

Implementasi IoT pada Light Trap untuk Efisiensi Pengendalian Hama Padi Secara Real-Time

Muhammad Raihan¹, Uti Elsyia Ammar Radifan², Firdaus³, Elvira Sukma Wahyuni^{#4}

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang KM 14.5, Sleman, Yogyakarta, Indonesia

¹20524208@students.uii.ac.id

²20524061@students.uii.ac.id

³firdaus@uui.ac.id

⁴elvira.wahyuni@uui.ac.id

Dikirim pada 20-11-2024, Direvisi pada 25-11-2024, Diterima pada 04-12-2024

Abstrak

Penelitian ini mengembangkan prototipe *light trap*, alat perangkap hama padi yang efektif dan ramah lingkungan. Penggunaan *Light Trap* diharapkan dapat mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya yang dapat merusak kesuburan tanah, sehingga memberikan dampak positif bagi lingkungan. Alat ini dirancang berbentuk tiang setinggi 2,5 meter, dilengkapi dua lampu berwarna ungu dan biru, serta wadah penampung hama di bagian bawahnya. *Light Trap* ini menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT) dengan tiga sensor utama: sensor level air, sensor magnet (*hall effect sensor*), dan modul GPS. Sistem dijalankan oleh mikrokontroler ESP32, panel surya sebagai sumber energi, serta koneksi Wi-Fi untuk mendukung sistem IoT. Output sistem meliputi *buzzer* sebagai indikator suara, LED sebagai indikator visual, serta notifikasi melalui aplikasi Telegram untuk pemantauan dan kontrol jarak jauh secara real-time. Dengan teknologi IoT, *Light Trap* ini tidak hanya meningkatkan efisiensi penangkapan hama padi, tetapi juga mendukung kelestarian lingkungan melalui pengurangan penggunaan pestisida. Implementasi IoT memungkinkan alat bekerja secara otomatis dan memberikan pemantauan yang berkelanjutan, sehingga meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam mengendalikan populasi hama padi secara berkelanjutan.

Kata Kunci: Internet of Thing (IoT), Light Trap, Pemantauan Real-Time, Pengendalian Hama Padi, Ramah Lingkungan

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi [CC BY-SA](#).



Penulis Koresponden:

Elvira Sukma Wahyuni

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia, Jl. Kaliurang Km 14.5, Sleman, Yogyakarta

Email: elvira.wahyuni@uui.ac.id

I. PENDAHULUAN

Budidaya tanaman padi (*Oryza sativa* L.) memiliki peranan penting dalam menjaga ketahanan pangan dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat, terutama di negara agraris seperti Indonesia, di mana padi menjadi salah satu bahan pangan pokok sekaligus mata pencaharian bagi sekitar 28% penduduk [1]. Namun, sektor pertanian padi terus menghadapi tantangan besar dalam hal penurunan kualitas dan kuantitas hasil produksi akibat serangan hama yang semakin merugikan. Berbagai jenis hama, seperti wereng, ngengat, walang sangit, dan tikus, dikenal sebagai ancaman utama terhadap budidaya padi di Indonesia [2]. Dari semua jenis hama, wereng (*Nilaparvata lugens*) menonjol sebagai salah satu yang paling merusak dan menjadi perhatian utama petani. Wereng menyerang tanaman dengan mengisap cairan pada jaringan floem,

mengakibatkan kerusakan yang signifikan pada struktur dan kesehatan tanaman, serta mengurangi hasil panen [3].

Selain itu, wereng memiliki tingkat reproduksi tinggi dan kemampuan adaptasi terhadap lingkungan yang membuat pengendaliannya semakin sulit. Data terbaru dari Workshop OPT Pangan MT pada Maret 2023 mengungkapkan bahwa luas lahan yang terdampak serangan wereng mencapai 368 hektar, menempatkan wereng sebagai hama utama yang paling mengancam produktivitas padi di Indonesia [4]. Penggunaan insektisida kimia telah lama menjadi metode utama dalam mengatasi hama ini, namun ketergantungan pada insektisida justru memperburuk masalah karena wereng dapat mengembangkan resistensi terhadap bahan kimia tersebut [5]. Akibatnya, petani seringkali harus meningkatkan dosis insektisida atau mencampur berbagai jenis bahan aktif, yang tidak hanya meningkatkan biaya dan risiko kesehatan, tetapi juga mencemari lingkungan sekitar [6].

Untuk mengatasi masalah ini secara lebih berkelanjutan, diperlukan pendekatan alternatif yang lebih ramah lingkungan. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah *light trap*, yaitu alat perangkap hama berbasis cahaya. Metode ini menarik hama menggunakan sumber cahaya tanpa menggunakan bahan kimia beracun, sehingga tidak mencemari tanah, air, atau udara [7]. Prinsip kerja *light trap* sederhana namun efektif: lampu ditempatkan di tengah sawah pada ketinggian tertentu, yang memancing hama mendekat dan akhirnya terperangkap. Metode ini berpotensi memberikan kontribusi positif terhadap keberlanjutan pertanian padi tanpa merusak ekosistem sekitar.

Meskipun demikian, *light trap* konvensional memiliki beberapa keterbatasan. Ketergantungan pada sumber listrik menjadi tantangan utama karena lokasi alat seringkali jauh dari sumber daya listrik yang memadai. Selain itu, efektivitas cahaya terhadap jenis hama tertentu dapat bervariasi berdasarkan warna atau intensitas cahaya yang digunakan, sehingga memerlukan inovasi lebih lanjut untuk meningkatkan daya tarik perangkap terhadap berbagai jenis hama [8]. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *light trap* berbasis *Internet of Things* (IoT) yang tidak hanya memperbaiki kekurangan ini melalui penggunaan energi surya dan pemantauan jarak jauh, tetapi juga memberikan solusi efektif dan berkelanjutan dalam pengendalian hama padi. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap ketahanan pangan nasional dan praktik pertanian yang lebih ramah lingkungan.

Upaya pengelolaan hama pada tanaman padi telah mengalami perkembangan signifikan, terutama melalui penerapan teknologi berbasis cahaya, energi surya, IoT, dan pendekatan pengendalian terpadu. Penerapan teknologi Light Trap telah menjadi salah satu metode yang efektif dan ramah lingkungan, terutama dengan memanfaatkan energi terbarukan seperti panel surya. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa perangkap cahaya bertenaga surya dapat menarik hama secara efektif dengan memanfaatkan cahaya LED atau cahaya biru ultraviolet, yang terbukti mampu memancing perhatian hama tertentu seperti wereng coklat. Teknologi ini memiliki keunggulan dalam mengurangi penggunaan pestisida kimia, yang sering kali menimbulkan resistensi hama serta berdampak negatif pada ekosistem sekitar [9][10][11].

Integrasi teknologi IoT ke dalam perangkap hama berbasis cahaya semakin meningkatkan efisiensi pengelolaan hama melalui pemantauan dan pengendalian secara real-time. Solusi IoT memungkinkan perangkap hama dioperasikan dan dipantau dari jarak jauh melalui aplikasi yang terhubung pada perangkat Android. Ini sangat bermanfaat bagi petani karena meningkatkan fleksibilitas dalam pemantauan perangkat, khususnya di lahan yang luas atau sulit dijangkau [9][11]. Teknologi ini juga memungkinkan penggunaan GPS untuk memetakan lokasi perangkap secara akurat, membantu petani dalam mengoptimalkan penempatan perangkap untuk hasil yang maksimal. Meskipun demikian, ketergantungan pada koneksi internet yang stabil dan kondisi cuaca yang mendukung masih menjadi tantangan utama bagi solusi ini, terutama di daerah pedesaan yang terbatas akses jaringan dan cenderung memiliki kondisi cuaca variatif [9][11].

Selain itu, penelitian juga menunjukkan bahwa pengelolaan hama terpadu atau Integrated Pest Management (IPM) memberikan alternatif terbaik untuk mengurangi dampak negatif pestisida kimia. Pendekatan IPM ini mengkombinasikan metode pengendalian biologis dengan penggunaan predator alami, parasitoid, dan biopestisida untuk menjaga populasi hama pada tingkat yang tidak merusak tanpa menimbulkan dampak lingkungan yang signifikan. Dengan pendekatan ini, petani dapat mengurangi penggunaan pestisida konvensional yang berpotensi mencemari lingkungan dan mengganggu kesehatan manusia [12]. Selain itu, teknik IPM yang memanfaatkan biopestisida serta metode penanaman perangkap untuk mengalihkan hama dari tanaman utama juga telah diusulkan sebagai solusi yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan [12].

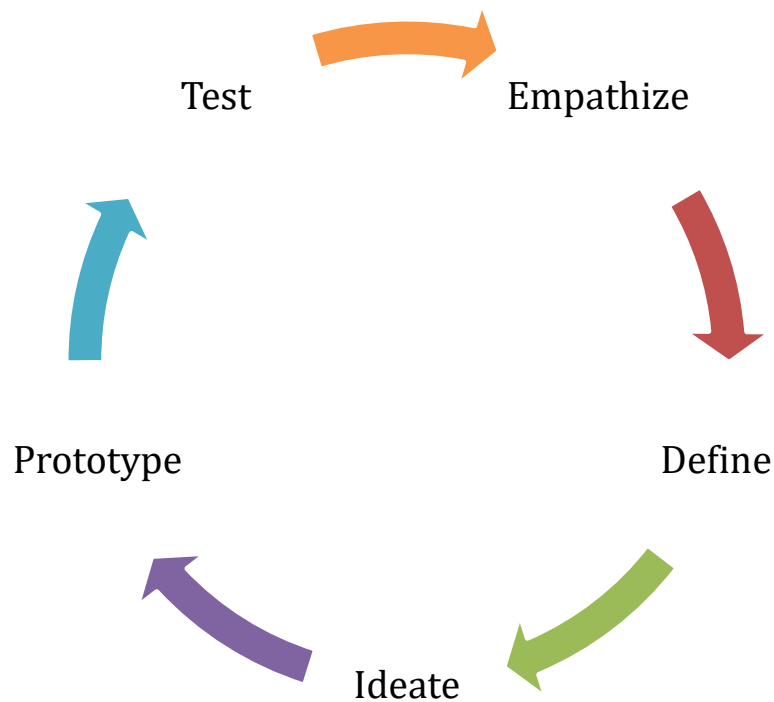
Namun demikian, penerapan teknologi canggih seperti sensor PIR untuk mendeteksi gerakan hama dan perangkat pengusir hama berbasis energi surya masih terbatas dalam efektivitasnya terhadap jenis hama tertentu, seperti burung dan tikus. Sementara itu, metode yang menggunakan sensor dan cahaya dalam perangkat pengendalian hama memerlukan biaya instalasi dan pemeliharaan yang cukup tinggi, terutama

dalam menjaga kestabilan daya dari panel surya pada kondisi cuaca mendung atau hujan [10][13]. Meski begitu, teknologi ini tetap menawarkan keuntungan ekologis yang signifikan, karena sepenuhnya mengandalkan sumber energi terbarukan [10][13].

Secara keseluruhan, literatur menunjukkan bahwa perpaduan teknologi berbasis cahaya dan IoT dengan metode IPM yang komprehensif dapat menjadi pendekatan yang efektif dan berkelanjutan untuk mengelola hama pada tanaman padi. Pendekatan ini tidak hanya mengurangi ketergantungan pada pestisida, tetapi juga mendukung keberlanjutan lingkungan dan ketahanan pangan jangka panjang. Bagi petani, solusi ini menawarkan keuntungan dari segi operasional dan ekologis, walaupun penerapannya membutuhkan dukungan dari segi infrastruktur dan pemeliharaan yang memadai untuk mencapai hasil yang optimal.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengadopsi pendekatan *Design Thinking* yang terdiri dari lima tahapan utama yaitu *Empathize*, *Define*, *Ideate*, *Prototype*, dan *Test* ditunjukkan pada Gambar 1. Dalam setiap tahapan, dilakukan evaluasi untuk memahami kebutuhan pengguna, mengidentifikasi masalah, merancang solusi, serta menguji dan mengevaluasi performa alat. Berikut adalah tahapan-tahapan yang diadaptasi untuk penelitian ini.



Gambar 1. Alur *Design Thinking*

A. *Empathize*

Pada tahap ini, dilakukan pengumpulan data dan wawancara dengan petani untuk memahami kebutuhan mereka terkait dengan sistem monitoring dan pengendalian hama menggunakan alat berbasis energi terbarukan. Pengamatan dan analisis dilakukan untuk mengidentifikasi masalah yang ada dan

mencari solusi yang tepat untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas alat, pada tahapan ini kami mewawancarai pentani pada di desa Tanjung Rejo, Kabupaten Purwo Rejo, Provinsi Jawa Tengah.

B. Define

Tahap ini berfokus pada perumusan permasalahan yang harus diselesaikan berdasarkan data yang telah dikumpulkan. Beberapa masalah yang diidentifikasi antara lain adalah pengelolaan energi, pengukuran volume air, akurasi sensor, dan kecepatan transmisi data.

C. Ideate

Pada tahap ideasi, tim merancang konsep alat yang dapat menangani permasalahan yang ada, seperti sistem pemantauan volume air, sistem pengisian daya melalui panel surya, dan sistem keamanan berbasis sensor. Konsep-konsep desain ini difokuskan untuk menghasilkan solusi yang sederhana, efisien, dan dapat digunakan di lapangan.

D. Prototype

Prototipe alat dikembangkan berdasarkan hasil ideasi. Alat ini mencakup berbagai komponen seperti **panel surya, sensor water level, sistem pengisian daya, sistem keamanan**, serta **sistem IoT** untuk monitoring data. Prototipe diuji dalam kondisi nyata, yaitu di sawah, untuk mengevaluasi kinerja alat dalam menjalankan fungsinya. Selama tahap ini, dilakukan beberapa pengujian performa yang telah dirancang untuk mengevaluasi kinerja sistem. Berikut adalah beberapa evaluasi pengukuran kinerja yang dilakukan selama pengujian prototipe.

E. Test

Pada tahap pengujian, dilakukan evaluasi untuk mengetahui kinerja alat dalam kondisi nyata. Pengujian dilakukan di sawah dengan menguji berbagai komponen dan sistem alat. Evaluasi ini melibatkan pengukuran performa dari beberapa aspek sebagai berikut,

1. Konsumsi dan Pengisian Daya Baterai melalui Panel Surya

Pengoperasian alat bersumber dari baterai 12V 50Ah yang disuplai oleh panel surya 120Wp. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana panel surya mampu mengisi daya baterai untuk memenuhi kebutuhan alat. Rumus yang digunakan untuk menghitung efisiensi dan daya keluaran panel surya ditunjukkan pada (1)(2) dan (3).

Efisiensi Baterai

$$Efisiensi\ Baterai(\%) = \left(\frac{Discharge\ Energy}{Charge\ Energy} \right) \times 100 \quad (1)$$

Di mana *Discharge Energy* adalah energi yang dilepaskan baterai dan *Charge Energy* adalah energi yang diterima dari panel surya.

Waktu Pengisian (Charging Time)

$$t(jam) = \frac{Kapasitas\ Baterai\ (Ah)}{Arus\ dari\ Panel\ Surya\ (A)} \quad (2)$$

Daya Keluaran Panel Surya

$$P(W) = V(Volt) \times I(Ampere) \quad (3)$$

2. Sistem Monitoring Volume Air pada Wadah

Pengujian volume air dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor water level dengan volume air yang terukur secara manual. Akurasi dan eror pembacaan sensor water level dihitung menggunakan (4) dan (5).

Error Pembacaan Sensor Water Level

$$Error = \left(\frac{Hasil\ Ukur\ Sensor - Hasil\ Sebenarnya}{Hasil\ Sebenarnya} \right) \times 100\% \quad (4)$$

Akurasi Sensor Water Level

$$Akurasi\ Sensor = 100\% - Error \quad (5)$$

3. Kecepatan Transmisi Data dan Latensi Notifikasi

Kecepatan transmisi data dan latensi notifikasi diuji dengan mengukur kecepatan internet yang digunakan untuk mentransmisikan data melalui sistem IoT. Pengujian ini dilakukan dengan mengukur kecepatan unduh dan unggah serta latensi menggunakan aplikasi OOKLA dan SIM card Telkomsel pada modem MiFi. Rumus yang digunakan untuk menghitung kecepatan internet menggunakan (6) dan (7).

Kecepatan Internet (Mbps)

$$Kecepatan\ Internet\ (Mbps) = \frac{Kecepatan\ Transmisi\ (bit)}{Waktu\ (detik)} \quad (6)$$

Latensi Notifikasi (ms)

$$Latensi(ms) = \frac{Waktu\ Penerimaan - Waktu\ Pengirim}{Jumlah\ Pengujian} \quad (7)$$

4. Akurasi Pembacaan Waktu pada Lampu

Pengujian akurasi pembacaan waktu dilakukan dengan membandingkan waktu yang diprogram dengan waktu yang dicatat pada ponsel yang disinkronkan dengan GPS. Rumus yang digunakan untuk menghitung error waktu adalah (8).

Akurasi Waktu Sistem Otomatis

$$Error\ Waktu = \left(\frac{Waktu\ yang\ Diprogram - Waktu\ yang\ tercatat\ oleh\ ponsel}{Waktu\ yang\ diprogram} \right) \times 1 \quad (8)$$

5. Analisis Jumlah Hama yang Tertangkap dari Waktu ke Waktu

Efektivitas alat dalam menangkap hama dihitung berdasarkan jumlah hama yang terperangkap dalam wadah. Efektivitas alat dihitung dengan rumus (9).

Efektivitas Menangkap Hama

$$Efektivitas = \frac{Jumlah\ Hama\ Tertangkap}{Jumlah\ Hama\ yang\ Diharapkan} \times 100\% \quad (9)$$

6. Analisis Data

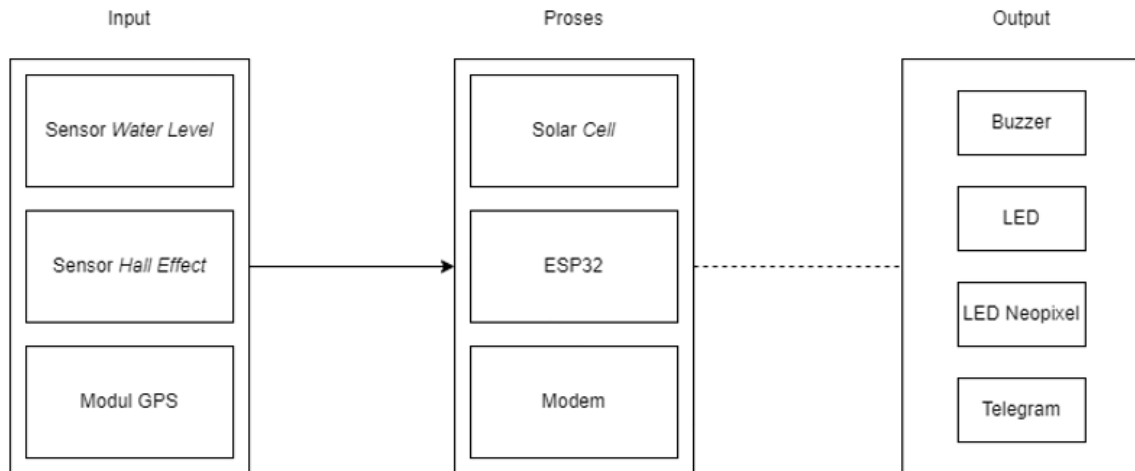
Data yang diperoleh dari pengujian alat akan dianalisis menggunakan metode statistik deskriptif untuk menggambarkan hasil pengujian alat dan mengevaluasi kinerja sistem secara keseluruhan. Analisis ini akan memberikan informasi mengenai efisiensi pengisian daya, akurasi sensor, serta kecepatan transmisi data, yang akan digunakan untuk memperbaiki desain dan meningkatkan kinerja alat pada tahap berikutnya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Rancangan Sistem

Pada hasil rancangan sistem Light Trap menggunakan dua sistem utama yakni hardware serta user interface berbasis aplikasi telegram yang dapat digunakan oleh pengguna untuk mengetahui status pada alat. Gambar 2 menunjukkan tahapan input, proses dan output pada sistem. *General design* pada Light Trap meliputi tiga proses utaman yaitu *input*, pengolahan data, dan *output*. *Input* pada sistem berupa pemicu sensor yang digunakan pada sistem seperti *sensor water level*, *sensor hall effect*, dan modul GPS. Sementara itu, proses merupakan pengolahan data yang didapat dari sensor dan juga NTP (network time protocol) yang kemudian diolah pada mikrokontroler ESP32. Sedangkan *output* terdiri dari beberapa komponen seperti buzzer yang akan berbunyi, LED yang menyala sebagai indikator sistem, dan lampu LED neopixel

berfungsi sebagai keluaran apabila pembacaan data dari sensor sudah diolah melalui, dan aplikasi telegram yang memberikan informasi secara *real time* kepada pengguna



Gambar 2. Input, proses dan output sistem

Gambar 3 memperlihatkan hasil perancangan sistem secara utuh. Desain lampu perangkap hama padi (*Light Trap*) yang terlihat pada gambar menggunakan panel surya di bagian atas untuk sumber energi terbarukan, menghilangkan kebutuhan akan penggantian sumber daya listrik. Lampu perangkap ini memiliki desain yang portabel, memungkinkan petani untuk memindahkan alat sesuai kebutuhan di lahan sawah. Bagian lampu berwarna biru dan ungu sesuai dengan waktu operasional yang telah ditentukan, untuk menarik perhatian serangga untuk masuk ke dalam perangkap. Wadah di bagian bawah mengumpulkan hama yang tertarik oleh cahaya, dan saat wadah penuh, sistem akan memberikan pemberitahuan kepada pengguna melalui smartphone. Kotak panel yang terletak di bawah alat dilengkapi dengan sensor *hall effect* untuk menjaga keamanan sistem di dalamnya. Desain ini mendukung praktik pertanian berkelanjutan dan efisien dengan memanfaatkan teknologi IoT dan energi surya.



Gambar 3. Hasil Rancangan *Light trap*

B. Hasil Pengukuran Konsumsi dan Pengisian Daya Baterai

Pengukuran konsumsi daya baterai dilakukan saat malam hari, yakni saat lampu LED menyala. Sementara pengisian daya baterai dilakukan pada siang hari. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan multimeter untuk mengukur arus dan tegangan yang mengalir lalu membandingkannya dengan nilai yang tertera pada SCC. Tabel 1 memperlihatkan hasil dari pengukuran konsumsi dan pengisian daya pada baterai.

Table I. PENGUJIAN BEBAN PADA BATERAI

Pukul (WIB)	Tegangan baterai diSCC (V)	Tegangan bateraiterukur (V)	Arus Baterai ke Beban(mA)
17.00	12,9	13,1	144,6
19.00	12,7	13,0	142,8
21.00	12,8	13,1	143,8
23.00	12,9	12,9	141,3
01.00	12,8	12,9	142,2

Berdasarkan perhitungan waktu *charging* pada persamaan (2) didapatkan lama total *charging* yaitu 8 jam 48 menit. Dari persamaan (1) dan (3) didapatkan total beban untuk satu hari sebesar 198,752 Wh, dengan efisiensi baterai bernilai sebesar 59,4 %. Melalui hasil perhitungan yang diperoleh, didapat juga estimasi ketahanan baterai yakni 206,25 jam atau 8 hari 14 jam.

C. Hasil uji sistem monitoring volume air pada wadah

Pengukuran level air dilakukan untuk mendeteksi peningkatan volume air setelah terisi hama. Pengukuran menggunakan *sensor water level* yang diletakkan di wadah, yang mana bagian dari *sensor water level* akan terendam air saat volume air di wadah semakin bertambah. Pada Tabel 2 memperlihatkan hasil pengujian pada *sensor water level*.

Table II. PENGUJIAN BEBAN PADA BATERAI

Bagian sensor terendam air	Hasil Terbaca	Akurasi Sensor
0%	0%	100%
25%	34%	64%
50%	58%	84%
75%	72%	96%
100%	100%	100%

Berdasarkan hasil pengujian seperti yang tertera pada tabel diketahui bahwa water level sensor telah diukur di berbagai ketinggian air pada wadah. Hasilnya diketahui bahwa akurasi sensor berkisar antara 64% sampai 100%, dengan nilai akurasi rata-rata dari lima kali percobaan sebesar 88%, tetapi hasil pembacaan sensor juga kadang memiliki pembacaan yang fluktuatif karena banyak faktor yang mempengaruhi yakni kemiringan wadah, angin, embun dan lain sebagainya.

D. Hasil Uji Sistem Keamanan

Hasil pengujian ketepatan waktu kinerja sistem keamanan dihitung mulai dari terpicunya sensor *Hall effect* magnet pada pintu sampai bekerjanya output alarm berupa buzzer, LED neopixel dan notifikasi. Pada Tabel 3 menunjukkan pengujian dari sensor *hall effect* yang terdapat pada kotak panel.

Table III. PENGUJIAN SISTEM KEAMANAN

Besaran Jarak	Buzzer	LED Neopixel	Notifikasi
0 cm	mati	mati	Tidak mengirim
1 cm	mati	mati	Tidak mengirim
2 cm	mati	mati	Tidak mengirim
3 cm	nyala	nyala	mengirim
4 cm	nyala	nyala	mengirim

Percobaan dilakukan dengan membuka pintu pada kotak panel instrumen dengan jarak 0 cm, 1 cm, dan 2 cm, dari percobaan tersebut diketahui bahwa sensor masih belum membaca bahwa magnet berada jauh dari

sensor. Namun pada pengujian berikutnya yaitu saat pintu kotak panel instrumen dibuka dengan jarak 3 cm dan 4 cm sensor sudah membaca bahwa keberadaan magnet jauh dari sensor hall effect.

E. Hasil uji kecepatan transmisi data & latensi notifikasi

Pada bagian pengujian ini, dilakukan uji coba untuk mengukur kecepatan pengiriman dan penerimaan data oleh sistem *light trap* serta latensi notifikasi yang dikirimkan ke telegram. Pengujian ini dilakukan sebanyak lima kali pada dua skenario yakni dengan sumber internet dan MiFi *smartphone* yang terpasang pada SIM. Tabel 4 memperlihatkan hasil dari pengujian kecepatan transmisi data dan latensi pada notifikasi telegram.

Ping/Latency (ms)	Upload (Mbps)	Download (Mbps)	Delay notifikasi (s)
32	11,6	19,0	1,66
63	7,68	4,37	1,47
71	16,7	18,9	2,19
15	2,74	3,06	2,38
25	19,0	9,24	1,16

Pengujian kecepatan internet dilakukan melalui ponsel menggunakan aplikasi Ookla yang terkoneksi ke MiFi dengan provider Telkomsel Orbit. Tes dilakukan di dua tempat berbeda yakni di sawah kawasan Kabupaten Bantul dan salah satu Kos di Jalan Kaliurang KM 7 Kabupaten Sleman. Pada percobaan terlihat hasil pengukuran ping, upload, download dan delay notifikasi memiliki nilai yang bervariasi, hal ini terjadi karena beberapa faktor antara lain jenis provider yang digunakan, kapabilitas BTS terdekat, kepadatan penduduk di wilayah setempat, server yang dipilih untuk pengujian, hingga spesifikasi perangkat yang digunakan.

F. Hasil Uji Ketepatan Sinkronisasi Waktu di NTP

Network Time Protocol menjadi acuan dalam penentuan waktu kinerja alat yakni waktu menyala, padam dan pergantian warna lampu. Pada percobaan kami menguji mencocokkan dengan *smartphone* yang menggunakan sinkronisasi dengan *Global Positioning System* (GPS) sehingga mendapatkan data waktu setempat (WIB). Pada Gambar 4 memperlihatkan dari kinerja NTP yang sudah sangat akurat bagi lampu pada *light trap*.



Gambar 4. Pengujian NTP pada pergantian lampu

Pada pengujian ketepatan waktu *Network Time Protocol* (NTP) yang digunakan pada alat dilakukan dengan membandingkan dengan waktu yang terdapat pada ponsel dengan sinkronisasi yang menggunakan data GPS untuk menentukan waktu setempat. Percobaan dilakukan saat lampu Light Trap akan berhenti menyala yang diprogram untuk padam pukul 07.00 WIB, didapat perbedaan pembacaan waktu dari kedua sistem pewaktu relatif sama karena dapat dilihat pada pukul 06:59:59 WIB lampu pada Light Trap masih menyala lalu tepat pada pukul 07:00:00 WIB lampu padam sesuai program yang dibuat.

G. Hasil uji penangkapan hama pada wadah

Efektivitas penangkapan hama dapat terlihat secara visual pada permukaan air di wadah, tetapi hasil penangkapan yang dihasilkan alat bergantung pada beberapa faktor, antara lain musim, lokasi sawah, polusi cahaya, dan cuaca. Pada pengujian pertama, percobaan dilakukan di daerah sawah Tanjungrejo, Purworejo, dari pukul 18.00 WIB hingga 06.00 WIB. Percobaan ini dilakukan bukan pada musim hama padi, namun cuaca serta pencahayaan di lokasi tersebut tidak menjadi masalah. Percobaan dilengkapi dengan penggunaan lampu berwarna ungu dan biru yang ditempatkan secara terpisah serta menggunakan air yang dicampur oli. Pada percobaan tersebut, didapatkan hasil yang efektif dalam menarik hama mendekati ke lampu. Pada pukul 18.00 WIB hingga 23.00 WIB, lampu berwarna ungu menarik banyak hama ke wadah, sedangkan lampu berwarna biru menarik hama sekitar pukul 23.00 WIB hingga 06.00 WIB. Hasil ini menunjukkan bahwa penangkapan selama semalam sangat efektif dalam menarik hama mendekati ke lampu. Meskipun tidak banyak, beberapa hama tertangkap dalam wadah berisi air yang dicampur oli.

Pada pengujian kedua berlokasi di salah satu sawah Kawasan Bantul, Yogyakarta. Pada saat pengujian ini, musim wereng sedang tidak terjadi dan menurut warga sekitar, tidak banyak hama padi jenis wereng atau serangga lainnya yang menyerang sawah di sana. Selain itu, penerangan di sawah tersebut cukup terang, sehingga perhatian hama tidak hanya terfokus pada *light trap*. Namun, penangkapan ini tetap dapat dianggap efektif meskipun tidak banyak hama yang tertangkap pada pengujian yang dimulai dari pukul 17.00 WIB hingga 07.00 WIB. Pengujian ini dilakukan hanya selama satu malam, namun masih terdapat beberapa hama padi yang tertangkap. Dengan demikian, dapat dipastikan bahwa hama tidak dapat memenuhi wadah dalam satu hari, sehingga pergantian air tidak perlu dilakukan terlalu sering.

Dari dua kali pengujian tersebut, dapat dianalisis bahwa penggunaan *light trap* sangat efektif dalam menarik hama padi dibandingkan dengan menggunakan bahan kimia yang tidak ramah lingkungan. Berikut adalah gambar dari pengujian pertama dan kedua. Pada Gambar 5 menunjukkan hasil penangkapan dari dua pengujian yang dilakukan di sawah Purworejo dan Bantul.



Gambar 5. Perbandingan dua percobaan

IV. KESIMPULAN

Penelitian berhasil menciptakan alat penangkap hama padi yang efektif, aman, dan ramah lingkungan dengan memanfaatkan panel surya sebagai sumber energi. Meski beberapa spesifikasi sistem mengalami penyesuaian selama proses pengembangan, perubahan tersebut dilakukan untuk meningkatkan performa dan fungsionalitas alat agar lebih sesuai dengan kebutuhan lapangan. Proses penyesuaian ini mencerminkan dinamika dalam pengembangan teknologi, yang membutuhkan inovasi dan penyesuaian berkelanjutan guna mencapai hasil yang optimal. Penggunaan panel surya juga memberikan keuntungan dalam mengurangi ketergantungan pada sumber listrik konvensional dan biaya operasional, sekaligus mendukung keberlanjutan lingkungan. Sistem IoT berbasis kontrol dan monitoring jarak jauh yang diterapkan dalam alat ini menambah nilai fungsionalitas dan kenyamanan bagi pengguna, memungkinkan pemantauan berkelanjutan tanpa harus berada di lokasi. Meskipun demikian, beberapa aspek kinerja alat ini masih dapat ditingkatkan, seperti efektivitas penangkapan hama, akurasi sensor level air, serta kapasitas baterai untuk

memungkinkan operasi non-stop selama 24 jam. Tantangan tersebut muncul karena keterbatasan waktu uji coba, kendala dalam menemukan sensor level air yang tepat, serta biaya baterai yang cukup tinggi. Oleh karena itu, disarankan untuk menyediakan baterai cadangan untuk meningkatkan daya tahan alat. Secara keseluruhan, alat ini sudah sangat efektif dan hanya memerlukan beberapa perbaikan untuk mencapai performa yang optimal. Riset lanjutan diperlukan untuk memperpanjang waktu percobaan, meningkatkan teknologi sensor, dan menemukan solusi baterai yang lebih efisien. Alat ini berhasil memenuhi aspek penting dalam pengembangan teknologi yang ramah lingkungan dan menawarkan manfaat signifikan bagi sektor pertanian, menjadikannya contoh inovatif penerapan teknologi hijau dalam praktik pertanian yang lebih berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Departemen Pertanian Indonesia, "Statistik Pertanian 2023," 2023.
- [2] Hasanuddin, et al., "Pengaruh Hama terhadap Produktivitas Padi," *Jurnal Pertanian*, vol. 10, no. 2, pp. 23-30, 2021.
- [3] R. Iskandar, et al., "Studi Kerusakan Akibat Hama Wereng pada Tanaman Padi," *Agricultural Science Journal*, vol. 8, pp. 45-52, 2020.
- [4] Workshop OPT Pangan MT, "Laporan Serangan Hama Nasional," 27-30 Maret 2023.
- [5] Setiawan, Y. dan H. Putri, "Resistensi Hama Wereng Terhadap Insektisida di Jawa Barat," *Journal of Environmental Biology*, vol. 15, no. 3, pp. 110-118, 2022.
- [6] Kementerian Lingkungan Hidup, "Dampak Penggunaan Insektisida terhadap Kesehatan dan Lingkungan," 2021.
- [7] Rahmawati, S., "Pemanfaatan Light Trap dalam Pengendalian Hama Padi," *Agrotechnology Journal*, vol. 9, pp. 112-120, 2020.
- [8] Nugroho, A., et al., "Efektivitas Light Trap Berbasis IoT untuk Pengendalian Hama," *Smart Agriculture Journal*, vol. 12, no. 4, pp. 88-96, 2023.
- [9] P. Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi, "Diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan pada."
- [10] H. Padi dkk., "Light Trap Lampu LED Sebagai Penjebak," vol. 2, no. 1, hlm. 10–19, 2022.
- [11] A. P. Yudha, D. Riyanto, M. Muhsin, dan H. Artikel, "Rancang Bangun Alat Pengendali Hama Wereng Pada Padi Berbasis Cahaya Lampu dan Dapat di Monitoring Melalui Android," *Digital Transformation Technology (Digitech) | e*, vol. 3, no. 1, 2023.
- [12] N. Alifia, A. Nizar, dan B. Sawitri, "Pengaruh penggunaan insect Light Trap tenaga surya dalam pengendalian hama wereng batang coklat pada tanaman padi," *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, vol. 15, no. 2, hlm. 80–83, Sep 2022.
- [13] J. Lintar Balle dkk., "Implementasi alat pengusir hama sawah dengan cara tradisional dan modern bertenaga surya menggunakan sensor PIR berbasis Android" *Indonesian Journal of Science*, Vol.2, no.3, pp. 129-140, 2021.