

Monitoring Pajak Reklame Berbasis IoT Dan Web GIS

Andika Sopian Samosir¹, Ferri Ojak Immanuel Pardede², Yoel Octobe Purba³
^{1,2,3}Program Studi Ilmu Komputer, Universitas HKBP Nommensen Pematangsiantar, Indonesia

ARTICLE INFORMATION

Received: September 09, 2026
 Revised: September 19, 2026
 Available online: October 30, 2026

KEYWORDS

advertisement tax, IoT, Web GIS, ESP32-CAM, GPS

CORRESPONDENCE

Phone: 081260133330
 E-mail: ferripardede@gmail.com

ABSTRACT

Purpose: This study develops an Internet of Things (IoT) and Web GIS-based advertisement tax monitoring system for BPKPD Simalungun Regency. **Design/methods/approach:** The study used Research and Development with a prototyping model. ESP32-CAM was used for visual documentation, ESP32-GPS for coordinate acquisition, REST API for data transmission, MySQL for storage, and OpenStreetMap-based Web GIS for spatial visualization. **Findings/results:** Expert validation reached 89.67%. Black-box testing showed that 10 of 10 main functions worked properly. Image transmission, coordinate transmission, and integrated data delivery reached a 100% success rate. GPS testing produced an average error of 5.07 meters, while RSSI values were in strong to moderate categories. **Conclusions:** The system supports structured advertisement tax data collection, visual documentation, spatial monitoring, reporting, and payment status identification.

PENDAHULUAN

Pendapatan Asli Daerah (PAD) menjadi indikator penting dalam melihat kemandirian fiskal pemerintah daerah. Pajak reklame termasuk sumber PAD yang dapat dioptimalkan karena objeknya tersebar pada ruang publik dan terkait langsung dengan aktivitas ekonomi. Namun, pengelolaan pajak reklame tidak cukup dilakukan melalui penagihan saja. Pemerintah daerah juga membutuhkan pendataan objek, pemantauan lokasi, dokumentasi visual, dan verifikasi status pembayaran yang saling terhubung.

BPKPD Kabupaten Simalungun masih menghadapi hambatan pada proses monitoring reklame. Data tahun 2025 mencatat 1.033 unit reklame, tetapi observasi lapangan menunjukkan masih terdapat reklame yang belum terdata dan belum membayar pajak. Permasalahan ini diperkuat oleh keterbatasan pencatatan manual, tidak semua titik reklame terdokumentasi pada peta digital, dan foto objek belum selalu terhubung dengan koordinat lokasi.

Teknologi IoT dan Web GIS dapat digunakan untuk menjawab persoalan tersebut. ESP32-CAM dapat mengambil foto reklame, sedangkan ESP32 yang terhubung dengan GPS dapat merekam koordinat. Data lapangan kemudian dikirim melalui REST API, disimpan dalam basis data MySQL, dan divisualisasikan melalui Web GIS berbasis OpenStreetMap. Integrasi ini menjadikan informasi reklame lebih lengkap karena memuat foto, titik lokasi, atribut objek, dan status pajak.

State of the art menunjukkan bahwa integrasi GIS dan IoT telah banyak dibahas [1], WebGIS browser berkembang untuk analisis spasial [2], dan ESP32 banyak dipakai dalam perangkat IoT [3]. Kajian terkait reklame juga telah mengembangkan pemetaan berbasis web [4] serta pendataan dan monitoring berbasis GIS [5]. Meski begitu, penelitian yang menggabungkan akuisisi foto, pembacaan GPS, status pajak, REST API, dashboard admin, export laporan, dan Web GIS untuk monitoring pajak reklame daerah masih terbatas.

Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem monitoring pajak reklame berbasis IoT dan Web GIS di Kabupaten Simalungun. Kontribusi penelitian terletak pada integrasi perangkat akuisisi data lapangan dengan platform Web GIS agar proses pendataan, dokumentasi, pemetaan, pelaporan, dan identifikasi status pajak dapat berjalan lebih terstruktur.

Table 1. State Of The Art Penelitian Terkait

Penelitian	Objek	Metode/Teknologi	Kesenjangan
Bazargani et al. [1]	GIS dan IoT	Survey arsitektur	Belum spesifik pajak reklame
Netek et al. [2]	WebGIS browser	Aplikasi geospasial	Tidak membahas akuisisi IoT lapangan
Hercog et al. [3]	Perangkat ESP32	Desain IoT	Tidak terhubung Web GIS pajak
Putri et al. [4]	Pemetaan reklame	Web GIS	Belum memakai ESP32 dan GPS
Penelitian ini	Pajak reklame	ESP32-CAM, GPS, REST API, Web GIS	Integrasi pendataan lapangan dan monitoring pajak

METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) dengan model prototyping. Tahap penelitian meliputi analisis kebutuhan, desain produk, pengembangan prototipe, validasi ahli, revisi, uji coba terbatas, uji coba lapangan, dan evaluasi produk akhir. Pendekatan ini dipilih karena penelitian menghasilkan produk sistem yang perlu diuji dari sisi fungsi, integrasi perangkat, tampilan, akurasi koordinat, dan kegunaan.

Data kebutuhan diperoleh melalui observasi, wawancara, dokumentasi, dan studi literatur. Subjek kebutuhan sistem adalah pengelolaan pajak reklame pada BPKPD Kabupaten Simalungun. Produk yang dikembangkan terdiri atas perangkat ESP32-CAM untuk foto reklame, ESP32-GPS untuk koordinat, REST API untuk penerimaan data, server Laravel, MySQL, dashboard admin, dan Web GIS berbasis OpenStreetMap.

Teknik pengujian meliputi validasi ahli, black-box testing, uji lapangan, uji akurasi GPS, success rate pengiriman data, RSSI, dan respon pengguna. Akurasi GPS dihitung menggunakan galat jarak berbasis koordinat referensi, sedangkan success rate dihitung dari jumlah pengiriman berhasil dibandingkan seluruh percobaan. RSSI digunakan untuk melihat kualitas sinyal pada titik uji.

Alur Penelitian R&D dengan Model Prototyping

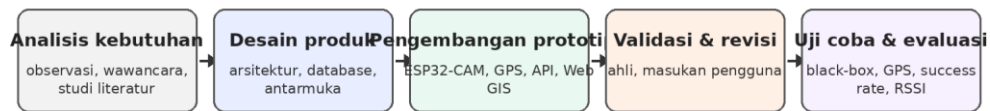


Figure 1. Research Method Flow

Table 2. Konfigurasi Produk Dan Pengujian

Aspek	Konfigurasi	Fungsi
Akuisisi foto	ESP32-CAM	Mengambil dokumentasi visual reklame
Akuisisi lokasi	ESP32 + GPS NEO-6M	Membaca latitude dan longitude
Komunikasi data	HTTP/REST API	Mengirim foto, koordinat, dan kode reklame
Server aplikasi	Laravel/PHP dan MySQL	Validasi, penyimpanan, dan pengelolaan data
Visualisasi	OpenStreetMap/Leaflet	Menampilkan marker dan detail reklame
Pengujian	Validasi, black-box, GPS, success rate, RSSI	Mengukur kelayakan, fungsi, akurasi, dan koneksi

Alur sistem dimulai dari petugas lapangan yang menentukan objek reklame, kemudian perangkat ESP32-CAM mengambil foto dan ESP32-GPS membaca koordinat. Data dikirim ke server melalui endpoint API, divalidasi, disimpan, dan ditampilkan pada Web GIS. Jika data belum lengkap, pengambilan ulang dilakukan agar foto, koordinat, dan identitas reklame tetap konsisten.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengembangan menunjukkan bahwa seluruh komponen utama sistem berhasil dibangun. Perangkat ESP32-CAM berfungsi mengambil foto reklame, ESP32-GPS membaca koordinat lokasi, REST API menerima data dari perangkat, MySQL menyimpan data, dan Web GIS menampilkan lokasi reklame pada peta digital. Dashboard admin juga menyediakan fitur filter status pajak, detail reklame, statistik visual, diagram batang, dan export laporan Excel.

Arsitektur Integrasi IoT dan Web GIS

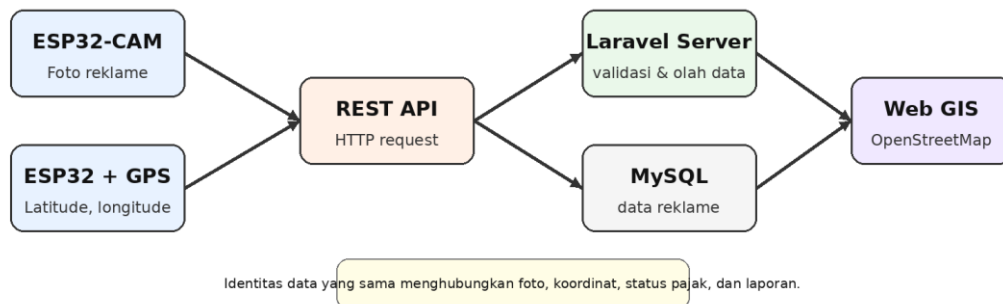


Figure 2. Architecture Of IoT And Web GIS System

Arsitektur pada Figure 2 memperlihatkan bahwa sistem tidak hanya menyimpan data administratif, tetapi juga menghubungkan data visual dan spasial. Setiap foto dan koordinat dikirim dengan identitas data yang sama sehingga sistem dapat menampilkan informasi reklame sebagai satu objek yang utuh. Integrasi ini penting untuk verifikasi lapangan karena petugas dapat melihat lokasi, foto, dan status pajak dalam satu tampilan.

Perangkat Akuisisi Data Lapangan



Tampilan Web GIS

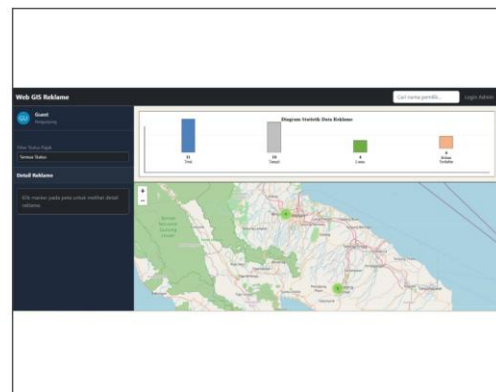


Figure 3. Field Device And Web GIS Display

Figure 3 menampilkan perangkat akuisisi data lapangan dan tampilan Web GIS. Perangkat lapangan digunakan untuk membaca lokasi dan mendokumentasikan objek, sedangkan Web GIS menampilkan marker, peta, ringkasan jumlah reklame, status pajak, dan detail data. Tampilan ini membantu admin membaca distribusi reklame secara cepat tanpa membuka data mentah satu per satu.

Table 3. Hasil Black-Box Testing

No	Fungsi	Hasil Aktual	Status
1	Login admin	Dashboard admin tampil	Berhasil
2	Pengambilan foto	ESP32-CAM mengambil foto reklame	Berhasil
3	Pembacaan GPS	Latitude dan longitude terbaca	Berhasil
4	Pengiriman data	Data diterima REST API	Berhasil
5	Penyimpanan database	Data tersimpan pada tabel terkait	Berhasil
6	Visualisasi peta	Marker reklame muncul pada Web GIS	Berhasil
7	Detail reklame	Foto dan informasi objek tampil	Berhasil
8	Export Excel	File laporan dapat diunduh dan dibuka	Berhasil
9	Statistik status	Total, tampil, lunas, dan belum terdaftar tampil	Berhasil
10	Diagram batang	Grafik menyesuaikan data	Berhasil

Black-box testing menunjukkan bahwa 10 dari 10 fungsi utama berjalan sesuai skenario dengan persentase keberhasilan 100%. Capaian ini menunjukkan bahwa fitur dasar sistem telah memenuhi kebutuhan fungsional awal, mulai dari autentikasi, akuisisi data, pengiriman data, penyimpanan, visualisasi, sampai pelaporan.

Table 4. Ringkasan Hasil Pengujian Teknis

Jenis Pengujian	Indikator	Hasil	Interpretasi
Validasi ahli	Kelayakan sistem	89,67%	Sangat layak
Uji lapangan	Foto, koordinat, dan tampilan Web GIS	3/3 titik berhasil	Data tampil pada peta
Akurasi GPS	Galat rata-rata	5,07 meter	Memadai untuk identifikasi lokasi
Success rate	Foto, koordinat, integrasi data	100%	Pengiriman stabil pada uji terbatas
RSSI	Kualitas sinyal	-42, -69, -43 dBm	Kuat hingga sedang

Hasil validasi ahli memperoleh rata-rata 89,67% dengan kategori sangat layak. Penilaian ini menunjukkan bahwa produk memenuhi aspek fungsi, integrasi IoT-GIS, antarmuka, dan kebutuhan pengguna. Masukan validator tetap penting, terutama pada keamanan box perangkat, penambahan informasi detail pada pop-up marker, dan pengembangan aplikasi mobile pada tahap lanjutan.

Uji lapangan pada tiga lokasi menunjukkan bahwa foto, koordinat, dan data Web GIS berhasil ditampilkan. Pengujian ini memperlihatkan bahwa sistem dapat dipakai pada kondisi lapangan yang bervariasi, meskipun kualitas cuaca dan jaringan tetap menjadi faktor yang perlu diperhatikan. Rata-rata galat GPS sebesar 5,07 meter masih memadai untuk kebutuhan identifikasi lokasi reklame karena marker tetap berada dekat dengan titik referensi.

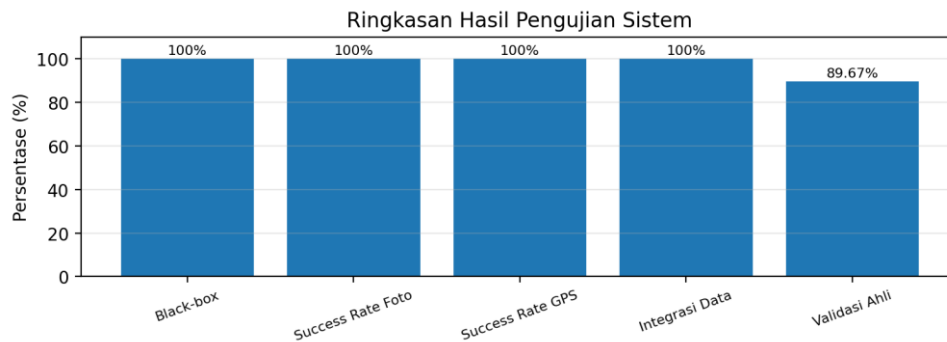


Figure 4. Summary Of System Testing Results

Pengujian success rate menunjukkan bahwa pengiriman foto, koordinat, serta integrasi data foto-koordinat mencapai 100%. RSSI berada pada kategori kuat hingga sedang, dengan nilai -69 dBm pada salah satu lokasi sebagai sinyal sedang. Meski begitu, seluruh data tetap berhasil dikirim dalam skenario pengujian. Ini menunjukkan bahwa sistem cukup stabil pada kondisi jaringan yang tersedia saat uji terbatas.

Table 5. Fitur Produk Akhir Dan Manfaat

Fitur	Status	Manfaat
Akuisisi foto reklame	Berfungsi	Menyediakan bukti visual objek reklame
Akuisisi koordinat	Berfungsi	Membantu identifikasi titik lokasi
Basis data reklame	Berfungsi	Menyimpan foto, lokasi, status pajak, dan pengguna
Web GIS	Berfungsi	Menampilkan marker dan detail reklame
Dashboard admin	Berfungsi	Mendukung pengelolaan dan verifikasi data
Export laporan Excel	Berfungsi	Memudahkan penyusunan laporan instansi
Statistik visual	Berfungsi	Mempercepat pembacaan kondisi data reklame

Implikasi praktis penelitian ini adalah tersedianya prototipe yang dapat membantu BPKPD memperoleh foto, koordinat, status pajak, dan laporan dalam satu sistem. Data yang sebelumnya tersebar dalam catatan manual dapat dipindahkan ke basis data terstruktur dan ditampilkan pada peta digital. Dengan cara ini, petugas dapat lebih cepat melihat persebaran reklame, memeriksa status pajak, dan menyiapkan tindak lanjut lapangan.

Keterbatasan penelitian terletak pada ruang pengujian yang masih terbatas, penggunaan server lokal, dan belum adanya integrasi langsung dengan basis data resmi instansi. Sistem juga belum menghitung nilai pajak reklame secara rinci. Penelitian lanjutan dapat mengembangkan aplikasi mobile petugas, penerapan server produksi, keamanan akses berlapis, notifikasi status pajak, dan sinkronisasi dengan sistem pendapatan daerah.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan membangun sistem monitoring pajak reklame berbasis IoT dan Web GIS untuk mendukung pendataan reklame di Kabupaten Simalungun. Sistem mengintegrasikan ESP32-CAM untuk dokumentasi visual, ESP32-GPS untuk akuisisi koordinat, REST API untuk pengiriman data, MySQL untuk penyimpanan, dan OpenStreetMap untuk visualisasi spasial. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem sangat layak digunakan sebagai prototipe, dengan validasi ahli 89,67%, black-box testing 10 dari 10 fungsi berhasil, success rate pengiriman data 100%, rata-rata galat GPS 5,07 meter, dan kualitas sinyal RSSI kuat hingga sedang. Sistem ini dapat membantu proses pendataan, verifikasi lapangan, visualisasi lokasi, pelaporan, dan monitoring status pajak reklame secara lebih terstruktur. Meski begitu, sistem masih perlu dikembangkan untuk implementasi produksi, terutama pada integrasi database resmi, keamanan akses, aplikasi mobile, dan perhitungan nilai pajak reklame.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Ilmu Komputer Universitas HKBP Nommensen Pematangsiantar, dosen pembimbing, serta Badan Pengelola Keuangan dan Pendapatan Daerah Kabupaten Simalungun yang telah mendukung proses penelitian dan pengujian sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. S. Bazargani, A. Sadeghi-Niaraki, and S.-M. Choi, "A survey of GIS and IoT integration: Applications and architecture," *Applied Sciences*, vol. 11, no. 21, p. 10365, 2021.
- [2] R. Netek, T. Pohankova, O. Bittner, and D. Urban, "Geospatial analysis in web browsers—Comparison study on WebGIS process-based applications," *ISPRS International Journal of Geo-Information*, vol. 12, no. 9, p. 374, 2023.
- [3] D. Hercog, T. Lerher, M. Truntic, and O. Tezak, "Design and implementation of ESP32-based IoT devices," *Sensors*, vol. 23, no. 15, p. 6739, 2023.
- [4] T. Putri, S. Samsudin, and S. D. Andriana, "Sistem informasi geografis pemetaan reklame berbasis web," *Journal of Information System Research (JOSH)*, vol. 3, no. 3, pp. 187-196, 2022.
- [5] M. V. Utama and R. Noviana, "Sistem informasi geografis pendataan dan monitoring reklame berbasis Android," *Jurnal Ilmiah Matrik*, vol. 23, no. 3, pp. 291-302, 2021.
- [6] N. N. Dananjaya, I. B. G. Manuaba, and L. Linawati, "Rancang bangun aplikasi mobile QR Code untuk validasi pajak reklame," *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, vol. 20, no. 1, pp. 131-138, 2021.
- [7] H. S. Asaad and H. S. Maghdid, "A comprehensive review of indoor/outdoor localization solutions in IoT era: Research challenges and future perspectives," *Computer Networks*, vol. 212, p. 109041, 2022.
- [8] Z. Xie, R. Zhang, J. Fang, and L. Zheng, "A monitoring system based on NB-IoT and BDS/GPS dual-mode positioning," *Electronics*, vol. 11, no. 16, p. 2493, 2022.
- [9] J. Nannung, A. Sa'ban Miru, Muliadi, and Gunawan, "Development of an IoT-based home security system prototype using multisensors and ESP32-CAM," *Journal of Embedded Systems, Security and Intelligent Systems*, vol. 6, no. 2, pp. 168-177, 2025.
- [10] F. Vinuesa-Martinez, M. Correa-Peralta, R. Ramirez-Anormaliza, O. Franco Arias, and D. Vera Paredes, "Geographic information systems based on WebGIS architecture: Bibliometric analysis of the current status and research trends," *Sustainability*, vol. 16, no. 15, p. 6439, 2024.
- [11] D. Harjo and G. Nabila, "Evaluasi penerapan sistem digitalisasi pemungutan pajak reklame dalam meningkatkan pendapatan asli daerah Kota Bekasi tahun 2024," *JAMBIS: Jurnal Administrasi Bisnis*, vol. 5, no. 2, pp. 106-114, 2025.
- [12] Z. Widiyanti and I. Rakhmawati, "Pajak reklame: Efektivitas, laju pertumbuhan dan kontribusi pada pendapatan asli daerah," *Jurnal Akuntansi dan Keuangan Daerah*, vol. 20, no. 1, pp. 15-30, 2025.