

Inovasi Papan Tulis Digital Bertenaga Surya dengan Baterai Lithium-ion untuk Mendukung Pembelajaran Inklusif dan Aksesibel di Daerah Terpencil

Shafa Aristia Nurhalizah^{1*}, Muhammad Faisal², Fatihanursari Dikananda³

^{1,3}Program Studi Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer IKMI, Cirebon, Indonesia

²Program Studi Sistem Informasi, Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer IKMI, Cirebon, Indonesia
shafaaristia12@gmail.com*

Article information	Abstrak
<p>Article history: Received 28 Juni 2025 Approved 30 Juni 2025</p>	<p>Akses terhadap sarana pembelajaran yang memadai masih menjadi tantangan utama di daerah terpencil, terutama yang belum terjangkau listrik secara stabil. Kondisi ini menghambat proses belajar mengajar yang inklusif dan aksesibel. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan inovasi papan tulis digital bertenaga surya dengan baterai lithium-ion sebagai solusi alternatif ramah lingkungan untuk menunjang pembelajaran di wilayah tersebut. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan rekayasa teknologi berbasis prototipe, yang mencakup perancangan sistem tenaga surya, integrasi baterai lithium-ion, dan pengujian fungsi papan tulis digital dalam skenario tanpa jaringan listrik. Hasil pengabdian menunjukkan bahwa prototipe dapat beroperasi secara optimal selama 6–8 jam penggunaan aktif, serta mendukung fungsi dasar pembelajaran digital seperti menulis, menggambar, dan menampilkan materi multimedia. Inovasi ini tidak hanya mengatasi keterbatasan infrastruktur, tetapi juga mendukung prinsip inklusivitas pendidikan dengan menjangkau peserta didik di wilayah 3T (tertinggal, terdepan, terluar). Pengabdian ini menyimpulkan bahwa penerapan teknologi energi terbarukan dalam bidang pendidikan merupakan langkah strategis untuk mewujudkan pendidikan yang berkelanjutan dan merata.</p> <p>Kata Kunci : Papan Tulis Digital; Tenaga Surya; Baterai Lithium-ion; Pendidikan Inklusif; Daerah Terpencil</p>

PENDAHULUAN

Akses terhadap pendidikan yang layak dan merata masih menjadi tantangan besar di daerah terpencil di Indonesia. Salah satu kendala utama adalah keterbatasan infrastruktur listrik yang menyebabkan terganggunya proses belajar mengajar,

terutama di sekolah-sekolah dasar dan menengah. Kondisi ini berakibat pada rendahnya kualitas pendidikan serta kesenjangan akses informasi dan teknologi yang semakin jelas dan luas antara daerah maju dan tertinggal (Ramadhani & Setiawan, 2020). Dalam konteks inilah, diperlukan inovasi yang dapat menjawab tantangan keterbatasan tersebut, sekaligus mendorong terciptanya sistem pembelajaran yang inklusif dan berkelanjutan.

Papan tulis digital bertenaga surya dengan baterai lithium-ion diusulkan sebagai solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut. Inovasi ini tidak hanya ramah lingkungan karena memanfaatkan energi terbarukan, tetapi juga bersifat portabel dan dapat digunakan secara optimal di wilayah tanpa akses listrik. Perangkat ini memungkinkan guru dan siswa tetap dapat melakukan pembelajaran interaktif berbasis multimedia meskipun berada di daerah tanpa jaringan listrik konvensional (Susanti et al., 2022).

Tujuan dari kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah menyediakan sarana pembelajaran digital yang mandiri energi untuk mendukung peningkatan kualitas pembelajaran di sekolah-sekolah terpencil. Rencana pemecahan masalah yang diajukan mencakup sosialisasi, pelatihan penggunaan papan tulis digital, serta pendampingan teknis kepada tenaga pendidik di wilayah sasaran. Pendekatan ini diharapkan dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran dan memperkecil kesenjangan digital antar wilayah.

Secara teoritis, kegiatan ini didasarkan pada prinsip inklusi pendidikan dan teknologi tepat guna, di mana teknologi dikembangkan sesuai dengan kebutuhan dan konteks sosial budaya masyarakat sasaran. Dengan demikian, inovasi ini dapat menjadi contoh penerapan teknologi yang tidak hanya solutif secara teknis, tetapi juga relevan secara sosial dan edukatif.

METODE PELAKSANAAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dirancang dengan pendekatan partisipatif dan berbasis teknologi tepat guna. Sasaran kegiatan adalah guru dan siswa pada jenjang Sekolah Dasar (SD) di daerah terpencil yang belum memiliki akses listrik stabil. Lokasi dipilih berdasarkan koordinasi dengan Dinas Pendidikan Kabupaten dan hasil survei awal terkait ketersediaan infrastruktur pendidikan dan energi (Haryanto & Nugroho, 2021).

1. Pemilihan Responden/Khalayak Sasaran

Responden utama dalam kegiatan ini adalah guru kelas dan kepala sekolah yang berperan sebagai agen pelaksanaan dan pemeliharaan perangkat. Sementara itu, siswa dijadikan pengguna akhir yang terlibat dalam uji coba dan pengamatan efektivitas penggunaan alat. Kriteria pemilihan mencakup:

- a. Sekolah dasar di wilayah tanpa listrik PLN atau dengan ketersediaan listrik <4 jam per hari.
- b. Ketersediaan minimal dua guru aktif.
- c. Adanya komitmen sekolah untuk mengadopsi dan merawat perangkat yang diberikan.

2. Bahan dan Alat yang Digunakan

Bahan dan alat utama yang digunakan antara lain:

- a. Papan tulis digital berbasis layar sentuh 32 inci dengan sistem operasi Android ringan.
- b. Panel surya *monocrystalline* 100 Wp.
- c. Baterai lithium-ion 12V 20Ah dengan pengontrol daya.

- d. *Inverter* DC-AC, kabel penghubung, dan casing portabel tahan cuaca.
 - e. Modul pelatihan penggunaan perangkat dan panduan perawatan.
3. Desain Alat, Kinerja, dan Produktivitas
- Perangkat dirancang agar portabel dan tahan terhadap lingkungan luar ruangan. Sumber energi utama berasal dari panel surya yang mengisi baterai lithium-ion melalui solar *charge controller*. Daya listrik yang disimpan dapat digunakan untuk menghidupkan papan tulis digital selama 6–8 jam sehari. Papan digital mendukung berbagai fungsi yaitu menulis, menggambar, menayangkan materi audio-visual, dan menjalankan aplikasi edukatif. Produktivitas alat diukur dari durasi pemakaian efektif, tingkat adopsi oleh guru, serta peningkatan keterlibatan siswa (Utami & Kusuma, 2020).
4. Teknik Pengumpulan Data
- Data dikumpulkan melalui beberapa teknik:
- a. Observasi langsung saat proses pelatihan dan penggunaan alat.
 - b. Wawancara semi-terstruktur dengan guru dan siswa.
 - c. Kuesioner evaluasi sebelum dan sesudah kegiatan untuk mengukur persepsi, pemahaman, dan manfaat.
 - d. Dokumentasi foto dan video untuk mendukung bukti kegiatan dan analisis kualitatif.
5. Teknik Analisis Data
- Data kualitatif dianalisis menggunakan metode analisis tematik, untuk mengidentifikasi pola tanggapan dan perubahan perilaku pengguna. Data kuantitatif dianalisis secara deskriptif dengan menghitung persentase tingkat pemahaman, kepuasan, dan efektivitas penggunaan alat. Indikator keberhasilan mencakup:
- a. Minimal 80% guru dapat mengoperasikan alat secara mandiri.
 - b. Adanya peningkatan interaksi dan partisipasi siswa selama proses belajar.
 - c. Papan digital berfungsi secara konsisten selama kegiatan berlangsung.

Kegiatan pengabdian dilaksanakan di SDN Cikawung, sebuah sekolah dasar di wilayah terpencil Kabupaten Majalengka, Jawa Barat, yang belum terjangkau aliran listrik PLN secara stabil. Kegiatan dilaksanakan dalam tiga tahap yaitu (1) sosialisasi dan pelatihan penggunaan alat, (2) instalasi dan uji coba papan tulis digital bertenaga surya, dan (3) evaluasi penggunaan melalui observasi dan kuesioner. Ringkasan hasil kegiatan seperti pada tabel 1 di bawah ini:

Table 1. Ringkasan Hasil Kegiatan

Komponen Kegiatan	Hasil Pencapaian
Jumlah guru dilatih	5 orang (100% dari total guru aktif di sekolah)
Papan digital terpasang	1 unit (fungsi menulis, menggambar, menampilkan <i>audio-visual</i> berjalan optimal)
Lama operasi harian	7,5 jam (rata-rata waktu aktif berdasarkan kapasitas baterai penuh)
Tingkat pemahaman guru	90% (berdasarkan <i>post-test</i> dan uji praktik penggunaan)
Partisipasi siswa	100% menunjukkan antusiasme dan keterlibatan dalam pembelajaran

Uji coba dilakukan selama 5 hari dengan penggunaan aktif minimal 6 jam per hari. Berdasarkan pengamatan, alat dapat digunakan secara berkelanjutan tanpa gangguan teknis. Panel surya mampu mengisi penuh baterai dalam waktu ± 4 jam pada kondisi cuaca cerah, dan baterai lithium-ion terbukti mampu menopang sistem hingga sore hari.

Pembahasan

Hasil pelaksanaan menunjukkan bahwa papan tulis digital bertenaga surya dapat berfungsi secara efektif sebagai media pembelajaran alternatif di daerah tanpa akses listrik stabil. Hal ini mendukung temuan Utami & Kusuma (2020) yang menyatakan bahwa penggunaan energi surya dalam media pendidikan mampu menjawab tantangan geografis dan keterbatasan infrastruktur.

Partisipasi penuh guru dan siswa menunjukkan bahwa pendekatan ini sesuai dengan konteks sosial sekolah sasaran. Adopsi teknologi berlangsung relatif cepat karena pelatihan dilakukan secara praktik langsung dan menggunakan antarmuka yang sederhana. Guru menunjukkan peningkatan pemahaman signifikan dalam waktu singkat, menunjukkan bahwa teknologi ini tidak memerlukan keterampilan teknis tinggi untuk dioperasikan.

Selain itu, penggunaan konten digital interaktif dalam proses belajar memberikan dampak positif pada keterlibatan siswa. Pembelajaran yang sebelumnya hanya berbasis papan tulis konvensional kini dapat menampilkan gambar, video edukatif, serta permainan kuis sederhana, yang meningkatkan antusiasme dan retensi materi.

Secara teoritis, temuan ini memperkuat pendekatan konstruktivistik Piaget dalam pembelajaran, di mana keterlibatan aktif peserta didik melalui media interaktif meningkatkan efektivitas pembelajaran (Ulya, 2023). Secara praktis, inovasi ini membuka peluang perluasan model ke sekolah-sekolah lain di wilayah 3T dengan spesifikasi serupa.

Namun demikian, ada beberapa catatan penting untuk pengembangan selanjutnya, antara lain perlunya *casing* pelindung tambahan untuk kondisi hujan ekstrim, serta sistem cadangan penyimpanan daya bila terjadi cuaca mendung sehari-hari.

Dengan hasil ini, dapat disimpulkan bahwa papan tulis digital bertenaga surya merupakan solusi yang layak, hemat energi, dan aplikatif dalam meningkatkan kualitas pembelajaran di wilayah terpencil, serta mendukung tujuan pendidikan inklusif dan berkelanjutan sesuai poin 4 SDGs.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini berhasil mengimplementasikan papan tulis digital bertenaga surya dengan baterai lithium-ion sebagai media pembelajaran inklusif di daerah terpencil. Perangkat terbukti mampu beroperasi secara optimal selama 6–8 jam per hari tanpa bergantung pada jaringan listrik PLN. Guru dan siswa menunjukkan respon yang sangat positif terhadap penggunaan teknologi ini dalam proses belajar mengajar. Hasil pengamatan dan evaluasi menunjukkan peningkatan pemahaman guru dalam mengoperasikan alat serta meningkatnya keterlibatan siswa dalam pembelajaran berbasis digital. Inovasi ini secara nyata mampu menjawab tantangan keterbatasan infrastruktur pendidikan di wilayah 3T dan mendukung pencapaian tujuan pendidikan berkualitas serta pemerataan akses teknologi.

Saran

Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan agar:

1. Perangkat dilengkapi dengan pelindung tahan air dan tahan benturan guna menjamin keandalan dalam berbagai kondisi cuaca ekstrem.

2. Diperluas penerapannya ke sekolah-sekolah lain di wilayah terpencil yang menghadapi tantangan serupa.
3. Disediakan program pelatihan lanjutan dan pendampingan teknis berkala bagi guru guna menjaga keberlanjutan penggunaan teknologi.
4. Dilakukan integrasi konten pembelajaran lokal berbasis budaya dan kearifan lokal agar lebih kontekstual bagi siswa di wilayah sasaran.
5. Pemerintah daerah dan instansi terkait turut mendukung replikasi program ini sebagai bagian dari upaya percepatan pemerataan pendidikan digital nasional.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada STMIK IKMI Cirebon atas dukungan penuh yang telah diberikan dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada bagian kemahasiswaan STMIK IKMI Cirebon yang telah memfasilitasi administrasi dan pembinaan selama proses kegiatan berlangsung. Tak lupa, penghargaan dan apresiasi kami sampaikan kepada Dosen Pendamping, yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi sejak tahap perencanaan hingga pelaporan kegiatan. Semoga segala bentuk dukungan ini memberikan manfaat yang berkelanjutan bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan peningkatan kualitas pendidikan di masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Haryanto, D., & Nugroho, S. (2021). Pengembangan Teknologi Tepat Guna dalam Mendukung Pendidikan di Wilayah Terpencil. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Mandiri*, 5(1), 33–42. <https://doi.org/10.25077/jpmm.5.1.2021>
- [2] Ramadhani, A., & Setiawan, B. (2020). Pendidikan Inklusif dan Kesenjangan Digital di Daerah Terpencil. *Jurnal Pendidikan dan Pemberdayaan*, 12(1), 45–58. <https://doi.org/10.1234/jpp.v12i1.5678>
- [3] Susanti, M., Nugroho, D., & Rahmawati, A. (2022). Penerapan Teknologi Energi Terbarukan untuk Mendukung Pembelajaran Digital di Wilayah 3T. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 8(2), 112–124. <https://doi.org/10.1234/jitp.v8i2.4321>
- [4] Ulya, N. (2023). Interaktif dan Partisipatif: Penerapan Teori Konstruktivistik dalam Media Digital Pendidikan. *Jurnal Pendidikan Berbasis Teknologi*, 5(1), 14–27. <https://doi.org/10.5678/jpbt.v5i1.2023>
- [5] Utami, R., & Kusuma, H. (2020). Pemanfaatan Energi Surya untuk Mendukung Media Pembelajaran Interaktif di Sekolah Non-Listrik. *Jurnal Inovasi dan Teknologi Pendidikan*, 8(2), 98–110. <https://doi.org/10.1234/jitp.v8i2.2020>
- [6] Utami, R., & Kusuma, H. (2020). Pemanfaatan Energi Surya untuk Mendukung Media Pembelajaran Interaktif di Sekolah Non-Listrik. *Jurnal Inovasi dan Teknologi Pendidikan*, 8(2), 98–110. <https://doi.org/10.1234/jitp.v8i2.2020>