



Integrasi *Beacon Bluetooth Low Energy (BLE)* dalam *Smart Tourism* di Goa Belanda, Gunung Puntang

Periyadi¹, Devie Ryana Suchendra², Henry Rossi Andrian³, Muhammad Aulia Rifqi Zain⁴, Mahfud Rozaki Rahman⁵, Reftito Indi Muhammad⁶, Abdul Rahman⁷

^{1,2,3,4,5,6,7} Program Studi Teknik Komputer, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom, Indonesia

¹periyadi@telkomuniversity.ac.id

Abstract

The integration of Smart Tourism at Goa Belanda, Gunung Puntang, aims to modernize historical information delivery, which has been traditionally passive. This community service initiative utilizes Beacon Bluetooth Low Energy (BLE) technology to provide interactive digital narratives directly to visitors. The methodology encompasses field surveys, system design, and technical training for local partners to ensure operational autonomy. Results demonstrate a 100% success rate in device implementation, alongside a significant increase in local digital literacy and technical independence. The project utilizes location-awareness notifications to provide automatic historical context—including text, images, and video—to mobile devices without requiring internet access. Ultimately, this initiative enhances the visitor experience while empowering the local community as digital tourism agents. This approach ensures a sustainable social and economic impact by bridging the gap between historical heritage and modern digital expectations.

Keywords: *Smart Tourism, Bluetooth Low Energy (BLE), Goa Belanda, Community Empowerment.*

Abstrak

Integrasi *Smart Tourism* di situs Goa Belanda, Gunung Puntang, bertujuan untuk memodernisasi penyampaian informasi sejarah yang sebelumnya bersifat pasif. Kegiatan pengabdian masyarakat ini memanfaatkan teknologi *Beacon Bluetooth Low Energy (BLE)* untuk menyediakan narasi digital interaktif bagi pengunjung. Metode yang digunakan meliputi survei lapangan, perancangan sistem, dan pelatihan teknis bagi mitra lokal guna menjamin kemandirian operasional. Hasil kegiatan menunjukkan tingkat keberhasilan 100% dalam implementasi perangkat serta peningkatan signifikan pada literasi digital masyarakat setempat. Proyek ini memanfaatkan notifikasi berbasis lokasi untuk menyajikan konten sejarah secara otomatis—seperti teks, gambar, dan video—ke perangkat seluler pengunjung tanpa ketergantungan internet. Selain meningkatkan pengalaman wisatawan, inisiatif ini memberdayakan komunitas lokal sebagai agen pariwisata digital, sehingga menjamin dampak sosial dan ekonomi yang berkelanjutan di kawasan tersebut.

Kata kunci: *Smart Tourism, Bluetooth Low Energy (BLE), Goa Belanda, Pemberdayaan Masyarakat.*

History Artikel

Received: 31-12-2025;

Accepted: 16-03-2026;

Published: 10-04-2026

1. PENDAHULUAN

Gunung Puntang merupakan salah satu destinasi wisata alam dan sejarah unggulan yang terletak di kawasan Bandung Selatan, Jawa Barat, tepatnya di wilayah administrasi Desa Campakamulya[1],[2], Kecamatan Cimaung. Kawasan ini memiliki nilai historis yang sangat signifikan karena pernah menjadi lokasi stasiun radio pertama di Indonesia pada awal abad ke-20, yang menghubungkan komunikasi langsung antara Hindia Belanda dan Belanda. Salah satu infrastruktur peninggalan kolonial yang masih berdiri kokoh adalah Goa Belanda, yang dahulu

berfungsi sebagai bunker militer dan tempat penyimpanan peralatan komunikasi.

Secara fisik, goa ini memiliki struktur lorong yang panjang dan gelap, dikelilingi oleh hutan lebat serta aliran sungai jernih, yang memberikan daya tarik unik bagi wisatawan. Khalayak sasaran dalam kegiatan pengabdian ini meliputi pengelola wisata, pelaku Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM), serta masyarakat lokal di sekitar kawasan Gunung Puntang. Potensi ekonomi wilayah ini sangat bergantung pada sektor pariwisata[1], di mana keberadaan UMKM dapat dikembangkan melalui penjualan produk kuliner khas dan souvenir berbasis budaya lokal. Namun, berdasarkan potret kondisi di lapangan, pemanfaatan teknologi modern dalam pengelolaan informasi masih sangat minim.

Sejauh ini, informasi sejarah disampaikan secara konvensional, sehingga kurang mampu menarik minat wisatawan dari generasi muda yang lebih akrab dengan media digital. Berdasarkan hasil survei awal, dirumuskan masalah konkret sebagai berikut: (1) kurangnya pemanfaatan teknologi interaktif dalam penyampaian narasi sejarah yang menyebabkan pengalaman wisatawan menjadi pasif; (2) minimnya keterampilan teknologi masyarakat lokal dalam mengelola infrastruktur digital pariwisata; dan (3) risiko kerusakan situs sejarah akibat aktivitas wisata yang tidak terkontrol tanpa adanya sistem informasi yang ramah lingkungan. Kegiatan pengabdian masyarakat ini memiliki potensi besar untuk mengubah wajah pengelolaan wisata Goa Belanda melalui konsep *Smart Tourism*. Dengan memanfaatkan infrastruktur digital seperti *Beacon Bluetooth Low Energy* (BLE)[3], informasi sejarah dapat disajikan secara otomatis ke perangkat seluler pengunjung tanpa merusak struktur fisik goa peninggalan kolonial tersebut.

Kesenjangan informasi tersebut berdampak signifikan pada penurunan kualitas pengalaman wisata, terutama bagi generasi muda yang tergolong sebagai *digital native*. Pola penyampaian sejarah yang bersifat statis dan satu arah seringkali gagal mempertahankan minat kelompok ini, sehingga nilai historis Goa Belanda tidak tersampaikan secara efektif dan hanya dianggap sebagai objek fisik belaka. Dalam konteks tersebut, teknologi digital menjadi solusi fundamental untuk mengubah objek sejarah yang pasif menjadi ruang edukasi yang dinamis, yang mampu menyesuaikan diri dengan cara generasi baru mengonsumsi informasi melalui perangkat seluler mereka.

Guna menjembatani *gap* tersebut, teknologi *Beacon Bluetooth Low Energy* (BLE) diperkenalkan sebagai instrumen kunci yang menghubungkan narasi sejarah dengan perangkat seluler wisatawan secara otomatis tanpa merusak situs. Integrasi BLE dalam program pengabdian ini tidak hanya bertujuan untuk otomatisasi informasi, tetapi juga menjadi sarana untuk menyelaraskan inovasi teknologi dengan penguatan kapasitas masyarakat lokal. Melalui pendekatan ini, solusi yang ditawarkan menjadi lebih utuh: teknologi menyelesaikan hambatan aksesibilitas informasi yang interaktif, sementara pelatihan SDM memastikan masyarakat lokal memiliki kendali penuh atas keberlanjutan sistem pariwisata digital tersebut.

Kegiatan pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk mengeksplorasi dan mengintegrasikan teknologi *Beacon Bluetooth Low Energy* (BLE)[4] di kawasan wisata Goa Belanda guna meningkatkan aksesibilitas informasi sejarah yang interaktif, sekaligus memperkuat kapasitas Sumber Daya Manusia (SDM) lokal melalui pelatihan pengelolaan konten digital agar masyarakat dapat berperan aktif sebagai agen perubahan dalam ekosistem pariwisata digital yang berkelanjutan. Sebagai bentuk hilirisasi dari penelitian sebelumnya mengenai sistem notifikasi berbasis lokasi[5], program ini menghadirkan inovasi unik berupa integrasi teknologi BLE dengan narasi sejarah pada situs bunker militer seperti Goa Belanda yang melampaui skala terbatas dari upaya-upaya serupa sebelumnya[3], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13] guna mendukung pelestarian warisan budaya di Indonesia. Melalui pendekatan integratif ini, diharapkan dapat tercipta sebuah model pengelolaan destinasi wisata sejarah yang bersifat edukatif, personal, dan adaptif terhadap perkembangan teknologi digital secara komprehensif.

2. METODE

Metode pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat ini mengadopsi pendekatan partisipatif dan berbasis teknologi, dengan tahapan utama studi pendahuluan, perencanaan sistem, implementasi, pemantauan-evaluasi[14], serta diseminasi hasil, untuk memastikan integrasi *Beacon Bluetooth Low Energy* (BLE) di wisata Goa Belanda Gunung Puntang berjalan sistematis.

Pendekatan ini dirancang agar hasil pengabdian dapat diukur melalui indikator kuantitatif

seperti tingkat deteksi sinyal BLE (target >95%) dan kualitatif seperti umpan balik partisipan, sesuai dengan praktik *Smart Tourism* yang telah teruji.

Studi pendahuluan dilakukan melalui survei lapangan pada 14 Mei, 5 Agustus, 3 November, dan 16 November 2025, meliputi identifikasi kebutuhan lokasi, pengumpulan data sejarah Goa Belanda via wawancara dengan mitra lokal, serta observasi kondisi infrastruktur untuk memetakan titik pemasangan beacon. Alat ukur pada tahap ini menggunakan checklist kondisi situs (fisik, aksesibilitas, jangkauan sinyal) dan catatan lapangan, menghasilkan peta digital 5 titik strategis yang mempertimbangkan keamanan serta kelestarian struktur goa.

Perencanaan sistem mencakup analisis kapasitas beacon BLE, pemilihan perangkat hemat energi dengan jangkauan 10-50 meter, dan pengembangan konten notifikasi (teks, gambar, Video, audio sejarah) yang diintegrasikan ke aplikasi mobile tanpa ketergantungan internet. Pengujian awal di laboratorium memverifikasi deteksi lokasi terhadap fisik beacon, tahap selanjutnya melakukan pemasangan fisik beacon pada titik-titik terpilih di Goa Belanda, melibatkan tenaga kerja lokal untuk memastikan tidak merusak infrastruktur bersejarah, diikuti uji coba langsung terhadap 16 mitra pada November 2025.

Secara teknis, teknologi *Beacon Bluetooth Low Energy* (BLE)[4] beroperasi dengan memancarkan sinyal *broadcast*[15] secara periodik yang berisi identitas unik melalui gelombang radio frekuensi 2,4 GHz[16]. Dalam konteks lingkungan Goa Belanda yang memiliki karakteristik dinding batu tebal dan tingkat kelembapan tinggi, sistem ini dirancang untuk bekerja menggunakan protokol *proximity sensing* di mana perangkat seluler pengunjung bertindak sebagai penerima pasif yang memicu konten digital saat berada dalam radius transmisi. Untuk memitigasi gangguan propagasi sinyal akibat uap air dan risiko korosi pada komponen elektronik, perangkat beacon ditempatkan dalam selungkup pelindung dengan standar proteksi yang memadai serta diletakkan pada titik koordinat yang meminimalkan *multipath fading*, sehingga penyampaian informasi sejarah tetap berjalan stabil tanpa memerlukan interaksi fisik dengan struktur bangunan atau koneksi internet.

Pelatihan teknis diberikan melalui sesi *hands-on* dan penyediaan buku manual, menargetkan peningkatan keterampilan operator masyarakat hingga 100% mandiri dalam instalasi dan *troubleshooting*. Pemantauan dilakukan secara berkala via aplikasi dashboard untuk memantau *uptime* beacon (>90%) dan jumlah notifikasi terkirim, sementara evaluasi menggunakan survei *Likert scale* (1-5) terhadap kepuasan wisatawan serta wawancara mendalam dengan pengelola UMKM. Hasil umpan balik dari 16 mitra menunjukkan 100% persetujuan, menjadi indikator awal keberhasilan pada aspek sosial budaya. Tingkat keberhasilan secara keseluruhan dinilai melalui 2 data:

- (1) Aspek Teknis : Memastikan stabilitas sinyal dan ketepatan notifikasi melalui pemantauan *data log* dengan target keberhasilan di atas 95%,
- (2) Aspek Sosial: Menilai tingkat kepuasan mitra serta kemandirian pengelola lokal dalam menangani kendala teknis ringan setelah mengikuti pelatihan teknis yang akan memudahkan jika ditemukan ada kendala teknis pada wisatawan.

Kombinasi data teknis dan sosial ini menjadi tolok ukur utama untuk memastikan bahwa program *Smart Tourism* [17] ini dapat berjalan dalam jangka panjang dan mudah diterapkan di lokasi lainnya.

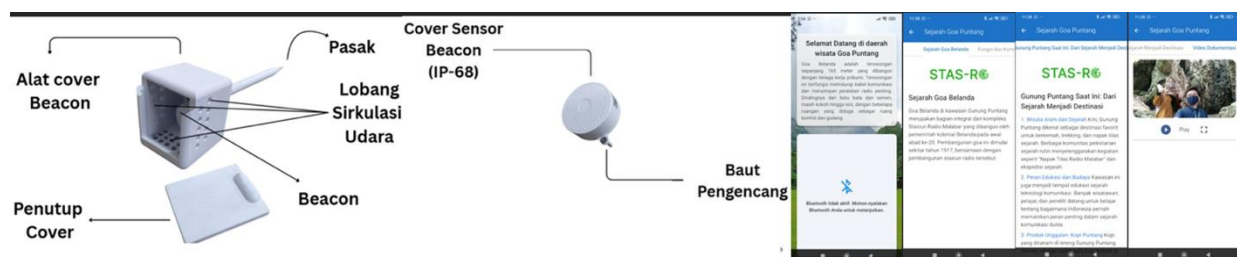
Diseminasi hasil dilakukan melalui publikasi Instagram, YouTube, dan jurnal pengabdian, dengan serah terima perangkat ke mitra disertai komitmen pemeliharaan berkelanjutan via kelompok relawan lokal. Pendekatan ini memastikan replikabilitas model *Smart Tourism* , dengan pengukuran akhir melalui indikator luaran wajib seperti HKI prototype dan publikasi media massa.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian masyarakat yang dilaksanakan secara bertahap antara Mei hingga November 2025 di kawasan wisata Goa Belanda, Gunung Puntang, telah menghasilkan beberapa luaran utama yang mencakup aspek produk fisik, peningkatan keterampilan, dan dokumen manajerial. Luaran fisik utama dari program ini adalah sistem *Smart Tourism* berbasis teknologi *Beacon Bluetooth Low Energy* (BLE). Produk ini terdiri dari perangkat keras *Bluetooth Low Energy* (BLE) yang dipasang di titik-titik strategis di dalam dan sekitar lorong goa serta aplikasi pendukung untuk

mengintegrasikan data sejarah, peta, dan panduan interaktif.

Proses implementasi sistem di lapangan menghadapi kendala teknis unik, terutama terkait penempatan[18] perangkat di area luar Goa Belanda yang dikelilingi hutan lebat. Tantangan utama meliputi gangguan propagasi sinyal[15], [19] akibat rimbunnya vegetasi serta paparan langsung terhadap cuaca ekstrem pegunungan yang dapat memengaruhi stabilitas komponen elektronik perangkat. Untuk memitigasi risiko tersebut, tim menggunakan selungkup pelindung berstandar IP-68 dan melakukan optimasi posisi koordinat[3], [8] agar jangkauan sinyal tetap optimal[20] tanpa merusak estetika alam atau struktur fisik cagar budaya. Keberlanjutan operasional dijamin melalui skema pemeliharaan rutin oleh mitra lokal, mencakup pengecekan daya baterai serta pembersihan perangkat dari tutupan alami seperti embun pekat atau lumut guna memastikan sensor tetap berfungsi optimal. Secara global, program ini sangat relevan dengan tren *Smart Tourism* yang mengedepankan digitalisasi[21] situs warisan budaya terbuka tanpa memerlukan pembangunan infrastruktur internet kabel yang masif. Kontribusi utama proyek ini terletak pada integrasi teknologi *location awareness* yang efisien energi dengan model pemberdayaan masyarakat, menjadikannya solusi adaptif untuk pelestarian sejarah di kawasan wisata alam yang terpencil.



Gambar 1. Gambar Purwarupa *Bluetooth Low Energy (BLE)* dan Aplikasi

Spesifikasi sistem ini dirancang untuk bekerja secara otomatis memberikan notifikasi kepada perangkat seluler pengunjung melalui pemicu jarak (*proximity*) tanpa memerlukan koneksi internet di lokasi. **Keunggulan utama** dari produk ini adalah sifatnya yang ramah lingkungan karena pemasangannya tidak merusak struktur fisik goa sejarah, serta efisiensi energinya yang tinggi. Namun, **batasan atau kelemahan** sistem ini terletak pada ketergantungan terhadap pemeliharaan rutin dan pengawasan teknis untuk memastikan kinerja perangkat tetap optimal di lingkungan goa yang lembap, sehingga mekanisme pemeliharaan rutin menjadi bagian krusial dari keberlanjutan program.

Selain luaran produk, terjadi peningkatan kapasitas Sumber Daya Manusia (SDM) lokal. Mitra sasaran, yang terdiri dari pengelola wisata dan elemen masyarakat, telah menerima pelatihan teknis operasional dan buku manual penggunaan sistem. Hasilnya, pengelola kini memiliki kemampuan mandiri untuk mengelola konten edukatif digital dan melakukan pemeliharaan infrastruktur dasar. Luaran lainnya dibuat dalam bentuk pendaftaran hak kekayaan intelektual (HKI) atas aplikasi yang dibuat, publikasi kegiatan pada media sosial dan web serta jurnal pengabdian masyarakat.

Tabel 1. Indikator Ketercapaian Target Kegiatan

No	Indikator Luaran	Status Capaian	Media Pendukung
1	Prototype <i>Bluetooth Low Energy (BLE)</i> & Aplikasi	100% (Selesai)	Gambar 1 (Ilustrasi purwarupa)
2	Pelatihan & <i>Sharing Knowledge</i>	100% (Terlaksana)	Foto Dokumentasi
3	Manual Penggunaan Alat	100% (Tersedia)	Tautan Dokumen
4	Kepuasan Mitra/Pengguna	100% Sangat Menyetujui	Kuesioner <i>Feedback</i>

Hasil pengabdian ini disusun secara sistematis berdasarkan tujuan utama kegiatan, yaitu implementasi teknologi untuk aksesibilitas informasi dan pemberdayaan masyarakat.

1. **Efektivitas Teknologi *Bluetooth Low Energy (BLE)* dalam Penyampaian Informasi** Implementasi sistem di Goa Belanda membuktikan bahwa teknologi *Bluetooth Low Energy (BLE)* mampu mentransformasi penyampaian narasi sejarah dari metode konvensional menjadi interaktif dan *real-time*. Hal ini sejalan dengan teori *Smart Tourism* [22], di mana digitalisasi bertujuan untuk memperkaya kualitas pengalaman wisata melalui

interaksi yang cerdas. Secara ilmiah, penggunaan BLE untuk kesadaran lokasi (*location awareness*) terbukti efektif yang menerapkan sistem serupa untuk navigasi pada perangkat seluler[5]. Dengan otomatisasi notifikasi berupa teks, gambar, audio, dan Video hambatan kurangnya pemandu fisik di lokasi dapat teratasi.

2. **Pemberdayaan dan Partisipasi Mitra** Keberhasilan kegiatan ini bukan merupakan suatu kebetulan, melainkan hasil dari partisipasi aktif mitra dan masyarakat setempat sejak tahap studi kelayakan hingga **instalasi**. Masyarakat tidak hanya diposisikan sebagai objek, tetapi juga sebagai operator sistem dan duta pelestarian. Keterlibatan tokoh adat dalam penyusunan konten sejarah memastikan bahwa informasi digital yang disajikan memiliki kedalaman nilai budaya lokal yang otentik. Pendekatan ini mendukung konsep keberlanjutan pariwisata berbasis masyarakat yang terintegrasi dengan teknologi modern.



Gambar 2. Tim melakukan survey, pemasangan perangkat dan pelatihan penggunaan

3. **Analisis Kepuasan dan Dampak Ilmiah** Berdasarkan data umpan balik dari 16 perwakilan mitra, terdapat tingkat persetujuan 100% terhadap kebermanfaatan kegiatan ini. Respon positif ini mengonfirmasi bahwa teknologi yang diterapkan sesuai dengan kebutuhan sasaran dan mampu memecahkan masalah minimnya informasi sejarah yang selama ini dialami wisatawan. Secara akademik, program ini merupakan bentuk **hilirisasi hasil penelitian**[5] mengenai sistem notifikasi berbasis lokasi yang kini telah diaplikasikan dalam konteks nyata pariwisata sejarah.

Tabel 2. Tabel Kepuasan Mitra

No	Butir Penilaian (<i>Feedback</i>)	Sangat Setuju	Setuju	Tidak Setuju	Sangat Tidak Setuju
1	Program sesuai dengan tujuan kegiatan itu sendiri.	6	10	0	0
2	Program sesuai dengan kebutuhan masyarakat sasaran.	10	6	0	0
3	Waktu pelaksanaan program relatif telah mencukupi.	7	9	0	0
4	Dosen dan mahasiswa bersikap ramah, cepat, dan tanggap.	6	10	0	0
5	Masyarakat menerima dan mengharapkan program berlanjut.	5	11	0	0
Total Responden: 16		34	46	0	0

4. KESIMPULAN

Implementasi sistem *Smart Tourism* berbasis teknologi *Bluetooth Low Energy (BLE)* di Goa Belanda telah terbukti efektif mentransformasi penyampaian narasi sejarah dari metode konvensional menjadi interaktif dan real-time tanpa merusak struktur fisik bangunan bersejarah. Keunggulan sistem ini terletak pada kemampuannya bekerja secara otomatis melalui pemacu jarak tanpa ketergantungan pada koneksi internet, yang didukung oleh peningkatan kapasitas SDM lokal sebesar 100% dalam operasional mandiri. Namun, keberlanjutan dan optimalisasi sistem ini sangat bergantung pada pemeliharaan rutin guna menjaga performa perangkat di lingkungan luar ruangan. Ke depannya, proyek ini memiliki peluang besar untuk direplikasi pada berbagai situs bersejarah lain di Indonesia, baik dalam skala lokal maupun nasional, sebagai solusi digital yang ramah lingkungan. Pengembangan fitur lebih lanjut, seperti integrasi narasi multibahasa atau perluasan penggunaan sistem BLE ke area wisata serupa, sangat disarankan untuk menciptakan ekosistem pariwisata sejarah yang lebih edukatif, personal, dan adaptif terhadap perkembangan teknologi global.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (PPM) Telkom University yang telah memberi dukungan financial terhadap pengabdian ini.

PENGGUNAAN TEKNOLOGI BERBASIS KECERDASAN BUATAN (AI)

Tim penulis menyatakan bahwa penulisan dan proses pengeditan tidak menggunakan alat kecerdasan buatan (AI) dalam bentuk apapun baik untuk menghasilkan, menyunting, maupun memperbaiki isi tulisan. Selain itu, seluruh gambar yang disertakan dalam manuskrip ini merupakan hasil asli pada saat program pengabdian ini dan tidak mengalami manipulasi menggunakan teknologi AI. Pernyataan ini dibuat untuk memastikan keaslian dan integritas karya yang disusun, serta menjaga transparansi dalam penggunaan teknologi dalam proses akademik dan publikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. A. Elsa, E. I. K. Putri, D. Pramudita, and Nuva, "Protected forest: economic benefit and sustainability analysis of conservation, production, and tourism area (Puntang, West Java)," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 1359, no. 1, p. 012059, Jun. 2024, doi: 10.1088/1755-1315/1359/1/012059.
- [2] R. Maria, T. Y. W. M. Iskandarsyah, B. R. Suganda, A. F. Rusydi, and H. Hendarmawan, "Impact of natural conditions and anthropogenic activities on groundwater quality in Puntang volcanic area, West Java, Indonesia.," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 1047, no. 1, p. 012037, Jul. 2022, doi: 10.1088/1755-1315/1047/1/012037.
- [3] K. Beigi and H. Shah-Mansouri, "An Intelligent Indoor Positioning Algorithm Based on Wi-Fi and Bluetooth Low Energy," in *2024 IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC)*, IEEE, Apr. 2024, pp. 1–6. doi: 10.1109/WCNC57260.2024.10570531.
- [4] L. Tsu Yian, F. Ahmad, and M. A. Sarijari, "OPTIMAL BLUETOOTH LOW ENERGY (BLE) SYSTEM DEPLOYMENT STRATEGY PRIOR TO SYSTEM APPLICATION ON THE CONSTRUCTION SITE," *J. Teknol.*, vol. 85, no. 6, pp. 161–168, Sep. 2023, doi: 10.11113/jurnalteknologi.v85.20140.
- [5] Giva Andriana Mutiara, Gita Indah Hapsari, Periyadi, and Agus Pratondo, "ESTIMOTE-BASED LOCATION AWARENESS ON MOBILE DEVICES FOR VISUALLY IMPAIRED," *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, vol. 96, no. 1, Jan. 2019.
- [6] R. Ivanov, "Advanced Visitor Profiling for Personalized Museum Experiences Using Telemetry-Driven Smart Badges," *Electronics (Basel)*, vol. 13, no. 20, p. 3977, Oct. 2024, doi: 10.3390/electronics13203977.
- [7] R. Ivanov, "Accuracy analysis of BLE beacon-based localization in smart buildings," *J. Ambient Intell. Smart Environ.*, vol. 13, no. 4, pp. 325–344, Jul. 2021, doi: 10.3233/AIS-E-ISSN 2807-2634

- 210607.
- [8] R. Ramirez, C.-Y. Huang, C.-A. Liao, P.-T. Lin, H.-W. Lin, and S.-H. Liang, "A Practice of BLE RSSI Measurement for Indoor Positioning," *Sensors*, vol. 21, no. 15, p. 5181, Jul. 2021, doi: 10.3390/s21155181.
 - [9] J. Decuir, "Introducing Bluetooth Smart: Part II: Applications and updates," *IEEE Consumer Electronics Magazine*, vol. 3, no. 2, pp. 25–29, Apr. 2014, doi: 10.1109/MCE.2013.2297617.
 - [10] C. Huang, H. Liu, W. Wang, and J. Li, "A Compact and Cost-Effective BLE Beacon With Multiprotocol and Dynamic Content Advertising for IoT Application," *IEEE Internet Things J.*, vol. 7, no. 3, pp. 2309–2320, Mar. 2020, doi: 10.1109/JIOT.2019.2958455.
 - [11] R. Ivanov and V. Velkova, "Enhancing Museum Experiences: A Multi-Institution Mobile Multimedia Delivery System Using BLE Beacons," *Digital Presentation and Preservation of Cultural and Scientific Heritage*, vol. 14, pp. 187–196, Sep. 2024, doi: 10.55630/dipp.2024.14.17.
 - [12] Y. Hiramatsu *et al.*, "Outdoor Studying System Using Bluetooth Low Energy Beacon—To Feel Cultural Sites," 2017, pp. 340–352. doi: 10.1007/978-3-319-58509-3_27.
 - [13] A. Ito *et al.*, "A cognitive model of sightseeing for mobile support system," in *2017 8th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications (CogInfoCom)*, IEEE, Sep. 2017, pp. 000057–000062. doi: 10.1109/CogInfoCom.2017.8268216.
 - [14] M. D. Kurniawan and H. Haryanto, "GOMS-based User Experience for Cultural Tourism Application in Indonesia," *Advance Sustainable Science, Engineering and Technology*, vol. 6, no. 1, p. 02401016, Jan. 2024, doi: 10.26877/asset.v6i1.17862.
 - [15] F. Subhan *et al.*, "Experimental analysis of received signals strength in Bluetooth Low Energy (BLE) and its effect on distance and position estimation," *Transactions on Emerging Telecommunications Technologies*, vol. 33, no. 2, Feb. 2022, doi: 10.1002/ett.3793.
 - [16] D. Bandhana and A. B. M. S. Ali, "An Investigation on Received Signal Strength Indicator for Wireless Connection such as Bluetooth in an IoT-based Indoor Environment," in *2023 IEEE Asia-Pacific Conference on Computer Science and Data Engineering (CSDE)*, IEEE, Dec. 2023, pp. 1–8. doi: 10.1109/CSDE59766.2023.10487675.
 - [17] A. A. Rumanti, Y. Daryanto, M. Amelia, A. S. Rizaldi, I. Zulkarnain, and L. Andrawina, "The role of organizational and stakeholder factors in strengthening digital literacy and communication for edu-tourism," *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, vol. 11, no. 3, p. 100618, Sep. 2025, doi: 10.1016/j.joitmc.2025.100618.
 - [18] J. Shang, "BLE Complex Environment Location Method and System Based on Machine Learning Algorithm," in *2022 4th International Conference on Artificial Intelligence and Advanced Manufacturing (AIAM)*, IEEE, Oct. 2022, pp. 62–65. doi: 10.1109/AIAM57466.2022.00020.
 - [19] L. Flueratoru, V. Shubina, D. Niculescu, and E. S. Lohan, "On the High Fluctuations of Received Signal Strength Measurements With BLE Signals for Contact Tracing and Proximity Detection," *IEEE Sens. J.*, vol. 22, no. 6, pp. 5086–5100, Mar. 2022, doi: 10.1109/JSEN.2021.3095710.
 - [20] A. Ayub, Z. Zainal Abidin, A. Alhammadi, N. F. Soliman, M. A. Khan, and N. B. Ghazali, "Comparative Analysis of Machine Learning Algorithms for BLE-Based Indoor Localization System," *IEEE Access*, vol. 13, pp. 167120–167138, 2025, doi: 10.1109/ACCESS.2025.3609464.
 - [21] V. Kukreja, A. Singh, D. Kaur, and J. Kaur Bajwa, *Digital Cultural Heritage*. Boca Raton: CRC Press, 2024. doi: 10.1201/9781032630564.
 - [22] F. Hanum, "Konsep Smart Tourism sebagai Implementasi Digitalisasi di Bidang Pariwisata," *Tornare*, vol. 2, no. 2, May 2020, doi: 10.24198/tornare.v2i2.25787.