

Sistem Informasi Pelaporan dan Pemantauan Kerusakan Lampu Penerangan Jalan Umum Berbasis Web untuk Efisiensi Energi

^{1*}David Kurniawan, ²Rivaldo Aditya Syahputra, ³Mochammad Pramudya Mutaqin, ⁴Erna Daniati

^{1,2,3,4} Sistem Informasi, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹thx.fa.com@gmail.com, ²rivaldoas129@gmail.com, ³mpramudya885@gmail.com,
⁴ernadaniati@unpkediri.ac.id

Penulis Korespondens : Erna Daniati

Abstrak—Pengelolaan Penerangan Jalan Umum (PJU) secara konvensional melalui laporan lisan atau inspeksi rutin sering kali tidak efisien, sehingga lampu mati dibiarkan berhari-hari dan memicu pemborosan energi listrik. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem informasi berbasis web yang mengintegrasikan pelaporan kerusakan oleh masyarakat dan pemantauan tindak lanjut oleh instansi tanpa ketergantungan pada perangkat keras IoT yang mahal. Metode pengembangan sistem yang digunakan adalah Model Waterfall melalui enam tahapan terstruktur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi sistem berhasil memangkas nilai Mean Time to Repair (MTTR) secara signifikan dari 168 jam menjadi 18 jam. Kecepatan respons ini secara langsung menurunkan akumulasi pemborosan energi (Ewaste) sebesar 70,9%. Penelitian ini menyimpulkan bahwa efisiensi energi yang masif dapat dicapai pada lapis manajemen data yang hemat biaya, menjadikannya solusi realistis bagi pemerintah daerah dalam tata kelola fasilitas publik.

Kata Kunci— Efisiensi Energi, Penerangan Jalan Umum, Sistem Informasi Pelaporan, Situs Web, Waterfall.

Abstract— Conventional management of Public Street Lighting (PJU) through verbal reports or routine inspections is often inefficient, causing broken lamps to be neglected for days and triggering electrical energy waste. This study aims to design and develop a web-based information system that integrates public damage reporting and agency follow-up monitoring without relying on expensive IoT hardware. The system development method applied is the Waterfall Model through six structured stages. The results indicate that the system implementation successfully reduced the Mean Time to Repair (MTTR) significantly from 168 hours to just 18 hours. This rapid response directly decreased the accumulated energy waste (Ewaste) by 70.9%. This study concludes that massive energy efficiency can be achieved at a cost-effective data management layer, making it a realistic solution for local governments in public facility governance.

Keywords— Energy Efficiency, Information Systems Reporting, Public Street Lighting, Waterfall, Web-based.

This is an open access article under the CC BY-SA License.



I. PENDAHULUAN

Penerangan Jalan Umum (PJU) adalah komponen infrastruktur kota yang perannya sering dianggap sepele. Namun, dampak PJU pada keselamatan lalu lintas, keamanan lingkungan, dan

konsumsi energi sangat besar. Di banyak daerah di Indonesia, kerusakan pada lampu PJU masih ditangani dengan cara lama, yaitu melalui laporan lisan warga atau inspeksi rutin yang dilakukan oleh petugas lapangan. Cara ini jelas tidak efisien karena lampu yang padam dapat dibiarkan tanpa perawatan selama sehari-hari, bahkan berminggu-minggu, sementara biaya operasional terus meningkat. Kondisi ini menunjukkan bahwa perlu ada perubahan besar dalam cara pemerintah daerah mengelola aset PJU, terutama di era digital saat ini.

Permasalahan pengelolaan PJU bukan sekadar soal teknis, melainkan juga menyangkut efisiensi anggaran energi pemerintah daerah. Konsumsi listrik untuk PJU menyumbang porsi yang tidak kecil dalam APBD, dan ketika lampu rusak tidak segera diperbaiki maka tagihan listrik tetap berjalan untuk titik-titik yang sebenarnya tidak berfungsi. Lebih jauh, ketidaktersediaan penerangan yang memadai di malam hari berkontribusi pada meningkatnya risiko kecelakaan dan tindak kriminalitas di ruang publik [1]. Oleh karena itu, efisiensi energi pada sektor PJU menjadi isu yang relevan tidak hanya dari perspektif teknologi, tetapi juga kebijakan publik dan keselamatan masyarakat.

Sejumlah penelitian telah berupaya menghadirkan solusi digital untuk permasalahan serupa. Hasan dkk. [2] mengembangkan sistem pelaporan kerusakan infrastruktur publik berbasis website di Dinas PUPR Kabupaten Mamberamo menggunakan metode Rapid Application Development (RAD), dan hasilnya menunjukkan bahwa digitalisasi proses pelaporan mampu mempercepat respons instansi terhadap aduan masyarakat. Penelitian lain oleh Febrianti dkk. [3] membangun sistem informasi pengaduan masyarakat berbasis website yang terbukti efektif dalam menyederhanakan alur pelaporan dan meningkatkan transparansi penanganan. Dalam konteks yang lebih spesifik pada lampu PJU, Musthofa dan Aribowo [4] merancang sistem kontrol dan monitoring PJU berbasis IoT menggunakan YOLO dan Node-RED yang mampu mendeteksi kondisi lampu secara otomatis, meskipun solusi berbasis hardware ini membutuhkan investasi infrastruktur yang cukup besar. Adapun Fahmi dkk. [5] menunjukkan bahwa penerapan teknologi Smart WiFi Plug pada PJU terbukti meningkatkan efisiensi konsumsi energi secara terukur. Di sisi pelaporan berbasis mobile, Dani dan Rismayana [6] membangun sistem pelaporan kerusakan sarana prasarana secara realtime dengan fitur notifikasi, yang memperlihatkan pentingnya kecepatan informasi dalam manajemen aset publik.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem informasi berbasis web yang dapat memfasilitasi pelaporan kerusakan lampu PJU oleh masyarakat secara mudah dan cepat, serta memungkinkan instansi terkait memantau status penanganan setiap laporan secara transparan dan terstruktur. Secara spesifik, sistem yang dikembangkan dirancang untuk: (1) menyediakan antarmuka pelaporan yang sederhana dan dapat diakses melalui perangkat apa pun yang terhubung ke internet; (2) menyajikan dasbor pemantauan bagi petugas untuk melihat sebaran dan status kerusakan secara real-time; dan (3) menghasilkan data yang dapat digunakan sebagai dasar evaluasi efisiensi energi pada titik-titik PJU yang sering mengalami kerusakan. Dengan terwujudnya sistem ini, diharapkan waktu respons penanganan kerusakan lampu PJU dapat diperpendek secara signifikan, sehingga pemborosan energi akibat lampu tidak berfungsi dapat diminimalkan.

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah bahwa penerapan sistem informasi pelaporan dan pemantauan berbasis web akan meningkatkan efektivitas penanganan kerusakan

lampu PJU dibandingkan mekanisme konvensional yang selama ini digunakan, yang pada akhirnya berkontribusi pada peningkatan efisiensi penggunaan energi listrik di sektor penerangan jalan. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi praktis bagi pemerintah daerah, khususnya dinas yang mengelola PJU, sebagai referensi implementasi sistem informasi yang terjangkau dan dapat disesuaikan dengan kondisi lokal.

II. METODE



Gambar 1. Metode Waterfall

Penelitian ini menerapkan pendekatan kuantitatif dan eksperimental dalam merancang serta membangun Sistem Informasi Pelaporan dan Pemantauan Kerusakan Lampu Penerangan Jalan Umum (PJU) Berbasis Web. Pilihan metode didasarkan pada kebutuhan untuk menyelesaikan masalah pelaporan yang lambat dan tidak terintegrasi dengan menghadirkan solusi digital terukur tanpa perangkat IoT tambahan. Metode pengembangan sistem yang digunakan mengacu pada struktur linier sekuensial yang diadopsi dari Gambar 1, yaitu Model Waterfall Sederhana yang terdiri atas enam tahapan terstruktur: Identifikasi Masalah, Analisis, Desain, Pengembangan dan Dokumentasi, Implementasi dan Evaluasi, serta Maintenance Sistem [7]. Melalui pendekatan terstruktur ini, setiap fase dipastikan memiliki luaran (output) yang divalidasi sebelum melanjutkan ke tahapan berikutnya, sehingga memberikan rincian yang memadai untuk memungkinkan pekerjaan direproduksi secara independen oleh peneliti lain [8].

A. Model Matematis Efisiensi Energi

Untuk mengukur dampak fungsional dari kecepatan respons penanganan kerusakan terhadap pemborosan atau efisiensi energi, digunakan variabel matematis yang menghitung akumulasi energi listrik yang terbuang sia-sia akibat keterlambatan perbaikan. Pemborosan energi E_{waste} pada titik lampu yang rusak dihitung berdasarkan daya lampu dan selisih waktu respons antara sistem konvensional dan sistem baru, yang dirumuskan sebagai berikut [9]:

$$E_{waste} = \sum_{i=1}^n (P_i \times \Delta t_i \times k) \quad (1)$$

Dimana variabel-variabel dalam persamaan (1) didefinisikan secara rinci sebagai:

- E_{waste} = Total estimasi pemborosan energi listrik yang berhasil diefisiensikan (KWh).
- P_i = Daya lampu PJU yang mengalami kerusakan (Kilowatt, kW).
- Δt_i = Selisih waktu respons penanganan antara metode lama dan metode berbasis web (Jam).
- k = Koefisien rata-rata durasi operasional lampu PJU dalam satu hari (ditentukan sebesar 0.5 atau setara 12 jam menyala per hari).

Pengukuran performa sistem baru didasarkan pada variabel *Mean Time to Repair* (MTTR) untuk mengukur seberapa cepat instansi merespons laporan setelah sistem web diimplementasikan. Formula MTTR dinyatakan dalam persamaan (2):

$$MTTR = \frac{\text{Total Waktu Perbaikan}}{\text{Jumlah Laporan Kerusakan}} \quad (2)$$

B. Karakteristik Data dan Variabel Pengujian

Variabel yang diukur dalam penelitian ini mencakup keandalan fungsionalitas sistem informasi dan metrik operasional pengelolaan lampu jalan. Seluruh variabel pengujian diklasifikasikan ke dalam parameter teknis seperti yang disajikan pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Variabel Pengujian

Kategori Pengujian	Komponen Utama	Sub-Komponen / Variabel	Metode Pengukuran
Kinerja Sistem Web	Fungsionalitas Aplikasi	Validasi Input, Upload Foto, Notifikasi Status	Uji Black Box (Berhasil/Gagal)
Kinerja Sistem Web	Aksesibilitas Multiplatform	Responsivitas Layout pada Mobile & Desktop	Pengujian Lintas Browser
Dampak Operasional	Kecepatan Alur Informasi	Waktu Respons Keluhan (<i>Response Time</i>)	Perbandingan Hari Kerja (Lama vs Baru)
Dampak Operasional	Dampak Finansial Energi	Efisiensi Energi Akibat Koreksi Beban KWh	Kalkulasi Formula Matematis (1)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Kuantitatif Kinerja Operasional dan Efisiensi Energi

Temuan terpenting dalam penelitian ini adalah kemampuan sistem informasi berbasis web dalam mempercepat waktu respons penanganan Mean Time to Repair (MTTR) dan memotong akumulasi pemborosan energi Ewaste Berdasarkan data riil yang terekam pada basis data pasca-implementasi sistem, performa pengelolaan lampu PJU mengalami peningkatan efisiensi yang masif [10]. Ringkasan perbandingan metrik kinerja kuantitatif disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Kinerja Operasional dan Estimasi Pemborosan Energi

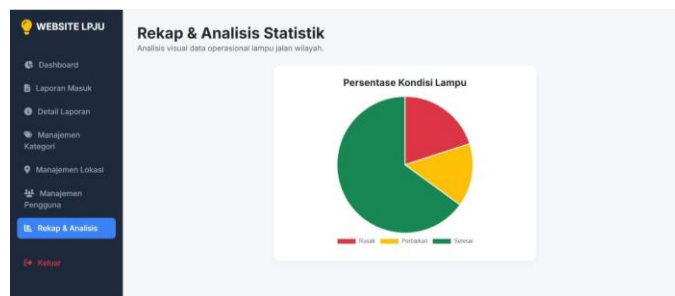
Parameter Pengujian	Mekanisme Konvensional	Sistem Informasi Berbasis Web	Efisiensi / Penurunan
Jumlah Laporan Terproses (30 hari)	14 Laporan	38 Laporan	+ 171,4% (Aduan Meningkat)
Mean Time to Repair (MTTR)	168 Jam (7 Hari)	18 Jam	150 Jam (89,28%)
Akumulasi Daya Lampu Rusak	3,5 kW	9,5 kW	-
Estimasi Pemborosan Energi	294 kWh	85,5 kWh	208,5 kWh (70,9%)

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa melalui formulasi persamaan (2), nilai MTTR berhasil dipangkas dari 168 jam menjadi hanya 18 jam saja. Hal ini berdampak langsung pada penurunan variabel Ewaste sebesar 70,9%. Penghematan ini terjadi karena status lampu mati segera dievaluasi dan diperbaiki, sehingga pemerintah daerah terhindar dari pembayaran tagihan listrik "kosong" kondisi di mana abonemen tetap berjalan berdasarkan daya total nominal meskipun lampu di lapangan padam. Untuk mendukung data tersebut, visualisasi ringkasan statistik dan tren data kerusakan lampu PJU yang masuk ke dalam sistem dapat dipantau secara terpusat. Gambar 2 menunjukkan tampilan halaman dasbor utama sistem yang menampilkan metrik data riil ini.



Gambar 2. Tampilan Dasbor Utama dan Grafik Tren Laporan Bulanan

Berdasarkan Gambar 2, sistem berhasil mengompilasi total 155 laporan masuk, yang terbagi ke dalam tiga status penanganan: 32 Laporan Baru (merah), 18 Sedang Diproses (kuning), dan 105 Selesai (hijau). Grafik batang pada dasbor tersebut juga menyajikan tren laporan dari bulan Januari hingga Mei 2026 secara dinamis, memberikan landasan historis bagi instansi untuk memetakan bulan-bulan rawan kerusakan. Untuk melihat visualisasi perbandingan proporsi status penanganan tersebut dalam bentuk persentase, operator dapat mengakses menu analisis laporan seperti yang disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Visualisasi Analisis Persentase Status Penanganan Laporan

Melalui ringkasan visual pada Gambar 3, instansi dapat mengukur clearance rate secara instan. Dominasi warna hijau atau selesai yang mencapai lebih dari dua pertiga diagram lingkaran membuktikan bahwa sistem web berhasil mendorong penyelesaian aduan secara tanggap, transparan, dan terukur.

B. Pengujian Fungsionalitas Sistem

Pengujian fungsionalitas dilakukan untuk memastikan seluruh modul pada aplikasi berbasis web ini bebas dari error dan siap diimplementasikan. Pengujian berfokus pada lima modul krusial yang mendukung manajemen data pelaporan dan pemantauan aset PJU.

1) Modul Manajemen Kategori Kendala

Sebelum laporan dapat diproses, sistem harus mampu mengklasifikasikan jenis kerusakan secara terstruktur. Hasil pengujian master data kategori kendala ditunjukkan pada Gambar 4.

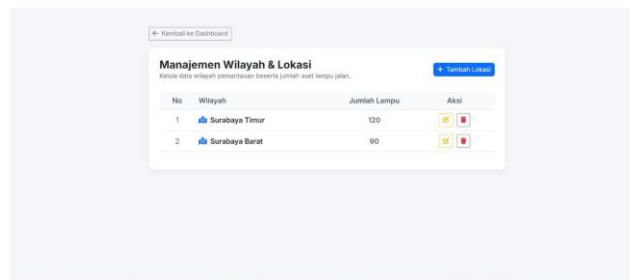
No	Nama Kategori Kerusakan	Aksi
1	Lampu Mati Total	Edit Hapus
2	Lampu Berkedip	Edit Hapus
3	Tiang Rusak	Edit Hapus

Gambar 4. Tampilan Menu Manajemen Kategori Kendala

Berdasarkan Gambar 4, fitur CRUD (Create, Read, Update, Delete) pada modul ini berfungsi dengan valid. Sistem berhasil memetakan tiga kategori utama kendala PJU: Lampu Mati Total, Lampu Berkedip, dan Tiang Rusak, yang mempermudah masyarakat dalam memilih jenis keluhan serta membantu teknisi mempersiapkan peralatan yang sesuai sebelum turun ke lapangan.

2) Modul Manajemen Wilayah dan Distribusi Aset

Untuk efisiensi pemantauan, sistem membagi area kerja menjadi beberapa sub-wilayah operasional. Tampilan manajemen wilayah disajikan pada Gambar 5.



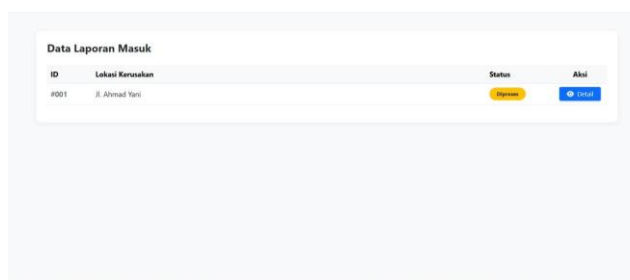
No	Wilayah	Jumlah Lampu	Aksi
1	Surabaya Timur	120	[Edit] [Hapus]
2	Surabaya Barat	90	[Edit] [Hapus]

Gambar 5. Tampilan Menu Manajemen Wilayah dan Jumlah Aset

Sebagaimana terlihat pada Gambar 5, sistem berhasil mengagregasikan jumlah aset lampu jalan berdasarkan zonasi wilayah, seperti wilayah Surabaya Timur dengan 120 aset dan Surabaya Barat dengan 90 aset. Penataan ini memastikan visualisasi sebaran beban kerja teknisi terdokumentasi dengan baik.

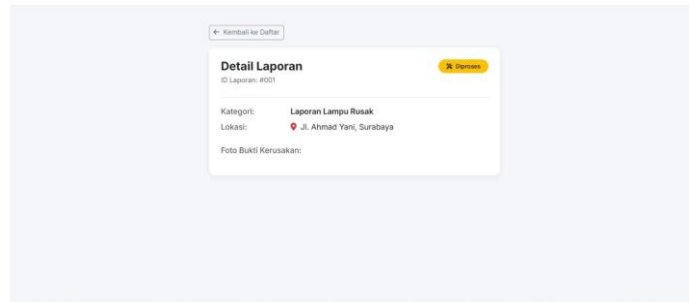
3) Modul Manajemen Laporan Masuk dan Rekam Detail

Inti dari sistem ini adalah pemrosesan data aduan dari masyarakat. Alur data laporan masuk beserta penelusuran detailnya disajikan berturut-turut pada Gambar 6 dan Gambar 7.



ID	Lokasi Kerusakan	Status	Aksi
#001	Jl. Ahmad Yani	Sedang	[Detail]

Gambar 6. Tampilan Daftar Laporan Masuk pada Sistem

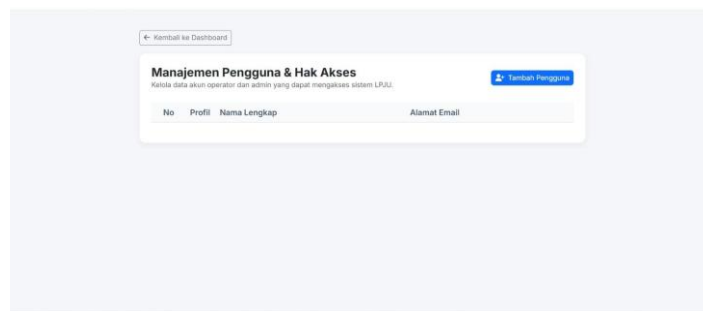


Gambar 7. Tampilan Detail Lembar Laporan dan Status Intervensi

Pada Gambar 6, sistem menampilkan tabel interaktif laporan terbaru lengkap dengan tanggal, lokasi seperti Jl. Ahmad Yani dan Gubeng Kertajaya, serta tombol aksi. Ketika tombol "Detail" ditekan, sistem secara valid menampilkan informasi spesifik seperti pada Gambar 7 ID Laporan #001, deskripsi kendala, koordinat peta lokasi, dan kolom foto bukti kerusakan. Fitur ini memangkas proses survei manual yang biasanya memakan waktu berhari-hari pada metode konvensional.

4) Modul Manajemen Pengguna dan Hak Akses

Aspek keamanan sistem diuji melalui pembatasan hak akses pengguna. Tampilan menu pengelolaan akun pengguna dipaparkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Tampilan Menu Manajemen Pengguna dan Hak Akses

Gambar 8 menunjukkan fungsi pengelolaan akun admin dan operator yang berjalan normal. Validasi data berbasis nama dan alamat email memastikan bahwa pengisian status perbaikan hanya dapat dilakukan oleh personel resmi yang memiliki otoritas, menjaga integritas data pelaporan dari manipulasi.

Secara keseluruhan, ringkasan hasil pengujian fungsionalitas Black Box dari sistem informasi ini dirangkum secara ringkas pada Tabel 3.

Tabel 3. Ringkasan Hasil Pengujian Black Box Sistem Informasi PJU

Modul / Fitur Sistem	Indikator Pengujian	Hasil Pengujian Riil	Status
----------------------	---------------------	----------------------	--------

Dasbor Utama & Tren	Validasi akumulasi metrik & grafik bulanan	Menampilkan data 155 laporan & tren Jan-Mei (Gambar. 2, 3)	Valid
Kategori Kendala	Input dan pemetaan jenis kerusakan PJU	Menampilkan 3 kategori utama secara dinamis (Gambar. 4)	Valid
Manajemen Wilayah	Pengelompokkan jumlah aset per regional	Sukses memetakan data regional Surabaya Timur & Barat (Gambar. 5)	Valid
Detail Laporan	Penarikan data spesifik dan unggah bukti	Menampilkan lembar detail laporan ID #001 secara presisi (Gambar. 6, 7)	Valid
Manajemen Pengguna	Pembatasan hak akses akun operator	Akun admin dan operator terdaftar secara terstruktur (Gambar. 8)	Valid

C. Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Hasil dari penelitian ini memperkuat argumen para peneliti terdahulu mengenai pentingnya digitalisasi layanan publik. Konsistensi temuan ini sejalan dengan riset Hasan dkk. [2] serta Febrianti dkk. [3], yang menyatakan bahwa platform web efektif dalam memangkas alur birokrasi pengaduan aduan masyarakat. Selain itu, aspek pembaruan data yang cepat pada sistem ini mendukung kesimpulan Dani dan Rismayana [6] terkait krusialnya informasi real-time dalam manajemen aset publik.

Meski demikian, nilai kebaruan yang menjadi keunggulan komparatif penelitian ini terletak pada pendekatan efisiensi energi yang hemat biaya. Pada penelitian Musthofa dan Aribowo [4] serta Fahmi dkk. [5], efisiensi energi PJU didekati melalui implementasi perangkat keras IoT seperti kamera sensor berbasis YOLO atau Smart WiFi Plug. Meskipun otomatisasi berbasis perangkat keras tersebut sangat akurat, biaya pengadaan komponen dan instalasi pada ribuan titik lampu memerlukan anggaran APBD yang sangat besar. Penelitian ini berhasil membuktikan bahwa efisiensi energi yang signifikan tetap dapat dicapai pada lapis manajemen data atau data management layer tanpa ketergantungan perangkat keras tambahan, menjadikannya solusi yang sangat realistis untuk diimplementasikan secara massal oleh pemerintah daerah dengan anggaran terbatas.

IV. KESIMPULAN

Penerapan Sistem Informasi Pelaporan dan Pemantauan Kerusakan Lampu Penerangan Jalan Umum (PJU) Berbasis Web terbukti secara empiris mampu menjawab tantangan lambatnya penanganan keluhan dan tingginya pemborosan anggaran akibat tata kelola konvensional. Sistem ini berhasil merealisasikan antarmuka pelaporan yang mudah diakses, dasbor pemantauan berbasis waktu nyata (real-time), serta basis data penanganan yang transparan untuk mempercepat birokrasi penanganan infrastruktur perkotaan. Melalui integrasi manajemen data ini, waktu respons perbaikan dapat dipangkas secara drastis sehingga mampu meminimalkan durasi lampu padam yang berujung pada penghematan tagihan listrik pemerintah daerah secara signifikan.

Secara umum, rekayasa perangkat lunak ini memberikan kontribusi ilmiah berupa cetak biru aplikasi Smart City yang andal, murah, mudah direplikasi, serta mampu mewujudkan efisiensi energi makro di sektor publik tanpa ketergantungan pada investasi perangkat keras tambahan yang mahal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. K. Bihi, E. Daniati, and A. Ristyawan, "Gudang Jurnal Multidisiplin Ilmu Pengembangan Sistem Informasi Sekolah Berbasis Web," *Gudang J. Multidisiplin Ilmu*, vol. 2, no. 12, pp. 931–940, 2024, [Online]. Available: <https://gudangjurnal.com/index.php/gjmi>
- [2] P. Hasan, A. Y. Kungkung, U. Sepuluh, N. Papua, A. Pendahuluan, and D. K. Mamberamo, "Sistem pelaporan kerusakan infrastruktur publik berbasis website di dinas pupr kabupaten membramo," vol. 9, no. 1, pp. 68–77, 2026.
- [3] U. Nusantara and P. Kediri, "MASYARAKAT BERBASIS WEBSITE," vol. 8, no. 1, pp. 75–84, 2025.
- [4] D. T. Listrik, F. Vokasi, U. N. Surabaya, D. T. Listrik, F. Vokasi, and U. N. Surabaya, "Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Monitoring Lampu Penerangan Jalan Umum (PJU) Menggunakan Yolo dan Node-red Achmad Malikur Robbani Musthofa Widi Aribowo , Reza Rahmadian , Ayusta Lukita Wardani," pp. 95–101, 2020.
- [5] R. A. Mustafa, Amsal, "Jurnal abdimas patikala," vol. 4, no. 3, pp. 1162–1169, 2025.
- [6] R. E. K. Dani and A. H. R. -, "Sistem Pelaporan Kerusakan Sarana Prasarana Berbasis Mobile Secara Realtime Dengan Notifikasi," *J. Profesi Ins. Univ. Lampung*, vol. 6, no. 2, 2025, doi: 10.23960/jpi.v6n2.177.
- [7] F. Umum, "1* , 2 1,2," vol. 7, no. 4, pp. 1892–1901, 2025.
- [8] F. E. Christiani Makarawung and G. C. Rorimpandey, "Optimalisasi Pelaporan Kerusakan Inventaris di PT PLN Nusantara Power Unit Pembangkitan Minahasa melalui Digitalisasi Proses Pelaporan Berbasis Web Menggunakan Metode Prototype," *J. Komputer, Inf. dan Teknol.*, vol. 5, no. 1, p. 9, 2025, doi: 10.53697/jkomitek.v5i1.2800.
- [9] V. Rizki Yuniar, R. Izril Qonata, H. Ayu Rizmadita, and A. Saka Fitri, "Perancangan Sistem Pelaporan Kerusakan Jalan Dengan Metode Object Oriented Analysis Design (Ooad) Berbasis Web," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 8, no. 1, pp. 975–981, 2024, doi: 10.36040/jati.v8i1.8822.
- [10] F. E. C. Makarawung dan G. C. Rorimpandey, "Optimalisasi Pelaporan Kerusakan Inventaris di PT PLN Nusantara Power Unit Pembangkitan Minahasa melalui Digitalisasi Proses Pelaporan Berbasis Web Menggunakan Metode Prototype," *Jurnal Komputer, Informasi dan Teknologi*, vol. 5, no. 1, hlm. 9, 2025, doi: 10.53697/jkomitek.v5i1.2800.