Indonesian Journal of Multidisciplinary on Social and Technology
Homepage: https://journal.ilmudata.co.id/index.php/ijmst
Vol. 5 No. 1 (2026) pp: 300-307
P-ISSN: 2986-6790, e-ISSN: 2986-6782

Implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Berbasis Internet of Things (IoT) untuk Mendukung Sistem Perangkap Hama Wereng pada Kelompok Tani Desa Pancing, Kabupaten Mojokerto

Royb Fatkhur Rizal, Singgih Dwi Prasetyo, Misbahul Munir, Dian Muhammad Rais LP, Maulana Ludfi Adi Saputra
Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Malang
fatkhurrizal.fv@um.ac.id, singgih.prasetyo.fv@um.ac.id, misbahul.munir.fv@um.ac.id,
dian.muhammad.2205317@students.um.ac.id, maulana.ludfi.2205116@students.um.ac.id

Abstrak

Serangan hama wereng batang coklat (Nilaparvata lugens) menjadi salah satu ancaman utama produktivitas padi di Indonesia, termasuk pada Kelompok Tani Desa Pacing, Kabupaten Mojokerto, dengan potensi penurunan hasil panen hingga 35–77% apabila tidak dikendalikan secara dini. Perangkap cahaya (light trap) terbukti efektif untuk pemantauan dan pengendalian populasi wereng, namun sistem yang mengandalkan energi surya memiliki keterbatasan pasokan daya pada malam hari, yaitu justru saat wereng paling aktif terbang. Penelitian ini bertujuan merancang dan menguji kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) skala kecil berbasis IoT sebagai catu daya mandiri bagi sistem perangkap hama wereng, sekaligus membandingkan efektivitas tiga jenis lampu perangkap (pijar, LED, dan UV) dari sisi konsumsi daya dan jumlah tangkapan. Metode penelitian meliputi studi literatur, analisis dan simulasi sistem menggunakan MATLAB/SIMULINK dan PSIM, implementasi prototipe berbasis mikrokontroler ESP8266 dan sensor INA219, serta pengujian lapangan selama tujuh hari untuk masing-masing jenis lampu pada pukul 18.00–19.00 WIB dengan tegangan suplai 12 V DC. Hasil pengujian menunjukkan lampu UV memiliki jumlah tangkapan tertinggi (rata-rata 88,29 ekor/hari) dan efisiensi tertinggi (11,01 ekor/W), diikuti lampu LED (51,43 ekor/hari; 10,33 ekor/W) yang hanya mengonsumsi daya rata-rata 4,98 W — sekitar seperempat dari daya lampu UV (8,02 W) — sedangkan lampu pijar menjadi pilihan paling tidak efisien (22,86 ekor/hari; 1,09 ekor/W) meski paling murah dan mudah didapat. Sistem PLTB berbasis IoT yang dikembangkan mampu memantau tegangan, arus, dan aktivitas perangkap secara real-time, sehingga memberikan dasar kuantitatif bagi kelompok tani dalam menentukan jenis lampu perangkap yang sesuai dengan kapasitas daya yang tersedia di lapangan.

Kata kunci: Pembangkit Listrik Tenaga Bayu, Internet of Things, Perangkap Hama Wereng, Energi Terbarukan, Smart Farming

Abstract

Brown planthopper (Nilaparvata lugens) infestation poses a major threat to rice productivity in Indonesia, including among farmer groups in Pacing Village, Mojokerto Regency, potentially reducing crop yields by 35–77% without early control. Light traps have proven effective for monitoring and controlling planthopper populations. However, solar-powered systems face limitations in nighttime energy availability, precisely when planthoppers are most active. This study aims to design and evaluate a small-scale Internet of Things (IoT)-based Wind Power Generation System (PLTB) as an independent power supply for planthopper traps while comparing three types of trapping lamps (incandescent, LED, and UV) based on power consumption and capture effectiveness. The research methods include literature review, system analysis and simulation using MATLAB/SIMULINK and PSIM, prototype implementation using an ESP8266 microcontroller and INA219 sensor, and field testing conducted for seven days for each lamp type between 18:00 and 19:00 Western Indonesian Time, using a 12 V DC supply. Results indicate that UV lamps achieved the highest average capture rate (88.29 insects/day) and efficiency (11.01 insects/W), followed by LED lamps (51.43 insects/day; 10.33 insects/W) with an average power consumption of 4.98 W, compared to 8.02 W for UV lamps. Incandescent lamps demonstrated the lowest efficiency (22.86 insects/day; 1.09 insects/W), despite their affordability and availability. The developed IoT-based system enables real-time monitoring of voltage, current, and trap activity, providing quantitative guidance for selecting suitable trapping lamps.

Keywords: Wind Power Generation, Internet of Things, Brown Planthopper Trap, Renewable Energy, Smart Farming.

1. Pendahuluan

Transisi energi dari bahan bakar fosil menuju energi baru terbarukan (EBT) menjadi agenda strategis nasional Indonesia untuk mendukung target bauran EBT sebesar 23% pada tahun 2025 serta menuju emisi nol bersih pada tahun 2060 (Langer et al., 2021), (Pambudi et al., 2023). Di antara berbagai sumber EBT, energi angin (bayu) memiliki potensi yang cukup besar, namun pemanfaatannya di Indonesia masih jauh tertinggal dibandingkan potensi yang tersebar di berbagai kawasan pedesaan dan pesisir (Langer et al., 2021), (Mamat et al., 2025). Pengembangan pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) berskala kecil menjadi salah satu solusi yang relevan untuk memenuhi kebutuhan energi pada kawasan pertanian yang belum terjangkau secara optimal oleh jaringan listrik PLN, sekaligus mendukung program elektrifikasi perdesaan berbasis energi terbarukan. Pemanfaatan sumber energi lokal seperti angin pada kawasan persawahan membuka peluang bagi kelompok tani untuk mengoperasikan perangkat pendukung pertanian secara mandiri tanpa bergantung sepenuhnya pada pasokan listrik konvensional (Wirawan & Gultom, 2021), (Umam et al., 2022).

Salah satu permasalahan utama yang dihadapi petani padi di berbagai daerah, termasuk Kelompok Tani Desa Pacing, Kabupaten Mojokerto, adalah serangan hama wereng batang coklat (Nilaparvata lugens) yang dapat menurunkan hasil produksi padi hingga 35–77% dalam kurun waktu kurang dari satu bulan apabila tidak dikendalikan secara tepat (Alimafuad & Wildan Jadmiko, 2023). Wereng batang coklat menyerang tanaman dengan cara menghisap cairan pada batang padi sehingga menimbulkan gejala hopperburn, serta berperan sebagai vektor penyebaran virus kerdil rumput dan kerdil hampa yang dapat menyebabkan puso atau gagal panen total (Triwidodo et al., 2024). Ledakan populasi wereng dipicu oleh berbagai faktor, di antaranya penggunaan pestisida yang tidak tepat sasaran, keterlambatan pemantauan populasi hama, dan pola tanam yang tidak serentak (Rahmah & Fitriana, 2023). Pemantauan dini menjadi kunci utama dalam pengendalian hama wereng, dan perangkap cahaya (light trap) telah terbukti efektif digunakan untuk memantau sekaligus mengendalikan populasi wereng batang coklat pada berbagai kawasan persawahan (Mhd bookeri et al., 2021). Perangkap cahaya bekerja berdasarkan sifat fototaksis wereng yang tertarik pada cahaya, sehingga mampu menjebak wereng dalam jumlah besar pada saat populasi berada di puncaknya (Mhd bookeri et al., 2021).

Dalam beberapa tahun terakhir, teknologi Internet of Things (IoT) semakin banyak diintegrasikan pada sistem perangkap hama untuk meningkatkan efektivitas pemantauan dan pengendalian secara real-time (Z. Wang et al., 2024). Sistem perangkap cahaya berbasis IoT memungkinkan pemantauan intensitas cahaya, tegangan, arus, serta jumlah hama yang terperangkap secara jarak jauh melalui jaringan nirkabel, sehingga petani atau penyuluh pertanian dapat mengambil keputusan pengendalian secara lebih cepat dan tepat (Ahmed et al., 2024). Beberapa penelitian juga telah mengembangkan perangkap hama bertenaga surya (solar-powered light trap) sebagai solusi catu daya mandiri pada lahan pertanian yang minim akses listrik (Ilahi et al., 2025), (Madduri et al., 2025). Namun demikian, sistem yang mengandalkan energi surya memiliki keterbatasan pada malam hari dan saat cuaca mendung, padahal wereng batang coklat justru lebih aktif terbang pada malam hari sehingga operasional perangkap cahaya sangat bergantung pada ketersediaan daya yang stabil sepanjang malam (Mhd bookeri et al., 2021). Di sisi lain, pemanfaatan energi angin berskala kecil yang diintegrasikan dengan IoT telah banyak dikaji untuk aplikasi pemantauan jarak jauh, seperti kecepatan angin, tegangan baterai, dan daya keluaran turbin secara real-time melalui platform cloud (H. Wang et al., 2023), (Arbiyani et al., 2024), (Dhake et al., 2026), (Selvaraj & Selvaraj, 2022), (Poojary et al., 2023). Integrasi turbin angin skala kecil dengan sistem IoT terbukti mampu meningkatkan keandalan pasokan daya bagi perangkat bertegangan rendah pada kawasan terbuka seperti persawahan yang umumnya memiliki paparan angin relatif lebih konsisten dibandingkan kawasan perkotaan (H. Wang et al., 2023). Meskipun demikian, integrasi antara pembangkit listrik tenaga bayu dengan sistem perangkap hama wereng berbasis IoT untuk skala kelompok tani masih sangat terbatas dijumpai dalam literatur, sehingga terdapat celah penelitian yang perlu diisi.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji kinerja pembangkit listrik tenaga bayu skala kecil yang mampu menyuplai daya secara mandiri dan kontinu bagi sistem perangkap hama wereng, serta mengintegrasikan sistem pemantauan berbasis IoT agar kondisi pembangkit dan jumlah hama yang terperangkap dapat dipantau secara real-time oleh kelompok tani. Secara lebih spesifik, penelitian ini juga membandingkan efektivitas dan efisiensi tiga jenis lampu perangkap (pijar, LED, dan UV) untuk memberikan rekomendasi praktis dalam pemilihan jenis lampu yang sesuai dengan kapasitas daya PLTB yang tersedia di lapangan.

DOI: https://doi.org/10.69693/ijmst.v5i1.14526
Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan melalui lima tahap. Tahap pertama adalah studi literatur untuk merumuskan kebutuhan sistem, meliputi kapasitas turbin angin yang sesuai dengan kondisi angin di lahan persawahan Desa Pacing, kebutuhan daya perangkap hama wereng (lampu perangkap, kipas penghisap, dan rangkaian kontrol), serta parameter komunikasi data IoT yang responsif dan andal. Berikutnya adalah analisis dan simulasi menggunakan perangkat lunak MATLAB/SIMULINK dan PSIM untuk memodelkan kinerja turbin, rangkaian rectifier-charger, serta respons sistem terhadap variasi kecepatan angin, dengan parameter yang diamati meliputi tegangan keluaran generator, arus pengisian baterai, efisiensi konversi daya, dan estimasi daya yang tersedia untuk perangkap hama.

Tahap ketiga adalah verifikasi kesesuaian antara hasil analisis-simulasi dengan kebutuhan daya sistem perangkap; apabila belum sesuai, proses kembali ke tahap perumusan kebutuhan dan analisis. Tahap keempat adalah implementasi prototipe, mulai dari perakitan turbin angin, rangkaian rectifier dan battery charger, hingga integrasi modul sensor dan mikrokontroler berbasis IoT, dilanjutkan dengan uji coba lapangan pada lahan Kelompok Tani Desa Pacing untuk memverifikasi kesesuaian hasil eksperimen terhadap simulasi dan perhitungan teoritis. Tahap kelima adalah perekaman data eksperimen secara berkala, analisis data berdasarkan kurva daya keluaran turbin terhadap kecepatan angin, efisiensi pengisian baterai, serta efektivitas sistem pemantauan IoT, yang kemudian dituliskan dalam bentuk laporan dan publikasi ilmiah.

2.1 Arsitektur Sistem

Sistem yang dikembangkan terdiri atas dua subsistem yang saling terhubung, yaitu subsistem pembangkit energi dan subsistem perangkap cahaya (light trap). Energi listrik AC yang dihasilkan oleh turbin angin disearahkan melalui rectifier, kemudian diatur dengan rangkaian step-up dan step-down agar sesuai dengan kebutuhan pengisian baterai 12 V serta catu daya modul-modul elektronik pengendali. Baterai berfungsi sebagai media penyimpan energi cadangan agar perangkap tetap dapat beroperasi secara kontinu meskipun kecepatan angin rendah atau pada malam hari saat turbin tidak menghasilkan daya.

Subsistem perangkap dikendalikan oleh mikrokontroler ESP8266 yang berfungsi sebagai unit akuisisi dan komunikasi data. ESP8266 membaca data tegangan dan arus dari modul sensor INA219 yang dipasang pada jalur baterai dan jalur beban lampu perangkap, sehingga kinerja pengisian baterai maupun konsumsi daya lampu dapat dipantau secara presisi. Data yang terbaca dikirimkan secara nirkabel melalui jaringan WiFi agar kondisi pembangkit dan aktivitas perangkap dapat dipantau secara real-time oleh kelompok tani. Sensor LDR (Light Dependent Resistor) digunakan untuk mendeteksi intensitas cahaya lingkungan sebagai pemicu otomatis: pada saat senja atau kondisi gelap sensor akan mengaktifkan relai untuk menyalakan lampu perangkap, dan sebaliknya mematikan lampu pada siang hari guna menghemat energi baterai. Sebuah saklar manual turut disediakan sebagai jalur override untuk kebutuhan perawatan, kalibrasi, maupun pengujian sistem. Dengan demikian, sistem memiliki dua mode operasi, yaitu mode otomatis (default) berdasarkan pembacaan sensor LDR, dan mode manual yang dikendalikan melalui saklar.

2.2 Prosedur Pengujian

Untuk mengidentifikasi jenis pencahayaan yang paling efektif menarik wereng batang coklat (Nilaparvata lugens), Guna mengidentifikasi jenis pencahayaan yang paling efektif dalam memikat hama wereng batang cokelat (*Nilaparvata lugens*), pengujian eksperimental dilakukan menggunakan tiga variasi lampu perangkap yang dipasang secara bergantian pada struktur perangkap yang identik, meliputi lampu pijar konvensional, lampu LED, dan lampu UV. Setiap jenis lampu dioperasikan selama 7 hari berturut-turut pada interval rentang waktu puncak aktivitas penerbangan wereng, yakni pukul 18.00–19.00 WIB. Untuk menjamin validitas dan kesetaraan kondisi pengujian (*ceteris paribus*), tegangan suplai untuk seluruh jenis lampu diseragamkan pada level 12 V DC menggunakan regulasi daya yang terstabilkan. Selama periode pengujian lapangan, pengambilan data mencakup dua variabel utama: (1) kuantitas individu wereng yang terperangkap secara harian, serta (2) karakteristik kelistrikan real-time meliputi tegangan, arus, dan daya yang tercatat secara akurat melalui sensor INA219 yang terintegrasi dengan sistem mikrokontroler.

DOI: https://doi.org/10.69693/ijmst.v5i1.14526
Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

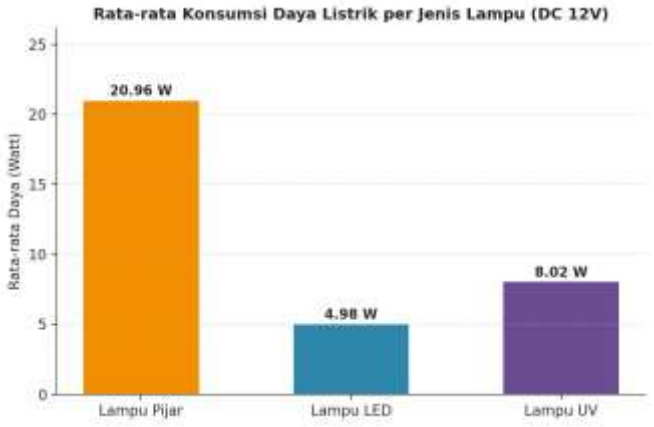
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Konsumsi Daya Listrik pada Tiap Jenis Lampu

Tabel 1 menunjukkan hasil rata-rata pengukuran tegangan, arus, dan daya listrik pada masing-masing jenis lampu selama 7 hari pengujian dengan sumber DC 12 V yang seragam.

Tabel 1. Rata-rata Parameter Kelistrikan per Jenis Lampu (DC 12 V, 7 Hari Pengujian)

Jenis Lampu	Tegangan Rata-rata (V)	Arus Rata-rata (A)	Daya Rata-rata (W)
Lampu Pijar	12,01	1,7459	20,96
Lampu LED	11,98	0,4155	4,98
Lampu UV	12,04	0,6657	8,02



Gambar 1. Grafik Rata-rata Konsumsi Daya Listrik per Jenis Lampu

Berdasarkan hasil pengukuran parameter kelistrikan yang disajikan pada Tabel 1 dan Gambar 1, terdapat perbedaan karakteristik konsumsi daya yang sangat signifikan di antara ketiga jenis lampu perangkap, meskipun ketiganya dioperasikan pada kondisi tegangan suplai DC yang seragam (≈ 12 V). Lampu pijar mencatatkan konsumsi daya listrik tertinggi sebesar 20,96 W dengan penarikan arus rata-rata mencapai 1,75 A. Tingginya konsumsi daya ini disebabkan oleh rendahnya efisiensi konversi energi pada filamen lampu pijar, di mana mayoritas energi listrik terbuang dalam bentuk radiasi panas (termal) dan hanya sebagian kecil yang terkonversi menjadi cahaya tampak. Kondisi ini menyebabkan lampu pijar membebani sistem penyimpanan energi baterai secara berlebihan.

Di sisi lain, lampu LED menunjukkan tingkat efisiensi konversi energi listrik ke cahaya yang paling optimal dengan konsumsi daya terendah, yaitu hanya sebesar 4,98 W pada penarikan arus 0,42 A. Tingkat konsumsi daya lampu LED ini tercatat sekitar seperempat dari konsumsi daya lampu UV dan hampir sepertujuh dari lampu pijar. Sementara itu, lampu UV berada pada posisi moderat dengan konsumsi daya sebesar 8,02 W dan penarikan arus 0,67 A.

Perbedaan profil konsumsi daya ini menjadi parameter krusial dalam perancangan manajemen energi berbasis IoT. Penggunaan beban dengan daya tinggi seperti lampu pijar dapat mempercepat pengosongan baterai 12 V, terutama saat potensi kecepatan angin rendah. Oleh karena itu, pemilihan antara lampu LED dan lampu UV perlu mempertimbangkan keseimbangan antara ketersediaan pasokan daya terbarukan dari PLTB dan tingkat efektivitas penangkapan hama di lapangan.

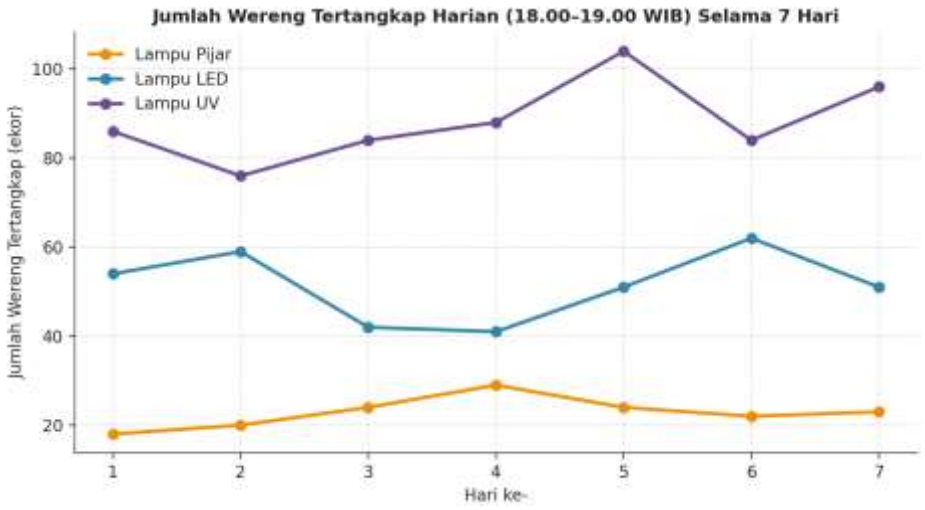
DOI: https://doi.org/10.69693/ijmst.v5i1.14526
Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

3.2 Efektivitas Penangkapan Wereng Batang Coklat

Tabel 2 menyajikan jumlah wereng batang coklat yang tertangkap setiap hari selama 7 hari pengujian untuk masing-masing jenis lampu.

Tabel 2. Jumlah Wereng Batang Coklat Tertangkap Selama 7 Hari Pengujian (Pukul 18.00–19.00 WIB)

Hari ke-	Lampu Pijar (ekor)	Lampu LED (ekor)	Lampu UV (ekor)
1	18	54	86
2	20	59	76
3	24	42	84
4	29	41	88
5	24	51	104
6	22	62	84
7	23	51	96
Total 7 Hari	160	360	618
Rata-rata/Hari	22,86	51,43	88,29



Gambar 2. Grafik Jumlah Wereng Tertangkap Harian Selama 7 Hari Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian lapangan yang direkam pada Tabel 2 dan Gambar 2, terlihat pola efektivitas tangkapan yang konsisten selama 7 hari pengamatan. Lampu UV secara signifikan menunjukkan tingkat daya tarik tertinggi terhadap hama wereng dengan total tangkapan mencapai 618 ekor dan rata-rata 88,29 ekor/hari. Performa ini diikuti oleh lampu LED yang mencatatkan total tangkapan sebesar 360 ekor dengan rata-rata 51,43 ekor/hari. Sementara itu, lampu pijar menghasilkan performa penangkapan paling rendah, yaitu hanya sebesar 160 ekor selama periode pengujian dengan rata-rata 22,86 ekor/hari.

DOI: https://doi.org/10.69693/ijmst.v5i1.14526
Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

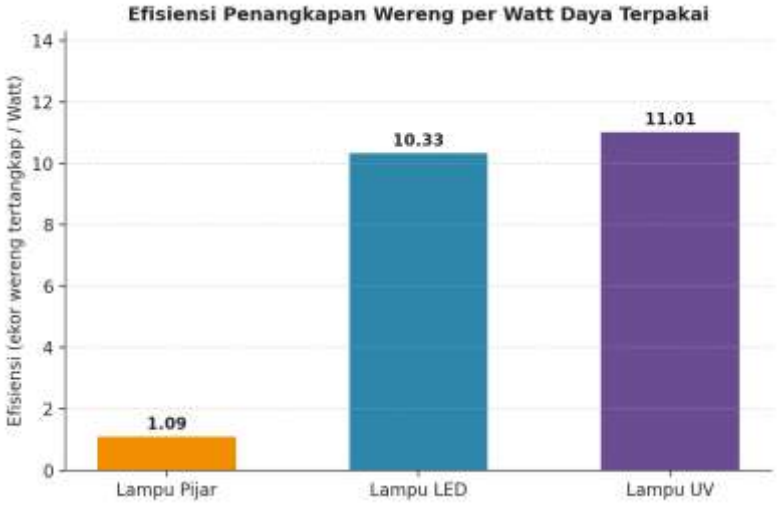
Tingginya tingkat keberhasilan tangkapan pada lampu UV erat kaitannya dengan perilaku biologis wereng batang cokelat yang memiliki sifat fototaksis positif tinggi, terutama terhadap spektrum panjang gelombang ultraviolet. Rentang gelombang ini memberikan respon visual yang paling kuat bagi retina mata serangga jika dibandingkan dengan Spektrum cahaya tampak yang dipancarkan oleh lampu LED maupun lampu pijar. Mendasarkan pada tren grafik harian pada Gambar 2, fluktuasi jumlah tangkapan tetap mempertahankan hierarki yang sama setiap harinya, di mana jumlah tangkapan lampu UV selalu berada pada posisi teratas. Hal ini mengonfirmasi bahwa perbandingan efektivitas antarjenis lampu bersifat stabil dan tidak dipengaruhi oleh variasi kondisi lingkungan harian secara acak.

3.3 Perbandingan Efektivitas dan Efisiensi Tiga Jenis Lampu

Untuk menilai efektivitas ketiga jenis lampu secara lebih komprehensif, jumlah rata-rata wereng tertangkap per hari dibandingkan dengan rata-rata daya listrik yang dikonsumsi, sehingga diperoleh nilai efisiensi dalam satuan ekor per watt, sebagaimana disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Efisiensi Penangkapan Wereng per Watt Daya yang Terpakai

Jenis Lampu	Tangkapan (ekor/hari)	Daya (W)	Efisiensi (ekor/W)
Lampu UV	88,29	8,02	11,01
Lampu LED	51,43	4,98	10,33
Lampu Pijar	22,86	20,96	1,09



Gambar 3. Grafik Efisiensi Penangkapan Wereng per Watt Daya yang Terpakai

Berdasarkan analisis efektivitas penangkapan terhadap konsumsi daya pada Tabel 3 dan Gambar 3, lampu UV mencatatkan nilai efisiensi energi tertinggi sebesar 11,01 ekor/W, diikuti oleh lampu LED yang mencatatkan nilai 10,33 ekor/W. Meskipun nilai efisiensi kedua jenis lampu ini relatif berdekatan, terdapat perbedaan signifikan pada profil konsumsi dayanya. Di sisi lain, lampu pijar hanya mampu menghasilkan efisiensi sebesar 1,09 ekor/W, yang mengonfirmasi bahwa jenis lampu ini sangat tidak efisien dibandingkan dua opsi lainnya.

Tingginya daya tarik lampu UV terhadap wereng batang cokelat (*Nilaparvata lugens*) sejalan dengan sifat fototaksis positif serangga tersebut, yang memiliki sensitivitas visual puncak pada spektrum panjang gelombang ultraviolet. Hal ini menjadikan lampu UV sebagai pilihan utama untuk memaksimalkan jumlah tangkapan hama apabila ketersediaan pasokan daya dari PLTB dan kapasitas penyimpanan baterai berada pada kondisi optimal.

DOI: https://doi.org/10.69693/ijmst.v5i1.14526
Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Sebaliknya, lampu LED terbukti menjadi solusi alternatif yang sangat rasional dan efisien. Meskipun konsumsi dayanya hanya sekitar seperempat dari daya lampu UV (4,98 W berbanding 8,02 W), lampu LED mampu memberikan performa efisiensi per watt (10,33 ekor/W) yang hampir menyamai lampu UV. Karakteristik hemat energi ini membuat lampu LED sangat ideal dioperasikan sebagai mode efisiensi ketika kecepatan angin di lokasi tergolong rendah atau kapasitas baterai 12 V berada pada level kritis.

Sementara itu, lampu pijar terbukti tidak efektif dari sudut pandang konservasi energi maupun kuantitas tangkapan meskipun menawarkan keunggulan berupa kemudahan akuisisi dan harga yang terjangkau. Sebagian besar daya listrik pada lampu pijar terbuang sebagai energi termal, sehingga tidak memberikan kontribusi optimal dalam memikat hama. Oleh karena itu, lampu pijar tidak direkomendasikan untuk digunakan dalam pengembangan sistem perangkap berbasis energi terbarukan lebih lanjut. Secara keseluruhan, temuan kuantitatif ini memberikan panduan strategis bagi Kelompok Tani Desa Pacing dalam menentukan skenario operasi jenis lampu yang paling adaptif terhadap ketersediaan daya PLTB secara *real-time* di lapangan.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang, mengimplementasikan, dan menguji prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) skala kecil berbasis *Internet of Things* (IoT) sebagai sumber daya mandiri dan kontinu untuk sistem perangkap hama wereng pada Kelompok Tani Desa Pacing, Kabupaten Mojokerto. Integrasi mikrokontroler ESP8266 dan sensor INA219 terbukti andal dalam memantau parameter kelistrikan pembangkit secara *real-time*. Berdasarkan hasil pengujian kinerja perangkap, lampu UV mencatatkan performa terbaik dari segi kuantitas tangkapan dan efisiensi energi (88,29 ekor/hari; 11,01 ekor/W). Sementara itu, lampu LED hadir sebagai alternatif yang sangat kompetitif dan efisien (51,43 ekor/hari; 10,33 ekor/W) karena hanya mengonsumsi daya sebesar 4,98 W—sekitar seperempat dari konsumsi daya lampu UV—sehingga sangat ideal dioperasikan pada kondisi potensi angin rendah atau kapasitas baterai terbatas. Sebaliknya, lampu pijar terbukti tidak efektif baik dari aspek konsumsi daya maupun efisiensi tangkapan (22,86 ekor/hari; 1,09 ekor/W), sehingga tidak direkomendasikan untuk skema penerapan *smart farming* berbasis energi terbarukan. Secara praktis, temuan kuantitatif ini memberikan panduan presisi bagi petani dalam menentukan strategi pemilihan jenis lampu perangkap yang adaptif terhadap pasokan daya PLTB di lapangan. Secara akademis, penelitian ini memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan teknologi *smart farming* berbasis energi bersih di tingkat kelompok tani. Pengembangan lanjutan dari kegiatan ini berfokus pada pendaftaran hak kekayaan intelektual (HKI) berupa draf paten prototipe, penyusunan publikasi pada jurnal ilmiah bereputasi, serta peningkatan keandalan teknis sistem agar dapat dioperasikan dan dirawat secara mandiri oleh masyarakat mitra.

Reference

1. Ahmed, S., Marwat, S. N. K., Brahim, G. Ben, Khan, W. U., Khan, S., Al-Fuqaha, A., & Koziel, S. (2024). IoT based intelligent pest management system for precision agriculture. *Scientific Reports*, *14*(1), 31917. https://doi.org/10.1038/s41598-024-83012-3
2. Alimafuad, I. R., & Wildan Jadmiko, M. (2023). Intensitas Serangan Wereng Batang Coklat (Nilaparvata lugens) Pada Beberapa Varietas Tanaman Padi di Kecamatan Kedungadem Kabupaten Bojonegoro. *Berkala Ilmiah Pertanian*, *6*(2), 63. https://doi.org/10.19184/bip.v6i2.37390
3. Arbiyani, F., Filbert, F., & Theo, A. N. (2024). Study of a Remote Wind Resource Assessment System Integrated with Internet of Things. *Journal of Mechanical Engineering Science and Technology (JMEST)*, *8*(1), 215–228. https://doi.org/10.17977/um016v8i12024p215
4. Dhake, R., Warade, S., Zanje, S., Shaikh, R., Bhandare, A., & Yeole, R. (2026). *Advance IoT and Machine Learning Framework for Predictive Maintenance of Small-Scale Wind Turbines* (pp. 233–243). https://doi.org/10.1007/978-3-032-22917-5_18
5. Ilahi, N. A., Musyafiq, A. A., Pradana, M. F., Alimudin, E., Fadlilah, I., Husna, K. S., Nagara, E. S., & Santoso, A. (2025). IoT-Enabled Solar-Powered Pest Control for Rice Agriculture: Monitoring and Efficiency of Light-Based Traps. *Journal of Power, Energy, and Control*, *2*(1), 14–26. https://doi.org/10.62777/pec.v2i1.41
6. Langer, J., Quist, J., & Blok, K. (2021). Review of renewable energy potentials in indonesia and their contribution to a 100% renewable electricity system. *Energies*, *14*(21). https://doi.org/10.3390/en14217033
7. Madduri, K., Hiremath, S., J, L., Chiniwar, D. S., & M H, S. (2025). Environment-friendly experimental solar-powered UV light pest trapping mechanism for open agricultural fields. *Environmental Research Communications*, *7*(3), 035002. https://doi.org/10.1088/2515-7620/adb8a5
8. Mamat, R., Ghazali, M. F., Erdiwansyah, & Rosdi, S. M. (2025). Potential of renewable energy technologies for rural electrification in Southeast Asia: A review. *Cleaner Energy Systems*, *12*(June), 100207. https://doi.org/10.1016/j.cles.2025.100207
9. Mhd bookeri, M. aufa, Masaruddin, M. fitri, Ahmad arif shah, N., Mohd noh, A., Samsuri, N. syakira, Abu bakar, B. hisham, & Khadzir, M. khusairy. (2021). Evaluation of Light Trap System in Monitoring of Rice Pests, Brown Planthopper (Nilaparvata lugens). *Advances in Agricultural and Food Research Journal*, *3*(1). https://doi.org/10.36877/aafrj.a0000187
10. Pambudi, N. A., Firdaus, R. A., Rizkiana, R., Ulfa, D. K., Salsabila, M. S., Suharno, & Sukatiman. (2023). Renewable Energy in Indonesia: Current Status, Potential, and Future Development. *Sustainability (Switzerland)*, *15*(3). https://doi.org/10.3390/su15032342
11. Poojary, R. H., Shetty, P. P., & N, G. V. (2023). Wind Turbine Monitoring System Using IoT. *International Research Journal of*

DOI: https://doi.org/10.69693/ijmst.v5i1.14526
Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Engineering and Technology, *May*, 920–923.
12. Rahmah, M., & Fitriana, N. H. I. (2023). Gerakan Pengendalian Hama Wereng pada Tanaman Padi di Kecamatan Cerme Kabupaten Gresik. *COMSERVA : Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat*, *3*(4), 1339–1345. https://doi.org/10.59141/comserva.v3i4.908
13. Selvaraj, Y., & Selvaraj, C. (2022). Proactive maintenance of small wind turbines using IoT and machine learning models. *International Journal of Green Energy*, *19*(5), 463–475. https://doi.org/10.1080/15435075.2021.1930004
14. Triwidodo, H., Nurmansyah, A., Sartiami, D., Amanatillah, N. E., Meliyana, & Lukvitasari, L. (2024). Ketahanan enam galur padi sawah (Oryza sativa L) terhadap wereng batang coklat (Nilaparvata lugens Stí¥l) asal Patokbeusi, Subang. *Jurnal Entomologi Indonesia*, *20*(3), 240. https://doi.org/10.5994/jei.20.3.240
15. Umam, M. F., Selia, S., Sunaryo, A. F., & Al Asy'ari, M. R. (2022). Energy Storage Applications to Address the Challenges of Solar PV and Wind Penetration in Indonesia: A Preliminary Study. *Indonesian Journal of Energy*, *5*(1). https://doi.org/10.33116/ije.v5i1.110
16. Wang, H., Xiong, B., Zhang, Z., Zhang, H., & Azam, A. (2023). Small wind turbines and their potential for internet of things applications. *IScience*, *26*(9), 107674. https://doi.org/10.1016/j.isci.2023.107674
17. Wang, Z., Qiao, X., Wang, Y., Yu, H., & Mu, C. (2024). IoT-based system of prevention and control for crop diseases and insect pests. *Frontiers in Plant Science*, *15*. https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1323074
18. Wirawan, H., & Gultom, Y. M. L. (2021). The effects of renewable energy-based village grid electrification on poverty reduction in remote areas: The case of Indonesia. *Energy for Sustainable Development*, *62*, 186–194. https://doi.org/10.1016/j.esd.2021.04.006

DOI: https://doi.org/10.69693/ijmst.v5i1.14526
Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)