

Sistem Pendeteksi Hama Wereng pada Tanaman Padi Menggunakan Sensor ADXL335 Berbasis Gelombang Radio dan *Light Trap*

Junita Insyirah Nur Huwaida, Ayu Kirani Azzahra, Menik Ariani, Erry koriyanti, Ari Hayati, Khairul Saleh, Assaidah *

Program Studi Pasca Sarjana Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 28 Oktober 2025
Direvisi: 10 November 2025
Diterima: 9 Januari 2026

Kata kunci:

Detektor Hama
Notifikasi Telegram
Perangkap Cahaya
Sensor ADXL335

Keywords:

Pest Detector
Telegram Notification
Light Trap
ADXL335 Sensor

Penulis Korespondensi:

Assaidah
Email: assaidah@unsri.ac.id

ABSTRAK

Smart Irrigation System telah dirancang dan diimplementasikan dengan memanfaatkan metode *Alternate Wetting and Drying* (AWD) dan sensor ultrasonik untuk membantu petani memantau serta menjaga ketinggian air di lahan sawah agar sesuai kebutuhan padi. Sistem akan mengirim notifikasi *WhatsApp* ketika ketinggian air melebihi 15 cm di atas permukaan tanah. Hasil kalibrasi sensor menunjukkan *error* sebesar 0% dan linieritas sensor dengan meteran bernilai 1,0 yang menandakan sensor bekerja dengan akurat. Pengujian laboratorium dilakukan pada tiga kondisi air, yaitu 15 cm di bawah permukaan tanah, tepat 15 cm di atas permukaan tanah, dan lebih dari 15 cm. Kondisi ini sesuai untuk kriteria ketinggian air yang baik melalui penggunaan metode AWD. Komunikasi antara *transmitter* dan *receiver* menggunakan ESP-NOW dan berjalan stabil. Sistem berhasil menginstruksikan katup solenoid untuk membuka ketika air berada di bawah 15 cm dan menutup ketika mencapai 15 cm. Penundaan sekitar 7 detik terjadi saat solenoid membuka karena jenis *Normally Closed* (NC) membutuhkan arus tinggi. Saat air melebihi 15 cm, sistem mengirim notifikasi kepada petani untuk melakukan pengurasan. Hasil uji lapangan menunjukkan pembacaan ketinggian air 25 cm sesuai dengan alat ukur referensi dan berhasil memberikan peringatan yang akurat agar petani menghidupkan pompa hingga tinggi muka air kembali ke kondisi ideal.

One of the strategies issues that determines the success of a rice crop is how to eradicate pests without using chemicals. Conventional pest control generally uses pesticides that can cause pest resistance, increase production costs, and risk environmental pollution. This study proposes an early detection system for planthopper pests based on the ADXL335 accelerometer sensor to detect vibrations or abnormal movements in rice stalks. Vibration data detected by the ADXL335 is processed together with wind speed data from the Anemometer Sensor to distinguish between vibrations caused by pests and vibrations from wind gusts. If a pest anomaly is detected, the system will automatically activate a Light Trap to physically capture the pests. Furthermore, real-time notifications are also sent to farmers via radio waves via the Telegram short message service. This system is expected to reduce dependence on pesticides, save costs, and support the government's agenda of modernizing agriculture to maintain national food security.

Copyright © 2026 Author(s).

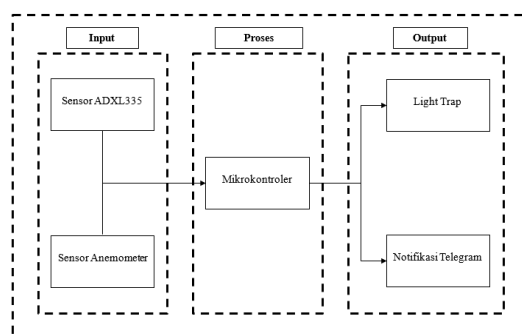
I. PENDAHULUAN

Ketahanan pangan nasional menjadi isu penting sehingga masalah penting seperti serangan hama wereng yang dapat menyebabkan kerugian hasil panen padi terlihat seperti terbakar (*hopper burn*) harus diatasi (Iswanto et al., 2016; Nuraisyah et al., 2025). Pendekatan konvensional dengan pestisida menciptakan masalah baru, yaitu resistensi hama, peningkatan dosis, tingginya biaya operasional dan dampak buruk lainnya terhadap lingkungan dan kesehatan (Rifki Akbar Fauzi et al., 2024; Agusdian et al., 2012). Untuk mendukung visi Indonesia sebagai lumbung pangan dunia, diperlukan inovasi *smart farming* yang mampu memantau dan mengendalikan hama secara efektif, efisien dan ramah lingkungan (Mulyani & Agus, 2018; AR et al., 2023).

Salah satu solusi yang dikembangkan adalah penggunaan perangkat cahaya atau lebih dikenal sebagai *light trap*. Penelitian terdahulu telah menunjukkan efektivitas *light trap* dalam mengurangi populasi hama. Studi yang dilakukan oleh (Yudha et al., 2023) yang merancang alat pendeteksi hama pada padi berbasis *light trap* dan android menunjukkan bahwa hama wereng sangat sensitif terhadap cahaya putih dibandingkan dengan cahaya dengan warna lain. Penelitian lain terkait *light trap* juga diterapkan di daerah Ngawi untuk membasmi hama di kebun Bawang Merah (Susilo et al., 2023). Tahun 2024, riset yang dilakukan oleh (Raihan et al., 2024) mengembangkan prototipe *light trap* berbasis teknologi IoT dimana sistem terdiri dari tiga sensor utama, yakni sensor level air, sensor magnet (*hall effect sensor*), dan modul GPS. Di lokasi berbeda, penelitian sejenis yang dilakukan oleh (Hidayati et al., 2024) membuat *light trap* menggunakan *tracker solar panel* dan sensor LDR untuk pengendali otomatis.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pendeteksi dini hama wereng pada tanaman padi berbasis sensor getaran ADXL445 untuk mengenali aktivitas hama dan secara otomatis menyalakan *light trap* hama terdeteksi. Sejauh pengetahuan penulis, belum ada detektor hama menggunakan sensor tersebut dikombinasikan dengan perangkat cahaya sebagai aktuator sensor. Sistem ini juga dirancang untuk mengirim notifikasi *real-time* melalui aplikasi Telegram kepada petani lewat koneksi internet berbasis Arduino dan NodeMCU ESP8266. Meskipun riset oleh (Raihan et al., 2024) telah menunjukkan keberhasilan kendali *light trap* berbasis IoT, namun sensor yang dipakai berbeda dari penelitian ini dimana kombinasi dari Sensor ADXL335 dan sensor kecepatan angin (anemometer) difungsikan agar tidak terjadi *false alarm*. Hal ini dimaksudkan agar getaran yang terbaca sensor ADXL335 adalah benar berasal dari pergerakan hama Wereng bukan karena pergerakan oleh angin. *Light trap* dengan lampu LED berwarna biru dan RTC akan diaktifkan jika sistem memutuskan terdapat getaran akibat pergerakan hama dan notifikasi dikirim kepada petani sebagai *user*.

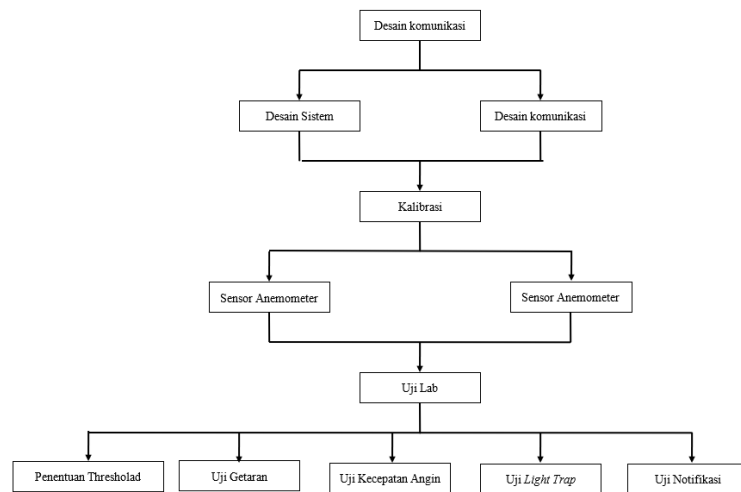
II. METODE



Gambar 1 Diagram Blok Sistem

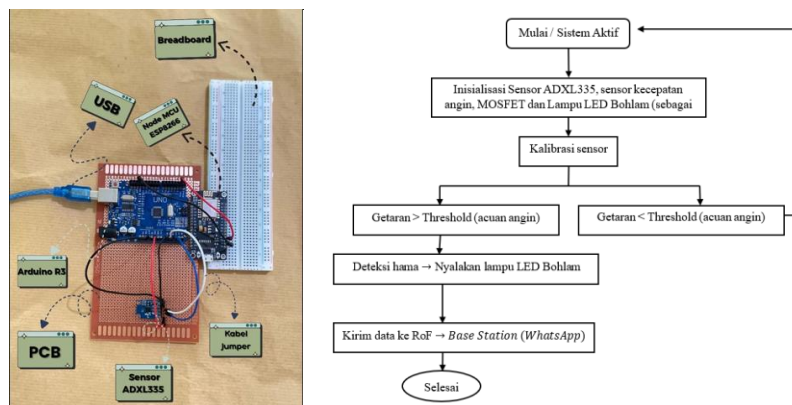
Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya dengan alur riset mengikuti Gambar 1. Metode penelitian meliputi: desain sistem sistem, perakitan perangkat, pengujian fungsionalitas, kalibrasi sensor, pengujian sistem komunikasi gelombang radio, pengujian integrasi Telegram dan pengujian simulasi lapangan. Perancangan sistem didasarkan pada prinsip *Smart Detection*. Sensor ADXL335 dipasangkan pada batang padi yang menjadi input mikrokontroler. Data sensor ini dibandingkan dengan data kecepatan angin dari Anemometer untuk memverifikasi apakah getaran

disebabkan oleh hama (anomali) atau terjadi akibat tiupan angin. Kalibrasi sensor dilakukan sebelumnya agar valid saat diterapkan dalam pengujian kinerja di laboratorium dan lapangan. Pengujian laboratorium meliputi penentuan nilai *threshold*, uji getaran menggunakan sensor ADXL335, uji kecepatan angin yang diperlukan sebagai acuan *threshold* sensor getaran, uji kinerja *light trap*, serta uji notifikasi otomatis melalui aplikasi telegram. Gambar 1 menunjukkan diagram blok sistem yang dirancang dimana sistem menerima masukan dari sensor ADXL335 dan sensor kecepatan angin kemudian data tersebut diproses oleh mikrokontroler Arduino untuk menentukan adanya aktivitas hama atau tidak. Hasil keputusan sistem di keluarkan berupa aktivasi *light trap* dan pengiriman notifikasi ke aplikasi Telegram.



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

Diagram blok tersebut menunjukkan hubungan antar komponen utama dalam sistem. Berdasarkan struktur tersebut, alur kerja sistem secara detail dijelaskan melalui diagram alir penelitian pada Gambar 2 berikut.



Gambar 3 a) Desain perangkat keras (kiri); b) Desain perangkat lunak (kanan)

Gambar 3a adalah rangkaian hardware yang dibangun dimana terdapat Arduino yang mengatur aliran data sensor ADXL335 untuk diteruskan ke NodeMCU sebagai pengirim data kepada user. Algoritma program yang ditanam ke dalam sistem mikrokontroler mengikuti *flowchart* pada Gambar 3b yang menampilkan langkah-langkah proses pengambilan keputusan dari sistem pendeteksi hama dan kendali *light trap*. Pada tahap inisialisasi, mikrokontroler Arduino mengaktifkan seluruh komponen utama, yaitu ADXL335, sensor kecepatan angin (anemometer), MOSFET dan lampu LED sebagai aktuator. Sensor ADXL335 dihubungkan ke pin analog A0, A1, dan A2 untuk membaca keluaran sumbu X, Y dan Z. Sensor anemometer terhubung pada pin digital D2 sebagai input pulsa frekuensi, MOSFET digunakan sebagai pengendali lampu LED dihubungkan pada pin digital D5 sebagai output kendali.

2.1 Prosedur Kalibrasi Sensor

Kalibrasi sensor ADXL335 dilakukan untuk menentukan bahwa pembacaan sensor akurat mengikuti nilai yang ada di *datasheet* mengikuti metode *Zero-G offset* dan *sensitivitas* (Fauzan,

2022)(Setiawan et al., 2009). Metode kalibrasi Zero-G merupakan proses kalibrasi yang digunakan dengan melihat percepatan pada sensor saat sensor dalam keadaan diam atau tidak ada gaya luar yang mempengaruhi selain gravitasi yang bekerja pada sensor tersebut (Setiawan et al., 2009);(Fatimah & Hidayat, 2024). Nilai keluaran akan dicatat selama periode tertentu untuk 100 kali perulangan. Nilai rata-rata dari bacaan tersebut dianggap sebagai nilai *offset* ($V_{offset,X}$, $V_{offset,Y}$, $V_{offset,Z}$) .

Selanjutnya, kalibrasi sensor Anemometer dilakukan untuk memperoleh hubungan linier antara *output* sensor tegangan dengan kecepatan angin sebenarnya (Samsinar et al., 2020). Proses kalibrasi dilakukan dengan cara membandingkan bacaan sensor dengan alat ukur standar (anemometer digital) dengan memvariasikan kecepatan angin. Nilai keluaran dari sensor kecepatan angin dicatat sebagai nilai kecepatan angin referensi (Adawiyah, 2017). Dari data tersebut diperoleh persamaan regresi linier (Persamaan 1).

$$v = a \cdot v_{out} + b \quad (1)$$

Dimana v adalah kecepatan angin (m/s), v_{out} adalah tegangan tensor (volt), a adalah kemiringan dan b adalah *offset*.

Dari pengujian gerakan batang padi oleh angin ini didapatkan nilai ambang atau *threshold* 0.03002g. Nilai “g” merupakan satuan percepatan gravitasi yang digunakan secara baku pada sensor akselerometer ADXL335 untuk menyatakan besaran getaran. Nilai 0.03002g diperoleh dari perhitungan RMS (*Root Mean Square*) getaran pada berbagai kondisi angin, kemudian diambil nilai RMS terbesar sebagai representasi percepatan maksimum yang disebabkan oleh angin. Nilai tersebut dijadikan sebagai batas untuk membedakan apakah getaran yang terdeteksi berasal dari angin atau dari aktivitas hama. Jika percepatan gravitasi melebihi nilai ambang batas tersebut, maka sistem akan mengidentifikasi bahwa getaran yang terjadi akibat hama, sehingga sistem akan mengaktifkan *light trap*.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Kalibrasi Sensor ADXL335 dan Sensor Anemometer

Tabel 1 Perbandingan Zero-g voltage datasheet dengan eksperimen

Axis	Nilai Datasheet			V_0 eksperimen (V)
	Min	Typical	Max	
X	1.35	1.5	1.65	1,6474
Y	1.35	1.5	1.65	1,6142
Z	1.20	1.5	1.80	1,6263

Dengan mengikuti prosedur kalibrasi pada metode yang dijelaskan sebelumnya, diperoleh Tabel 1 yang merupakan hasil pengujian dengan tegangan input 3,3 V. dengan nilai tegangan Zero-g pada sumbu X sebesar 1,6474 V, pada sumbu Y sebesar 1,6142 V, dan pada sumbu Z sebesar 1,6263 V. Nilai-nilai ini masih dalam rentang spesifikasi *datasheet*, sehingga dapat dinyatakan bahwa sensor berfungsi dengan baik. Selain itu, nilai sensitivitas hasil pengujian pada masing-masing sumbu, yaitu 0,3248 V/g untuk sumbu X, 0,334 V/g untuk sumbu Y, dan 0,3313 V/g untuk sumbu Z, sangat mendekati nilai pada *datasheet* sebesar 0,30 V/g dan masih dalam batas toleransi pabrikan (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa respons sensor terhadap akselerasi sangat akurat dan konsisten di ketiga sumbu pengukuran.

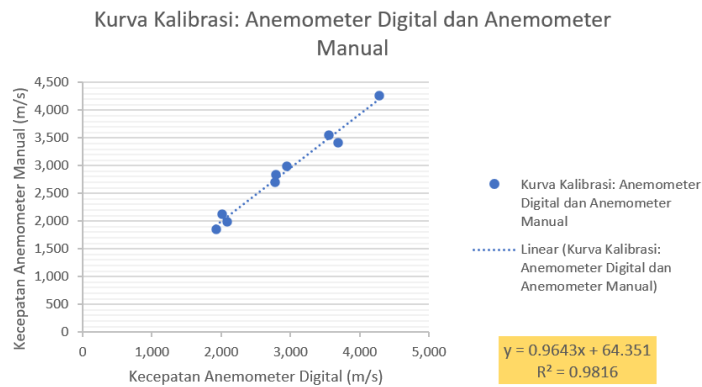
Setelah memperoleh nilai tegangan Zero-g, tahap selanjutnya adalah mengevaluasi sensitivitas sensor untuk mengetahui rasio perubahan tegangan keluaran terhadap perubahan percepatan. Verifikasi sensitivitas ini penting untuk memastikan bahwa respon sensor telah sesuai dengan spesifikasi *datasheet* pabrikan. Ringkasan hasil perbandingan sensitivitas antara *datasheet* dan eksperimen ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2 Perbandingan sensitivitas sensor (μ) pada *datasheet* dengan eksperimen

Axis	Nilai Datasheet			μ eksperimen (V/g)
	Min	Typical	Max	
X	0.27	0.3	0.33	0.3248

Y	1.27	0.3	0.33	0.3340
Z	0.27	0.3	0.33	0.3313

Kurva kalibrasi sensor anemometer ditunjukkan oleh Gambar 4. Kurva didapatkan setelah percobaan dilakukan dengan 3 variasi perlakuan serta pengulangan 10 kali setiap variasi. Perlakuan diberikan dengan menggunakan kipas angin yang memiliki 3 kecepatan putar bilah berbeda (level 1 hingga 3). Hasil eksperimen menunjukkan nilai perbedaan rata-rata antara pembacaan sensor dengan Anemometer digital kurang dari 0,1 m/s sehingga tidak heran jika nilai R^2 dari kurva kalibrasi mendekati nilai 1. Ini berarti kedua alat ukur memiliki kedekatan hasil pengukuran kecepatan angin sehingga sensor sudah terkalibrasi dan valid digunakan sebagai instrument pengukuran.



Gambar 4 Kurva kalibrasi sensor Anemometer

Kurva kalibrasi yang ditampilkan menunjukkan hubungan linier antara kecepatan angin yang diukur oleh Anemometer Digital (sumbu X) dan kecepatan angin yang diukur oleh Anemometer Manual (sumbu Y). Anemometer digital digunakan sebagai alat acuan karena memiliki ketelitian lebih tinggi, sedangkan anemometer manual adalah sensor yang dikalibrasi.

3.2 Penentuan Threshold

Penentuan nilai ambang batas (threshold) bertujuan untuk mendapatkan acuan bagi mikrokontroler dalam mengambil keputusan apakah gerakan pada batang tanaman adalah karena angin atau akibat dihindangi hama Wereng. Tabel 3 adalah hasil pengukuran sensor getaran dan anemometer saat diberi variasi sumber getaran. Sumber getaran adalah dari kipas angin yang terdiri dari tiga level kecepatan berbeda (level 1,2,3) sementara untuk simulasi hama dilakukan dengan variasi perlakuan: untuk simulasi getaran akibat hama kecil, gerakan yang diberikan yaitu berupa sentuhan dari ujung pena atau pensil; untuk simulasi hama sedang diberikan perlakuan berupa sentilan kecil; dan untuk simulasi hama besar yaitu dengan menyentuh batang padi. Dari nilai tersebut dihitung nilai RMS nya untuk mendapatkan angka *threshold*.

Dari data yang diperoleh dengan menghitung rata-rata dan simpangan baku dari sumbu X, Y dan Z untuk berbagai kondisi yaitu tanpa angin, kecepatan kipas dari level 1, 2 dan 3, dan simulasi hama kecil, sedang dan besar, didapatkan besarnya magnitudo getaran dan standar deviasi sinyal pada tiap arah. Nilai minus pada mean dipengaruhi oleh posisi sensor, jika nilai positif maka posisi sensor berlawanan arah gravitasi, nilai negatif karena arahnya ke bawah atau mendekati gravitasi. Nilai threshold digunakan untuk menentukan batas sensitivitas deteksi getaran, dan membedakan kondisi “tidak ada getaran” dan “ada getaran”. Nilai threshold dihitung menggunakan Persamaan (2).

$$threshold = \mu_{RMS, baseline} + k \times \sigma_{RMS, baseline} \quad (2)$$

Dimana $\sigma_{RMS, baseline}$ adalah simpangan baku RMS kondisi tanpa angin, $\mu_{RMS, baseline}$ adalah nilai rata-rata RMS pada kondisi tanpa angin, k adalah konstanta pengali. Pada setiap kondisi, RMS dihitung menggunakan Persamaan 3.

$$RMS = \sqrt{Sdt_x^2 + Sdt_y^2 + Sdt_z^2} \quad (3)$$

Pada eksperimen ini, nilai RMS dihitung sebagai berikut:

$$RMS = \sqrt{0,01253^2 + 0,01685^2 + 0,01027^2} = 0,002338 \quad (4)$$

Kemudian, untuk penentuan nilai ambang digunakan rumus pada Persamaan (2) sehingga didapat perhitungan sebagai berikut:

$$threshold = 0,023 + \text{margin}$$

$$threshold_{on} = 0,023 + 0,025(0,023)$$

$$threshold_{on} \approx 0,029 \text{ atau } 0,03 \text{ g}$$

Tabel 3 Uji pengukuran getaran dengan variasi kondisi gerakan pada batang tanaman

Kondisi	Mean X	Mean Y	Mean Z	Sdt X	Sdt Y	Sdt Z
Tanpa angin	-0,62	-0,68	-0,42	0,00	0,00	0,00
Level 1	-0,8334	-0,6902	-0,5352	0,0046	0,0087	0,0095
Level 2	-0,8344	-0,6867	-0,5350	0,0048	0,0124	0,0098
Level 3	-0,7205	-0,6788	-0,4367	0,0125	0,0168	0,0102
Simulasi hama kecil	-0,8381	-0,6672	-0,5344	0,0031	0,0052	0,0036
Simulasi hama sedang	-0,8380	-0,6664	-0,5345	0,0034	0,0063	0,0042
Simulasi hama besar	-0,8395	-0,6679	-0,5341	0,0036	0,0068	0,0046

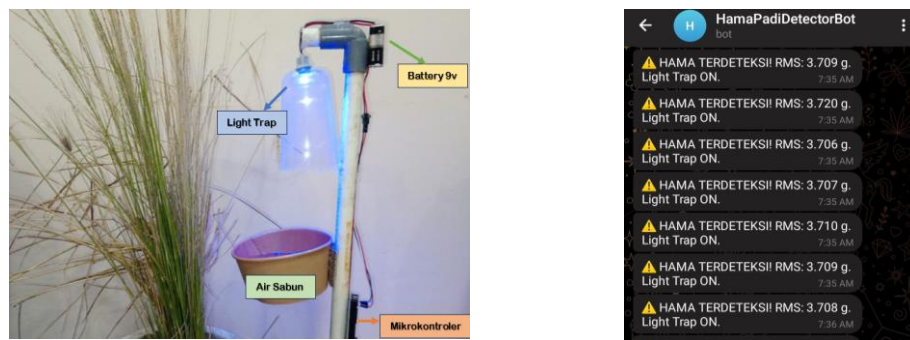
3.3 Uji Performa *Light Trap* dan Notifikasi kepada User

Light trap merupakan sistem perangkat cahaya otomatis yang diaktifkan oleh mikrokontroler ketika sensor ADXL335 yang melekat pada batang mendeteksi adanya getaran melebihi ambang batas sebesar 0.03002g. Fungsinya yaitu untuk menarik perhatian serangga dengan menggunakan lampu LED berwarna biru agar hama mengerubungi lampu hingga akhirnya jatuh ke baskom berisi air sabun dan tenggelam (Gambar 5a). Saat mikrokontroler mendeteksi adanya anomali (getaran melebihi *threshold*), maka secara otomatis sistem mengirimkan pesan ke petani melalui aplikasi telegram seperti yang tampak pada Gambar 5b.

Tabel 4 adalah hasil pengujian kinerja komunikasi sistem untuk aktivasi *light trap* dan notifikasi kepada user. Variasi perlakuan diberikan kepada batang tanaman berupa kondisi diam (tiada getaran); batang bergetar karena kipas angin dan batang bergetar karena ada hama (dummy) menempel pada batang. Hasilnya menunjukkan respon yang sesuai dengan harapan user. *Light trap* hanya menyala dan notifikasi hanya terkirim jika hama terdeteksi atau saat nilai getaran melebihi nilai ambang yaitu 0.03002 g, dimana “g” merupakan satuan percepatan gravitasi $1 \text{ g} = 9.8 \text{ m/s}^2$ yang merupakan satuan standar dalam accelerometer MEMS serta satuan yang diberikan dari pabrikan (Wahyudi, 2015); (Li, 2024). Jika nilai getaran dibawah itu, *light trap* tidak akan menyala dan tidak ada notifikasi yang dikirimkan kepada user.

Tabel 4 Pengujian sistem komunikasi gelombang radio untuk aktivasi *light trap* dan notifikasi Telegram

Kondisi Batang	Keputusan Sistem (Normal atau Hama terdeteksi)	Light Trap (On/Off)	Status Pesan (Terkirim/Tidak terkirim)
Tidak Bergerak	Normal	OFF	Tidak Terkirim
Gerakan karena angin	Normal	OFF	Tidak Terkirim
Gerakan karena adanya hama	Hama Terdeteksi	ON	Terkirim



Gambar 5 (a) Light trap menyala saat sistem mendeteksi adanya gerakan hama (kiri); (b) Notifikasi pada aplikasi Telegram saat hama terdeteksi (kanan)

IV. KESIMPULAN

Telah dibuat sistem deteksi Hama Wereng berbasis Sensor ADXL335; *light trap* dan notifikasi Telegram. Alat dirancang berbasis mikrokontroler Arduino R3 dan ESP8266 untuk menerima data getaran dari Sensor ADXL335 dan meneruskan data tersebut kepada user jika terjadi anomali pembacaan. Anomali diputuskan jika getaran yang terukur melebihi nilai ambang yang berarti batang padi dihindangi oleh hama. Dengan demikian, sistem akan mengirimkan notifikasi kepada petani dan secara otomatis menyalakan *light trap* untuk menjebak hama tersebut. Pengujian komunikasi gelombang radio untuk aktivasi *light trap* dan notifikasi pesan memperlihatkan sistem bekerja sesuai kinerja yang diharapkan. Sensor ADXL335 dipasang pada satu batang padi yang mewakili satu rumpun padi pada area yang sama. Jika hama terdeteksi dan *light trap* menyala, maka diharapkan hama berkumpul pada cahaya sehingga tanaman padi pada area tersebut aman dari gangguan. Dengan demikian, satu sensor dianggap cukup untuk mendeteksi gangguan hama selama *light trap* aktif saat hama terdeteksi. Sistem ini dapat diterapkan pada lahan sawah di Indonesia untuk membantu mengurangi pemakaian pestisida, menghemat biaya produksi petani dan mengurangi resiko polusi di lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Riset ini didukung oleh Hibah Unggulan Kompetitif UNSRI 2025 (No. Kontrak 0108.171/UN9/SB3.LPPM.PT/2025) dan warga Banyu Asin pemilik lahan sawah tempat alat ini di implementasikan.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan tidak terdapat konflik kepentingan.

PERNYATAAN PENDANAAN

Penelitian ini tidak memperoleh pendanaan khusus.

PERNYATAAN PENGGUNAAN AI GENERATIF DAN TEKNOLOGI BERBASIS AI

GPT hanya digunakan untuk mengoreksi kesalahan tata bahasa dan tipografi. Penulis bertanggung jawab penuh atas isi dan integritas publikasi.

DAFTAR PUSTAKA

Adawiyah, R. (2017). Perancangan Alat Ukur Kecepatan Dan Arah Angin Di Laut Berbasis Arduino. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 9(1), 30–35. <http://repository.ppns.ac.id/id/eprint/1042>

- Agusdian, R., Rakhmadi, F. A., & Widayanti. (2012). Sistem Proteksi Tanaman Padi Dari Serangan Hama Wereng Menggunakan Gelombang Ultrasonik dan Penunjuk Arah Angin. *Seminar Nasional Fisika Dan Pendidikan Fisika*, 2(2), 1–5. <http://dx.doi.org/10.20957/jkebijakan.v1i2.10303>
- AR, T., Thamrin, N. T., Sofyan, W., Asra, R., Mursalat, A., & Irwan, M. (2023). Pemberdayaan Kelompok Tani Melalui Pemanfaatan Light Trap Berbasis Energi Surya Pada Lahan Sawah Untuk Mengurangi Penggunaan Pestisida. *Jurnal Dinamika Pengabdian*, 9(1), 97–107. <https://doi.org/10.20956/jdp.v9i1.30805>
- Fatimah, L. A., & Hidayat, R. (2024). Analisis Hasil Studi Kasus Kalibrasi Pressure Transmitter dengan Metode Zero Calibration. *ELECTRON Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 5(1), 21–29. <https://doi.org/10.33019/electron.v5i1.109>
- Fauzan, A. D. H. (2022). Analisis Penggunaan Sensor Accelerometer Adxl335 untuk Pengukuran Sinyal Getaran Gearbox. *Universitas Islam Indonesia*.
- Hidayati, Q., Sorongan, E., Aditya, A. W., Zulkarnain, & Mustaqim, A. (2024). Teknologi Light Trap Deteksi Hama Menggunakan Panel Surya. *SNITT-Politeknik Negeri Balikpapan*, 6(April), 1–6. <https://jurnal.poltekba.ac.id/index.php/prosiding/index>
- Iswanto, E. H., Susanto, U., & Jamil, A. (2016). Perkembangan Dan Tantangan Perakitan Varietas Tahan Dalam Pengendalian Wereng Coklat Di Indonesia. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 34(4), 187. <https://doi.org/10.21082/jp3.v34n4.2015.p187-193>
- Li, C. (2024). *Development of a MEMS Piezoresistive High-g Accelerometer with a Cross-Center Block Structure and Reliable Electrode by*.
- Mulyani, A., & Agus, F. (2018). Kebutuhan dan Ketersediaan Lahan Cadangan Untuk Mewujudkan Cita-Cita Indonesia Sebagai Lumbung Pangan Dunia Tahun 2045. *Analisis Kebijakan Pertanian*, 15(1), 1. <https://doi.org/10.21082/akp.v15n1.2017.1-17>
- Nuraisyah, T. K., Khalila, K., Putri, S. R. R., Nisa, N. A., & Qulbi, S. H. (2025). Perkembangan Food Estate di Indonesia: Analisis Peluang, Tantangan, dan Ancaman secara Domestik serta Global. *Jurnal Syntax Admiration*, 6(2), 1099–1115. <https://doi.org/10.46799/jsa.v6i2.2110>
- Raihan, M., Elsyia, U., Radifan, A., & Wahyuni, E. S. (2024). *Implementasi IoT pada Light Trap untuk Efisiensi Pengendalian Hama Padi Secara Real-Time*. 95–104.
- Rifki Akbar Fauzi, R., Santoso, B., & Lestariana, D. S. (2024). Masalah Hama Wereng pada Pertumbuhan Padi di Kabupaten Boyolali. *AGROTECH Research Journal*, 5(2), 13–17. <https://doi.org/10.36596/arj.v5i2.1409>
- Samsinar, R., Septian, R., & Fadlioni, F. (2020). Alat Monitoring Suhu Kelembapan dan Kecepatan Angin dengan Akuisisi Database Berbasis Raspberry Pi. *RESISTOR (ElektRONika KEndali TelekomunikaSI Tenaga LiSTrik KOmputeR)*, 3(1), 29. <https://doi.org/10.24853/resistor.3.1.29-36>
- Setiawan, I., Setiyono, B., & Susilo, T. B. (2009). Hasil Uji Kalibrasi Sensor Accelerometer ADXL335 [ADXL335 Accelerometer Sensor Calibration Test Result]. *Transmisi*, 11(3), 118–122–122.
- Susilo, D., Elektro, P. T., Teknik, F., Elektro, P. T., Teknik, F., & Lamongan, U. I. (2023). *Rancang Bangun Light Trap Otomatis Untuk Menanggulangi Hama Pada Perkebunan Bawang Merah Di Ngawi*. 15(2). <https://doi.org/10.30736/jt.v15i2.1133>
- Wahyudi, and N. (2015). Kalibrasi Sensor Multigain Akselerometer Dengan Acuan. *Elektro, Jurusan Teknik Semarang, Universitas Diponegoro*, 7.
- Yudha, A. P., Riyanto, D., Muhsin, M., & Artikel, H. (2023). Rancang Bangun Alat Pengendali Hama Wereng Pada Padi Berbasis Cahaya Lampu dan Dapat di Monitoring Melalui Android. *Digital Transformation Technology (Digitech)* | E, 3(1), 144–152. <https://doi.org/10.47709/digitech.v3i1.2533>