

PENGEMBANGAN SISTEM EARLY WARNING BERBASIS DATA UNTUK MONITORING KERENTANAN SOSIAL DAN EKONOMI MASYARAKAT DI KECAMATAN BAKAUHENI, KABUPATEN LAMPUNG SELATAN

Eko Aziz Apriadi^{1*}, Mustika Ningrum¹, Nazril Abdillah¹, I Kadek Febrianto Indrajaya¹

¹Program Studi Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Indonesia Mandiri

Jl. Raya Lintas Timur, Lampung Selatan, Lampung

**Corresponding author: eko.aziz@uim.ac.id*

Diterima: Agustus 2024 | Direvisi: September 2024 | Diterbitkan: Oktober 2024

ABSTRAK

Kerentanan sosial dan ekonomi masyarakat di wilayah penyangga kawasan industri dan pelabuhan seperti Kecamatan Bakauheni kerap luput dari pemantauan dini akibat tidak tersedianya sistem monitoring yang terintegrasi. Kondisi ini menyebabkan respons terhadap permasalahan sosial dan ekonomi bersifat reaktif dan tidak tepat sasaran. Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini bertujuan mengembangkan serta mengimplementasikan sistem early warning berbasis data untuk memantau indikator kerentanan sosial dan ekonomi masyarakat di Kecamatan Bakauheni, Kabupaten Lampung Selatan. Metode yang digunakan adalah pendekatan Research and Development (R&D) yang dipadukan dengan pendekatan partisipatif berbasis kebutuhan masyarakat, mencakup tahap analisis kebutuhan, perancangan dan pengembangan sistem (prototyping iteratif), implementasi, serta evaluasi menggunakan desain pre-experimental one-group pretest-posttest. Pengujian sistem menggunakan Technology Acceptance Model (TAM) dan pengukuran peningkatan literasi data menggunakan instrumen pre-test/post-test tervalidasi. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa sistem berhasil mengintegrasikan 18 indikator kerentanan dari dimensi sosial dan ekonomi, peserta pelatihan mengalami peningkatan rata-rata skor literasi data sebesar 81,4%, tingkat penerimaan sistem memperoleh skor Perceived Usefulness (PU) = 4,12 dan Perceived Ease of Use (PEOU) = 3,98 (skala 5), dan 90,6% peserta mampu mengoperasikan sistem secara mandiri pasca-pelatihan. Kegiatan ini berkontribusi pada tersedianya infrastruktur monitoring berbasis data yang responsif dan mendukung pengambilan kebijakan lokal berbasis bukti.

Kata Kunci: sistem early warning, monitoring kerentanan sosial ekonomi, literasi data, Research and Development, pengabdian kepada masyarakat

ABSTRACT

Social and economic vulnerability among communities in buffer zones of industrial and port areas such as Bakauheni District often goes undetected due to the absence of integrated monitoring systems, leading to reactive and poorly targeted responses. This community service (PkM) activity aims to develop and implement a data-driven early warning system for monitoring social and economic vulnerability indicators. The study employed a Research and Development (R&D) approach combined with a needs-based participatory method, encompassing stages of needs analysis, iterative system design and development (prototyping), implementation, and evaluation using a pre-experimental one-group pretest-posttest design. System acceptance was assessed using the Technology Acceptance Model (TAM), and data literacy improvement was measured with validated pretest-posttest instruments. Results show the system integrated 18 vulnerability indicators across social and economic dimensions, participants achieved an average data literacy improvement of 81.4%, system acceptance scores reached $PU = 4.12$ and $PEOU = 3.98$ (scale of 5), and 90.6% of participants could independently operate the system after training. This activity contributes to the establishment of a responsive data-driven monitoring infrastructure supporting evidence-based local policy-making.

Keywords: early warning system, socioeconomic vulnerability monitoring, data literacy, Research and Development, community service

1. PENDAHULUAN

Dinamika sosial dan ekonomi yang terus berubah di era globalisasi memunculkan tantangan baru bagi komunitas lokal, khususnya di kawasan yang berbatasan dengan zona industri dan infrastruktur strategis nasional. Kecamatan Bakauheni, yang merupakan pintu gerbang Pulau Sumatera melalui Pelabuhan Bakauheni, mengalami tekanan sosial dan ekonomi yang kompleks sebagai akibat dari kepadatan arus mobilitas, pergeseran mata pencaharian, serta ketimpangan akses terhadap layanan sosial dasar (Bappenas, 2022). Permasalahan seperti fluktuasi pendapatan, kerawanan pangan, pengangguran musiman, dan kerentanan kesehatan rentan memburuk secara tiba-tiba tanpa sistem pendeteksi dini yang memadai.

Konsep early warning system (EWS) atau sistem peringatan dini telah lama diaplikasikan dalam konteks kebencanaan dan keuangan, namun penerapannya untuk monitoring kerentanan sosial dan ekonomi di tingkat komunitas masih sangat terbatas di Indonesia (Kusumasari et al., 2020). Sebagian besar pemerintah desa dan kecamatan masih mengandalkan laporan berkala yang bersifat manual dan tidak real-time, sehingga kemampuan dalam mendeteksi perubahan kondisi masyarakat secara dini sangat terbatas (Wahyuni & Hasan, 2021).

Pemanfaatan teknologi informasi, khususnya platform dashboard berbasis web, telah terbukti mampu meningkatkan efisiensi monitoring di berbagai sektor pemerintahan. Penelitian Maulana et al. (2021) membuktikan bahwa dashboard monitoring berbasis data dapat mempersingkat waktu respons pemerintah desa terhadap permasalahan sosial hingga 60%. Senada dengan itu, Hapsari & Nugroho (2022) menyatakan bahwa sistem informasi berbasis web yang dilengkapi visualisasi data interaktif meningkatkan kualitas pengambilan keputusan di tingkat pemerintahan lokal secara signifikan.

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini dirancang sebagai respons konkret terhadap permasalahan tersebut. Melalui kolaborasi antara Universitas Indonesia Mandiri dengan Kecamatan Bakauheni, dikembangkan sebuah sistem early warning berbasis data yang mampu memonitor indikator kerentanan sosial dan ekonomi secara berkala dan menampilkannya dalam format visual yang mudah dipahami oleh aparat desa, kader sosial, dan masyarakat umum.

Tujuan utama artikel ini adalah: (1) mendeskripsikan proses pengembangan dan implementasi sistem early warning berbasis data untuk monitoring kerentanan sosial dan ekonomi; (2) menganalisis efektivitas pelatihan literasi data terhadap kapasitas operator dan kader masyarakat; serta (3) mengevaluasi tingkat penerimaan dan keberlanjutan sistem di kalangan masyarakat sasaran.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Early Warning dan Kerentanan Sosial Ekonomi

Sistem early warning (EWS) secara konseptual didefinisikan sebagai seperangkat mekanisme yang digunakan untuk mendeteksi dan menyebarkan informasi mengenai potensi ancaman atau kondisi yang memerlukan tindakan respons dini (UNDRR, 2022). Dalam konteks kerentanan sosial ekonomi, EWS berfungsi mengidentifikasi perubahan kondisi masyarakat yang mengindikasikan meningkatnya risiko kemiskinan, kerawanan pangan, atau ketidakstabilan mata pencaharian sebelum kondisi tersebut berkembang menjadi krisis (Chambers, 2019).

Kerentanan sosial ekonomi merupakan konsep multidimensi yang mencakup kondisi ketidakmampuan seseorang atau kelompok dalam menghadapi dan memulihkan diri dari dampak negatif tekanan eksternal maupun guncangan mendadak (Adger, 2006). Dimensi sosial mencakup akses terhadap pendidikan, kesehatan, jaringan sosial, dan stabilitas keluarga, sementara dimensi ekonomi mencakup tingkat pendapatan, akses terhadap pekerjaan, ketahanan pangan, dan kepemilikan aset (Birkmann, 2020).

2.2 Dashboard Monitoring Berbasis Data untuk Pemerintahan Lokal

Dashboard berbasis data merupakan antarmuka visual yang mengintegrasikan dan menyajikan informasi dari berbagai sumber data dalam format yang ringkas dan mudah dipahami (Rasmussen et al., 2009). Dalam konteks pemerintahan desa dan kecamatan, dashboard monitoring memainkan peran strategis dalam mendukung evidence-based decision making atau pengambilan keputusan berbasis bukti

(Bardach & Patashnik, 2020). Penelitian Prasetyo & Wulandari (2021) di Kabupaten Sleman menunjukkan bahwa implementasi dashboard monitoring sosial berbasis web meningkatkan kecepatan identifikasi warga rentan sebesar 45%.

2.3 Literasi Data dalam Konteks Pemberdayaan Masyarakat

Literasi data merujuk pada kemampuan membaca, memahami, membuat, dan mengomunikasikan data sebagai informasi yang bermakna (Wolff et al., 2016). Program pelatihan berbasis masalah nyata yang relevan dengan konteks lokal terbukti lebih efektif meningkatkan literasi data dibandingkan pelatihan konvensional berbasis modul teoritis (Anggawirya et al., 2022). Peningkatan literasi data tidak hanya memperbaiki kualitas data yang dikumpulkan, tetapi juga mendorong partisipasi masyarakat yang lebih aktif dan kritis dalam perencanaan pembangunan (Rahmat & Syaifuddin, 2023).

2.4 Pengabdian Kepada Masyarakat Berbasis Teknologi Informasi

Model PkM berbasis teknologi yang menggabungkan pengembangan sistem dengan pelatihan dan pendampingan intensif terbukti menghasilkan dampak yang lebih berkelanjutan dibandingkan model PkM konvensional (Kusuma et al., 2021). Prinsip human-centered design yang menempatkan kebutuhan dan keterbatasan pengguna sebagai titik tolak perancangan menjadi kunci keberhasilan adopsi teknologi di komunitas yang minim pengalaman dengan sistem digital (Norman, 2013). Keberhasilan program PkM berbasis teknologi informasi sangat bergantung pada kesesuaian antara kompleksitas sistem yang dikembangkan dengan kapasitas pengguna sasaran (Andriani et al., 2020).

3. METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain Research and Development (R&D) model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) yang dipadukan dengan pendekatan partisipatif berbasis kebutuhan masyarakat (needs-based participatory approach). Model ADDIE dipilih karena secara sistematis memandu proses pengembangan produk teknologi—dalam hal ini sistem early warning—sekaligus menyediakan kerangka evaluasi yang terstruktur pada setiap fase pengembangannya (Branch, 2009). Pemaduan dengan pendekatan partisipatif dilakukan untuk memastikan sistem yang dikembangkan benar-benar sesuai dengan kebutuhan, kondisi, dan kapasitas masyarakat sasaran (Kumar & Bansal, 2021).

Untuk mengukur efektivitas program pelatihan literasi data, digunakan desain pre-experimental one-group pretest-posttest. Meskipun desain ini tidak menggunakan kelompok kontrol, desain ini dipilih karena pertimbangan etis dan praktis di lapangan, serta dinilai memadai untuk mengukur perubahan kapasitas pada program pelatihan berbasis komunitas dalam jangka pendek (Creswell & Creswell, 2018).

Signifikansi peningkatan diuji menggunakan uji statistik parametrik paired samples t-test dengan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$.

Tabel 1. Desain Penelitian Pre-Experimental One-Group Pretest-Posttest

Kelompok	Pre-test	Perlakuan	Post-test
Peserta Pelatihan (n=32)	O ₁	X	O ₂
Keterangan	Skor literasi data sebelum pelatihan	Pelatihan & implementasi sistem early warning	Skor literasi data setelah pelatihan

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Kecamatan Bakauheni, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung, pada bulan Juli 2024. Pemilihan lokasi didasarkan pada tiga kriteria: (1) keberadaan permasalahan kerentanan sosial ekonomi yang nyata dan terdokumentasi akibat dinamika kawasan pelabuhan; (2) belum tersedianya sistem monitoring kerentanan terintegrasi di kecamatan tersebut; dan (3) adanya komitmen resmi dari pemerintah kecamatan dan desa untuk berpartisipasi aktif dalam seluruh tahapan penelitian.

3.3 Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh pemangku kepentingan yang terlibat dalam pengelolaan data dan program sosial di tingkat kecamatan dan desa di Kecamatan Bakauheni, mencakup aparatur kecamatan/desa, kader sosial masyarakat, pengurus RT/RW, dan anggota organisasi kepemudaan. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah purposive sampling dengan kriteria inklusi: (1) memiliki peran aktif dalam pengelolaan data atau program sosial di wilayah sasaran; (2) bersedia mengikuti seluruh rangkaian kegiatan; dan (3) mendapat rekomendasi dari kepala desa atau camat setempat.

Berdasarkan kriteria tersebut, diperoleh sampel sejumlah 32 orang yang terdiri dari empat kelompok: 10 aparatur kecamatan dan desa, 12 kader sosial (kader PKK dan posyandu), 6 anggota karang taruna, dan 4 pengurus RT/RW. Jumlah sampel ini dianggap memadai untuk program pelatihan berbasis komunitas dengan cakupan wilayah satu kecamatan (Sugiyono, 2019).

Tabel 2. Karakteristik Sampel Penelitian

No	Kelompok Peserta	Jumlah (n)	Peran dalam Program
1	Aparatur Kecamatan dan Desa	10	Administrator sistem, pengambil keputusan berbasis data
2	Kader Sosial (PKK & Posyandu)	12	Pengumpul data lapangan, pemutakhiran data berkala

3	Anggota Karang Taruna	6	Operator teknis, pendukung keberlanjutan sistem
4	Pengurus RT/RW	4	Validasi data tingkat mikro, diseminasi informasi
	Total	32	

3.4 Tahapan Penelitian (Model ADDIE)

Tahap pertama adalah Analysis (Analisis Kebutuhan), yang dilaksanakan pada Minggu ke-1. Pada tahap ini dilakukan analisis kebutuhan melalui tiga instrumen: (a) wawancara semi-terstruktur dengan camat, kepala desa, dan perwakilan kader masyarakat guna menggali permasalahan prioritas dan ekspektasi terhadap sistem; (b) studi dokumentasi terhadap data sosial ekonomi yang telah tersedia di kecamatan; dan (c) observasi lapangan untuk memahami kondisi infrastruktur teknologi yang ada. Hasil analisis ini menjadi dasar penetapan 18 indikator kerentanan yang digunakan dalam sistem.

Tahap kedua adalah Design (Perancangan Sistem), yang dilaksanakan pada Minggu ke-2 bersamaan dengan survei lapangan. Perancangan sistem mencakup: (a) pemodelan arsitektur sistem menggunakan diagram UML (Use Case Diagram, Activity Diagram, dan Entity Relationship Diagram); (b) perancangan antarmuka pengguna (UI/UX) berbasis prinsip human-centered design; (c) penentuan metode skoring kerentanan menggunakan Weighted Composite Scoring dengan normalisasi Z-score; dan (d) penetapan ambang batas peringatan (threshold) tiga level: Hijau (aman), Kuning (waspada), dan Merah (kritis).

Tahap ketiga adalah Development (Pengembangan Sistem). Sistem dikembangkan menggunakan metode prototyping iteratif dengan dua siklus perbaikan. Siklus pertama menghasilkan prototipe fungsional yang diujikan kepada lima pengguna awal (alpha testing). Umpan balik dari alpha testing digunakan untuk memperbaiki antarmuka dan logika sistem sebelum masuk ke siklus kedua. Siklus kedua menghasilkan versi sistem yang lebih stabil dan siap diimplementasikan (beta version). Pengujian fungsionalitas sistem dilakukan menggunakan metode black-box testing untuk memastikan seluruh fitur berjalan sesuai spesifikasi.

Tahap keempat adalah Implementation (Implementasi dan Pelatihan), yang dilaksanakan pada Minggu ke-3. Implementasi sistem disertai dengan program pelatihan satu hari yang terdiri dari empat sesi: (a) orientasi konsep kerentanan sosial ekonomi dan EWS (60 menit); (b) demonstrasi dan praktik langsung penggunaan sistem (120 menit); (c) workshop interpretasi indikator dan visualisasi data (90 menit); serta (d) simulasi skenario peringatan dini dan perumusan respons kebijakan (60 menit). Tahap ini diikuti oleh pendampingan teknis intensif pada Minggu ke-4.

Tahap kelima adalah Evaluation (Evaluasi). Evaluasi dilakukan secara formatif (selama proses pelatihan melalui observasi) dan sumatif (setelah pelatihan melalui post-test dan kuesioner penerimaan

sistem). Evaluasi sumatif menggunakan dua instrumen utama yang diuraikan lebih lanjut pada Sub-bagian 3.5.

3.5 Instrumen Penelitian

Instrumen pertama adalah kuesioner literasi data (pre-test dan post-test) yang terdiri dari 20 butir soal pilihan ganda dengan empat alternatif jawaban. Instrumen ini mengukur tiga sub-kompetensi: (1) pemahaman konsep indikator kerentanan sosial ekonomi (8 butir); (2) kemampuan membaca dan menginterpretasikan visualisasi data pada dashboard (7 butir); dan (3) kemampuan menggunakan informasi data untuk mendukung pengambilan keputusan (5 butir). Validitas instrumen diuji menggunakan korelasi Pearson Product Moment, dan reliabilitas diuji menggunakan Cronbach's Alpha. Hasil uji menunjukkan semua butir valid (r hitung $>$ r tabel, $n=20$) dan instrumen reliabel ($\alpha = 0,82$).

Instrumen kedua adalah kuesioner penerimaan sistem yang mengadaptasi skala Technology Acceptance Model (TAM) versi Davis (1989) dengan dua konstruk utama: Perceived Usefulness (PU) yang terdiri dari 6 butir pernyataan, dan Perceived Ease of Use (PEOU) yang terdiri dari 6 butir pernyataan. Setiap butir diukur menggunakan skala Likert 5 poin (1 = Sangat Tidak Setuju hingga 5 = Sangat Setuju). Kuesioner TAM yang digunakan telah dimodifikasi dan divalidasi konteksnya untuk pengguna sistem informasi pemerintahan desa (adaptasi dari Andriani et al., 2020).

Instrumen ketiga adalah lembar observasi terstruktur yang digunakan oleh dua orang observer selama sesi pelatihan dan pendampingan untuk menilai kemampuan operasional peserta secara langsung. Lembar observasi terdiri dari 5 indikator kompetensi operasional dengan skala penilaian tiga tingkat (Belum Mampu / Mampu dengan Bantuan / Mampu Mandiri).

3.6 Teknik Analisis Data

Data kuantitatif dianalisis menggunakan tiga pendekatan statistik. Pertama, uji normalitas data menggunakan Shapiro-Wilk test sebelum menentukan jenis uji perbedaan yang digunakan. Karena data pre-test dan post-test terdistribusi normal ($p > 0,05$), uji perbedaan dilakukan menggunakan paired samples t-test dengan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$. Besar efek pelatihan dihitung menggunakan Cohen's d untuk mengetahui magnitude peningkatan yang terjadi. Kedua, skor TAM dianalisis menggunakan statistik deskriptif (rata-rata dan standar deviasi) dan dikategorikan berdasarkan pedoman interpretasi TAM yang diadaptasi dari Venkatesh & Bala (2008). Ketiga, hasil observasi kemampuan operasional dianalisis secara deskriptif dalam bentuk persentase per kategori kompetensi.

Data kualitatif yang diperoleh dari catatan lapangan dan wawancara pasca-pelatihan dianalisis menggunakan teknik analisis tematik (thematic analysis) model Miles & Huberman (1994), melalui tiga tahap: reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Data kualitatif digunakan untuk memperkaya interpretasi hasil kuantitatif dan menggali faktor-faktor kontekstual yang memengaruhi efektivitas program.

Tabel 3. Ringkasan Instrumen dan Teknik Analisis Data

No	Instrumen	Data yang Diukur	Teknik Analisis
1	Kuesioner literasi data (pre-test & post-test, 20 butir)	Peningkatan pemahaman konsep indikator, interpretasi visualisasi, pengambilan keputusan berbasis data	Paired samples t-test, Cohen's d
2	Kuesioner TAM (12 butir, skala Likert 5)	Tingkat penerimaan sistem (PU dan PEOU)	Statistik deskriptif (mean, SD), interpretasi kategori TAM
3	Lembar observasi terstruktur (5 indikator)	Kemampuan operasional sistem secara langsung	Analisis deskriptif persentase
4	Catatan lapangan & wawancara pasca-pelatihan	Faktor kontekstual, hambatan, dan faktor pendukung adopsi sistem	Analisis tematik (Miles & Huberman, 1994)

3.7 Etika Penelitian

Seluruh peserta penelitian diberikan penjelasan mengenai tujuan, manfaat, dan prosedur penelitian sebelum kegiatan dimulai, serta diminta menandatangani lembar persetujuan (informed consent). Keikutsertaan bersifat sukarela tanpa paksaan. Data identitas peserta dijaga kerahasiaannya dan hanya digunakan untuk keperluan analisis ilmiah. Penelitian ini telah mendapat persetujuan dari LPPM Universitas Indonesia Mandiri dan izin pelaksanaan dari Pemerintah Kecamatan Bakauheni, Kabupaten Lampung Selatan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Profil Wilayah dan Masyarakat Sasaran

Kecamatan Bakauheni merupakan kecamatan yang terletak di ujung selatan Pulau Sumatera dan berfungsi sebagai simpul transportasi dan logistik nasional melalui Pelabuhan Bakauheni. Kecamatan ini terdiri dari 5 desa dengan total penduduk sekitar 22.000 jiwa. Karakteristik sosial ekonomi wilayah ini dicirikan oleh tingginya proporsi masyarakat yang bekerja di sektor informal terkait kepelabuhanan (buruh angkut, pedagang, nelayan), minimnya akses terhadap lembaga keuangan formal, serta tingginya tingkat volatilitas pendapatan.

Hasil analisis kebutuhan (tahap Analysis model ADDIE) mengidentifikasi empat permasalahan prioritas: (1) fluktuasi pendapatan harian yang signifikan akibat ketergantungan pada aktivitas pelabuhan; (2) rendahnya kepemilikan jaminan sosial dan asuransi kesehatan; (3) tingginya angka putus sekolah pada jenjang menengah; dan (4) minimnya akses terhadap modal usaha formal bagi pelaku usaha mikro. Temuan ini menjadi landasan ilmiah penetapan 18 indikator kerentanan yang digunakan dalam sistem.

Profil peserta penelitian menunjukkan bahwa 84% belum pernah menggunakan sistem monitoring berbasis data sebelumnya. Berdasarkan tingkat pendidikan, 71% berpendidikan SMA/ sederajat, 19% berpendidikan diploma/sarjana, dan 10% berpendidikan SMP. Profil ini menginformasikan strategi pelatihan yang digunakan, yakni pendekatan scaffolding dengan penekanan kuat pada praktik langsung.

4.2 Sistem Early Warning yang Dikembangkan

Sistem early warning yang dihasilkan dari tahap Development model ADDIE diberi nama "SiWarta Bakauheni" (Sistem Informasi Peringatan dan Pemantauan Sosial Ekonomi Bakauheni). Sistem ini dapat diakses melalui browser pada smartphone maupun komputer dan menampilkan dashboard monitoring dengan empat panel utama: (1) panel ringkasan skor kerentanan komposit per desa; (2) panel tren perubahan indikator dalam kurun waktu tertentu; (3) panel peta kloroplek distribusi kerentanan secara spasial; dan (4) panel notifikasi peringatan dini tiga level.

Hasil black-box testing terhadap 42 skenario uji menunjukkan tingkat keberhasilan fungsionalitas sebesar 97,6% (41 dari 42 skenario berjalan sesuai spesifikasi). Satu kegagalan minor pada fitur ekspor PDF diselesaikan sebelum implementasi. Pengujian penerimaan sistem menggunakan TAM memperoleh skor rata-rata PU = 4,12 dan PEOU = 3,98, yang mengindikasikan bahwa pengguna menilai sistem bermanfaat dan mudah digunakan.

Tabel 4. Hasil Pengujian Penerimaan Sistem (TAM)

Konstruk TAM	Mean	Std. Dev.	Kategori
Perceived Usefulness – PU (n=32)	4,12	0,43	Tinggi
Perceived Ease of Use – PEOU (n=32)	3,98	0,51	Tinggi
Behavioral Intention to Use – BI (n=32)	4,05	0,48	Tinggi

4.3 Hasil Pre-test dan Post-test Literasi Data

Sebelum dilakukan uji beda, uji normalitas Shapiro-Wilk diterapkan pada data pre-test ($W = 0,961$; $p = 0,291$) dan post-test ($W = 0,953$; $p = 0,174$), keduanya menunjukkan distribusi normal ($p > 0,05$), sehingga paired samples t-test dapat digunakan. Hasil uji menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan antara skor pre-test ($M = 41,9$; $SD = 8,7$) dan post-test ($M = 76,0$; $SD = 7,2$), dengan $t(31) = 14,73$; $p < 0,001$. Besar efek yang dihitung menggunakan Cohen's d menghasilkan nilai $d = 2,61$ yang termasuk dalam kategori efek sangat besar (Cohen, 1988).

Tabel 5. Hasil Pre-test dan Post-test Literasi Data Peserta

Kelompok Peserta (n)	M Pre-test	M Post-test	Gain (%)	Sig. (p)
Aparatur Kecamatan/Desa (10)	46,4	82,7	78,2%	< 0,001

Kader Sosial PKK/Posyandu (12)	38,5	72,3	87,8%	< 0,001
Karang Taruna (6)	44,8	79,2	76,8%	< 0,001
Pengurus RT/RW (4)	37,0	69,5	87,8%	0,003
Keseluruhan (32)	41,9	76,0	81,4%	< 0,001

Peningkatan paling signifikan terjadi pada kelompok kader sosial dan pengurus RT/RW yang memiliki skor pre-test paling rendah, konsisten dengan temuan Anggawirya et al. (2022) bahwa pendekatan pelatihan kontekstual menghasilkan efek pembelajaran lebih besar pada peserta dengan literasi awal yang rendah. Analisis tematik terhadap catatan lapangan mengungkapkan tiga tema pendukung keberhasilan pelatihan: (a) relevansi indikator dengan pengalaman sehari-hari peserta; (b) antarmuka sistem yang intuitif dan visual; dan (c) pendekatan pelatihan yang berpusat pada praktik langsung.

4.4 Kemampuan Operasional Pasca-Pelatihan

Hasil observasi terstruktur menggunakan lembar observasi lima indikator menunjukkan bahwa mayoritas peserta mencapai kategori "Mampu Mandiri" pada kompetensi-kompetensi utama sistem. Sebanyak 90,6% peserta mampu mengakses dan membaca dashboard secara mandiri, 78,1% mampu menginput data baru, dan 62,5% mampu merespons notifikasi peringatan secara tepat.

Tabel 6. Rekapitulasi Kemampuan Operasional Peserta Pasca-Pelatihan

Kompetensi Operasional	Mampu Mandiri (%)	Mampu dengan Bantuan (%)	Belum Mampu (%)
Mengakses dan membaca dashboard monitoring	90,6%	6,2%	3,2%
Menginput data indikator ke dalam sistem	78,1%	15,6%	6,3%
Membaca dan merespons notifikasi peringatan	62,5%	28,1%	9,4%
Mengunduh laporan PDF untuk rapat desa	75,0%	18,8%	6,2%
Memperbarui data secara berkala (simulasi)	68,8%	21,9%	9,3%

4.5 Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan model ADDIE dalam pengembangan sistem early warning berbasis data untuk konteks komunitas pedesaan menghasilkan sistem yang diterima baik oleh pengguna (PU = 4,12; PEOU = 3,98) dan efektif meningkatkan kapasitas literasi data peserta (Cohen's $d = 2,61$, kategori efek sangat besar). Keberhasilan ini mengkonfirmasi argumen Norman (2013) bahwa desain yang berpusat pada pengguna secara signifikan menurunkan hambatan adopsi teknologi pada komunitas non-teknis.

Peningkatan literasi data sebesar 81,4% dengan efek yang sangat besar ($d = 2,61$) merupakan capaian yang melampaui rata-rata program pelatihan literasi data serupa di Indonesia yang umumnya melaporkan peningkatan antara 50–70% (Rahmat & Syaifuddin, 2023). Keunggulan ini dapat dikaitkan dengan tiga faktor: (1) kontekstualisasi materi pelatihan pada permasalahan nyata yang dihadapi peserta sehari-hari; (2) desain antarmuka sistem yang sangat visual dan minim teks instruksional; serta (3) pendampingan intensif yang diberikan segera setelah sesi pelatihan formal.

Namun demikian, terdapat beberapa keterbatasan penelitian yang perlu diakui. Pertama, penggunaan desain pre-experimental tanpa kelompok kontrol membatasi kemampuan untuk mengatribusikan peningkatan skor sepenuhnya kepada perlakuan, karena tidak dapat mengesampingkan pengaruh faktor lain seperti efek Hawthorne. Kedua, evaluasi dilakukan segera setelah pelatihan sehingga belum dapat mengukur retensi pengetahuan dalam jangka menengah. Penelitian lanjutan dengan desain quasi-experimental atau randomized controlled trial pada skala yang lebih luas diperlukan untuk menghasilkan bukti yang lebih kuat.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan dan mengimplementasikan sistem early warning berbasis data "SiWarta Bakauheni" menggunakan model ADDIE yang dipadukan dengan pendekatan partisipatif. Sistem yang dikembangkan mengintegrasikan 18 indikator kerentanan sosial dan ekonomi, memperoleh tingkat penerimaan yang tinggi dari pengguna ($PU = 4,12$; $PEOU = 3,98$ pada skala TAM), dan lulus uji fungsionalitas black-box dengan tingkat keberhasilan 97,6%.

Program pelatihan berhasil meningkatkan literasi data peserta secara signifikan dengan peningkatan rata-rata skor sebesar 81,4% (dari $M = 41,9$ menjadi $M = 76,0$), yang signifikan secara statistik pada taraf $p < 0,001$ dengan efek sangat besar (Cohen's $d = 2,61$). Sebanyak 90,6% peserta mampu mengakses dan membaca dashboard secara mandiri pasca-pelatihan.

5.2 Saran

Berdasarkan temuan penelitian, beberapa rekomendasi diusulkan: (1) pengembangan desain penelitian lanjutan menggunakan quasi-experimental design dengan kelompok pembanding untuk memperoleh bukti efektivitas yang lebih kuat; (2) pengembangan fitur offline-sync untuk mengatasi keterbatasan koneksi internet di wilayah terpencil; (3) uji retensi pengetahuan (follow-up test) pada 3 dan 6 bulan pasca-pelatihan untuk mengukur keberlanjutan peningkatan literasi data; (4) replikasi model ke kecamatan lain dengan adaptasi indikator sesuai karakteristik lokal; dan (5) pengembangan modul analitik prediktif berbasis machine learning pada iterasi sistem selanjutnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Indonesia Mandiri atas dukungan pendanaan kegiatan ini. Terima kasih juga disampaikan kepada Pemerintah Kecamatan Bakauheni, seluruh kepala desa, kader sosial, dan peserta pelatihan yang telah berpartisipasi aktif dalam setiap tahapan kegiatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adger, W. N. (2006). Vulnerability. *Global Environmental Change*, 16(3), 268–281. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006>
- Andriani, R., Suryana, D., & Fauzi, A. (2020). Faktor penentu keberhasilan adopsi sistem informasi di pemerintah desa: Pendekatan human-centered design. *Jurnal Sistem Informasi*, 16(2), 1–14. <https://doi.org/10.21609/jsi.v16i2.1002>
- Anggawirya, A. M., Kurniawan, T., & Hasanah, U. (2022). Efektivitas pelatihan literasi data berbasis konteks lokal terhadap kompetensi kader desa. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkarya*, 7(3), 210–221. <https://doi.org/10.29303/jpmb.v7i3.342>
- Bappenas. (2022). Laporan Perkembangan Pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan Indonesia. Badan Perencanaan Pembangunan Nasional.
- Bardach, E., & Patashnik, E. M. (2020). *A Practical Guide for Policy Analysis: The Eightfold Path to More Effective Problem Solving* (6th ed.). CQ Press.
- Bhargava, R., & D'Ignazio, C. (2015). Designing tools and activities for data literacy learners. In *Proceedings of the WebSci'15 Workshop on Data Literacy*. Oxford, UK.
- Birkmann, J. (2020). *Measuring vulnerability to natural hazards: Towards disaster resilient societies* (3rd ed.). United Nations University Press.
- Branch, R. M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. Springer.
- Chambers, R. (2019). Poverty and vulnerability: Whose reality counts? In S. Maxwell & R. Slater (Eds.), *Food Policy: Integrating Supply, Distribution and Consumption* (pp. 213–226). Routledge.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (5th ed.). SAGE Publications.
- 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>
- Firmansyah, M., Prasetyo, B., & Hidayat, R. (2022). Implementasi dashboard monitoring sosial berbasis web untuk peningkatan akurasi pendataan desa di Lombok Timur. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 10(1), 34–43. <https://doi.org/10.14710/jtsiskom.2022.13986>
- Hapsari, D. A., & Nugroho, S. (2022). Pengaruh penggunaan sistem informasi berbasis web terhadap kualitas pengambilan keputusan pemerintah desa. *Jurnal Administrasi Publik*, 19(1), 45–58.
- Kumar, V., & Bansal, S. (2021). Needs-based participatory approach for technology adoption in rural communities. *Journal of Rural Studies*, 85, 245–257. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2021.05.013>

- Kusuma, A. R., Wibawa, H., & Santoso, P. (2021). Model pengabdian kepada masyarakat berbasis teknologi informasi: Studi komparasi dampak jangka pendek dan jangka panjang. *Jurnal Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat UNSIQ*, 8(2), 117–128.
- Kusumasari, B., Mishbah, M., & Ramadhan, G. (2020). Sistem early warning untuk kerentanan sosial: Kajian komparatif implementasi di negara berkembang. *Jurnal Kebijakan dan Administrasi Publik*, 24(2), 87–102. <https://doi.org/10.22146/jkap.51236>
- Maulana, R., Sari, I., & Fikri, M. (2021). Dashboard monitoring berbasis data untuk peningkatan respons pemerintah desa terhadap permasalahan sosial. *Jurnal Informatika dan Rekayasa Elektronik*, 4(2), 88–97.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook* (2nd ed.). SAGE Publications.
- Norman, D. A. (2013). *The Design of Everyday Things: Revised and Expanded Edition*. Basic Books.
- Prasetyo, A., & Wulandari, N. (2021). Efektivitas dashboard monitoring sosial berbasis web dalam identifikasi warga rentan di Kabupaten Sleman. *Jurnal Ilmu Sosial dan Ilmu Politik*, 24(3), 201–215.
- Rahmat, A., & Syaifuddin, M. (2023). Relevansi konteks lokal sebagai prediktor keberhasilan program literasi data masyarakat pedesaan. *Jurnal Pemberdayaan Masyarakat: Media Pemikiran dan Dakwah Pembangunan*, 7(1), 55–72.
- Rasmussen, N., Bansal, M., & Chen, C. (2009). *Business Dashboards: A Visual Catalog for Design and Deployment*. John Wiley & Sons.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D* (2nd ed.). Alfabeta.
- UNDRR. (2022). *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2022*. United Nations Office for Disaster Risk Reduction.
- Venkatesh, V., & Bala, H. (2008). Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions. *Decision Sciences*, 39(2), 273–315. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.2008.00192.x>
- Wahyuni, S., & Hasan, M. (2021). Analisis kapasitas pemerintah desa dalam pengelolaan data sosial berbasis teknologi digital di Indonesia. *Jurnal Pemerintahan dan Politik*, 6(3), 127–139.
- Wolff, A., Gooch, D., Casal, J. J. M., Rashid, U., & Kortuem, G. (2016). Creating an understanding of data literacy for a data-driven society. *The Journal of Community Informatics*, 12(3), 9–26.

