

INTEGRASI *TERRESTRIAL LASER SCANNING* DAN *DSTRETCH* UNTUK PELESTARIAN BERBASIS DIGITAL PADA SITUS KUBUR BILIK BATU DI DATARAN TINGGI PASEMAH, SUMATERA SELATAN

Integration of Terrestrial Laser Scanning and DStretch for Digital-Based Preservation of Stone Chamber Tomb Sites in the Pasemah Highlands, South Sumatra

Mentari Halimun^{1*)}, R. Cecep Eka Permana²⁾, Irsyad Leihitu³⁾, dan Pramudianto Dwi Hanggoro⁴⁾

¹⁾Program Studi Pascasarjana Arkeologi, Fakultas Ilmu Pengetahuan Budaya, Universitas Indonesia

Jl. Prof. DR. Selo Soemardjan, Pondok Cina, Kota Depok, Jawa Barat, Indonesia

¹⁾Balai Pelestarian Kebudayaan Wilayah VI, Kementerian Kebudayaan,

Jl. Lintas Sumatera KM.36, Indralaya, Ogan Ilir, Sumatera Selatan, Indonesia

²⁾Program Studi Arkeologi, Fakultas Ilmu Pengetahuan Budaya, Universitas Indonesia

Jl. Prof. DR. Selo Soemardjan, Pondok Cina, Kota Depok, Jawa Barat, Indonesia

³⁾Program Studi Arkeologi, Universitas Jambi

Jl. Jambi - Muara Bulian No.KM. 15, Mendalo Darat, Kec. Jambi Luar Kota, Kabupaten Muaro Jambi, Jambi, Indonesia

⁴⁾Museum dan Cagar Budaya Unit Jawa Timur, Kementerian Kebudayaan

Jl. Raya Pendopo Agung, Trowulan, Jawa Timur, Indonesia

*Pos-el: mentarihalimun@gmail.com (corresponding author)

Naskah diterima: 18 Agustus 2025 - Revisi terakhir: 29 Oktober 2025

Disetujui terbit: 30 Oktober 2025 - Terbit: 25 November 2025

Abstract

The Pasemah Highlands in South Sumatra host a significant concentration of ancestor-worship culture remains, particularly stone chamber tombs decorated with paintings. These monuments face increasing vulnerability due to natural factors, material degradation, and human activities. This study explores the integration of **Terrestrial Laser Scanning (TLS)** and **DStretch** as a digital documentation approach and examines its implications for adaptive preservation strategies. TLS provides high-precision three-dimensional spatial data for recording site geometry and structural conditions, while DStretch enhances faint pigments and motifs on chamber walls. The findings demonstrate that combining TLS and DStretch not only enriches archaeological documentation in both spatial and visual dimensions but also generates a comprehensive dataset to support evidence-based conservation. This integration strengthens adaptive preservation by enabling condition monitoring, documentation standardization, and community engagement in heritage management. The study highlights integrative digital documentation as a methodological innovation that contributes significantly to the sustainable preservation of ancestor-worship culture sites in Indonesia.

Keywords: Pasemah, stone chamber tombs, TLS, Dstretch, digital documentation, adaptive preservation

Abstrak

Dataran Tinggi Pasemah di Sumatera Selatan merupakan kawasan dengan konsentrasi tinggalan budaya pemujaan nenek moyang yang signifikan karena ukuran batunya rerata berukuran besar, salah satunya berupa kubur bilik batu dengan ornamen lukisan.

Tinggalan ini menghadapi kerentanan akibat faktor alam, degradasi material, serta tekanan aktivitas manusia. Penelitian ini mengkaji penerapan *Terrestrial Laser Scanning* (TLS) dan DStretch sebagai pendekatan integratif dalam dokumentasi digital serta implikasinya terhadap strategi pelestarian adaptif. TLS digunakan untuk menghasilkan data spasial tiga dimensi berpresisi tinggi guna merekam geometri dan kondisi struktural situs, sedangkan DStretch dimanfaatkan untuk menyingkap detail pigmen dan motif yang memudar pada dinding bilik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi TLS dan DStretch tidak hanya memperkaya dokumentasi arkeologi secara spasial–visual, tetapi juga menyediakan basis data komprehensif yang mendukung konservasi berbasis bukti. Integrasi kedua metode ini memperkuat strategi pelestarian adaptif melalui monitoring kerusakan, standarisasi dokumentasi, serta keterlibatan masyarakat dalam pengelolaan. Penelitian ini menegaskan bahwa dokumentasi digital integratif merupakan inovasi metodologis yang relevan untuk penguatan praktik pelestarian situs peninggalan budaya pemujaan roh nenek moyang di Indonesia.

Kata kunci: Pasemah, kubur bilik batu, TLS, Dstretch, dokumentasi digital, pelestarian adaptif

PENDAHULUAN

Tradisi Megalitik atau praktik pemujaan nenek moyang/leluhur (*ancestor worship*) dengan *medium* berupa batu merupakan sebuah tradisi yang bersifat universal, karena ditemukan hampir di semua belahan dunia termasuk di Indonesia (Prasetyo, 2015). Tradisi ini diyakini berkembang pada masa protosejarah sekitar 2000 SM dan masih dilestarikan oleh kelompok masyarakat tertentu hingga saat ini (Simanjuntak, 2015). Hambali (1997) menjelaskan bahwa tradisi megalitik merupakan sebuah bentuk adat istiadat atau kebiasaan mendirikan bangunan dari batu besar baik secara tunggal maupun kelompok yang berfungsi sebagai media pemujaan roh leluhur. Akan tetapi, beberapa ahli baru-baru ini mencoba menguji ulang terminologi megalitik yang telah digunakan sejak abad ke-19 tersebut. Misalnya Yondri (2023) dalam artikelnya yang berjudul “*Megalithic Term in Indonesian Culture Problem and Alternative for Solution Proposed*” mengusulkan untuk mengubah terminologi “megalitik” menjadi “budaya pemujaan nenek moyang dan/atau leluhur”, dengan alasan karena tidak semua tradisi tersebut terbuat dari batu besar dan bahkan terkadang digantikan dengan media berbahan kayu jika sumber batu tidak tersedia. Oleh karena itu, dalam tulisan ini tim penulis sepakat untuk menggunakan terminologi Budaya Pemujaan Leluher.

Sejak lama, studi mengenai tradisi ini di Nusantara telah dilakukan oleh berbagai ahli, mulai dari R.D.M, Verbeek (1891), N.J. Krom (1914), R.B.V. H. Geldern (1945), Wales (1957), Schnitger (1961), Loofs (1967), Bintari (1981), Soejono (1984), Mulia (1985), Sukendar (1993), Sutaba (1996), Prasetyo (2013), Yondri (2016), Sellato (2016) dan masih banyak lagi (Yondri, 2023). Selama periode tersebut, para ahli berhasil mengidentifikasi berbagai bentuk tinggalan budaya pemujaan leluhur di Indonesia, antara lain: (1) Lumpang Batu, (2) Tempayan Batu, (3) Batu Dakon), (4) Arca Manusia, (5) Dolmen, (6) Menhir, (7) Altar, (8) Punden Berundak, (9) Mobolit, (10) Batu Berhias, (11) Kubur Batu, (12) Sarkofagus, (13) Peti Batu, (14) Lesung Batu, (15) Batu Temu Gelang, (16) Kursi Batu, (17) Bilik Batu, (18) Batu Silindris, (19) Arca Hewan, (20) *Phallus* Batu,

(21) Batu Bulat, dan (22) Perahu Batu (Prasetyo, 2013). Tinggalan-tinggalan tersebut memiliki fungsi yang beragam. Hal ini sejalan dengan pendapat R. von Heine-Geldern (1945) yang menyatakan bahwa fungsi bangunan budaya pemujaan leluhur di Indonesia lebih kompleks daripada yang diduga sebelumnya. Pendapat tersebut didukung oleh Yondri (2023) yang menyatakan bahwa selain memiliki konteks sakral religius, seperti ritual pemujaan nenek moyang dan media penguburan, bangunan-bangunan budaya pemujaan leluhur juga memiliki konteks profan seperti tempat duduk kepala suku atau raja, alat menumbuk padi, serta sarana untuk menentukan pertanggalan. Pembuatan bangunan atau struktur budaya pemujaan leluhur membutuhkan tenaga yang cukup banyak. Oleh karena itu, para ahli berpendapat bahwa tradisi ini dapat tumbuh dengan baik karena didukung oleh masyarakat dengan sistem organisasi yang sudah cukup tertata baik dengan budaya gotong royong (Triwujani, 2019).

Di Indonesia, situs pengagungan leluhur tersebar luas dari Nias hingga Papua. Pulau Sumatera merupakan pulau kedua (setelah pulau Jawa) dengan sebaran situs-situs budaya pemujaan leluhur terbanyak dengan total 125 situs (Prasetyo, 2013). Di antara situs-situs tersebut, situs budaya pemujaan leluhur yang paling signifikan di Pulau Sumatra berada di Kawasan Dataran Tinggi Pasemah yang secara administratif berada di wilayah Kabupaten Lahat dan Kota Pagar Alam, Provinsi Sumatera Selatan (Hambali, 1997; Hoop, 1934; Kartodirdjo et al., 1975). Sementara itu, secara astronomis kawasan ini terletak pada 102°16'-103°045'BT dan 3°15'- 40°20'LS. Dataran Tinggi Pasemah berada di wilayah gugusan Bukit Barisan yang memanjang di sisi barat Pulau Sumatera. Selain itu, kawasan ini juga dikelilingi oleh Gunung Dempo yang menjulang dengan ketinggian 3.159 mdpl dan tiga buah sungai besar yakni Musi, Lematang, dan Enim (Hambali, 1997; Hoop, 1934; Kartodirdjo et al., 1975; Suryanegara et al., 2007). Nama Pasemah berasal dari etnik atau masyarakat tradisional yang menamakan dirinya sebagai "Orang Pasemah," Etnik Pasemah ini diketahui berasal dan bermukim di sebagian wilayah Lahat dan Ogan Komering Ulu, Sumatera Selatan, dan di Kecamatan Manna, Di Bengkulu Selatan. Etnik Pasemah menggunakan bahasa *Besemah* yang termasuk ke dalam rumpun dari bahasa Melayu (Hambali, 1997).

Tinggalan budaya pemujaan leluhur/nenek moyang di Kawasan Dataran Tinggi Pasemah (disingkat Kawasan Pasemah) pertama kali dikabarkan oleh seorang Letnan II, L. Ullmann pada tahun 1850 (Siswanto et al., 2019; Van Heeke Eren, 1958). Penemuan tersebut kemudian ditindaklanjuti oleh E.P Tombrink pada tahun 1870 dalam karyanya yang berjudul *Tijdschrift voor Indische Taal, Land-en Volkenkunde XIX/XX* (Suseno, 2018). Sejak saat itu, tinggalan pemujaan leluhur di Kawasan Pasemah terus mendapatkan perhatian dari para ahli, mulai dari Forbes (1885), Engelhard (1891), Kron (1914), Hoven (1927), dan Westenek (1922). Pada awalnya, para tokoh tersebut memiliki pandangan serupa bahwa tinggalan-tinggalan, khususnya arca batu di kawasan tersebut, merupakan peninggalan masa klasik Hindu (Sukendar, 1997; Van Heeke Eren, 1958). Pada tahun 1929, J.C. van Eerde mengemukakan pandangan berbeda bahwa tinggalan budaya di Kawasan Pasemah bukan berasal dari masa klasik, melainkan merupakan produk tradisi yang lebih tua, yaitu masa prasejarah (Van Heeke Eren, 1958).

Pandangan tersebut diterima oleh para peneliti yang melanjutkan studi lanjutan, seperti F.D.K. Bosch (1930), A.N.J. van der Hoop (1932), C.W.P. de Bie (1932), H.W. Vonk (1934), C.W. Schuller (1936), dan H.R. van Heekeren (1958) yang memberikan ringkasan hasil penelitian yang dilakukan selama satu abad di Kawasan Pasemah.

Di antara peneliti-peneliti di atas, Van der Hoop (1932) melalui bukunya yang berjudul "*Megalithic Remains in South-Sumatra*" memberikan gambaran yang cukup detail terkait dengan kepurbakalaan yang terdapat di Dataran Tinggi Pasemah. Dari hasil penelitiannya, setidaknya terdapat 22 situs yang berhasil diidentifikasi, yakni; Situs Belumai, Geramat, Karang Dalam, Muara Danau, Pagaralam Pagun, Tanjung Ara, Tanjung Sirih atau Pulau Panjang, Tanjung Telang, Tebat Sibentur, Tebing Tinggi, Tegur Wangi, dan Tinggi Hari (Suryanegara, et al. 2007). Bangunan atau objek pemujaan leluhur yang ditemukan meliputi: (1) menhir, (2) dolmen, (3) punden berundak, (4) dakon batu, (5) bilik batu, (6) palung batu, (7) lesung batu, (8) batu bergores, (9) arca hewan, dan (10) arca-arca batu bergambar manusia yang direpresentasikan dengan gaya "dinamis" (Hambali, 1997). Tinggalan-tinggalan tersebut dibuat dari jenis batuan beku andesit yang berwarna abu-abu kehitaman, dengan bercak-bercak berwarna putih, kuning, hingga coklat kemerahan. Sumber batuan andesit tersebut dapat ditemukan dengan mudah di sekitar kawasan dataran tinggi Pasemah (Suryanegara et al., 2007).

Di antara berbagai tinggalan pemujaan leluhur di Kawasan Dataran Tinggi Pasemah, objek kajian dalam penelitian ini adalah kubur bilik batu (*stone chamber*). Bangunan ini dibuat dengan menggali lubang berbentuk persegi di permukaan tanah, kemudian menyusun beberapa balok batu di setiap sisi lubang hingga membentuk dinding, serta menutupnya dengan bongkahan batu besar (*monolit*) sebagai atap sehingga tercipta ruang tiga dimensi (Siswanto et al., 2019). Seringkali pada bagian dasarnya dihias dengan susunan lempengan batu-batu yang berfungsi sebagai tegel sehingga membentuk lantai. Pada salah satu sisi dindingnya, terdapat lubang atau celah yang berfungsi sebagai *entrance* (Siswanto et al., 2019). Jika dicermati dari deskripsi di atas, kubur bilik batu tersebut dapat dikategorikan sebagai sebuah bangunan; hal ini didasari pada definisi bangunan yang disebutkan dalam Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2010 Tentang Cagar Budaya, di mana bangunan cagar budaya adalah susunan binaan yang terbuat dari benda alam atau benda buatan manusia untuk memenuhi kebutuhan ruang berdinding dan/atau tidak berdinding, serta beratap.

Temuan berupa kubur bilik batu di Kawasan Dataran Tinggi Pasemah ditemukan di beberapa situs, namun yang menjadi fokus dalam penelitian ini adalah Situs Kotaraya Lembak, Talang Pagar Agung, dan Gunung Megang. Kubur bilik batu yang terdapat pada ketiga situs tersebut memiliki keunikan tersendiri karena memiliki motif yang digambarkan pada permukaan dindingnya, baik dengan teknik lukis (*pictograph*) maupun teknik gores (*petroglyph*). Motif-motif yang digambarkan cukup beragam, mulai dari motif figuratif seperti flora, fauna, dan manusia, hingga motif geometris seperti lingkaran, garis-garis, hingga jaring-jaring.

Oleh karena signifikansi dan keunikannya, bangunan-bangunan kubur bilik batu tersebut tentunya memerlukan perhatian khusus dalam upaya pelestariannya (Indriastuti,

2015; Siswanto et al., 2019). Khususnya pada gambar-gambar motif di bagian dalam yang menghadapi ancaman degradasi akibat kondisi lingkungan yang tidak stabil, terutama genangan air setiap musim hujan. Menurut laporan dari juru pelihara situs, Balai Pelestarian Kebudayaan Wilayah VI, pada akhir tahun 2023 hingga awal tahun 2024 terjadi peningkatan volume air yang signifikan, sehingga menyebabkan bagian dalam kubur bilik batu tergenang hingga mencapai permukaan dinding lukisan. Kondisi ini berpotensi mempercepat degradasi material lukisan, yang pada akhirnya dapat menyebabkan hilangnya sumber informasi penting tentang kehidupan sosial-budaya masyarakat masa lalu.

Selama beberapa dekade terakhir, perkembangan teknologi dokumentasi digital telah membuka peluang baru dalam pelestarian warisan budaya. Dua pendekatan yang menonjol adalah *3D laser scanning* dan pengolahan citra digital menggunakan aplikasi DStretch. *3D laser scanning* mampu menghasilkan data spasial tiga dimensi dengan presisi tinggi yang sangat berguna untuk merekam geometri objek arkeologi (Barnett et al., 2005; Yin & Antonio, 2020). Namun teknik ini seringkali terbatas dalam mengungkap detail visual permukaan, terutama lukisan atau ornamen yang sudah memudar. Sebaliknya, DStretch, sebuah *plugin* pada perangkat lunak ImageJ, efektif memperjelas pigmen-pigmen samar pada lukisan cadas atau dinding yang sulit terlihat oleh mata telanjang. Studi di Indonesia menunjukkan bahwa DStretch dapat mengungkap detail lukisan prasejarah di Maros, Sangkulirang, hingga Gua Harimau (Oktaviana, 2016). Aplikasi serupa juga berhasil digunakan dalam konteks internasional, seperti pada lukisan dinding Mesir di Beni Hassan (Evans & Mourad, 2018). Dengan demikian, integrasi TLS dan DStretch menghadirkan strategi komplementer: TLS mendokumentasikan bentuk spasial, sedangkan DStretch memperkaya aspek visual permukaan. Keduanya memberi basis yang lebih utuh untuk kajian konservasi dan interpretasi arkeologi.

Kajian mengenai pelestarian situs-situs pemujaan leluhur di Sumatera Selatan telah menggunakan berbagai pendekatan; mulai dari studi arsitektur (Siswanto et al., 2019), kajian arkeologi publik (Triwurjani, 2019), hingga pengembangan kawasan berbasis wisata budaya (Astuti, 2017). Sementara kajian-kajian terkait pemanfaatan teknologi digital sebagai alat bantu pelestarian dan pengelolaan informasi pada situs budaya pemujaan leluhur, khususnya di Kawasan Pasemah belum pernah ada yang melakukan kajiannya secara komprehensif. Pendekatan berbasis dokumentasi digital – seperti yang dikembangkan dalam inisiatif *Recording, Documentation and Information Management (RecorDIM)* oleh Getty Conservation Institute – masih jarang diadopsi dalam praktik pelestarian situs budaya pemujaan leluhur di Indonesia. Sebagian besar dokumentasi masih bersifat manual, deskriptif, dan tidak terintegrasi dalam sistem informasi berbasis spasial atau basis data digital yang sistematis.

Kajian ini mengusulkan integrasi pendekatan *digital heritage documentation* sebagai sebuah pembaruan (*novelty*) dalam praktik pelestarian situs budaya pemujaan leluhur yang belum banyak dibahas dalam studi lainnya. Dengan menempatkan kubur bilik batu di Kabupaten Lahat sebagai studi kasus, tulisan ini berupaya memperluas cakupan metodologis dalam pengelolaan situs arkeologi berbasis prinsip *adaptive*

heritage management yang menekankan pada respons terhadap perubahan lingkungan dan sosial budaya. Dalam konteks pelestarian adaptif, strategi berbasis teknologi digital tidak hanya bertujuan mendokumentasikan ulang bentuk artefak secara visual, tetapi juga menciptakan sistem manajemen data yang mendukung pengambilan keputusan berbasis bukti. Strategi ini berakar pada prinsip *adaptive heritage management* yang menekankan pentingnya pendekatan yang dinamis, partisipatif, dan berbasis data dalam menghadapi tantangan pelestarian warisan budaya di tengah perubahan sosial, lingkungan, dan teknologi (Agnew & Bridgland, 2003).

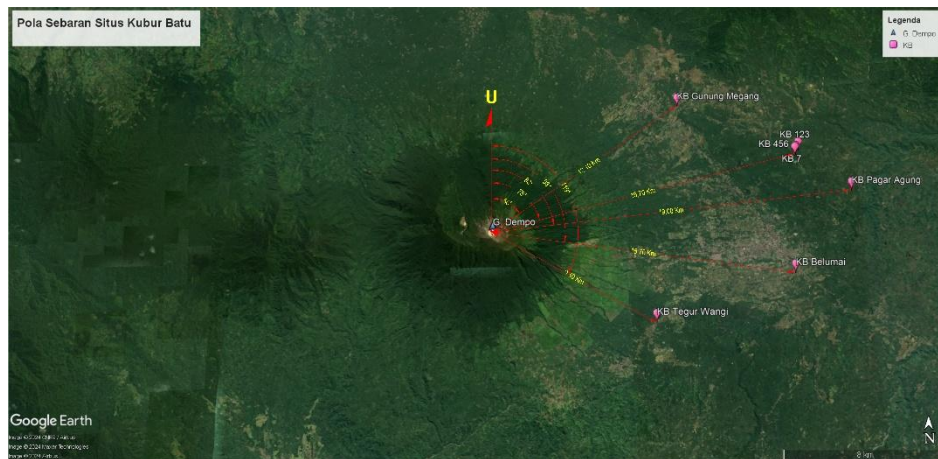
Penelitian ini bertujuan memberikan kontribusi teoritis dan praktis dalam pengelolaan situs budaya pemujaan leluhur di Dataran Tinggi Pasemah, Sumatera Selatan, melalui pendekatan dokumentasi digital sebagai bagian dari strategi pelestarian adaptif. Secara khusus, penelitian ini mendeskripsikan kondisi eksisting kubur bilik batu di Kabupaten Lahat yang memiliki lukisan pada ruang dindingnya serta mengidentifikasi potensi ancaman yang dihadapi situs-situs tersebut. Lebih lanjut penelitian ini menganalisis tahapan dan hasil penerapan teknologi dokumentasi digital dalam mendokumentasikan situs budaya pemujaan leluhur secara presisi dan efisien. Hasil dokumentasi digital ini diharapkan tidak hanya mendukung konservasi fisik, tetapi juga menjadi alat yang mampu merespons dinamika perubahan lingkungan serta memperluas keterlibatan pemangku kepentingan dalam pelestarian warisan budaya. Temuan dari studi kasus ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi penerapan metode pada situs budaya pemujaan leluhur lain di Indonesia dengan kondisi yang sebanding.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan strategi studi kasus, di mana peneliti terlibat langsung dalam kegiatan dokumentasi dan observasi lapangan di berbagai situs kubur bilik batu di Kabupaten Lahat. Strategi studi kasus dipilih untuk menggali dinamika antara kondisi fisik situs, upaya dokumentasi, serta aspek sosial-kultural yang melingkupi pelestariannya. Lokasi penelitian dilakukan terhadap 3 (tiga) situs kubur bilik batu di Kabupaten Lahat yang memiliki lukisan pada dinding ruangnya, yaitu:

Tabel 1. Situs Kubur Bilik Batu Objek Penelitian

No	Nama Situs	Alamat
1	Kubur Bilik Batu Kotaraya Lembak (1-7)	Kotaraya Lembak, Kecamatan Pajar Bulan, Kabupaten Lahat
2	Kubur Bilik Batu Talang Pagar Agung Baru	Talang Pagar Agung, Kecamatan Pajar Bulan, Kabupaten Lahat
3	Kubur Bilik Batu Gunung Megang	Gunung Megang, Kecamatan Jarai, Kabupaten Lahat



Gambar 1. Peta lokasi Situs Kubur Bilik Batu yang menunjukkan posisi ketiga situs (Sumber Google Earth, 2024)

Peta lokasi pada Gambar 1 memperlihatkan posisi relatif ketiga situs Kubur Bilik Batu; visualisasi ini membantu memahami persebaran spasial setiap kubur bilik batu dan hubungan orientasinya terhadap topografi sekitarnya.

Data primer diperoleh melalui observasi langsung terhadap bentuk fisik, orientasi, bahan, dan kondisi kerusakan serta pelapukan dari struktur kubur bilik batu. Selanjutnya dilakukan dokumentasi visual menggunakan kamera, aplikasi Dstretch, dan *TLS 3D Laser Scanner*, mengikuti prinsip dokumentasi warisan budaya oleh ICOMOS (1996) yang menekankan pentingnya pencatatan kondisi fisik, konfigurasi ruang, serta signifikansi historis dan budaya situs secara sistematis sebelum dilakukannya intervensi pelestarian apapun. Selain itu, juga dilakukan wawancara semi-terstruktur dengan juru pelihara situs untuk mendapatkan informasi lainnya yang dianggap penting dalam penelitian. Data sekunder diperoleh dari laporan-laporan kegiatan, dokumen kebijakan pelestarian, serta referensi ilmiah yang relevan mengenai dokumentasi digital dan strategi pelestarian.

Perekaman data 3D dalam penelitian ini dilakukan menggunakan instrumen *Terrestrial Laser Scanning* (TLS) tipe Leica BLK360. Alat ini termasuk dalam kategori kelas 1 laser sesuai standar IEC 60825-1:2014, yang berarti aman untuk penggunaan luar ruang dalam konteks pemindaian luar ruangan. Sistem pemindaian menggunakan teknologi *waveform digitizing* (WFD) dengan kecepatan pemindaian hingga 680.000 titik per detik, serta jangkauan efektif 0,5 hingga 45 meter dengan bidang pandang (*field of view*) 360° horizontal dan 270° vertikal. Alat ini dilengkapi perlindungan IP54, sehingga mampu beroperasi pada suhu 0 hingga 40 °C dan tahan terhadap debu maupun kelembapan sedang (Leica, 2017, 2022); kondisi ini menjadikannya sesuai untuk kondisi lapangan semi terbuka hingga terbuka seperti kondisi lingkungan di Pasemah.

Pemindaian dilakukan pada setiap kubur bilik batu melalui pendekatan multi-stasiun; akuisisi data 3D pada seluruh kubur bilik batu rata-rata menggunakan 6 (enam) titik pemasangan alat yang menyesuaikan dengan kondisi topografi, akses ruang, serta potensi *occlusion* di sekitar kubur bilik batu. Pengaturan multi-stasiun ini bertujuan untuk memastikan cakupan pemindaian menyeluruh pada seluruh sisi kubur bilik batu serta

meminimalkan area bayangan (*blind spot*), sehingga data *point cloud* yang diperoleh dapat diregistrasi dengan presisi dalam satu sistem koordinat. Data hasil pemindaian tiga dimensi yang diperoleh melalui TLS Leica BLK360 diekspor dalam format e57 sebagai *standarized point cloud data exchange format*. Format e57 dipilih karena kompatibel dengan berbagai perangkat lunak pascapemrosesan sehingga memudahkan proses registrasi, analisis morfometri, serta integrasi dengan data visual dari Dstretch.

Analisis data dilakukan melalui pendekatan deskriptif analitik dengan teknik interpretatif, yaitu mengaitkan temuan lapangan dengan kerangka teori pelestarian adaptif Agnew & Bridgland (2003), yang menekankan pentingnya pengambilan keputusan konservasi yang fleksibel, berbasis data, dan tanggap terhadap dinamika perubahan lingkungan dan sosial. Hasil analisis diinterpretasikan dalam kaitannya dengan efektivitas dokumentasi sebagai alat mitigasi risiko dan penguatan strategi pelestarian situs yang berkelanjutan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konteks Arkeologis dan Signifikansi Budaya Situs

Penelitian ini memfokuskan pada tiga situs kubur bilik batu (KBB) di Kawasan Pasemah, yaitu Situs Kotaraya Lembak, Situs Talang Pagar Agung, dan Situs Gunung Megang. Berdasarkan laporan juru pelihara situs, ketiga lokasi tersebut mengalami penggenangan air akibat hujan. Keterangan lebih rinci mengenai kondisi tiap situs adalah sebagai berikut.

Situs Kubur Bilik Batu Kotaraya Lembak

Situs Kubur Bilik Batu Kotaraya Lembak terdiri dari tujuh Kubur Bilik Batu yang tersusun sejajar sepanjang sumbu selatan ke utara. Secara geografis, situs ini berada di kawasan perbukitan rendah yang dikelilingi oleh lahan perkebunan yang dikelola oleh masyarakat setempat. Topografi di sekitarnya berupa lereng landai dengan kontur bergelombang, ditumbuhi vegetasi campuran antara semak dan pepohonan yang membentuk batas alami antar sektor. Berdasarkan pola sebaran dan jarak antar yang terekam melalui pengukuran GPS, situs ini dibagi menjadi tiga sektor utama. Sektor A terletak di sisi paling utara dan mencakup KBB nomor 7; Sektor B menempati bagian tengah pada jarak 80-90 meter dari Sektor A dan mencakup KBB Nomor 4, 5, dan 6; sedangkan Sektor C berada di sisi paling selatan dengan jarak sekitar 260 meter dari Sektor B, meliputi KBB Nomor 1, 2, dan 3.

Sektor A. KBB Nomor 7 terletak pada koordinat 3°58.728' S dan 103°15.953 T dengan fasad menghadap ke arah barat daya dan berukuran 2,13 x 1,98 x 1,69 m. Bangunan initerdiri dari tiga unsur struktur yakni lantai, dinding, dan langit-langit atau atap. Bagian dasar bangunan terdiri atas lantai yang tersusun dari batu pipih, tertata rapi dan sedikit menurun ke arah timur laut. Gambar 2 memperlihatkan posisi ruang KBB Nomor 7 yang lebih rendah dari permukaan tanah sekitarnya. Kondisi ini menyebabkan genangan air musiman yang mencapai ketinggian sejajar dengan ambang pintu, tepat di bawah area lukisan dinding (Gambar 3).



Gambar 2. Tampak fasad dari Kubur Bilik Batu Nomor 7 Kotaraya Lembak (Sumber: Halimun, 2024)



Gambar 3. Ruang bagian dalam Kubur Bilik Batu Nomor 7 Kotaraya Lembak saat banjir hingga tepat di bagian bawah lukisan (Sumber: Halimun, 2024)

Struktur dinding pada KBB Nomor 7 ini terdiri dari empat bagian yang di salah satu sisinya terdapat sebuah gambar yang dibuat dengan teknik lukis, yaitu pada dinding sisi barat laut. Sisi dinding ini terdiri dari dua batu *monolith* berbentuk (menyerupai) persegi panjang yang tersusun bertumpuk secara horizontal. Di antara kedua batu tersebut terdapat celah yang kemudian diisi dengan bongkahan batu-batu dengan ukuran yang bervariasi. Permukaan batu bagian atas menampilkan lukisan figuratif menyerupai kepala kerbau yang berorientasi ke arah barat daya. Lukisan tersebut digambarkan secara stilistis melalui penyederhanaan bentuk anatomi dan penggarisan garis untuk menonjolkan karakter simbolik serta nilai estetika.

Sektor B. Sektor B berjarak 88,4 m ke arah timur laut dari Sektor A. Sektor B mencakup tiga kubur bilik batu yaitu KBB Nomor 4, 5, dan 6 yang tersusun sejajar memanjang dengan orientasi barat laut - tenggara. Ketiga kubur bilik batu di Sektor B ini tidak menunjukkan indikasi adanya gambar atau lukisan. Bagian dalam ruang kubur bilik batu di sektor ini umumnya memiliki tingkat kelembapan tinggi sehingga mudah ditumbuhi lumut. KBB di sektor B ini banyak terdapat jejak vandalisme berupa coretan

menggunakan teknik ukir dan tulis menggunakan arang. Salah satu contoh bentuk vandalisme pada salah satu KBB tampak pada Gambar 4.



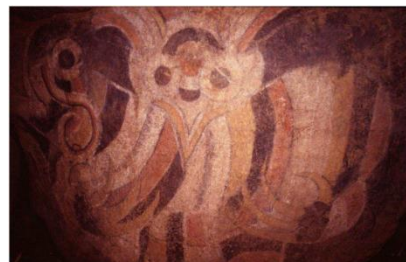
Gambar 4. Vandalisme pada dinding Kubur Bilik Batu di Sektor B Situs Kotaraya Lembak
(Sumber: Halimun, 2024)

Sektor C. Sektor C berada di sisi timur laut dari Sektor B dengan jarak sekitar 262 meter, tepatnya dengan koordinat 3°58.558' S dan 103°16.038' T. Pada sektor ini terdapat tiga kubur bilik batu yang terdiri dari KBB Nomor 1, 2, dan 3. Bangunan KBB Nomor 1 yang berada di sisi paling timur laut merupakan bangunan yang memiliki lukisan pada dindingnya. Bangunan ini mengarah ke barat daya dengan denah persegi, berukuran 1,82 x 1,74 m. Berdasarkan penelitian Manachim (2002) ketinggian ruang dari bangunan ini awalnya adalah 1,34 m, namun karena proses sedimentasi akibat tanah dan pasir yang terbawa oleh aliran air yang menggenangi ruang bangunan, ketinggian menyusut menjadi 80 cm sehingga sulit untuk dimasuki.

Lokasi lukisan berada pada dinding sisi barat laut yang merupakan sebuah batu monolit besar berbentuk lonjong dan diposisikan merebah secara horizontal. Permukaan dinding dipenuhi motif lukisan yang dibuat dengan teknik lukis dan masih teridentifikasi dengan cukup jelas, meskipun mengalami degradasi akibat genangan air musiman. Hasil pengamatan lapangan menunjukkan adanya pola garis lengkung yang membentuk motif menyerupai lingkaran kosentris, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5. Caldwell (1997) mengidentifikasi lukisan tersebut sebagai representasi figuratif “ayam dan burung”; di sisi kanan digambarkan ayam muda dengan sayap kiri yang sebagian tertutup, sedangkan di sebelahnya tampak kepala dan leher burung besar yang menghadap ke arah ayam.



Gambar 5. Lukisan di sisi dinding timur laut Kubur Bilik Batu Nomor 1 (Sumber: Leihitu, 2024)



Gambar 6. Foto lukisan saat awal mula ditemukan (Sumber: Caldwell, 1997 dalam *A rock carving and a newly-discovered stone burial chamber at Pasemah*)

Berdasarkan penelitian Manachim (2002), sisi dinding lainnya yaitu sisi barat daya dan sisi tenggara juga memiliki lukisan pada dindingnya. Namun pada saat observasi dilakukan, tidak ditemukan lagi indikasi visual yang jelas dari keberadaan motif tersebut akibat pelapukan permukaan. Begitu juga halnya dengan Kubur Bilik Batu Nomor 2 dan 3, walaupun pada laporan terdahulu disampaikan bahwa pada sisi dindingnya terdapat lukisan, namun karena kondisi batu yang tidak terawat, sulit untuk melihat dan mengidentifikasi lukisan-lukisan tersebut.

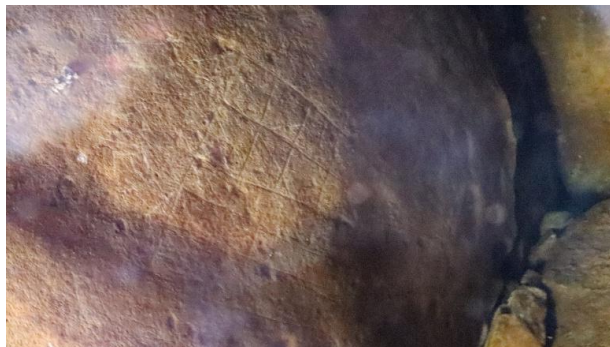
Situs Kubur Bilik Batu Talang Pagar Agung

Situs Kubur Bilik Batu Talang Pagar Agung berada di kawasan perbukitan landai yang dikelilingi oleh lahan perkebunan kopi milik masyarakat setempat. Secara astronomis situs ini terletak pada koordinat $03^{\circ} 59' 45.3''$ LS dan $103^{\circ} 17' 28.0''$ BT. Vegetasi di sekitar situs didominasi oleh tanaman kopi dan semak belukar dengan beberapa pohon pelindung yang tumbuh di luar pagar situs. Di tengah lahan perkebunan kopi ini terdapat dua kubur bilik batu yang posisinya saling berdampingan; yang kemudian dinamai KBB Nomor 1 dan KBB Nomor 2. Dalam penelusuran yang dilakukan di lapangan, di sekitar situs KBB Talang Pagar Agung masih banyak ditemukan beberapa objek khas tradisi pemujaan leluhur, seperti dolmen dan beberapa meja batu.

Bangunan KBB Nomor 1 berada di sisi selatan dengan ukuran yang lebih besar dibandingkan KBB Nomor 2. KBB Nomor 1 memiliki tiga unsur bangunan yang terdiri dari lantai yang terbuat dari lempengan-lempengan batu yang tersusun rapi, struktur atap yang berupa monolit besar yang diposisikan merebah dengan tanah, dan susunan dinding di keempat sisi bangunan. Sisi dinding utara dari KBB ini ditemukan sejumlah guratan geometris berupa garis-garis horizontal dan dua motif lingkaran yang berdiameter masing-masing sekitar 50 cm dan 30 cm. Dinding utara ini merupakan sebuah bongkahan batu monolit trapesium yang diposisikan tegak, kemudian ditopang oleh sebuah batu di sebelah kanan bawah untuk menutupi celah yang tidak tercakup sehingga menjadi lebih kokoh. Selain itu, di langit-langit terdapat sebuah gambar berupa motif garis-garis geometris yang membentuk kotak-kotak seperti jaring atau papan catur berjumlah 25 kotak. Motif tersebut dibuat dengan teknik gores dengan menggunakan alat yang berujung runcing karena menghasilkan luka gores tipis berbentuk “v”.



Gambar 7. Lukisan dengan teknik ukir di sisi dinding utara Situs Kubur Bilik Batu Talang Pagar Agung (Sumber: Halimun, 2024)



Gambar 8. Lukisan dengan teknik gores di langit-langit Situs Kubur Bilik Batu Talang Pagar Agung (Sumber: Halimun, 2024)

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, dua teknik pengerjaan permukaan batu teridentifikasi pada Kubur Bilik Batu Talang Pagar Agung. Di dinding bagian utara, motif terlihat dikerjakan dengan teknik ukir (*engraving*), ditandai oleh alur yang cukup dalam (2-4 mm) dan keteraturan guratan yang menunjukkan proses pengikisan batu secara berulang dengan alat keras. Ciri ini sesuai dengan definisi *engraving* menurut Bednarik et al. (2016), yaitu proses penghilangan material batu hingga membentuk lekukan permanen yang kontras dengan permukaan di sekitarnya. Sebaliknya, bagian langit-langit ditemukan lukisan dengan teknik gores (*scratching*) berupa garis-garis dangkal yang hanya mengikis lapisan luar batu. *Scratching* menurut Bednarik et al. (2016) merupakan proses abrasif ringan yang menghasilkan tanda garis halus atau dangkal (<0,5 mm), sering digunakan untuk gambar skematis atau coretan cepat.

Situs Gunung Megang

Situs Gunung Megang merupakan sebuah situs budaya pemujaan leluhur yang terdiri dari kubur bilik batu, menhir, batu dakon, lesung batu, dolmen, lumpang batu, dan arca. Situs ini merupakan sebuah lembah yang dikelilingi oleh barisan perbukitan yang areanya dimanfaatkan oleh masyarakat setempat sebagai area persawahan dan perkebunan, serta pada beberapa wilayah masih berupa lahan yang ditumbuhi semak belukar. KBB Gunung Megang berada di tengah-tengah pemukiman warga dengan area tidak lebih dari 8x8 meter yang dikelilingi pagar besi. Secara astronomis lokasi KBB Gunung Megang berada di titik koordinat 03° 57' 14.080" LS dan 103° 12' 38.812" BT.

KBB Gunung Megang tersusun dari batu-batu andesit berbentuk balok dengan fasad menghadap barat daya dan denah persegi berukuran 2 x 1,9 x 1,4 m. Bagian atap dari bangunan ini terdiri dari tiga buah batu yang disusun sejajar dengan cara direbahkan selevel dengan permukaan tanah di sekitarnya. Batu yang paling besar ditempatkan di paling depan, kemudian di bagian tengah terdapat bongkahan batu dengan ukuran yang lebih kecil, sementara yang paling belakang memiliki ukuran sedang. Untuk menopang struktur atap, bangunan ini memiliki dinding yang terdiri dari empat sisi dan di salah satu sisinya, yaitu pada sisi dinding barat laut, terdapat lukisan.

Dinding barat laut terdiri dari dua bongkahan batu monolit berbentuk persegi yang diposisikan berdiri tegak berdampingan dengan ukuran yang relatif sama. Lukisan tampak pada dinding batu sebelah kiri, dekat dengan pintu masuk. Pada saat curah hujan tinggi, air menggenang sampai dengan ke posisi tepat di bawah lukisan berada.



Gambar 9. Tampak ruang bagian dalam Kubur Bilik Batu Gunung Megang dalam keadaan banjir (Sumber: Halimun, 2024)

Hasil Analisis Visual dengan DStretch

Penggunaan perangkat lunak DStretch dalam penelitian ini bertujuan untuk memperkuat data visual yang diperoleh dari dokumentasi fotografis kubur bilik batu di Dataran Tinggi Pasemah. Secara umum tinggalan budaya pemujaan leluhur di kawasan ini tidak hanya menampilkan elemen arsitektural berupa konstruksi batu, tetapi juga kemungkinan menyimpan jejak visual berupa motif, lukisan, atau residu pigmen yang seringkali tidak kasat mata akibat degradasi permukaan. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, DStretch digunakan untuk mengekstraksi kembali informasi visual yang samar, sekaligus menguji sejauh mana teknologi ini dapat memperkaya analisis arkeologi di situs budaya pemujaan leluhur.

DStretch merupakan sebuah *plugin* dalam perangkat lunak ImageJ yang bekerja berdasarkan algoritma *decorrelation stretch*. Algoritma ini awalnya dikembangkan untuk keperluan pengolahan citra multispektral oleh Jet Propulsion Laboratory, NASA, dan kemudian diadaptasi oleh Jon Harman (2005) khusus untuk kajian gambar cadas (Evans & Mourad, 2018). Prinsip dasarnya adalah memisahkan tiga kanal warna RGB, memperlebar rentang variasi warna melalui transformasi matematis, kemudian memetakannya kembali ke ruang warna baru yang telah “diperkuat.” Hasil akhirnya adalah citra dengan warna palsu (*false colour*) yang menonjolkan pigmen tertentu, terutama merah, kuning, dan hitam, sehingga detail visual lebih mudah dikenali. Kelebihan utama DStretch adalah sifatnya yang non-destruktif, cepat, murah, serta relatif independen dari operator, sehingga hasil yang diperoleh dapat direproduksi dengan tingkat objektivitas yang lebih tinggi dibanding metode manual (Le Quellec et al., 2015). Pada penelitian ini, berbagai *color spaces* (seperti YRE, YBK, LAB, CRGB) diuji untuk menghasilkan visualisasi terbaik terhadap permukaan bilik batu.

Dalam penelitian ini, analisis Dstretch dilakukan menggunakan foto digital dengan format TIFF 16-bit untuk menjaga fidelitas warna dan rentang dinamis (*dynamic range*) selama proses pengolahan. Format ini digunakan karena tidak mengalami kompresi seperti JPEG, sehingga lebih stabil terhadap distorsi warna akibat proses transformasi algoritma *deccorrelation stretch* (Le Quellec et al., 2015). Standar teknis ini juga mengikuti rekomendasi Alley (1996) dalam *Algorithm Theoretical Basis Document for Desorrelation Stretch*. Proses analisis dimulai dengan pemilihan foto digital resolusi tinggi dari dinding kubur bilik batu. Foto-foto tersebut diproses menggunakan DStretch dengan mencoba beberapa preset warna, kemudian hasil terbaik disimpan untuk analisis lebih lanjut. Untuk menjaga konsistensi, transformasi matriks pada satu foto representatif juga diterapkan pada foto lain dari konteks serupa, sebagaimana disarankan oleh Martínez & Harman (2019). Langkah-langkah tersebut menghasilkan sejumlah citra olahan yang kemudian dibandingkan dengan foto asli.



Gambar 10. Bentuk lukisan KBB Nomor 7, sisi dinding barat laut (Sumber: Leihitu, 2024)



Gambar 11. Hasil foto menggunakan aplikasi D'Stretch pada sisi dinding barat laut KBB Nomor 7 (Sumber: Leihitu, 2024)



Gambar 12. Bentuk lukisan KBB Nomor 1 pada sisi dinding timur laut (Sumber: Leihitu, 2024)



Gambar 13. Hasil foto menggunakan aplikasi D'Stretch pada sisi dinding timur laut KBB Nomor 1 (Sumber: Leihitu, 2024)



Gambar 14. Bentuk lukisan KBB Gunung Megang (Sumber: Leihitu, 2024)



Gambar 15. Hasil foto menggunakan aplikasi D'Stretch pada dinding KBB Gunung Megang (Sumber: Leihitu, 2024)

Analisis visual terhadap enam foto KBB di Dataran Tinggi Pasemah yang ditunjukkan pada Gambar 10 hingga 15 di atas menunjukkan perbedaan signifikan antara citra asli dengan hasil olahan digital menggunakan DStretch. Foto asli sebagian besar pigmen tampak memudar, tertutup kotoran, atau tersamar oleh warna alami permukaan batu. Kondisi ini menyulitkan identifikasi pola visual dan menimbulkan keraguan apakah noda tersebut merupakan bekas aktivitas manusia atau sekadar fenomena ilmiah. Setelah melalui pengolahan DStretch, detail visual menjadi lebih jelas, memperlihatkan pola geometris dan figuratif yang konsisten dengan tradisi seni cadas.

Panel pertama (Gambar 10 dan Gambar 11) memperlihatkan motif geometris yang kompleks. Pada foto asli (Gambar 10), pola garis merah dan lengkungan tipis hanya tampak samar di permukaan. Setelah pengolahan menggunakan DStretch (Gambar 11) menegaskan keberadaan spiral besar dengan cabang kecil yang lebih mudah dibaca sebagai bentuk dekoratif. Pola ini menyerupai volute yang berfungsi sebagai simbol siklus atau dinamika kehidupan. Dalam konteks kubur bilik batu, kehadiran motif demikian dapat ditafsirkan sebagai representasi visual terkait ritual penguburan dan kepercayaan prasejarah akan perjalanan roh.

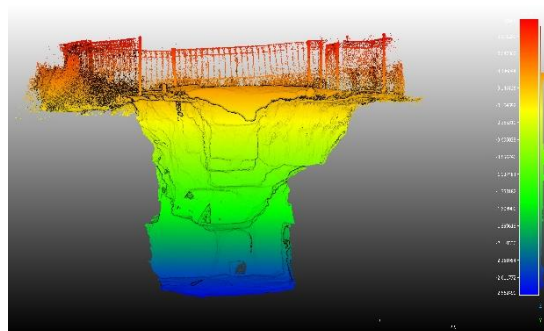
Panel kedua pada Gambar 12 menampilkan lukisan pada permukaan batu yang terlihat samar akibat pencahayaan terbatas dan degradasi permukaan. Warna dominan adalah kecokelatan alami batu dengan sisa pigmen merah dan hitam yang tampak sebagian di sisi kanan. Pola spiral atau lengkung dapat dikenali tetapi tidak jelas batasannya. Setelah pengolahan dengan DStretch terhadap Gambar 13, kontras pigmen meningkat drastis. Warna merah, biru, dan kuning muncul lebih jelas, membentuk pola spiral ganda dan bentuk melingkar yang kemungkinan merupakan motif dekoratif atau simbolik.

Sementara itu, panel ketiga menunjukkan kondisi permukaan batu yang terlihat relatif polos dengan dominasi warna alami batu di Gambar 14, yaitu warna abu-abu pucat dengan bercak kehijauan dan kecokelatan. Di bagian tengah masih tampak samar sebuah noda berwarna merah tetapi detailnya sulit dikenali. Secara kasat mata pola visual ini tidak dapat dipastikan apakah sekadar noda alami atau bekas pigmen yang disengaja. Setelah diolah menggunakan DStretch dengan *color space* YRD, motif merah pada bagian tengah permukaan menjadi jauh lebih jelas. Pigmen merah membentuk pola melengkung dengan ujung mengarah ke atas, menyerupai bentuk setengah lingkaran dengan tonjolan ke samping. Pola ini bisa ditafsirkan sebagai bagian dari motif antropomorfik atau simbolik, meskipun interpretasi pasti perlu kajian lebih lanjut. DStretch tidak hanya memperkuat pigmen merah, tetapi juga menyingkap perbedaan kontras antara bagian batu yang mengandung pigmen dengan latar alami batu. Hal ini memungkinkan peneliti membedakan antara noda alami (misalnya bercak lumut) dengan bekas sapuan cat. Dengan demikian, DStretch berperan penting dalam membedakan data arkeologis dari *noise* visual alami.

Secara keseluruhan, hasil DStretch memperlihatkan bahwa kubur bilik batu Pasemah tidak hanya berfungsi sebagai struktur arsitektural, melainkan juga sebagai media ekspresi visual simbolik. Pigmen merah dan hitam yang diperkuat melalui teknik digital memperlihatkan bahwa masyarakat pembuat bilik batu memiliki tradisi seni dan simbolisme yang kompleks, yang sulit ditangkap hanya melalui observasi kasat mata. Dokumentasi digital ini penting tidak hanya bagi kepentingan interpretasi arkeologis, tetapi juga sebagai arsip jangka panjang, mengingat kondisi pigmen yang semakin rapuh.

Hasil Dokumentasi Geometri dengan TLS

Perekaman geometri kubur bilik batu di Pasemah dengan Terrestrial Laser Scanning (TLS) memungkinkan akuisisi data dalam bentuk point cloud beresolusi tinggi, yang kemudian diproses untuk menghasilkan model permukaan (*mesh*), ortoprojeksi, serta analisis morfometri. Berbeda dengan metode fotografi atau pengukuran manual, TLS mampu menangkap deformasi mikro, ketidakraturan struktur, dan detail arsitektural yang signifikan untuk interpretasi arkeologi (Vosselman & Maas, 2010; Yin & Antonio, 2020).

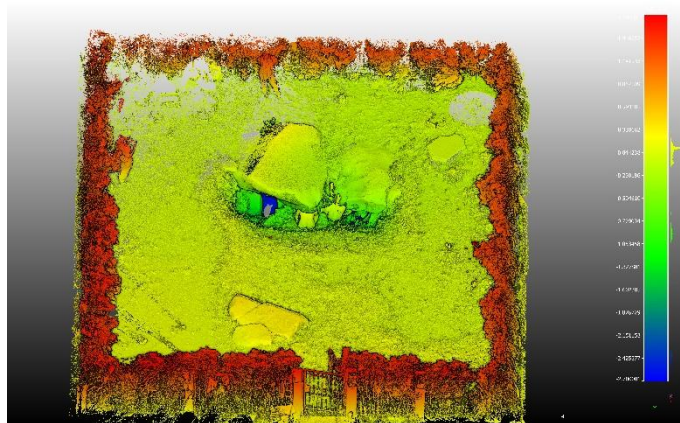


Gambar 16. Hasil pemindaian 3D Laser Scanner (*scalar field*) dengan koordinat z, pada KBB Nomor 7 Situs Kotaraya Lembak (Sumber: diolah oleh Hanggoro, 2025)

Hasil pengolahan Terrestrial Laser Scanning (TLS) pada Gambar 16 menampilkan irisan melintang vertikal (*cross section*) dari kompleks bilik batu yang didokumentasikan. Visualisasi menggunakan skema warna palsu berdasarkan elevasi (dari merah sebagai titik tertinggi hingga biru sebagai titik terendah) memungkinkan pembacaan kontur dan struktur secara jelas. Pada bagian atas terlihat pagar pelindung situs berwarna merah-oranye, menunjukkan elevasi tertinggi, sedangkan bagian bawah situs direpresentasikan dalam warna hijau-biru yang menandakan area dengan elevasi lebih rendah. Dari visualisasi ini sejumlah data penting dapat diekstraksi. Pertama, data elevasi vertikal yang memperlihatkan perbedaan ketinggian dari permukaan tanah di sekitar pagar hingga bagian dasar struktur bilik batu. Rentang elevasi ini berguna untuk mengetahui kedalaman relatif situs serta memperkirakan kondisi stratigrafi alami di sekitarnya. Kedua, data deformasi struktural dapat diidentifikasi melalui pola dinding bilik yang tidak sepenuhnya tegak lurus, melainkan memperlihatkan kemiringan tertentu. Hal ini menjadi indikator penting adanya potensi pergeseran tanah atau beban struktural dari atas bilik yang berimplikasi pada risiko keruntuhan di masa depan.

Berdasarkan hasil pengolahan TLS (Gambar 16), diperoleh data ketebalan lapisan tanah penutup di atas struktur kubur bilik batu dengan variasi antara 0,25 hingga 0,5 m. Informasi ini penting untuk menilai potensi tekanan vertikal yang memengaruhi stabilitas struktur dan memahami dinamika pelapukan alami sekaligus untuk keperluan pelestarian, misalnya dalam merancang strategi pencegahan erosi. Data lain yang dapat diperoleh adalah kontur internal ruang bilik, karena hasil irisan vertikal memperlihatkan adanya rongga dan perbedaan tekstur antara dinding batu dengan ruang kosong di dalamnya.

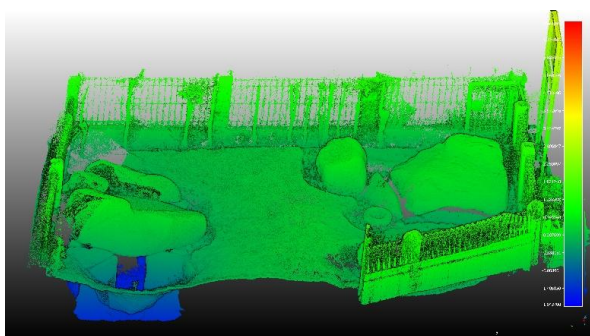
Jika pada gambar sebelumnya hasil TLS memperlihatkan irisan melintang vertikal yang menekankan aspek kedalaman dan profil struktur bawah permukaan, maka pada Gambar 17 visualisasi TLS menyajikan tampilan ortogonal dari atas (*bird's-eye view*) yang memperlihatkan distribusi elemen di dalam area situs secara menyeluruh. Warna palsu (*false colour*) berdasarkan skala elevasi memudahkan pembacaan perbedaan ketinggian, dengan pagar pelindung di sekeliling situs tampak berwarna merah-oranye sebagai area paling tinggi, sementara bagian tengah situs ditampilkan dalam warna hijau hingga biru yang menandakan elevasi lebih rendah. Dari citra ini dapat diidentifikasi dengan jelas posisi batu utama bilik beserta susunan batu lain di sekitarnya. Area tengah yang ditampilkan dalam gradasi hijau-biru menunjukkan adanya cekungan atau depresi mikro, yang kemungkinan terkait dengan aktivitas galian masa lalu atau akibat proses erosi alami. Posisi batu penutup serta fragmen batu besar di sekitar bilik terekam secara presisi, memungkinkan analisis tata letak ruang dan hubungan spasial antar elemen budaya pemujaan leluhur. Selain itu, bagian dalam area situs yang tampak lebih rendah dari pagar menandakan adanya perbedaan topografi mikro yang signifikan antara bagian inti bilik dan lingkungannya.



Gambar 17. Hasil pemindaian 3D Laser Scanner (*scalar field*) dengan koordinat z, pada Situs KBB Talang Pagar Agung (Sumber: diolah oleh Hanggoro, 2025)

Jenis data yang dapat diperoleh dari pengolahan TLS pada Gambar 17 ini cukup beragam. Pertama, data elevasi topografi mikro, yang dapat digunakan untuk mengukur perbedaan ketinggian antar elemen situs, termasuk ketebalan lapisan tanah penutup. Kedua, data spasial posisi dan volume batu, yang penting untuk rekonstruksi arsitektural bilik batu serta untuk analisis teknis tentang cara batu-batu tersebut disusun. Ketiga, data deformasi permukaan, yang terlihat dari ketidakrataan kontur di area tengah; informasi ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi potensi kerusakan struktural akibat erosi atau pergeseran tanah. Keempat, data hubungan antara elemen arkeologi dengan pagar pelindung modern, yang dapat menjadi dasar evaluasi manajemen situs dan strategi konservasi.

Selanjutnya, hasil pemindaian TLS juga dapat ditampilkan dalam bentuk visualisasi tiga dimensi *oblique view* yang memberikan perspektif menyeluruh terhadap susunan batu dalam sebuah situs, pada studi kasus ini seperti yang ditampilkan pada Gambar 18 yang menampilkan hasil foto dari Situs KBB Gunung Megang. Skema warna berdasarkan elevasi tetap dipertahankan, dengan gradasi hijau sebagai dominasi permukaan tanah, biru menunjukkan area dengan elevasi lebih rendah, serta kuning hingga merah pada titik yang lebih tinggi. Dari perspektif ini, terlihat jelas posisi relatif antara batu utama, batu penutup, serta elemen pelengkap lain di sekitar bilik batu, termasuk pagar pelindung modern yang mengelilingi situs.



Gambar 18. Hasil pemindaian 3D Laser Scanner (*scalar field*) dengan koordinat z, pada Situs KBB Gunung Megang (Sumber: diolah oleh Hanggoro, 2025)

Melalui sudut pandang ini, beberapa informasi tambahan dapat diidentifikasi. Pertama, hubungan spasial antar elemen batuan tampak lebih jelas, termasuk orientasi bilik batu terhadap pagar serta jarak antar fragmen batu besar. Kedua, terlihat adanya depresi kecil di area depan bilik batu, yang divisualisasikan dalam warna biru, menandakan adanya penurunan elevasi yang bisa terkait dengan proses erosi atau aktivitas manusia masa lalu. Ketiga, kontur pagar pelindung terekam utuh, sehingga dapat dianalisis keterhubungannya dengan ruang inti situs, baik sebagai batas fisik pelindung maupun sebagai faktor yang mungkin memengaruhi drainase air hujan di sekitar bilik batu. Data yang dapat diperoleh dari hasil TLS ini mencakup rekonstruksi spasial tiga dimensi bilik batu, termasuk volume batu, tinggi relatif antar elemen, serta kondisi lingkungan sekitarnya. Tampilan tiga dimensi ini juga memberikan dasar bagi pembuatan model virtual yang tidak hanya bermanfaat untuk dokumentasi pelestarian, tetapi juga untuk keperluan edukasi publik melalui rekonstruksi digital interaktif.

Secara keseluruhan, hasil pengolahan TLS tidak hanya menghasilkan rekaman geometri tiga dimensi, tetapi juga menyajikan data detail terkait elevasi, kedalaman, ketebalan lapisan tanah, hingga potensi deformasi struktural. Informasi ini dapat dimanfaatkan dalam dua ranah sekaligus: (1) arkeologi, untuk merekonstruksi teknik konstruksi bilik batu serta memahami orientasi dan fungsinya; dan (2) pelestarian, sebagai dasar monitoring jangka panjang kondisi situs sehingga langkah perlindungan dapat dirancang berbasis data. Jika irisan vertikal memberikan pemahaman mengenai profil kedalaman dan stabilitas dinding bilik, maka citra ortogonal dari atas melengkapi dengan informasi tentang pola distribusi, tata letak, dan kondisi topografi mikro situs secara menyeluruh. Selanjutnya, tampilan *oblique* berperan sebagai penghubung yang menyajikan gambaran holistik Situs Kubur Bilik Batu, sehingga kombinasi ketiga hasil pengolahan TLS tersebut menghadirkan dokumentasi komprehensif yang tidak hanya mencatat bentuk fisik tinggalan budaya pemujaan leluhur, tetapi juga memberikan data strategis untuk pelestarian, monitoring, serta memperkuat interpretasi arkeologis dalam kerangka pelestarian berbasis data.

Integrasi TLS dan DStretch dalam Dokumentasi Digital

Pendekatan dokumentasi digital terhadap tinggalan budaya pemujaan leluhur di Pasemah memerlukan metode yang tidak hanya mampu merekam aspek spasial, tetapi juga menyingkap detail visual yang semakin memudar seiring waktu. Dalam konteks ini, *Terrestrial Laser Scanning* (TLS) dan DStretch menempati posisi saling melengkapi. TLS menyediakan data geometris tiga dimensi dengan presisi milimeter, sementara DStretch mengungkap detail pigmen yang tak lagi kasat mata. Integrasi keduanya menghadirkan pendekatan dokumentasi yang lebih utuh, memadukan dimensi fisik dan visual, serta membuka peluang analisis baru dalam studi arkeologi.

Integrasi TLS dan DStretch menjadi pendekatan komplementer yang menggabungkan dokumentasi spasial presisi tinggi dengan penguatan data visual pigmen, sehingga menghasilkan model 3D beranotasi yang dapat digunakan untuk analisis konservasi dan interpretasi simbolik. Dalam penelitian ini, hasil TLS dapat digunakan

untuk menentukan posisi pasti dinding yang mengandung pigmen, sehingga citra DStretch dapat ditempatkan secara akurat pada model 3D. Hal ini memungkinkan analisis spasial-visual terpadu, seperti menilai distribusi motif dalam kaitannya dengan orientasi ruang bilik. Dalam konteks kubur bilik batu di Pasemah, integrasi ini sangat relevan. Motif spiral yang ditangkap melalui DStretch dapat dipetakan pada permukaan dinding yang terdokumentasi TLS. Hasilnya bukan sekadar peta visual, melainkan representasi 3D yang menempatkan simbol pada konteks arsitekturalnya. Pendekatan ini membuka kemungkinan interpretasi baru, misalnya apakah motif ditempatkan pada sisi tertentu yang memiliki makna kosmologis, atau apakah distribusinya terkait dengan orientasi kubur terhadap lanskap sekitar.

Dalam perkembangan teknologi dokumentasi digital, juga dikenal sebuah metode perekaman menggunakan *Handheld Laser Scanning* (HLS) yang berkembang sebagai alternatif baru dan menawarkan mobilitas tinggi pada area terbatas. HLS bekerja dengan mengombinasikan sensor *Light Detection and Ranging* (LiDAR), *Inertial Measurement Unit* (IMU), dan algoritma *Simultaneous Localization and Mapping* (SLAM) untuk menghasilkan data tiga dimensi tanpa perlu posisi tripod statis. Sistem ini efektif untuk survei cepat di ruang sempit dan memiliki ketelitian relatif antara 1–3 cm, tetapi rentan terhadap *drift* dan kesalahan registrasi jika digunakan di ruang dengan kelembapan tinggi atau permukaan reflektif. Keterbatasan jangkauan (30–100 m) dan kebutuhan fitur visual yang cukup untuk pengenalan lingkungan juga membatasi keandalannya dalam integrasi data spasial berpresisi tinggi (Leung & Ho, 2020; Yuan et al., 2024).

Penelitian ini secara sadar memilih *Terrestrial Laser Scanning* (TLS) yang dikombinasikan dengan DStretch karena mempertimbangkan kebutuhan presisi, stabilitas optik, dan kompatibilitas integrasi spasial-visual. TLS mampu menghasilkan *point cloud* berpresisi milimeter dalam sistem koordinat absolut (Vosselman & Maas, 2010), sehingga ideal untuk integrasi citra hasil penguatan warna DStretch pada permukaan dinding kubur bilik batu. Pendekatan ini memungkinkan pembuatan model 3D beranotasi yang menggabungkan informasi spasial dan visual untuk analisis konservasi maupun interpretasi simbolik (Mala, 2016). Sebaliknya, sistem HLS yang bersifat relatif tidak selalu memberikan kestabilan geometri yang dibutuhkan pada kondisi lapangan semi-terbuka dengan genangan air dan kelembapan tinggi seperti di Pasemah. TLS memberikan kestabilan optik lebih baik karena sensor diposisikan pada tripod statis dan dapat melakukan pemindaian multi-stasiun tanpa gangguan gerak operator.

Pemilihan TLS dan DStretch dilakukan karena kesesuaian metode terhadap karakter objek dan tujuan penelitian. TLS unggul untuk akuisisi geometri berpresisi tinggi dan pemantauan deformasi jangka panjang (Yin & Antonio, 2020). Sedangkan DStretch memperkuat informasi visual pigmen yang telah memudar. Kombinasi keduanya menghasilkan dokumentasi integratif yang merepresentasikan aspek fisik dan visual secara bersamaan. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip *integrated recording* ICOMOS (1996) serta kerangka *adaptive heritage management*, yang menekankan pentingnya pelestarian berbasis data presisi dan adaptif terhadap perubahan lingkungan. Oleh karena itu, dalam konteks situs kubur bilik batu yang semi-terbuka dan lembap, TLS dan

DStretch merupakan kombinasi paling tepat dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah untuk menghasilkan dokumentasi digital presisi serta mendukung analisis pelestarian jangka panjang.

Implikasi terhadap Pelestarian dan Kajian Arkeologi

Undang-Undang Nomor 11 tahun 2010 tentang Cagar Budaya secara eksplisit mengakui pentingnya dokumentasi dalam pelestarian. Pasal 95 ayat (2) huruf c disebutkan bahwa tugas pemerintah dan/atau pemerintah daerah dalam perlindungan Cagar Budaya meliputi *menyelenggarakan penelitian dan pengembangan Cagar Budaya*; sedangkan pada huruf d disebutkan tugas untuk *menyediakan informasi Cagar Budaya untuk masyarakat*. Selanjutnya pasal 96 ayat (1) huruf c memberi wewenang kepada pemerintah untuk *menghimpun data Cagar Budaya* sebagai bagian dari pengelolaan pelestarian. Dengan demikian dokumentasi merupakan manifestasi dari pelaksanaan kewajiban negara dalam menginventarisasi dan mengelola data Cagar Budaya secara sistematis dan terbuka (Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2010 Tentang Cagar Budaya, 2010). Merujuk pada kerangka tersebut, pelaksanaan dokumentasi situs kubur bilik batu di Kabupaten Lahat menjadi bentuk konkret dari pelaksanaan mandat perlindungan berbasis data.

Meskipun dokumentasi digital menawarkan potensi besar, evaluasi kritis perlu dilakukan untuk menilai efektivitasnya dalam konteks pelestarian. Pertama, teknologi ini memperpanjang umur informasi meskipun objek fisiknya mengalami degradasi. Prinsip konservasi modern menekankan pentingnya pencatatan menyeluruh sebelum intervensi dilakukan (Agnew & Bridgland, 2003). Dokumentasi bukan sekadar pendukung penelitian, tetapi juga merupakan bagian integral dari pelestarian. Kedua, dokumentasi digital meningkatkan transparansi manajemen situs. Hasil rekaman dapat diakses lintas disiplin—arkeolog, konservator, insinyur struktur, hingga komunitas lokal. Dokumentasi tersebut memungkinkan proses pengambilan keputusan yang lebih partisipatif karena data dapat dibagikan secara terbuka (ICOMOS, 1996). Namun demikian, dokumentasi digital bukan tanpa keterbatasan. TLS, misalnya, meskipun presisi, membutuhkan biaya tinggi dan keahlian teknis dalam pengolahan data. Meskipun DStretch tergolong metode sederhana, penggunaannya berpotensi menimbulkan interpretasi berlebihan terhadap hasil penguatan warna, karena algoritma *decorrelation stretch* dapat menampilkan pola yang tidak selalu merepresentasikan pigmen asli (Martínez & Harman, 2019). Oleh karena itu, hasil pengolahan citra digital perlu diverifikasi melalui observasi langsung di lapangan dan dibandingkan dengan data kontekstual arkeologis untuk memastikan validitas interpretasi. Pendekatan triangulatif ini penting agar dokumentasi digital yang dihasilkan tidak hanya valid secara teknis, tetapi juga relevan secara interpretatif bagi pengembangan kajian arkeologi dan praktik konservasi cagar budaya.

Jika pemanfaatan teknologi digital dan evaluasi efektivitasnya telah menunjukkan bahwa dokumentasi bukan sekadar sarana pendukung, melainkan bagian integral dari pelestarian, maka langkah berikutnya adalah merumuskan strategi pelestarian adaptif yang mampu merespons dinamika perubahan kondisi situs. Pelestarian adaptif

menekankan fleksibilitas dalam menghadapi ancaman kerusakan akibat faktor alam, aktivitas manusia, maupun perubahan sosial budaya, sekaligus tetap berpegang pada prinsip keaslian dan nilai penting cagar budaya. Pendekatan ini memandang bahwa keberlanjutan pelestarian tidak dapat hanya bergantung pada satu metode atau teknologi, tetapi harus mengintegrasikan data ilmiah, pengetahuan lokal, dan kebijakan yang adaptif. Dalam konteks situs budaya pemujaan leluhur seperti kubur bilik batu di Pasemah, strategi adaptif dapat diwujudkan melalui monitoring berbasis data digital. Hasil TLS yang direkam secara berkala dapat dibandingkan untuk mendeteksi pergeseran struktur, retakan baru, atau degradasi material. Demikian pula, citra DStretch dari periode berbeda dapat memperlihatkan tingkat pemudaran pigmen, sehingga memungkinkan konservator menilai percepatan kerusakan visual. Monitoring semacam ini berfungsi sebagai sistem peringatan dini yang membantu pengelola situs mengambil langkah intervensi tepat waktu, misalnya melalui pemeliharaan rutin atau pembatasan akses ke area rentan.

Strategi adaptif juga harus memasukkan partisipasi masyarakat sebagai unsur kunci. Sebagaimana ditekankan Cleere (1984), keberhasilan pengelolaan warisan budaya sangat ditentukan oleh sejauh mana nilai-nilai lokal diakui dan dilibatkan. Dalam hal ini masyarakat Pasemah yang memandang kubur bilik batu sebagai bagian dari identitas leluhur dapat berperan sebagai penjaga dan informan lokal, baik melalui pengawasan sehari-hari maupun keterlibatan dalam program edukasi. Integrasi antara data digital dengan narasi lokal menciptakan pelestarian yang tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga bermakna secara sosial. Selain itu, strategi adaptif perlu memperhatikan multi-nilai cagar budaya, bukan hanya aspek fisik dan ilmiah. Nilai estetika, simbolik, dan bahkan ekonomi melalui potensi pariwisata budaya harus menjadi pertimbangan dalam perencanaan. Pendekatan ini sejalan dengan kerangka *value-based conservation* yang diperkenalkan William Lipe, yang menekankan bahwa pelestarian sebaiknya didasarkan pada beragam nilai yang melekat pada suatuinggalan. Misalnya, motif spiral yang tertangkap melalui DStretch dapat diangkat sebagai simbol identitas visual dalam promosi budaya, tanpa mengabaikan nilai akademis dan spiritualnya.

SIMPULAN

Penelitian ini menegaskan bahwa penerapan dokumentasi digital berbasis integrasi *Terrestrial Laser Scanning* (TLS) dan DStretch merupakan pendekatan strategis dalam pelestarian situs kubur bilik batu di Dataran Tinggi Pasemah; dimana kedua metode ini saling melengkapi kekurangan masing-masing. Kebaruan penelitian ini terletak pada penerapan metode integratif yang belum banyak digunakan dalam studi di Indonesia, khususnya pada konteks kubur bilik batu yang memiliki motif lukisan. Hasilnya memperlihatkan bahwa dokumentasi digital tidak hanya berfungsi sebagai arsip statis, melainkan juga sebagai instrumen analitis yang mampu mengungkap aspek teknis, simbolik, dan risiko kerusakan yang relevan bagi rencana pelestarian.

Implikasi dari temuan ini mengarah pada kebutuhan penguatan sistem pengelolaan berbasis data, termasuk standardisasi dokumentasi digital, penyusunan

mekanisme monitoring periodik, dan peningkatan kapasitas teknis lembaga pelestarian. Selain itu, strategi pelestarian adaptif yang melibatkan masyarakat lokal perlu dikedepankan agar perlindungan situs tidak hanya menjaga materialitas tinggalan, tetapi juga memperkuat nilai sosial-budayanya sebagai bagian dari identitas Pasemah. Dengan demikian, integrasi TLS dan DStretch dapat dipandang sebagai model metodologis yang layak diterapkan dalam praktik pelestarian cagar budaya di Indonesia, sekaligus membuka ruang bagi kolaborasi lintas disiplin antara arkeologi, konservasi, dan teknologi digital.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan apresiasi dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Balai Pelestarian Kebudayaan Wilayah VI selaku Unit Pelaksana Teknis Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi di wilayah kerja Provinsi Sumatera Selatan, atas segala bentuk dukungan yang telah diberikan selama proses penelitian ini berlangsung. Bantuan yang diberikan, baik dalam bentuk akses terhadap data lapangan, pendampingan teknis, maupun fasilitasi koordinasi di tingkat lokal, telah memungkinkan penelitian ini terlaksana dengan baik dan sesuai rencana.

Penulis juga mengucapkan terima kasih atas dukungan pembiayaan yang bersumber dari DIPA Balai Pelestarian Kebudayaan Wilayah VI, yang menjadi fondasi utama bagi pelaksanaan kegiatan dokumentasi dan studi lapangan di situs-situs budaya pemujaan leluhur Kabupaten Lahat. Tanpa dukungan tersebut, penelitian ini tidak akan dapat berjalan secara optimal. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi nyata bagi upaya pelestarian warisan budaya di wilayah Sumatera Selatan, khususnya dalam penguatan strategi dokumentasi dan pengelolaan situs secara adaptif dan berkelanjutan.

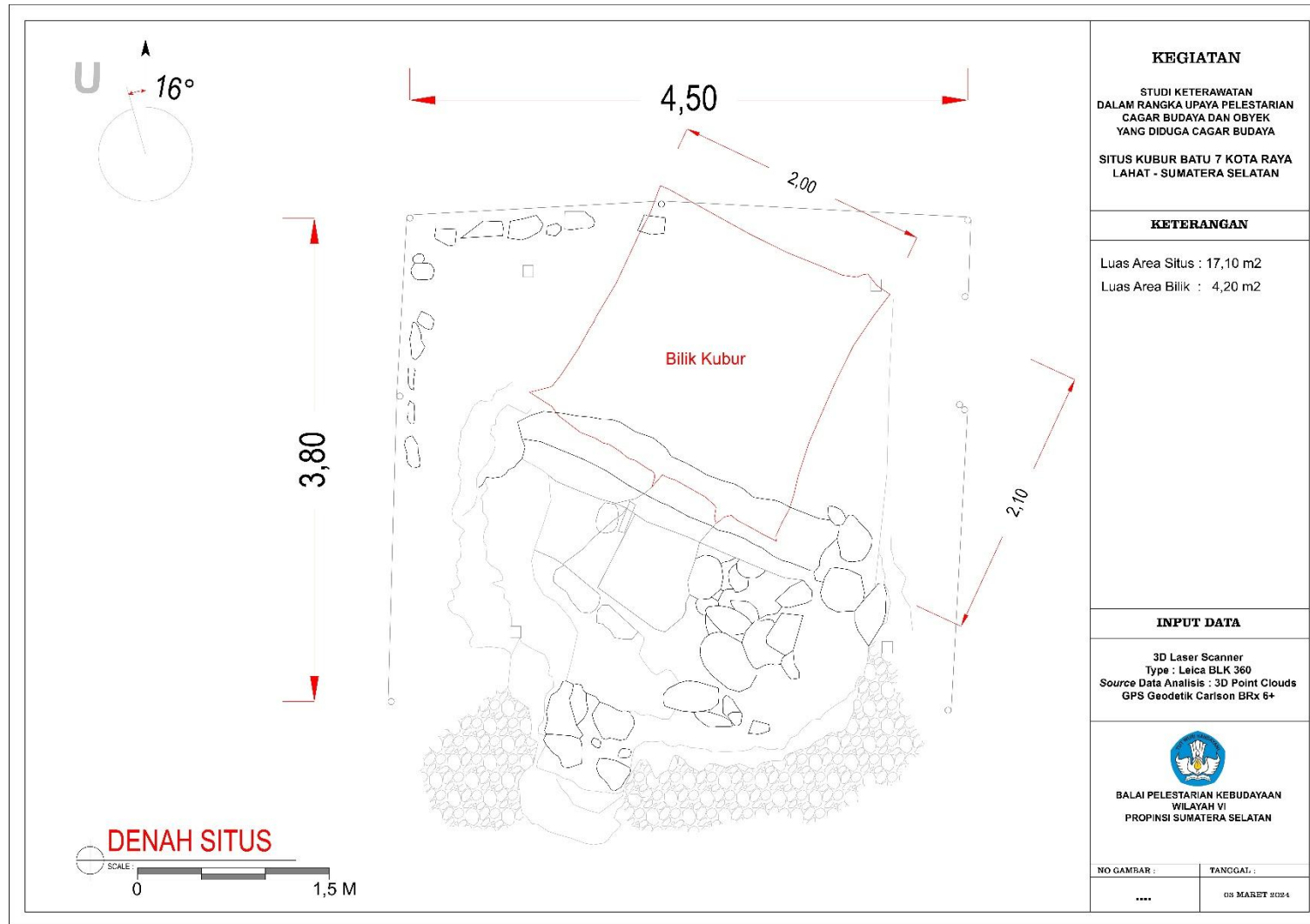
DAFTAR PUSTAKA

- Agnew, N., & Bridgland, J. (2003). *Of the Past, for the Future: Integrating Archaeology and Conservation* (0-89236-826-8, Trans.).
- Agus Oktaviana, A. (2016). *Pengaplikasian Dstretch Pada Perekaman Gambar Cadas Di Indonesia*. <https://www.researchgate.net/publication/304499028>
- Alley, R. E. (1996). *Algorithm Theoretical Basis Document for Decorrelation Stretch*.
- Astiti, N. K. A. (2017). Kawasan Kompleks Bangunan Megalitik di Kabupaten Lahat Sebagai Daya Tarik Wisata Budaya dan Alam. *Kapata Arkeologi*, 13(2), 195. <https://doi.org/10.24832/kapata.v13i2.426>
- Barnett, T., Chalmers, A., Diaz-Andreu, M., & Sharpe, K. (2005). *3D laser scanning for recording and monitoring rock art erosion*. <https://www.researchgate.net/publication/30049565>
- Bednarik, R. G., Fiore, D., Basile, M., Kumar, G., & Huisheng, T. (2016). *Palaeoart and Materiality: The Scientific Study of Rock Art*. Archaeopress Publishing LTD.

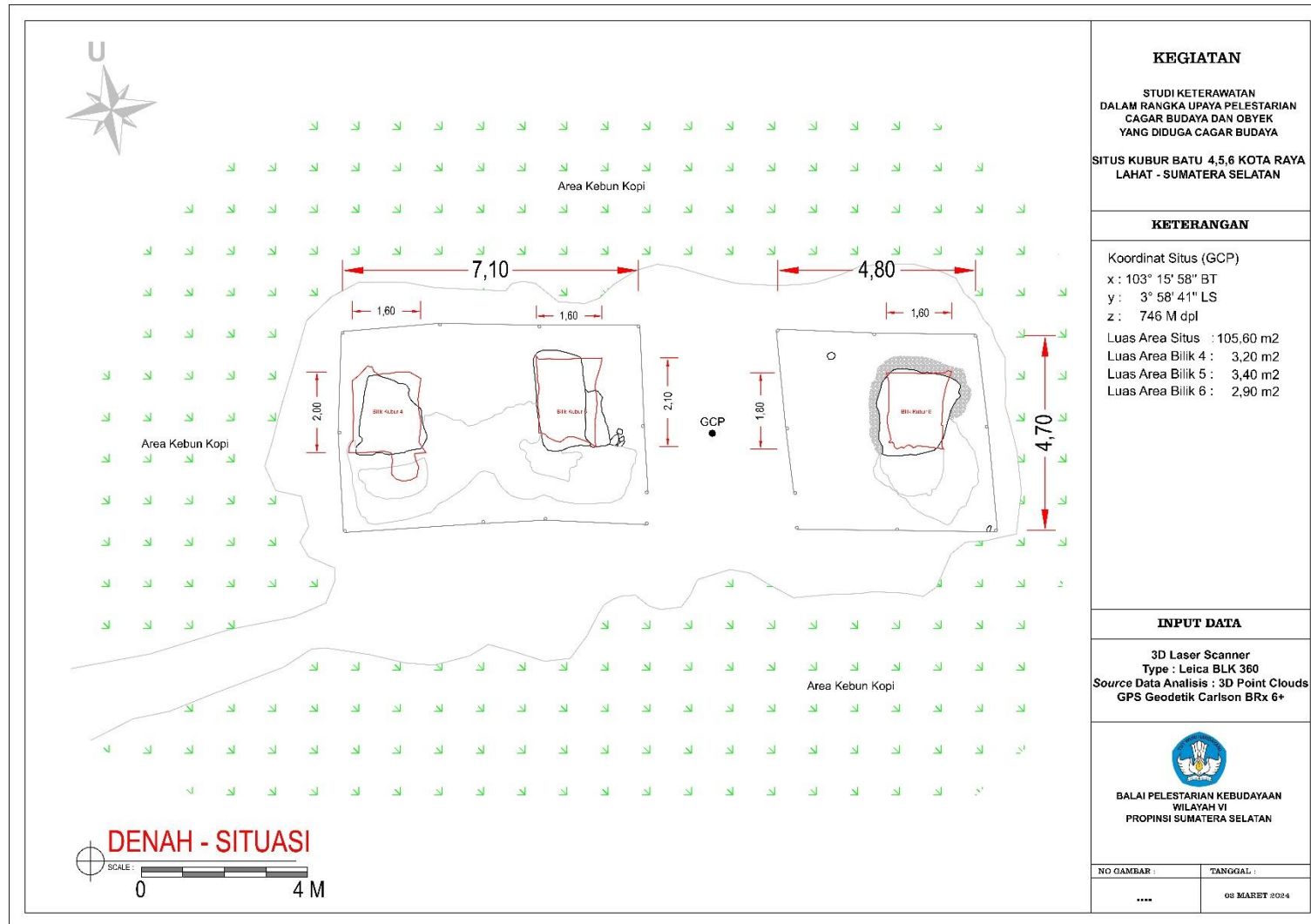
- Caldwell, I. (1997). *Sebuah Pahatan dan Kubur Batu: Temuan Baru di Pasemah, Sumatra Selatan*.
- Cleere, H. (1984). *Approaches to the archaeological heritage _ a comparative study of world cultural resource management systems* (H. Cleere, Ed.). Cambridge University Press.
- Evans, L., & Mourad, A. L. (2018). DStretch® and Egyptian tomb paintings: A case study from Beni Hassan. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 18, 78–84. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2018.01.011>
- Hambali, H. (1997). *Tinggalan Megalit di Sumatera Selatan*.
- Hoop, V. Der. (1934). *Megalithics Remains in South Sumatera, Universitas Indonesia*.
- ICOMOS. (1996). Principles for The Recording of Monuments Groups of Buildings and Sites.
- Indriastuti, K. (2015). Seni Lukis dan Seni Gores pada Megalitik Pasemah, Provinsi Sumatera Selatan. *Siddhayatra*, 20.
- Kartodirdjo, S., Poesponegoro, M. D., & Notosusanto, N. (1975). *Sejarah Nasional Indonesia* (R. P. Soejono, Ed.). Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Le Quellec, J. L., Duquesnoy, F., & Defrasne, C. (2015). Digital image enhancement with DStretch®: Is complexity always necessary for efficiency? *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 2(2–3), 55–67. <https://doi.org/10.1016/j.daach.2015.01.003>
- Leica. (2017). *BLK360 spec sheet*.
- Leica. (2022). *LEICA BLK360*.
- Leung, W. K., & Ho, Y. K. (2020). *A New Generation of Handheld Laser Scanning for Quality Enhancement in Geotechnical Studies*. <https://www.researchgate.net/publication/355760729>
- Mala, B. A. (2016). *Integration of Terrestrial Laser Scanning and Digital Close Range Photogrammetry for Heritage Documentation* [Salahuddin University-Erbil]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.24647.36004>
- Manachim, J. (2002). *Kubur Batu di Situs Kota Raya Lembak*. Universitas Indonesia.
- Martínez, E. Q., & Harman, J. (2019). A step further in rock art digital enhancements. DStretch on Gigapixel imaging. *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 13. <https://doi.org/10.1016/j.daach.2019.e00098>
- Prasetyo, B. (2013). Persebaran dan Bentuk-Bentuk Megalitik Indonesia. *KALPATARU*, 22.
- Prasetyo, Bagyo. (2015). *Megalitik, fenomena yang berkembang di Indonesia*. Galangpress bekerjasama [dengan] Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Badan Penelitian dan Pengembangan, Pusat Penelitian Arkeologi Nasional.
- Simanjuntak, T. (2015). *Progres Penelitian Austronesia di Nusantara*. 33. <https://ejournal.brin.go.id/amerta/article/view/3262>

- Siswanto, A., Farida, Ardiansyah, & Indriastuti, K. (2019). *Bilik Batu: Arsitektur Megalitik di Dataran Tinggi Pasemah, Sumatera Selatan*.
- Sukendar, H. (1997). *Album Tradisi Megalitik di Indonesia*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Suryanegara, E., Damayanti, N., & Yudoseputro, W. (2007). Artifak Purba Pasemah: Analisis Ungkap Rupa Patung Megalitik di Pasemah. In *ITB J. Vis. Art* (Vol. 1, Issue 1).
- Suseno, S. (2018). Pertimbangan Ekologis dalam Penempatan Tinggalan Megalitik, *Jurnal Penelitian Arkeologi*, 2(2), 77–95. <http://journal.fib.uho.ac.id/index.php/sangia>
- Triwujani, R. (2019). *The Hierarchy and Symbols of Austronesian Speakers in the Magalithic Culture of Pasemah, South Sumatera*.
- Undang-Undang Nomor 11 tahun 2010 tentang Cagar Budaya. (2010).
- Van Heek Eren, D. H. R. (1958). The Bronze Iron Age of Indonesia
- Vosselman, G., & Maas, H.-G. (2010). *Airborne and Terrestrial Laser Scanning*.
- Yin, Y., & Antonio, J. (2020). Application of 3D laser scanning technology for image data processing in the protection of ancient building sites through deep learning. *Image and Vision Computing*, 102. <https://doi.org/10.1016/j.imavis.2020.103969>
- Yondri, L. (2023). Megalithic Term in Indonesian Culture Problem and Alternative for Solution Proposed. In *Socially Applicable Sciences: Integrating Knowledge and Opening Paths*. <https://doi.org/978-65-87396-82-8>
- Yuan, A. Y. C., Ariff, M. F. M., Omar, A. H., & Amim, Z. M. (2024). Comparison of As-Built Surveys Using Handheld Laser Scanner and Conventional Method. *Journal of Advanced Geospatial Science and Technology*, 4(1), 43–64. <https://jagst.utm.my>

LAMPIRAN 1. Denah Kubur Bilik Batu Nomor 7 Kotaraya Lembak (Sektor A)



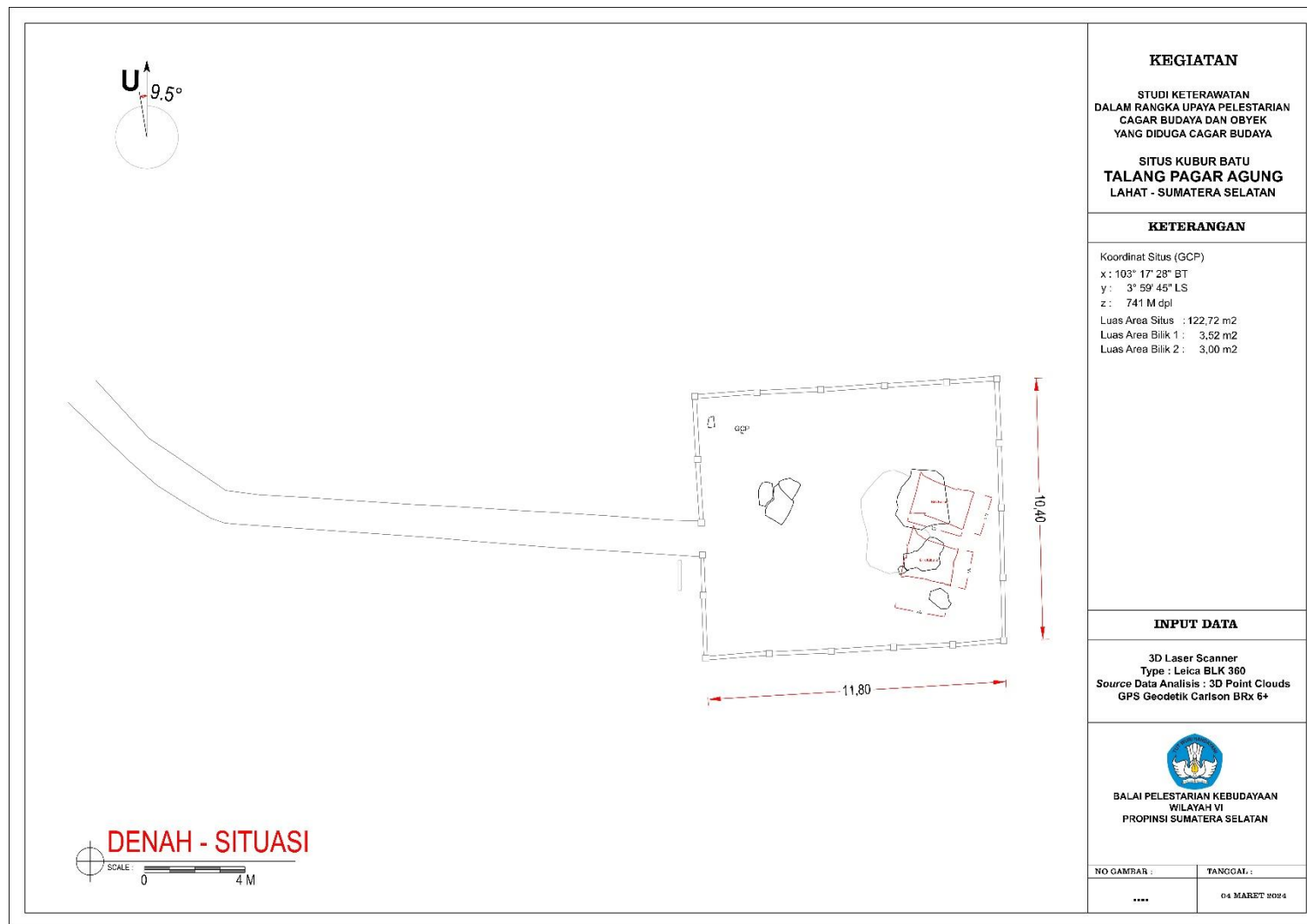
LAMPIRAN 2. Denah Kubur Bilik Batu Nomor 4, 5, dan 6 Kotaraya Lembak (Sektor B)



LAMPIRAN 3. Denah Kubur Bilik Batu Nomor 1, 2, dan 3 Kotaraya Lembak (Sektor C)



LAMPIRAN 4. Denah Kubur Bilik Batu Talang Pagar Agung



LAMPIRAN 5. Denah Kubur Bilik Batu Gunung Megang

