

Pemanfaatan WebGIS Pemetaan Potensi Energi Baru Terbarukan Pada Aplikasi SMART-EBT dalam Mendorong Partisipasi Energi Komunitas di Tingkat Daerah

Ayu Septiana¹, Rizky Adi Nugraha², Muhammad Mizzy³

¹ Kasie Energi Cabang Dinas ESDM Wil. Semarang Demak, Dinas ESDM Provinsi Jawa Tengah

² Inspektur Ketenagalistrikan, Dinas ESDM Provinsi Jawa Tengah

³ Teknologi Rekayasa Komputer, Politeknik Negeri Semarang

¹ayuseptianaesdm@gmail.com

Abstrak

Keterbatasan akses terhadap data potensi Energi Baru Terbarukan (EBT) menghambat perencanaan energi partisipatif di tingkat tapak. Penelitian ini mengevaluasi aplikasi WebGIS SMART EBT, sebuah inovasi keterbukaan informasi publik yang memadukan visualisasi spasial dengan mekanisme pelaporan data multi-pihak terverifikasi (potensi badan hukum, potensi lokal, dan infrastruktur terbangun). Menggunakan pendekatan mixed-methods berbasis adaptasi *Technology Acceptance Model* (TAM), studi ini mengukur penerimaan 35 responden perwakilan aparatur desa, kelompok tani-ternak, dan BUMDes. Hasil menunjukkan skor persepsi kegunaan (*Perceived Usefulness*) sebesar 85,8% dan persepsi kemudahan (*Perceived Ease of Use*) sebesar 77,0%. SMART EBT terbukti meningkatkan literasi energi warga, mengubah persepsi limbah peternakan dan biomassa menjadi aset produktif bernilai ekonomis, serta memicu inisiatif biogas komunal dan pompa surya irigasi. Kendala utama meliputi keterbatasan sinyal internet perdesaan dan perlunya penyederhanaan istilah teknis. Platform ini efektif memperkuat kolaborasi tata kelola energi transisi berbasis komunitas.

Kata Kunci: SMART EBT, WebGIS, energi komunitas, perencanaan partisipatif, Technology Acceptance Model.

Abstract

Limited access to renewable energy potential data impedes participatory energy planning at the grassroots level. This study evaluates the SMART EBT WebGIS application, a public information transparency innovation integrating spatial visualization with verified multi-stakeholder data reporting mechanisms (corporate potentials, local potentials, and built infrastructure). Utilizing a mixed-methods approach based on an adapted Technology Acceptance Model (TAM), this study evaluated the acceptance of 35 respondents representing village officials, farmer-livestock groups, and village-owned enterprises. Findings reveal a Perceived Usefulness score of 85.8% and a Perceived Ease of Use of 77.0%. SMART EBT significantly enhances community energy literacy, transforming perceptions of livestock waste and biomass into productive economic assets while triggering communal biogas and solar irrigation initiatives. Primary operational barriers include unstable rural internet connectivity and complex technical terminologies. This platform effectively reinforces multi-stakeholder collaboration for community-based energy transition.

Keywords: SMART EBT, WebGIS, community renewable energy, participatory planning, Technology Acceptance Model.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Penelitian

Akselerasi transisi energi global menuntut reposisi paradigma dari sistem pembangkitan terpusat (centralized utility) menuju pemanfaatan Energi Baru dan Terbarukan (EBT) yang terdesentralisasi di tingkat komunitas tapak (Caramizaru & Uihlein, 2020; Gui & MacGill, 2018). Karakteristik sumber daya terbarukan lokal—seperti radiasi penyinaran surya fotovoltaik, ketersediaan substrat limbah pertanian dan kotoran ternak untuk biogas, hingga hidrologi mikrohidro—pada hakikatnya bersifat tersebar dan beririsan langsung dengan ruang aktivitas sosio-ekologis masyarakat (Bosch & Rathmann, 2018). Dalam diskursus tata kelola energi kontemporer, skema energi berbasis masyarakat (community renewable energy) dinilai bukan sekadar penyedia daya alternatif, melainkan instrumen pemerataan ekonomi lokal dan penguatan resiliensi wilayah (Seyfang et al., 2014).

Kendati inventarisasi potensi teoritis energi bersih di daerah tercatat melimpah, implementasi riil pada tingkat tapak kerap terhambat oleh disparitas informasi (information asymmetry) yang kronis (Walker & Devine-Wright, 2008). Sebagian besar kajian potensi spasial dan teknis EBT selama ini terkunci dalam dokumen perencanaan internal pemerintah atau riset teknokratis yang padat jargon saintifik (Rakhmonov, 2025). Akibatnya, pemangku kepentingan tingkat lokal—seperti aparat pemerintah desa, kelompok tani/ternak, dan pelaku usaha mikro—mengalami defisit literasi spasial untuk mengenali serta mengkapitalisasi aset energi di lingkungannya (Devine-Wright, 2005). Menanggapi kendala struktural tersebut, pendekatan Public Participation Geographic Information System (PPGIS) dan sistem pendukung keputusan spasial kolaboratif terbukti krusial dalam mentransformasikan data biofisik yang rumit menjadi instrumen deliberasi publik yang transparan (Rösch & Fakhrazadehshirazi, 2025; Simão et al., 2009). Sebagai perwujudan transparansi tata kelola energi publik dan reformasi birokrasi, inisiatif proyek perubahan instansi pemerintah daerah hadir melalui perancangan sistem informasi geografis berbasis web bernama SMART EBT (Sistem Monitoring Aksi dan Rencana Transisi Energi Baru Terbarukan) untuk pemetaan sebaran potensi EBT regional. Pengembangan platform digital semacam ini sejalan dengan praktik global dalam mendemokratisasi data geospasial energi agar dapat dijangkau secara terbuka oleh masyarakat luas (La Guardia & D'Ippolito, 2024; Zulian et al., 2021). Visualisasi spasial interaktif terbukti mampu memangkas biaya perolehan informasi (information cost) sekaligus menjembatani komunikasi antara perencana kebijakan daerah dengan komunitas perdesaan (Spiess et al., 2015).

Akan tetapi, penyediaan artefak teknologi informasi oleh institusi publik tidak serta-merta menjamin keberhasilan adopsi di lapangan apabila tidak diimbangi dengan kajian kegunaan (usability) dan penerimaan sosial. Berdasarkan kerangka *Technology Acceptance Model* (TAM), persepsi kemudahan penggunaan (perceived ease of use) dan persepsi kegunaan (perceived usefulness) merupakan determinan utama yang mengarahkan niat perilaku masyarakat dalam mengoperasikan platform digital (Davis, 1989). Kerap kali terjadi kesenjangan teknis di mana sistem informasi publik dirancang terlalu teknokratis sehingga menimbulkan resistensi atau pengabaian dari pengguna non-teknis di daerah (Chumaidiyah et

al., 2021). Oleh karena itu, evaluasi terapan mengenai penerimaan pengguna, keterbacaan antarmuka, serta efektifitas aplikasi SMART EBT dalam mendorong inisiatif kemandirian energi masyarakat menjadi ruang empiris mendesak yang dijawab dalam penelitian ini.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan konteks latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana tingkat aksesibilitas dan kemudahan penggunaan (*usability*) website pemetaan potensi EBT bagi pemangku kepentingan dan masyarakat non-teknis di tingkat lokal?
2. Sejauh mana keterbukaan informasi spasial pada platform tersebut berkontribusi terhadap peningkatan literasi energi serta minat masyarakat dalam mengembangkan inisiatif energi terbarukan mandiri?
3. Apa saja faktor pendukung dan kendala sosial-teknis yang dihadapi dalam pemanfaatan data peta potensi EBT untuk mendukung perencanaan energi berbasis komunitas?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian ini meliputi:

1. Menganalisis respon penerimaan pengguna (*technology acceptance*) serta persepsi kemudahan akses aplikasi SMART EBT dari sudut pandang masyarakat dan aparatur lokal.
2. Mengidentifikasi dampak penyajian data visual potensi EBT terhadap pemahaman aset energi lokal dan kesiapan aksi swadaya masyarakat.
3. Merumuskan rekomendasi praktis bagi pengembang sistem dan pengambil kebijakan daerah guna mengoptimalkan peran aplikasi SMART EBT dalam mendorong perencanaan energi partisipatif di tingkat komunitas.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat Praktis (Pemerintah Daerah dan Masyarakat):

1. Memberikan masukan empiris bagi instansi pengembang sistem terkait penyempurnaan antarmuka, penyederhanaan indikator teknis, serta penguatan fitur interaksi publik agar website lebih berdaya guna bagi masyarakat awam.
2. Menjadi media edukasi yang membantu komunitas desa, kelompok tani, dan pelaku usaha lokal dalam mengenali modalitas energi terbarukan di wilayahnya untuk efisiensi biaya operasional maupun ketahanan energi swadaya.

Manfaat Teoretis (Akademis):

1. Memperkaya kajian literatur mengenai integrasi Sistem Informasi Geografis untuk publik (*Public Participatory GIS*) dalam tata kelola energi terdesentralisasi di negara berkembang.
2. Menyediakan studi kasus empiris mengenai dinamika penerimaan teknologi informasi publik (*public sector technology acceptance*) yang berorientasi pada pemberdayaan masyarakat.

1.5 Batasan Penelitian

Untuk menjaga fokus dan kedalaman pembahasan, penelitian ini dibatasi pada beberapa aspek:

1. Penelitian difokuskan pada analisis persepsi pengguna, keterbacaan visualisasi, dan dampak edukatif aplikasi SMART EBT terhadap masyarakat/pemangku kepentingan lokal, bukan pada validasi komputasi numerik maupun kalkulasi teknis potensi daya teoritis (kW/MW) secara mendalam.
2. Evaluasi respon pengguna diarahkan pada kelompok sasaran pengguna tingkat tapak, yang mencakup perwakilan pemerintah desa, pengurus kelompok tani/ternak, pegiat komunitas lingkungan, serta pelaku usaha lokal di wilayah percontohan sosialisasi platform.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep *Community Renewable Energy* dan Perencanaan Energi Partisipatif

Paradigma transisi energi kontemporer menempatkan masyarakat bukan sekadar sebagai konsumen pasif (*passive consumers*), melainkan sebagai aktor aktif atau prosumer (*prosumers*) yang mengelola dan memproduksi energinya secara mandiri (Caramizaru & Uihlein, 2020). Konsep energi terbarukan berbasis masyarakat (*Community Renewable Energy* / CRE) didefinisikan melalui dua dimensi fundamental, yaitu dimensi proses (*process dimension*) dan dimensi luaran (*outcome dimension*) (Walker & Devine-Wright, 2008). Dimensi proses menekankan pada derajat partisipasi, kendali, dan keterlibatan komunitas lokal dalam inisiasi serta pengambilan keputusan proyek energi. Sementara itu, dimensi luaran merujuk pada distribusi manfaat sosial, ekonomi, dan lingkungan yang dirasakan secara langsung oleh masyarakat setempat, seperti penghematan pengeluaran bahan bakar rumah tangga atau peningkatan ketahanan pangan-energi desa (Seyfang et al., 2014).

Dalam mewujudkan CRE yang berkelanjutan, pendekatan perencanaan teknokratis dari atas ke bawah (*top-down*) kerap kali gagal mengenali dinamika sosio-spasial di tingkat tapak (Gui & MacGill, 2018). Oleh sebab itu, perencanaan energi partisipatif (*participatory energy planning*) hadir sebagai kerangka kerja alternatif yang mendorong dialog deliberatif antara pemerintah daerah, pakar teknis, dan warga komunitas (Spiess et al., 2015). Perencanaan partisipatif memungkinkan integrasi pengetahuan lokal (*local knowledge*)—seperti ketersediaan harian limbah biomassa pertanian atau debit air musiman—dengan skema intervensi program pemerintah, sehingga meminimalkan potensi konflik sosial dan penolakan proyek di kemudian hari.

2.2 Sistem Informasi Geografis Berbasis Web (WebGIS) untuk Keterbukaan Informasi Publik Energi

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan instrumen krusial dalam pemodelan dan analisis ketersediaan sumber daya terbarukan karena sifat data EBT yang terikat kuat dengan koordinat geografis (*spatially explicit*) (Bosch & Rathmann, 2018). Evolusi teknologi geospasial telah melahirkan WebGIS, yakni integrasi antara basis data spasial dengan antarmuka peramban web (*web browser*) yang memungkinkan akses data lintas platform tanpa memerlukan perangkat lunak desktop spesifik yang berbayar atau rumit (La Guardia & D'Ippolito, 2024).

Dalam ranah tata kelola sektor energi publik, WebGIS berfungsi sebagai medium keterbukaan informasi dan instrumen *Public Participation GIS* (PPGIS) (Rösch & Fakharizadehshirazi, 2025; Simão et al., 2009). Menurut Zulian et al. (2021), visualisasi

kartografis interaktif mampu mendemokratisasi data teknis yang kompleks ke dalam layer-layer tematik (seperti sebaran iradiasi surya, konsentrasi limbah peternakan, atau infrastruktur jaringan distribusi) yang intuitif bagi masyarakat non-teknis. Ketersediaan platform WebGIS publik di tingkat daerah memangkas biaya pencarian informasi (*information search costs*), meningkatkan akuntabilitas perencanaan instansi pemerintah, serta menumbuhkan kesadaran kolektif masyarakat mengenai modalitas potensi energi yang berada di sekitar lingkungannya (Rakhmonov, 2025).

2.3 Kerangka Evaluasi Penerimaan Teknologi: *Technology Acceptance Model (TAM)*

Keberhasilan penggelaran sistem informasi publik di sektor pemerintahan sangat dipengaruhi oleh tingkat kesiapan dan penerimaan pengguna akhirnya (*end-users*). Salah satu kerangka teoritis yang paling mapan dan banyak diadaptasi untuk mengevaluasi adopsi sistem informasi adalah *Technology Acceptance Model (TAM)* yang dikembangkan oleh Davis (1989). Model ini mengasumsikan bahwa niat perilaku seseorang untuk menggunakan suatu teknologi (*behavioral intention to use*) secara langsung ditentukan oleh dua konstruk persepsi utama:

Persepsi Kemudahan Penggunaan (*Perceived Ease of Use - PEOU*): Tingkat di mana seorang pengguna meyakini bahwa pengoperasian platform WebGIS pemetaan EBT tidak memerlukan usaha kognitif atau teknis yang berat. Dalam konteks website pemetaan bagi masyarakat perdesaan atau aparaturnya desa, indikator PEOU meliputi kesederhanaan navigasi menu peta, kecepatan respons pemuatan layer (*layer loading*), kejelasan legenda simbol, serta kemudahan akses melalui gawai bergerak (*mobile responsiveness*) (Chumaidiyah et al., 2021).

Persepsi Kegunaan (*Perceived Usefulness - PU*): Tingkat di mana pengguna percaya bahwa keberadaan sistem tersebut memberikan nilai tambah fungsional dalam menunjang aktivitas mereka. Dalam studi ini, PU merefleksikan sejauh mana aparaturnya desa dan kelompok warga merasakan bahwa informasi potensi EBT di web membantu mereka merencanakan efisiensi biaya energi, mengajukan program bantuan energi desa, atau mengidentifikasi peluang pemanfaatan limbah lokal menjadi sumber daya ekonomi.

Secara teoritis, persepsi kemudahan penggunaan (PEOU) juga berpengaruh positif terhadap persepsi kegunaan (PU), karena sistem yang rumit dioperasikan cenderung dinilai kurang bermanfaat oleh masyarakat awam (Davis, 1989). Dengan mengadaptasi konstruk TAM yang disederhanakan, evaluasi terhadap website pemetaan potensi EBT ini dapat memetakan secara presisi apakah kendala adopsi di lapangan bersumber dari kendala teknis antarmuka (*usability gap*) atau ketidaksesuaian konten data dengan kebutuhan riil masyarakat (*utility gap*).

2.4 Kerangka Konseptual Penelitian

Keterkaitan antara ketiga domain teoretis di atas dapat diringkas ke dalam kerangka alur konseptual sederhana:



Gambar 1 Alur Konsep Penelitian

3. METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kombinasi sekuensial sederhana (*mixed-methods sequential explanatory*), dengan penekanan utama pada metode deskriptif kualitatif yang diperkuat data kuantitatif awal. Pendekatan ini dipilih untuk mengevaluasi aspek keterbacaan teknis platform WebGIS sekaligus menggali persepsi, kebutuhan, dan penerimaan masyarakat lokal secara kontekstual.

Alur penelitian terbagi menjadi tiga tahapan utama:

1. Tahap Pra-Evaluasi: Observasi fitur dan inventarisasi layer data potensi EBT yang disajikan pada website proyek perubahan.
2. Tahap Implementasi dan Pengujian Pengguna: Uji coba navigasi langsung (*hands-on experience*) oleh kelompok responden sasaran.
3. Tahap Evaluasi Dampak Sosial: Pengukuran penerimaan teknologi berbasis adaptasi *Technology Acceptance Model* (TAM) serta wawancara mendalam terkait relevansi data bagi aksi swadaya masyarakat.

3.2 Lokasi dan Subjek Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada wilayah percontohan sosialisasi platform WebGIS Dinas ESDM. Penentuan lokasi difokuskan pada kawasan perdesaan/komunitas yang memiliki potensi energi terbarukan lokal (seperti sentra peternakan sapi untuk potensi biogas, kawasan pertanian untuk biomassa, atau wilayah dengan potensi surya/mikrohidro).

Subjek penelitian dipilih menggunakan teknik *purposive sampling* untuk merepresentasikan pemangku kepentingan tingkat tapak yang relevan dengan perencanaan energi komunitas, terdiri atas:

1. Aparatur Pemerintah Desa/Kecamatan: Kepala desa, sekretaris desa, atau perangkat perencana pembangunan desa.
2. Kelompok Komunitas/Masyarakat: Pengurus kelompok tani, paguyuban peternak, dan pengelola Badan Usaha Milik Desa (BUMDes).
3. Pelaku Usaha Lokal/UMKM: Pelaku usaha yang memiliki ketergantungan energi tinggi pada proses produksi.

3.3 Jenis dan Sumber Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini mencakup dua kategori:

1. Data Sekunder:
 - Basis data spasial potensi EBT (surya, biogas/biomassa, mikrohidro) yang terintegrasi di dalam website.
 - Dokumen regulasi daerah, pedoman teknis proyek perubahan, serta profil statistik wilayah percontohan.
2. Data Primer:
 - Skor penilaian kuesioner terstruktur dari responden setelah menguji coba website.
 - Hasil transkrip wawancara semi-terstruktur dan catatan observasi partisipatif selama sesi uji coba/sosialisasi platform.

3.4 Instrumen Penelitian dan Operasionalisasi Variabel

Instrumen pengumpulan data mengadaptasi konstruk TAM sederhana dengan skala Likert 1–5 (Sangat Tidak Setuju hingga Sangat Setuju), yang mencakup dua variabel evaluasi utama:

Tabel 1 Operasionalisasi Variabel Evaluasi Platform

Variabel	Indikator Operasional	Item Pengukuran
Persepsi Kemudahan (<i>Perceived Ease of Use</i>)	Navigasi & Tampilan	Kemudahan menemukan menu dan layer peta potensi.
	Keterbacaan Simbol	Kejelasan legenda, warna zona potensi, dan ikon peta.
	Aksesibilitas Perangkat	Responsivitas website saat dibuka melalui ponsel (<i>mobile</i>).
	Bahasa Informasi	Penggunaan istilah yang mudah dipahami warga non-teknis.
Persepsi Kegunaan (<i>Perceived Usefulness</i>)	Relevansi Informasi	Kesesuaian data potensi peta dengan kondisi riil di desa.
	Edukasi & Literasi	Peningkatan pemahaman warga atas potensi energi sekitar.
	Nilai Ekonomis/Praktis	Manfaat data untuk rencana efisiensi biaya energi warga.
	Perencanaan Komunitas	Membantu usulan program desa (BUMDes/energi mandiri).

Instrumen kualitatif dilengkapi dengan panduan wawancara semi-terstruktur yang memuat pertanyaan terbuka mengenai kendala operasional web, kebutuhan data tambahan yang belum tersedia, dan kesiapan warga dalam memanfaatkan potensi energi lokal.

3.5 Prosedur Pengumpulan Data

1. Sesi Demonstrasi & Simulasi Terpandu: Responden diberikan paparan singkat tentang fungsi website, dilanjutkan dengan sesi mandiri mengakses dan menavigasi peta potensi EBT menggunakan perangkat masing-masing (ponsel pintar atau laptop).
2. Pengisian Kuesioner Evaluasi: Responden mengisi lembar instrumen kuesioner TAM segera setelah selesai menguji coba website untuk menjamin kesegaran respon (*immediate feedback*).
3. Diskusi Terarah (*Focus Group Discussion*) / Wawancara: Diskusi interaktif dilakukan dengan tokoh kunci komunitas untuk menggali kendala teknis (seperti kuota, sinyal, atau kebingungan istilah) serta respon sosial terhadap pemanfaatan potensi energi di desa mereka.

3.6 Teknik Analisis Data

1. Analisis Kuantitatif Deskriptif:

Data skor kuesioner diolah menggunakan statistik deskriptif sederhana, yaitu persentase dan skor rata-rata (*mean score*) untuk menentukan tingkat persetujuan responden pada masing-masing indikator PEOU dan PU:

$$\text{Persentase Skor} = \frac{\text{Total Skor Rill}}{\text{Total Skor Maksimum}} \times 100\%$$

Kategori interpretasi dibagi ke dalam interval kelayakan (Sangat Rendah, Rendah, Cukup, Tinggi, Sangat Tinggi).

2. Analisis Kualitatif:

Data kualitatif hasil wawancara dan observasi dianalisis menggunakan model Miles dan Huberman, yang meliputi tahapan:

- *Data Reduction*: Menyaring, mengelompokkan, dan membuang informasi yang tidak relevan dengan fokus penerimaan sistem dan perencanaan energi komunitas.
- *Data Display*: Menyajikan narasi terstruktur yang mengaitkan temuan kuantitatif dengan kutipan langsung pandangan warga.
- *Conclusion Drawing/Verification*: Merumuskan sintesis temuan kendala sosial-teknis dan rekomendasi perbaikan platform serta kebijakan pemberdayaan.

4. PEMBAHASAN

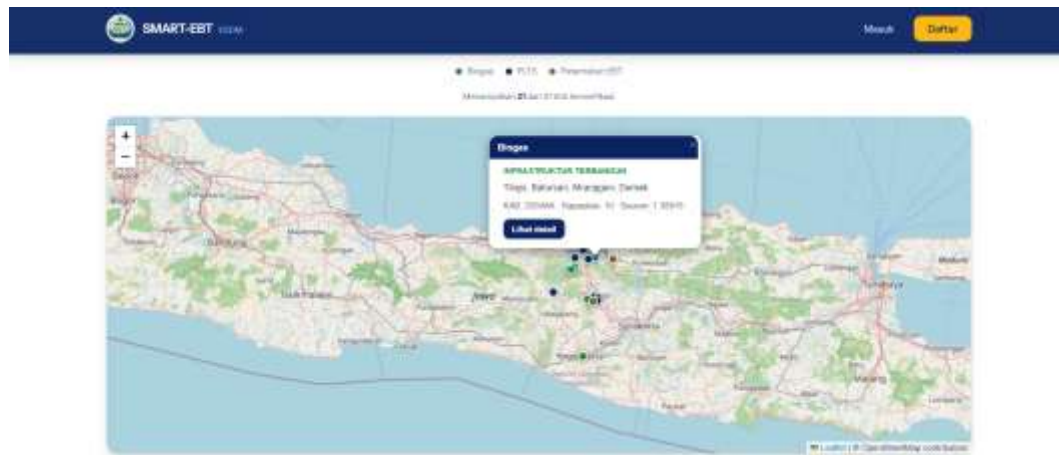
4.1 Karakteristik Platform WebGIS Pemetaan Potensi EBT Pada SMART EBT

Platform WebGIS yang dikembangkan dalam proyek perubahan ini diberi nama SMART EBT. Sistem ini dirancang sebagai instrumen transparansi data spasial yang dapat diakses publik melalui tautan <https://smartebt.esdm.tenapp.site/>. Sistem ini mengintegrasikan basis data spasial teknis instansi ke dalam visualisasi peta interaktif yang ramah pengguna non-teknis.



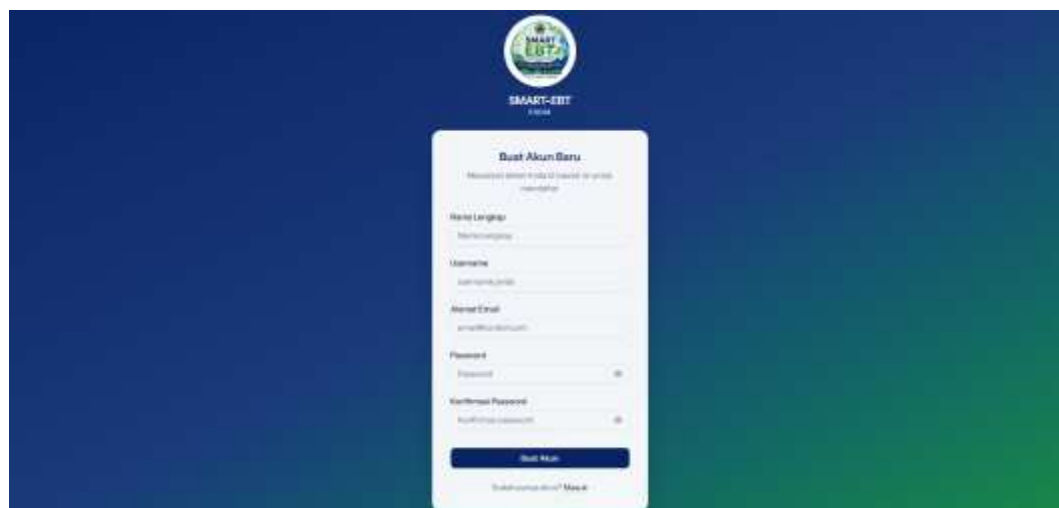
Gambar 2 Tampilan Antar Muka Aplikasi SMART EBT

Pada halaman awal pengguna aplikasi dapat melihat informasi potensi EBT khususnya yang ada di Jawa Tengah. Tanpa melakukan proses pendaftaran akun pengguna dapat mengetahui lokasi infrastruktur EBT terbangun, lokasi potensi EBT serta Badan Hukum yang memerlukan bantuan pembangunan infrastruktur EBT. Tampilan dalam bentuk peta lokasi memudahkan pengguna dalam menelusuri informasi yang dibutuhkan.



Gambar 3 Tampilan Lokasi dan Detail Informasi Titik Infrastruktur Terbangun

Untuk menjaga validitas dan integritas basis data spasial yang dihimpun, platform SMART EBT menerapkan arsitektur partisipatif berbasis hak akses (*Role-Based Access Control*). Gerbang awal keterlibatan pemangku kepentingan diakomodasi melalui modul otentikasi registrasi pengguna seperti yang disajikan pada

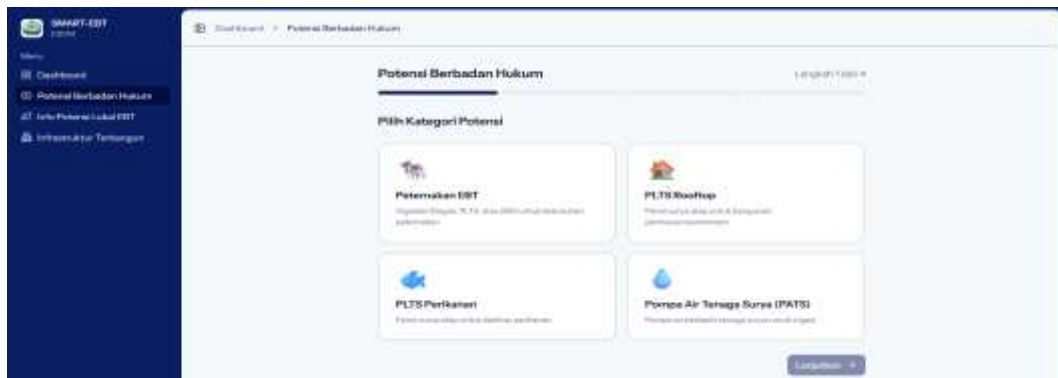


Gambar 4 Pembuatan Akun SMART EBT

Modul pendaftaran ini memfasilitasi pembuatan akun baru melalui pengisian identitas nama lengkap, nama pengguna (*username*), alamat surel aktif, serta kata sandi terenkripsi. Melalui antarmuka ini, sistem mengklasifikasikan pengguna ke dalam dua entitas operasional utama:

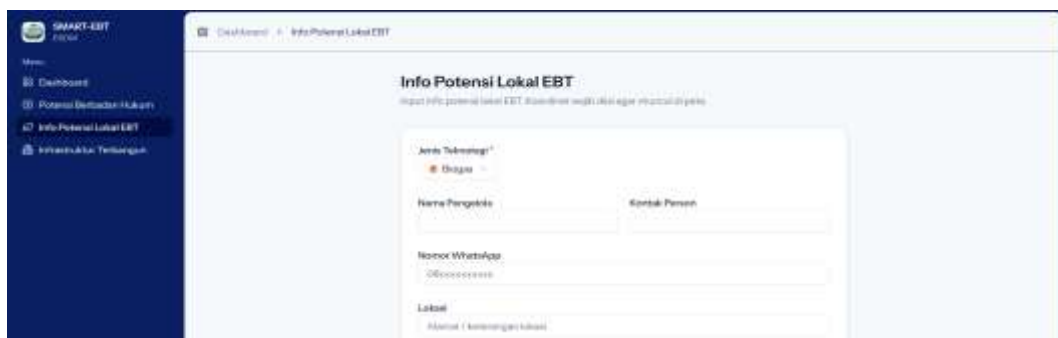
1. Administrator (Dinas ESDM): Bertindak sebagai verifikator teknis dan pengendali mutu data (*data validator*). Setiap data atribut spasial maupun dokumen pendukung yang diunggah oleh pengguna tidak langsung dipublikasikan secara terbuka ke peta utama, melainkan masuk ke dalam antrian moderasi (*moderation queue*) admin untuk diverifikasi validitas koordinat, kelayakan teknis, dan kebenaran administrasinya.
2. Pengguna Terdaftar (*User Contributor*): Berfungsi sebagai kontributor data lapangan yang dikelompokkan ke dalam 3 (tiga) kategori tipologi penginput yaitu Pengguna Potensi Badan Hukum, Pengguna Informasi Potensi Lokal EBT dan Pengguna Infrastruktur Terbangun.

Pemisahan peran kontributor dan mekanisme verifikasi terpusat ini menjamin bahwa SMART EBT tidak sekadar menjadi basis data satu arah milik birokrasi, melainkan platform kolaboratif multi-pihak (*crowdsourcing*) yang akurat, terverifikasi, dan akuntabel dalam menunjang perencanaan energi daerah.



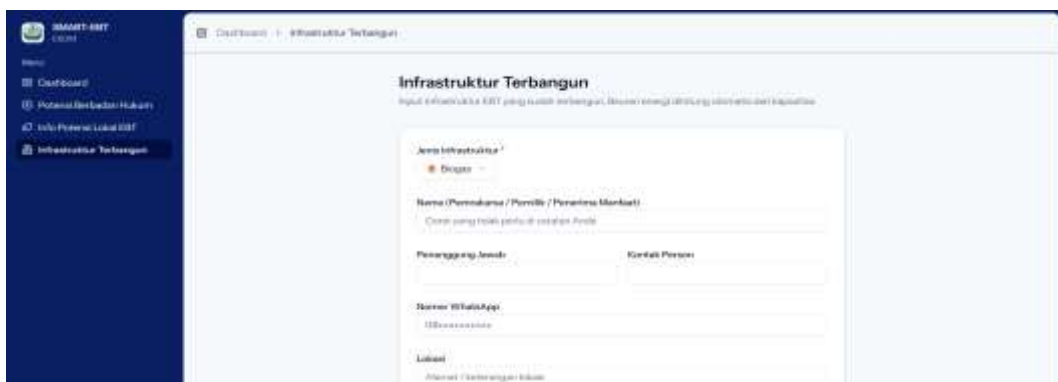
Gambar 5 Tampilan Input Potensi Berbadan Hukum

Pengguna Potensi Badan Hukum dikhususkan bagi kelompok tani yang memiliki badan hukum tetap. Jenis kategori potensi yang bisa diajukan diantaranya Peternakan untuk infratraktur biogas, PLTS Rooftop khusus pondok pesantren, PLTS untuk fasilitas perikanan dan pompa air tenaga surya untuk irigasi.



Gambar 6 Tampilan Input Potensi Lokal EBT

Pengguna Informasi Potensi Lokal EBT ditujukan bagi aparaturnya, akademisi, kelompok tani/ternak, dan komunitas lokal untuk melaporkan sebaran potensi mentah non-komersial di tingkat tapak, seperti debit air alami mikrohidro, estimasi limbah kotoran ternak komunal, atau potensi biomassa limbah panen.



Gambar 7 Tampilan Input Infratraktur Terbangun

Pengguna Infrastruktur Terbangun berfungsi untuk inventarisasi dan pemutakhiran status aset EBT yang telah eksis beroperasi di lapangan (misalnya PLTS atap gedung publik, unit biodigester swadaya, atau penerangan jalan tenaga surya), mencakup kapasitas terpasang, kondisi operasional terkini, hingga riwayat pemeliharaan.

4.2 Analisis Penerimaan Pengguna terhadap Aplikasi (TAM)

Pengujian dilakukan terhadap 35 responden perwakilan pemangku kepentingan tingkat tapak yang terdiri atas perangkat desa (40%), pengurus kelompok tani/ternak (37%), dan pengelola BUMDes/UMKM lokal (23%). Evaluasi mengukur dua dimensi utama: *Perceived Ease of Use* (PEOU) dan *Perceived Usefulness* (PU).

Tabel 2 Rekapitulasi Skor Evaluasi Penerimaan Pengguna

Variabel	Indikator Evaluasi	Skor Rata-rata (Skala 1–5)	Persentase Capaian (%)	Kategori
Persepsi Kemudahan (PEOU)	Navigasi & Tata Letak Menu	4,2	84,00%	Sangat Baik
	Kejelasan Simbol & Legenda	3,85	77,00%	Baik
	Aksesibilitas Gawai Ponsel (<i>Mobile</i>)	3,7	74,00%	Baik
	Kesederhanaan Bahasa Informasi	3,65	73,00%	Cukup Baik
Rata-rata PEOU		3,85	77,00%	Baik
Persepsi Kegunaan (PU)	Relevansi Informasi dengan Kondisi Lapangan	4,35	87,00%	Sangat Baik
	Peningkatan Literasi & Edukasi EBT	4,4	88,00%	Sangat Baik
	Nilai Praktis untuk Efisiensi Energi	4,15	83,00%	Sangat Baik
	Manfaat bagi Perencanaan Desa (BUMDes)	4,25	85,00%	Sangat Baik
Rata-rata PU		4,29	85,80%	Sangat Baik

Secara agregat, persepsi kegunaan memperoleh skor yang lebih tinggi (**85,8%**) dibandingkan persepsi kemudahan (**77,0%**). Hal ini mengindikasikan bahwa responden memandang platform ini memiliki nilai guna yang sangat mendesak dan strategis bagi desa, kendati masih menemui beberapa catatan minor terkait pengoperasian teknis antarmuka.

4.3 Respon Sosial dan Dampak terhadap Literasi Energi Komunitas

Penyediaan visualisasi peta spasial terbukti memberikan dampak edukasi yang nyata bagi masyarakat non-teknis:

1. Demistifikasi Potensi Energi Lokal: Sebelum platform diperkenalkan, sebagian besar perangkat desa dan kelompok peternak memandang kotoran sapi atau limbah pertanian sekadar sebagai beban lingkungan yang memicu pencemaran bau dan limbah cair. Setelah melihat representasi potensi energi setara tabung elpiji di desanya pada peta digital, muncul pergeseran paradigma bahwa limbah tersebut merupakan aset produktif (*economic asset*).
2. Transparansi Perencanaan Kewilayahan: Peta sebaran potensi membantu memvalidasi usulan masyarakat ke musyawarah perencanaan pembangunan desa (Musrenbangdes). Aparatur desa merasa memiliki rujukan data spasial resmi saat menyusun proposal permohonan bantuan instalasi biodigester komunal atau pompa air tenaga surya (PATS) ke dinas terkait.

4.4 Peluang Implementasi Aksi Mandiri Tingkat Komunitas

Berdasarkan hasil diskusi terarah (FGD) pasca-simulasi peta, teridentifikasi dua peluang aksi konkret yang dapat direalisasikan oleh komunitas lokal:

1. Pengembangan Digester Biogas Komunal oleh BUMDes:
Di desa dengan konsentrasi kandang kelompok ternak padat, data peta mendorong inisiatif pengurus kelompok tani untuk merancang instalasi biogas komunal terpusat. Skema ini diarahkan untuk memasok bahan bakar memasak murah bagi 15–20 kepala keluarga miskin di sekitar kandang, sekaligus menghasilkan pupuk organik cair (*slurry*) untuk kas kelompok.
2. Efisiensi Beban Listrik Irigasi Sawah (PATS):
Kelompok pemakai air mengidentifikasi layer iradiasi surya dan jaringan saluran irigasi untuk mendorong substitusi pompa diesel berbahan bakar minyak bersubsidi ke PATS, yang diestimasi mampu memangkas biaya operasional musim tanam kemarau hingga 60%.

4.5 Tantangan Sosial-Teknis dan Kendala Lapangan

Meskipun penerimaan platform secara umum berada pada kategori tinggi, studi ini menemukan sejumlah kendala yang perlu diantisipasi:

1. Hambatan Aksesibilitas *Mobile* dan Jaringan:
Pemuatan layer spasial berbasis vektor (*GeoJSON/Shapefile*) membutuhkan bandwidth internet yang stabil. Pada wilayah perdesaan dengan sinyal seluler terbatas (*blank spot* parsial), peta digital mengalami *rendering lag*, yang menurunkan kepuasan pengguna saat membuka sistem melalui ponsel.
2. Resistensi Istilah Teknis:
Indikator teknis seperti kWp, bauran energi, atau nama infrastruktur (biogas, PATS, PLTS) masih dinilai membingungkan bagi masyarakat awam. Responden menyarankan agar terminologi tersebut dilengkapi dengan fitur penjelasan pop-up otomatis (*tooltips*) berbahasa populer atau panduan audio-visual singkat.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa aplikasi SMART EBT memperoleh tingkat penerimaan yang sangat baik dari masyarakat dan aparatur di tingkat lokal. Berdasarkan evaluasi Technology Acceptance Model (TAM), nilai persepsi kegunaan (*Perceived Usefulness*) yang

mencapai 85,8% dan persepsi kemudahan (Perceived Ease of Use) sebesar 77,0% membuktikan bahwa sistem ini berhasil menjembatani data teknis instansi pemerintah menjadi informasi spasial yang aplikatif dan mudah dipahami oleh publik non-teknis. Keterbukaan informasi ini terbukti menumbuhkan literasi energi warga secara signifikan, mengubah cara pandang masyarakat terhadap limbah peternakan dan pertanian dari sekadar beban lingkungan menjadi aset ekonomi produktif yang setara dengan pemenuhan energi gas memasak maupun efisiensi listrik irigasi sawah.

Lebih lanjut, keberadaan peta potensi digital pada SMART EBT mampu menstimulasi perencanaan energi partisipatif di tingkat desa, seperti munculnya inisiatif perancangan instalasi biogas komunal terpusat berbasis BUMDes dan rencana pengalihan pompa air pertanian berbahan bakar minyak ke pompa air tenaga surya (PATS). Meskipun demikian, pemanfaatan platform di lapangan masih menghadapi kendala sosial-teknis nyata, terutama terkait keterbatasan stabilitas jaringan internet di kawasan pelosok yang memperlambat pemuatan layer peta pada ponsel pintar, penggunaan beberapa istilah saintifik yang masih memerlukan penyederhanaan, serta sifat komunikasi sistem yang saat ini masih berjalan satu arah tanpa ruang pembaruan data langsung oleh warga.

Untuk mengoptimalkan keberlanjutan dan dampak fungsional platform, pengembang sistem disarankan untuk menyempurnakan antarmuka pengguna melalui penambahan fitur penjelasan otomatis (tooltips) berbahasa populer pada indikator-indikator teknis, sekaligus mengoptimalkan kompresi data spasial agar peta tetap responsif saat dibuka pada jaringan internet berkecepatan rendah. Di tingkat implementasi kebijakan, pemerintah daerah diharapkan dapat menindaklanjuti ketersediaan peta digital ini dengan pendampingan teknis langsung serta memadukannya ke dalam prioritas pemanfaatan dana desa dan program pemberdayaan ekonomi masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Bosch, S., & Rathmann, J. (2018). Deployment of renewable energies in Germany: Spatial principles and their practical implications based on a GIS-tool. *Advances in Geosciences*, 45, 115–123. <https://doi.org/10.5194/adgeo-45-115-2018>
- Caramizaru, A., & Uihlein, A. (2020). Energy communities: An overview of energy and social innovation (EUR 30083 EN). Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/180576>
- Chumaidiyah, E., Dewantoro, M. D. R., & Kamil, A. A. (2021). Design of a participatory web-based geographic information system for determining industrial zones. *Applied Computational Intelligence and Soft Computing*, 2021, Article 6665959. <https://doi.org/10.1155/2021/6665959>
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Devine-Wright, P. (2005). Beyond NIMBYism: Towards an integrated framework for understanding public perceptions of wind energy. *Wind Energy*, 8(2), 125–139. <https://doi.org/10.1002/we.124>
- Gui, E. M., & MacGill, I. (2018). Typology of future clean energy communities: An exploratory structure, opportunities, and challenges. *Energy Research & Social Science*, 35, 94–107. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.10.019>
- La Guardia, M., & D'Ippolito, F. (2024). WebGIS open-source platform for localizations of new P2G plants in Sicily. *Geomatics and Environmental Engineering*, 18(4), 5–25. <https://doi.org/10.7494/geom.2024.18.4.5>
- Rakhmonov, A. (2025). GIS-based monitoring framework for enhancing transparency in renewable energy systems. *Journal of Renewable Energy and Environment*, 12(3), 45–58. <https://doi.org/10.30501/jree.2026.581025.2836>
- Rösch, C., & Fakharizadehshirazi, E. (2025). Public participation GIS scenarios for decision-making on land-use requirements for renewable energy systems. *Energy, Sustainability and Society*, 15, Article 18.

- <https://doi.org/10.1186/s13705-025-00483-y>
- Seyfang, G., Hielscher, S., Hargreaves, T., Martiskainen, M., & Smith, A. (2014). A grassroots sustainable energy niche? Reflections on community energy in the UK. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 13, 21–44. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2014.04.004>
- Simão, A., Densham, P. J., & Haklay, M. M. (2009). Web-based GIS for collaborative planning and public participation: An application to the strategic planning of wind farm sites. *Journal of Environmental Management*, 90(6), 2027–2040. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2007.08.032>
- Spiess, H., Lobsiger-Kägi, E., & Balthasar, A. (2015). Energy regions in Switzerland: Can interactive spatial information systems support participatory decision-making? *Energy Research & Social Science*, 7, 34–43. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.02.007>
- Walker, G., & Devine-Wright, P. (2008). Community renewable energy: What should it mean? *Energy Policy*, 36(2), 497–500. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2007.10.019>
- Zulian, G., Stange, E., Woods, H., Carvalho, L., & Dick, J. (2021). Practical mapping tools to support energy transition and public engagement. *Sustainability*, 13(18), Article 10132. <https://doi.org/10.3390/su131810132>