua ini menghadap ke arah barat 270° dan memiliki pintu berukuran tinggi 7 m dan lebar 12 m (Gambar 2). Suhu udara di dalam gua berkisar sekitar 30°C dengan kelembaban rata-rata sekitar 70%, sementara kelembaban rata-rata dinding gua berkisar antara 15-25%. Di Leang Pettae, terdapat potensi arkeologi berupa lukisan berbentuk babi dan telapak tangan negatif. Lukisan-lukisan ini terletak di panel langit-langit bagian tengah gua. Lukisan



**Gambar 2.** a. Peta Sulawesi, b. Peta keletakan Leang Pettae di kawasan Karts Maros-Pangkep, c. Peta keletakan datum dan situs Leang Pettae di Taman Arkeologi Leang Leang, dan d. Denah Leang Pettae. Visualisasi Peta (a dan b) menggunakan ArcGIS Pro 3.1.2 dan peta (c dan d) menggunakan ArcMap 10.8. (Sumber: SRTM Tiles dari NASA Server menggunakan Plugin "SRTM Downloader" oleh Dr. Horst Duester melalui QGIS 3.22.12-Białowieża, Raster Batimetri dari <https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/#/batnas>, vektor garis jalan dan polygon sungai dari <https://portal.ina-sdi.or.id/downloadaoi/>. Seluruh peta diolah oleh penulis, Tahun 2023.

babi menggambarkan sikap meloncat atau miring, sementara telapak tangan menggambarkan sikap tegak untuk satu telapak tangan dan miring untuk dua telapak tangan lainnya. Selain lukisan, situs ini juga mengandung akumulasi temuan arkeologi berupa artefak batu (mikrolit) yang tersebar di dalam pelataran gua. Di sisi pintu gua, terdapat buangan sampah dapur berupa kulit-kulit kerang yang terdeposit. Hasil penelitian terkini menegaskan bahwa gambar Leang Pettae mengalami kerusakan

yang signifikan sebelum tahun 1950, seperti pengelupasan dan kehilangan detail pada lukisan tangan negatif. Selain itu, terdapat juga kerusakan akibat eksfoliasi pada dinding dan langit-langit gua sejak sebelum tahun 1950 (Gagan et al., 2022b).

## 2. Hasil Pengumpulan Data Atribut Gambar Gua Leang Pettae

Tiap Gambar gua terlebih dahulu harus ditentukan identitasnya, sehingga dapat ditentukan perbedaan antar satu

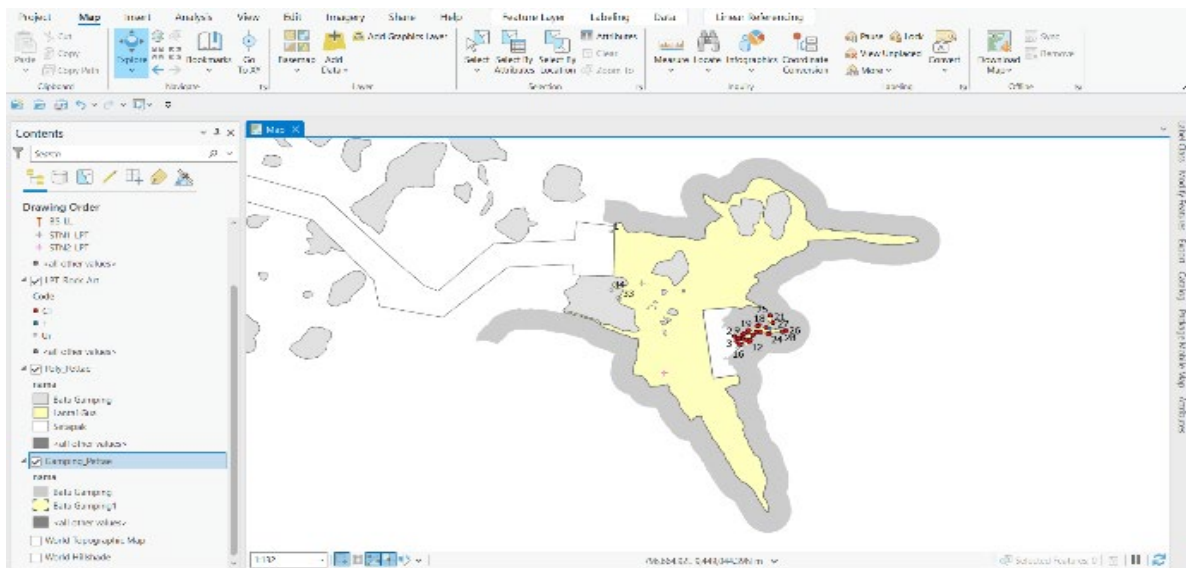


gambar dengan gambar yang lain, atau antara gambar yang saling berdekatan/berdempetan atau bahkan untuk membedakan antara gambar yang bertumpuk/tumpang tindih. Identitas setiap gambar gua prasejarah yang identik dan unik serta bersifat global adalah nilai koordinatnya, sistem koordinat proyeksi yang digunakan untuk pemetaan skala

mikro menggunakan koordinat Universal Transverse Mercator (UTM) dengan tetap mengacu pada datum global World Geodetic System (WGS-84). Hasil pengumpulan data di Leang Pettae meliputi beberapa variabel yaitu denah gua, label gambar (berupa nomor urut), koordinat global (x, y, z) setiap gambar, jenis gambar dan foto masing-masing gambar.

Name	Ground Northing (m)	Ground Easting (m)	Elevation (m)	Code	Note
1	9449041.303	796680.974	33.845	Ui	
2	9449036.099	796686.530	33.280	CT	
3	9449035.887	796686.549	33.345	Ui	
4	9449036.004	796686.682	33.314	CT	
5	9449035.828	796686.629	33.338	CT	
6	9449035.713	796686.743	33.334	CT	
7	9449035.977	796686.897	33.288	CT	
8	9449035.948	796687.040	33.227	CT	
9	9449036.169	796686.891	33.162	CT	
10	9449035.685	796686.872	33.322	CT	
11	9449036.244	796686.962	33.059	CT	
12	9449035.845	796687.177	32.911	CT	
13	9449035.915	796687.238	33.041	CT	
14	9449036.153	796687.350	32.959	CT	
15	9449035.649	796686.955	33.088	Ui	
16	9449035.537	796686.688	33.335	Ui	
17	9449036.333	796687.091	32.948	CT	
18	9449036.673	796687.641	33.013	CT	
19	9449036.424	796687.160	32.693	CT	
20	9449036.604	796687.559	32.858	CT	
21	9449036.774	796688.238	32.821	CT	
22	9449036.552	796687.945	33.025	CT	
23	9449036.494	796688.112	32.930	F	
24	9449036.250	796688.107	32.724	CT	
25	9449037.150	796688.123	32.617	CT	
26	9449036.377	796688.824	32.730	CT	
27	9449036.387	796688.834	32.594	CT	
28	9449036.345	796688.701	32.814	CT	
29	9449036.346	796687.644	32.799	CT	
30	9449036.222	796688.026	32.630	CT	
31	9449036.309	796687.480	32.997	CT	
32	9449036.332	796687.708	33.031	CT	
33	9449037.960	796681.392	35.832	Ui	
34	9449038.392	796680.983	35.937	Ui	

**Gambar 3.** Data mentah hasil pengukuran TS (topcon ES-103 Series), ekstensi data yang digunakan pada pengukuran ini adalah SmartDraw atau SDR File (.SDR)  
(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2023)



**Gambar 4.** Tampilan informasi atribut (*Pop-up*) gambar nomor 5 dan nomor 23 Leang Pettae dalam project ArcGIS Pro.

(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2023)

Berdasarkan hasil identifikasi, gambar yang terdapat pada situs ini berjumlah 34, terdiri dari 27 gambar tangan negatif, satu gambar fauna, dan enam gambar tidak teridentifikasi jenisnya. Keseluruhan gambar ini telah memiliki koordinat dan elevasi.

Hasil pengukuran koordinat gambar gua di Leang Pettae berdasarkan hasil pengukuran TS pada output datanya berupa titik serta atribut koodinat (x, y,z) dan 2 buah kolom atribut teks (kode dan nama) pada masing-masing titik. Atribut nama dalam pengukuran TS dibuat mengikuti label gambar yang telah diidentifikasi dalam hal ini merupakan nomor urut, serta isian kolom kode merupakan singkatan dari jenis temuan yaitu cap tangan (CT), fauna (F), dan *Unidentified* (UI). Hasil pengukuran TS dilakukan pengunduhan dan *ekspor* data ke dalam format shapefile (.shp).

### 3. Pengolahan Data

Pengolahan awal dilakukan dalam ArcGIS Pro 3.1.2 untuk membangun basis data titik gambar prasejarah dan penambahan atribut data yang

kemungkinan akan diperbaharui di masa mendatang. Meskipun pada prosesnya masih memungkinkan untuk dilakukan penambahan atribut data lain. Selain itu, pengaturan visualisasi peta berupa layer data, warna, simbol, dan label peta dilakukan dalam sebuah project ArcGIS Pro, sebenarnya pengolahan data ini dapat dilakukan dalam platform ArcGIS Online yang sepaket lisensinya dengan ArcGIS Pro, tahapan ini telah dijelaskan dalam Nowak et al., (2020). Pengolahan data tersebut berdampak pada pengurangan kredit ArcGIS Online. Hal ini dikarenakan proses pengolahannya menggunakan layanan berbasis cloud, sehingga untuk menjalankan berbagai alur kerja seperti melakukan analitik, menyimpan konten di cloud, dan menggunakan konten tertentu membutuhkan kredit ArcGIS Online. Oleh karena itu pengolahan data digital berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) secara online dianjurkan dalam keadaan insidental.

Secara garis besar terdapat dua kelas data yang dikelola dalam project Arcgis Pro, yaitu data vektor dan data raster, data vektor mewakili bentuk titik, garis, serta area/poligon dan bentuk data. Hasil akhir

dari pengolahan ini adalah visualisasi denah gua beserta sebaran titik gambar yang terdapat dalam Leang Pettae, yang ke dua adalah data raster yang meliputi foto gambar gua di Leang Pettae.

Pengolahan dalam platform ArcGIS Pro dianggap selesai ketika project data telah berbentuk denah gua secara digital, lengkap dengan atribut dan keseluruhan foto objek gambar telah terlampir pada titik sebaran gambar gua. Karena tujuan pembuatan peta ini adalah pelacakan dan pembaharuan data. Peta yang dibuat dapat diakses dan terintegrasi dalam perangkat ponsel pintar (smartphone). Pada project ArcGIS pro disiapkan menu berbagi data dalam bentuk mobile map, bentuk ini kemudian tersimpan otomatis pada cloud (penyimpanan awan) yang dikelola oleh server Esri (Gambar 3 dan 4).

#### **4. Sinkronisasi dan Konfigurasi Arcgis Field Map**

Sinkronisasi data dengan ArcGIS Online merupakan tahapan krusial dalam penelitian arkeologi. Memastikan informasi dari lapangan dapat diakses, dikelola, dan dianalisis secara efisien oleh tim peneliti, baik di lapangan maupun yang bekerja secara remote. Proses ini melibatkan otomatisasi unggah data, pembaruan *real-time*, dan kontrol versi data untuk memastikan integritas data historis. Manfaatnya termasuk kolaborasi efisien, aksesibilitas dan keamanan data, serta analisis data terintegrasi. Selain itu, protokol pengumpulan data standar juga penting, meliputi pelatihan pengguna aplikasi, penerapan template data seragam, dan verifikasi data di lapangan. Setelah data terkumpul, langkah selanjutnya adalah integrasi dengan platform ArcGIS Online dan analisis data untuk mengidentifikasi pola dan tren. Meskipun teknologi GIS mobile membawa manfaat efisiensi dalam pengumpulan data, tantangan seperti kebutuhan akan pelatihan teknis dan ketergantungan pada konektivitas tetap

menjadi perhatian. Namun, penggunaan ArcGIS Field Maps dalam penelitian arkeologi telah membuktikan potensi besar teknologi GIS mobile dalam memperkaya dan memperkuat upaya pelestarian warisan budaya serta menawarkan contoh berharga untuk penelitian serupa di masa depan. Dengan artikel ini, diharapkan telah memberikan panduan yang jelas dan komprehensif tentang bagaimana teknologi GIS mobile, khususnya ArcGIS Field Maps. Sehingga dapat digunakan secara efektif dalam konteks arkeologi untuk pengumpulan, pengelolaan, dan analisis data, serta menekankan pentingnya adaptasi teknologi dalam riset dan pelestarian budaya.

Hasil pengolahan data menghasilkan empat buah layer data, yaitu layer "Titik Penting" terdiri dari 2 buah titik datum (BM dan BS) dalam area taman Arkeologi Leang Leang, dan dua buah titik bantu pengukuran instrumen TS yang diberi kode STN1\_LPT dan STN2\_LPT (Gambar 2). Bagian "c" dan "d" merupakan dua buah layer bertipe area atau poligon yang didefinisikan sebagai setapak, lantai dan dinding gua, serta batu gamping, dan terakhir adalah layer utama berjumlah 34 data atribut yang merupakan titik sebaran gambar prasejarah di Leang Pettae. Atribut utama ini yang dilakukan konfigurasi agar layer ini dapat dilakukan pengeditan, namun pengeditan diarahkan hanya pada atribut tertentu, data awal berupa atribut nama (nomor urut gambar), koordinat (x, y, dan z) kode gambar (CT, F, Ui) dan jenis (penjelasan dari kode gambar) tidak diperkenankan untuk dilakukan pengeditan, karena terkait tersebut dijadikan data operasional untuk menemukan keberadaan objek gambar di Leang Pettae.

Meskipun aplikasi Mobile GIS ini dapat terhubung dengan perangkat GPS dalam smartphone, namun tidak dapat digunakan untuk mengenali posisi dalam gua, karena terkait dengan jaringan yang tidak ada (mode *offline*), namun yang dapat

dilakukan adalah dengan mengenali topografi dan lekukan dari denah gua, gambar prasejarah yang telah terdata pun dapat dengan mudah ditemukan dengan melihat atribut salah satu atribut gambar misalnya elevasi untuk menganali keletakan gambar (Gambar 5). Hasil konfigurasi pada Gambar 5 merupakan data awal yang telah siap untuk dijadikan acuan awal dalam melakukan pengumpulan dan pembaharuan data di Leang Pettae.

## **PENUTUP**

Perkembangan teknologi di masa sekarang, terutama data spasial sebagai seangkaian data menjadi peta dan informasi yang dapat ditindaklanjuti. Penyajian informasi arkeologi dengan memanfaatkan data spasial sangat memungkinkan diterapkan terhadap keseluruhan situs gua prasejarah di Kawasan Karst Maros-Pangkep. Balai Pelestarian Kebudayaan sebagai instansi pemerintah yang menangani warisan budaya termasuk gambar prasejarah (*rock art*), memiliki tugas berat dalam mengumpul dan merangkum seluruh hasil penelitian dari masa ke masa, untuk membuat sebuah kebijakan dalam mempertahankan objek gambar prasejarah pada setiap gua untuk bertahan lebih lama.

Pengumpulan data menggunakan Mobile GIS dalam tulisan ini dapat disempurnakan dengan menggunakan peralatan ukur, misalnya Nix Pro untuk mengukur komposisi warna tiap gambar. Lux Meter mampu mengukur seberapa besar pencahayaan pada gambar, hal tersebut dapat dilakukan sebagai upaya untuk mengurangi subjektivitas dalam melakukan deskripsi pada tiap gambar prasejarah.

Pembuatan aplikasi Mobile GIS merupakan salah satu upaya untuk mendukung pelestarian gambar-gambar prasejarah yang terdapat pada Kawasan Karst Maros Pangkep, baik yang telah maupun yang belum ditemukan. Aplikasi

ini dapat digunakan sebagai sarana pengumpulan dan pembaharuan data yang efektif dan efisien. Dengan hanya menggunakan smartphone, proses pengumpulan dan pembaharuan data gambar prasejarah dapat dengan mudah dilakukan. Bahkan metode ini kedepannya layak untuk dikembangkan untuk mempermudah dan mempercepat pengumpulan dan pembaharuan data seluruh jenis situs dan temuan arkeologi yang terdapat di darat.

Implementasi ArcGIS Field Maps dalam penelitian arkeologi di Kawasan Karts Maros-Pangkep telah membuktikan bagaimana teknologi GIS mobile dapat memperkaya dan memperkuat upaya pelestarian warisan budaya. Melalui metodologi yang terstruktur dan penggunaan teknologi canggih, kami tidak hanya berhasil mengumpulkan data yang akurat dan terperinci tetapi juga membuka jalan baru untuk analisis dan pemahaman yang lebih dalam tentang situs prasejarah. Pendekatan ini menawarkan contoh yang berharga bagi penelitian serupa di masa depan, menunjukkan potensi besar dari integrasi teknologi dalam pelestarian dan penelitian arkeologi.

## **Ucapan Terima Kasih**

Hasil kerja ini didukung oleh hasil kegiatan Balai Pelestarian Cagar Budaya Provinsi Sulawesi Selatan (kini telah berganti nama menjadi Balai Pelestarian Kebudayaan Wilayah XIX), Melalui hasil kegiatan Pemantauan Laju Kerusakan Lukisan Dinding Gua Prasejarah khususnya di Leang Pettae. Ucapan terima kasih sebesar-besarnya penulis ucapkan kepada Drs. Laode Muhammad Aksa, M. Hum selaku Kepala BPK Wilyah XIX, Tim Kegiatan Pemantauan Lukisan Rustan, S.S., M. Hum., Abdullah, S.S., M. Hum., Andi Jusdi, S.S., M. Hum., Dewi Susanti, S.S., M. Hum., Achmad Abdul, Dedi Darmadi, rekan-rekan petugas Taman Arkeologi Leang Leang tanpa terkecuali baik Polisi

Khusus Cagar Budaya, Teknisi Cagar Budaya dan Juru Pelihara. Perampungan tulisan ini juga tidak luput dari bantuan teman sejawat Suryatman, S.S., M. Hum., dan sahabat Chalid AS., S.S.

\*\*\*\*\*

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A., & Hamzah, A. S. (2016). *Data Base Karst Sulawesi Selatan*. [https://ksdae.menlhk.go.id/assets/publikasi/Laporan\\_Karst\\_Lengkap1.pdf](https://ksdae.menlhk.go.id/assets/publikasi/Laporan_Karst_Lengkap1.pdf)
- Anonim. (2015). *Laporan Kajian Pelestarian Cagar Budaya Belae Kecamatan Minasatene Kabupaten Pangkep Provinsi Sulawesi Selatan*.
- Aubert, M., Brumm, A., Ramli, M., Sutikna, T., Saptomo, E. W., Hakim, B., Morwood, M. J., Van Den Bergh, G. D., Kinsley, L., & Dosseto, A. (2014). Pleistocene cave art from Sulawesi, Indonesia. *Nature*, *514*(7521). <https://doi.org/10.1038/nature13422>
- Aubert, M., Lebe, R., Oktaviana, A. A., Tang, M., Burhan, B., Hamrullah, Jusdi, A., Abdullah, Hakim, B., Zhao, J., Geria, I. M., Sulistyarto, P. H., Sardi, R., & Brumm, A. (2019). Earliest hunting scene in prehistoric art. *Nature*, *576*(7787), 442–445. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1806-y>
- Brumm, A., Oktaviana, A. A., Burhan, B., Hakim, B., Lebe, R., Ririmasse, M., Sulistyarto, P. H., Macdonald, A. A., & Aubert, M. (2021). Do Pleistocene rock paintings depict Sulawesi warty pigs (*Sus celebensis*) with a domestication character? *Archaeology in Oceania*, *56*(3). <https://doi.org/10.1002/arco.5245>
- Dell'Unto, N., & Landeschi, G. (2022). Archaeological 3D GIS. In *Archaeological 3D GIS*. <https://doi.org/10.4324/9781003034131>
- ESRI. (2020). ArcGIS Pro 2.5.2. *Environmental Systems Research Institute*.
- Esri. (2020). *ArcGIS Online Implementation Guide* | Esri. <https://www.esri.com/content/dam/esrisites/id-id/media/pdf/implementation-guides/implement-arcgis-online.pdf>
- Esri. (2022). *Data classification methods—ArcGIS Pro* | *Documentation*. Esri.
- Fábrega-Álvarez, P., & Lynch, J. (2022). Archaeological Survey Supported by Mobile GIS. *Advances in Archaeological Practice*, *10*(2), 215–226. <https://doi.org/10.1017/aap.2022.2>
- Gagan, M. K., Halide, H., Permana, R. C. E., Lebe, R., Dunbar, G. B., Kimbrough, A. K., Scott-Gagan, H., Zwartz, D., & Hantoro, W. S. (2022a). The historical impact of anthropogenic air-borne sulphur on the Pleistocene rock art of Sulawesi. *Scientific Reports*, *12*(1), 21512. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-25810-1>
- Gagan, M. K., Halide, H., Permana, R. C. E., Lebe, R., Dunbar, G. B., Kimbrough, A. K., Scott-Gagan, H., Zwartz, D., & Hantoro, W. S. (2022b). The historical impact of anthropogenic air-borne sulphur on the Pleistocene rock art of Sulawesi. *Scientific Reports*, *12*(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-25810-1>
- Heekeren van, H. (1957). The Stone Age of Indonesia. In *The Stone Age of Indonesia*. [https://doi.org/10.26530/oapen\\_613384](https://doi.org/10.26530/oapen_613384)
- Huntley, J., Aubert, M., Oktaviana, A. A., Lebe, R., Hakim, B., Burhan, B., Aksa, L. M., Geria, I. M., Ramli, M., Siagian, L., Brand, H. E. A., & Brumm, A. (2021). The effects of climate change on the Pleistocene rock art of Sulawesi. *Scientific Reports*, *11*(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-87923-3>

- Mulyadi, Y. (2016). Kajian Keterawatan Lukisan Gua Prasejarah di Kawasan Karst Maros Pangkep Sulawesi Selatan. *Jurnal Konservasi Cagar Budaya*, 10(1), 15–27. <https://doi.org/10.33374/jurnalkonservasicagarbudaya.v10i1.144>
- Nowak, M. M., Dziób, K., Ludwisiak, Ł., & Chmiel, J. (2020). Mobile GIS applications for environmental field surveys: A state of the art. *Global Ecology and Conservation*, 23, e01089. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01089>
- Permana, R. C. E. (2005). Bentuk gambar telapak tangan pada gua-gua Prasejarah di Kabupaten Pangkajene Kepulauan, Sulawesi Selatan. *Wacana, Journal of the Humanities of Indonesia*, 7(2). <https://doi.org/10.17510/wjhi.v7i2.304>
- Rangkuti, N. (2000). Sistem Informasi Arkeologis. *Berkala Arkeologi*, 20(1). <https://doi.org/10.30883/jba.v20i1.807>
- Rustan. (2021). Penerapan Metode Objektif Tidak Langsung untuk Mengenali Identitas Warna Gambar Dinding Gua Prasejarah Di Maros-Pangkep, Sulawesi Selatan. Universitas Hasanuddin.
- Rustan, Sumantri, I., Muda, K. T., Nur, M., & Mulyadi, Y. (2020). Measuring the damage rate of prehistoric cave images: a case study in the Maros-Pangkep karst area South Sulawesi Province, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 575(1), 012075. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/575/1/012075>