

RANCANG SISTEM PENDETEKSI HAMA PADA TANAMAN BERBASIS ARDUINO UNO

(DESIGN A PEST DETECTION SYSTEM FOR PLANTS BASED ON ARDUINO UNO)

Soni¹⁾, Karnadi^{*2)},

1, 2 Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palembang

Jl. KH. Balqi Gedung KH Mas Mansyur Sumatra Selatan

e-mail: soniyfanka38463@gmail.com¹⁾, karnadiIT2018@gmail.com²⁾

ABSTRAK

Dalam hal untuk meningkatkan hasil panen dari pertanian dan untuk mengurangi kerugian yang di akibatkan serangan hama, maka penelitian ini merancang pendeteksi hama pada tanaman berbasis Arduino Uno. Pada sistem ini di rancang untuk mendeteksi keberadaan hama secara otomatis dengan menggunakan sensor ultrasonic. Dalam rancang sistem pendeteksi hama ini menggunakan metode prototipe untuk menjalankan penelitian ini. Dimana sensor ultrasonic berpungsi sebagai pendeteksi ada nya pergerakan hama yang mendekati tanaman dengan mengidentifikasi frekuensi suara yang di hasilkan oleh pergerakan hama dan motor servo sebagai alat untuk mengusir hama yang telah di deteksi oleh sensor ultrasonic dan data akan di transfer ke Lcd menggunakan arduino uno yang di mana akan memberikan informasi real-time ke pada petani bahwa ada hama yang menyerang. Dalam pengujian sistem menunjukkan akurasi deteksi hama mencapai 80%, dengan respons waktu dengan rata-rata kurang lebih dari 3 detik. Dimana hasil dari rancang sistem pendeteksi hama ini hama bisa terdeteksi dalam jarak sekitar 6cm sampai 10cm sehingga hama bisa di deteksi dengan akurat. Hasil dari penelitian di harapkan dapat menjadi solusi bagi para petani untuk memantau dan mengendalikan serangan hama sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan meningkatkan produktivitas dalam pertanian.

Kata Kunci: Pertanian; Arduino Uno; sensor ultrasonic.

ABSTRACT

In order to improve agricultural yields and reduce losses caused by pest attacks, this research designs a pest detection system for crops based on Arduino Uno. This system is designed to automatically detect the presence of pests using an ultrasonic sensor. The pest detection system is developed using the prototype method for conducting this research. The ultrasonic sensor functions as a detector that identifies pest movements approaching the plants by recognizing the sound frequency produced by the pests' movement. A servo motor is used to repel the detected pests, and data is transferred to an LCD via Arduino Uno to provide real-time information to farmers about pest attacks. System testing results show an 80% accuracy in pest detection, with an average response time of approximately 3 seconds. The detection system can identify pests within a range of about 6 cm to 10 cm, ensuring accurate detection. The research findings are expected to serve as a solution for farmers to monitor and control pest infestations, thereby increasing efficiency and productivity in agriculture.

Keywords: Agriculture; Arduino Uno; ultrasonic sensor.

I. PENDAHULUAN

Teknologi adalah konsep yang mencakup penggunaan dan pemahaman alat serta keterampilan yang memungkinkan manusia memengaruhi, mengendalikan, dan mengubah lingkungan sekitarnya. Dengan kata lain, teknologi berfungsi sebagai perpanjangan dari kemampuan manusia untuk memanfaatkan alam dan sumber daya di sekelilingnya secara optimal. Menurut Philip Sporn, seorang insinyur kelistrikan, perkembangan teknologi dapat dilihat melalui metode yang sistematis berdasarkan penemuan ilmiah dan proses eksperimen. Produk teknologi tersebut pada akhirnya menjadi sesuatu yang dapat digunakan secara praktis atau berkaitan dengan layanan tertentu. [1]

Tanaman yang dirusak hama sehingga membuat hasil panen tidak maksimal akibat adanya hama, maka dibuat sensor dan penggerak mengusir hama tersebut sehingga petani dapat lebih mudah dalam mengusir hama yang mengganggu pada tanaman. Pengembangan dari teknologi yang telah ada, tentunya dengan melakukan inovasi teknologi berupa prototipe yang dapat membantu para petani dalam menjaga sawah dari serangan hama. Alat ini bekerja secara otomatis dengan menggunakan sebuah alat sensor gerak yang digabungkan dengan servo dan tali yang nantinya akan menghasilkan output gerakan pada tali pada servo dengan harapan dapat menakut nakuti hama seperti halnya para petani yang menggunakan cara manual.[2][3]

Dengan dibuatnya alat ini semoga bisa memberi solusi atas permasalahan para petani yakni dengan fungsi, mengusir hama secara otomatis. Dengan ini kegiatan para petani dalam memelihara lahan pertanian secara manual bisa dilakukan secara otomatis, sehingga para petani bisa lebih produktif waktu, tenaga, dan biaya dalam melakukan usahanya. [4][5].

II. STUDI PUSTAKA

A. Related work

Penelitian terkait sistem pendeteksi hama pada tanaman hampir banyak dilakukan pada tanaman dari padi, sawit, atau pun tanaman lain nya.[6]

Sensor ultasonik untuk mendeteksi ada nya pergerakan hama yang mendekat pada tanaman, serta mikrokontroler seperti NodeMCU ESP32, Wemos D1, atau ATmega328 sebagai pengendali utama. Data yang diperoleh dikirim ke lcd untuk menampilkan hama yang terdeteksi atau tidak nya. [9][11]

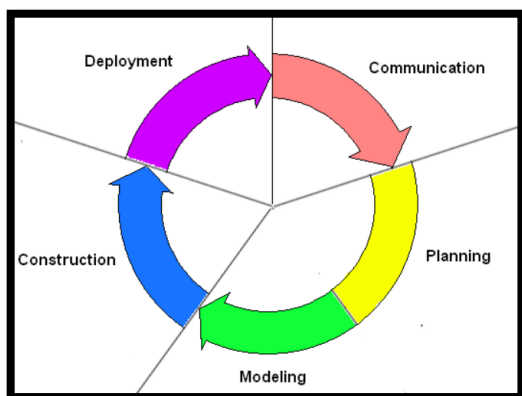
Penelitian ini memberikan beberapa kontribusi yang signifikan, baik dalam bidang teknologi maupun di bidang pertanian Berikut adalah beberapa kontribusi utama dari penelitian ini[12]

1. **Rancang sistem pendeteksi hama pada tanaman menggunakan arduino uno:** Penelitian ini menghasilkan sistem pengendalian hama yang ada pada tanaman, dengan menggunakan arduino uno sebagai mikrokontroler nya dan sensor ultrasonik untuk mendeteksi hama. Sehingga bisa mengetahui apakah ada tanaman yang terserang hama atau tidak.
2. **Out put yang di tampilkan lcd secara real time :** Sistem ini hanya menggunakan lcd sebagai out pun penampilan jika ada hama yang terdeteksi..
3. **Berkurangnya hama yang menyerang:** Dengan adanya penggerak yang mengusir hama maka akan berkurang nya hama yang mengganggu tanaman.
4. **Potensi Implementasi Luas:** Sistem ini berpotensi diterapkan di berbagai jenis pertanian seperti tanaman padi, jagung, kangkung dan sebagainya.
5. **Kontribusi pada Penelitian IoT dan Pertanian:** Penelitian ini memperkaya literatur tentang IoT dan arduino uno dalam pendeteksi hama pada tanaman.

Ref	Penelitian	Dataset	Techniques	Performance Metrics	Drawbacks/Gap
[6]	G. R. Cahyono & N. Nurmahaludin (2015)	Prototype perangkat keras, Arduino Mega 2560	Penggunaan mikrokontroler Arduino untuk alat perangkat hama padi	Efektivitas perangkat hama dalam lingkungan uji	Tidak menggunakan IoT atau pendekatan otomatisasi yang lebih modern untuk meningkatkan efisiensi.
[7]	S. Ramadhan & F. Teknik (2022)	Prototype berbasis ESP32 Devkit, sensor PIR, LDR, ultrasonik	Sistem otomatis pengusir hama berbasis sensor gerak, suara ultrasonik, dan IoT	Respons alat terhadap hama dan intensitas cahaya	Respons alat terhadap hama dan intensitas cahaya
[8]	A. Khumaidi & N. Hikmah (2021)	Prototype berbasis IoT, sensor RCWL Microwave	Penggunaan IoT dan sensor gerak RCWL Microwave untuk deteksi dan pengusiran hama	Akurasi deteksi gerak dan kemampuan mengusir hama	Tidak menilai dampak jangka panjang pada tanaman dan hama, serta tidak ada integrasi sistem otomatis lainnya.
[9]	D. Hidayatullah & S. Sulistiyanto (2022)	Prototype berbasis IoT dan gelombang kejut otomatis	Gelombang kejut berbasis IoT untuk pengusiran hama burung pada tanaman padi	Kecepatan dan efektivitas pengusiran hama	Keterbatasan alat dalam mengenali jenis hama tertentu dan potensi efek samping pada lingkungan.
[10]	S. M. Manurung, A. Wanto, & I. Gunawan (2022)	Prototype berbasis Arduino Uno	Alat pengusir hama burung menggunakan Arduino Uno dan sensor ultrasonik	Keandalan alat dalam mendeteksi dan mengusir hama burung	Tidak ada integrasi IoT untuk notifikasi jarak jauh atau pengontrolan, dan uji coba terbatas pada skala kecil.

III. METODE PENELITIAN

Metode dalam penelitian ini merujuk pada langkah-langkah sistematis yang diambil untuk merancang, mengembangkan, dan menguji sistem pendeteksi hama pada tanaman berbasis arduino uno ini mencakup berbagai aspek, mulai dari pemilihan komponen perangkat keras yang tepat. Penelitian ini mengacu pada model prototipe dengan tahapan seperti pada Gambar 1 Penelitian ini dimulai dengan proses komunikasi untuk menentukan tujuan dan perencanaan cepat (quick plan) untuk mengidentifikasi kebutuhan dan pemodelan yang dirancang. Tahap selanjutnya adalah konstruksi prototipe (construction of prototype) yang terkait dengan perakitan perangkat keras dan pemrograman. Setelah perangkat keras dan program selesai dibuat, maka tahap berikutnya adalah menyajikan untuk dievaluasi (deployment delivery and feedback) oleh calon pengguna untuk mendapatkan masukan mengenai yang dibuat dan untuk pengembangan selanjutnya.[7][8]



Gambar 1. Metode pengembangan sistem

setiap fase dalam metode prototipe untuk sistem pendeteksi hama pada tanaman berbasis arduino uno.

1. Planning (Perencanaan)

- Identifikasi Kebutuhan: Tentukan hama apa yang akan dipantau (kera, burung).
- Spesifikasi dan Anggaran: Tetapkan spesifikasi teknis dan estimasi biaya.

2. Modeling (Pemodelan)

- Desain Sistem: Buat diagram alir dan desain awal sistem.
- Verifikasi: Pastikan desain memenuhi kebutuhan pengguna.

3. Construction (Konstruksi)

- Pembuatan Hardware: Rakitan komponen perangkat keras.

- Pemrograman: Tulis kode untuk pengumpulan dan pengiriman data.

4. Deployment (Penerapan)

- Instalasi: Pasang sistem di lokasi.
- Uji Coba: Uji sistem dan analisis data.

5. Communication (Komunikasi)

- Visualisasi dan Notifikasi: Tampilkan data pada lcd jika ada hama yang terdeteksi.
- Laporan: Buat laporan dan presentasi hasil kepada pemangku kepentingan.

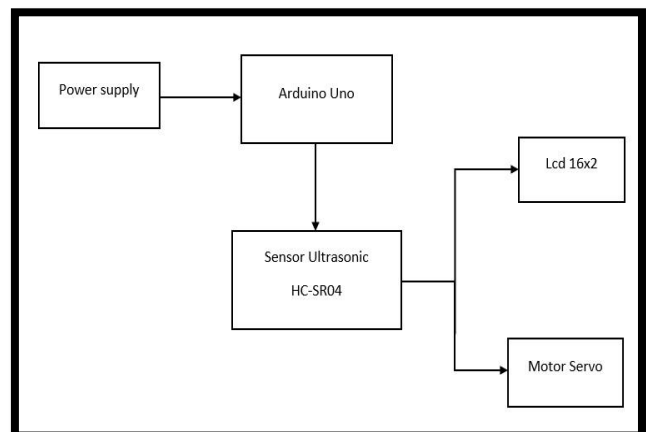
Pengacuan Pustaka

E. Tuluk, I. Buyung, and A. W. Soejono, 2017, Sistem kerja pada alat ini menggunakan Laser dan LDR untuk mendeteksi adanya gerakan mahluk hidup (hama burung), buzzer untuk mengusir hama burung dengan mengeluarkan suara ultra

sonik, LCD untuk menampilkan besarnya gelombang suara yang dikeluarkan dari buzzer dan Mikrokontroler AT-mega168 sebagai pusat pengontrol rangkaian pada alat pengusir burung ini.[12] T. Yulianti, S. Samsugi, P. A. Nugroho, and H. Anggono, (2021) ketika ada hama babi yang masuk lahan pertanian akan menghidupkan suara dari speaker (music box) dan menggerakkan motor DC untuk menakut-nakuti hama.[13]

S. Ramadhan and F. Teknik, Prototipe ini menggunakan ESP32 Devkit sebagai mikrokontroler, sensor PIR untuk mendeteksi hama burung yang menyerang area persawahan, buzzer dan motor servo untuk mengusir hama burung, sensor light dependent resistor module untuk menghidupkan lampu apabila malam telah tiba, sensor ultrasonik untuk mendeteksi pergerakan hama burung.[7]

Arsitektur pendeteksi hama



Gambar 2. Arsitektur pendeteksi hama

Gambar ini menjelaskan blok diagram yang menunjukkan korelasi antara bagian di dalam mendeteksi hama dan dijelaskan sebagai berikut.[13][14]

1. Input yang di deteksi oleh sensor yaitu yang pergerakan nya di dalam tanaman.
2. Setelah sensor mendeteksi pergerakan hama maka motor servo akan bergerak dan



menghushir hama.

3. lcd akan menampilkan out put hama terdeteksi ji-ka ada hama yang mendekati tanaman.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Contruction

a. Sorce Code

Pada Tabel 2Tabel ini Berisikan Program untuk pembuatan alat pendeteksi hama pada tanaman berbasis arduino uno.

```
#include <Servo.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
const int trigPin = 9;
const int echoPin = 10;
const int servoPin = 3;
Servo myServo;
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
void setup {
  Serial.begin(9600);
```

```
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  myServo.attach(servoPin);
  lcd.begin(16, 2);
  lcd.print("Hama Detector");
}

void loop {
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  long duration = pulseIn(echoPin,
    HIGH);

  int distance = duration * 0.034 /
    2;

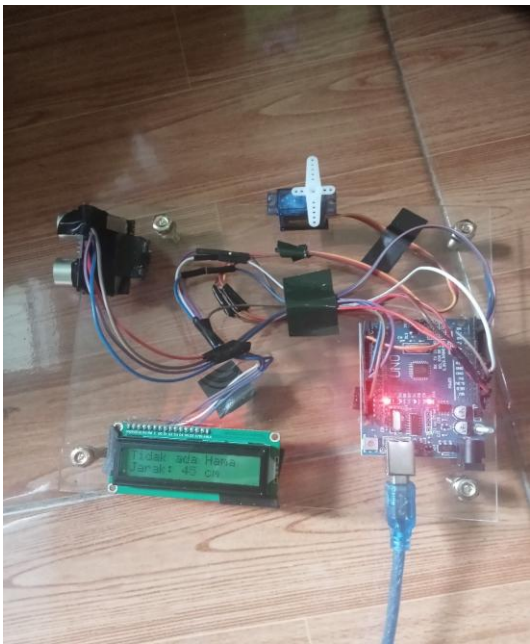
  Serial.print("Jarak: ");
  Serial.print(distance);
  Serial.println(" cm");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("Jarak: ");
  lcd.print(distance);
  lcd.print(" cm  ");

  if (distance < 10) {
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Hama Terdeteksi!");
    myServo.write(90);    // Posisi
servo tengah
    delay(1000);
  } else {
    myServo.write(0);      // Posisi
servo awal
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("                "); /
  }
  delay(1000);
}
```

B. Deployment

a. Pengujian Sensor ultrasonik

Setelah semua bagian dirakit dengan benar dan program telah di Upload ke adruino uno maka selanjutnya adalah menguji sensor ultrasonik apakah berfungsi atau tidak. Pengujian rangkaian yang telah selesai dirakit dan tes mengirimkan hasil pembacaan sensor ke LCD terlebih dahulu[15], seperti gambar di bawah ini:



Gambar 4. Tampilan Alat Saat Pengujian

Table 4. Pengujian sensor ultrasonik

No	Kondisi Uji	jarak
1	Terdeteksi	6 cm
2	Terdeteksi	8 cm
3	Terdeteksi	10 cm

a. Uji Dalam 6 cm :

Pada pengujian pertama, sensor ultrasonik mendeteksi keberadaan hama pada jarak 6 cm. Jarak ini menunjukkan bahwa sensor bekerja dengan baik dalam mendeteksi objek yang sangat dekat. Kemampuan mendeteksi pada jarak ini penting untuk memastikan bahwa hama yang berada di area tanaman dapat teridentifikasi tanpa memerlukan jarak minimum tertentu yang terlalu besar. Hasil ini juga menunjukkan sensitivitas sensor terhadap objek pada jarak pendek.

b. Uji dalam jarak 8 cm :

Pada pengujian dalam jarak 8 cm, sensor ultrasonik mampu mendeteksi hama pada jarak yang lebih jauh, yaitu 8 cm. Hal ini menunjukkan bahwa sensor dapat bekerja secara efektif untuk mendeteksi objek yang sedikit lebih jauh dari tanaman. Deteksi pada jarak 8 cm ini memberi indikasi bahwa rentang jangkauan sensor lebih luas, sehingga sistem dapat menangkap pergerakan atau keberadaan hama yang tidak terlalu dekat dengan permukaan tanaman.

c. Uji dalam jarak 10 cm:

Pada pengujian kedua, sensor ultrasonik mampu mendeteksi hama pada jarak yang lebih jauh, yaitu 8 cm. Hal ini menunjukkan bahwa sensor dapat bekerja secara efektif untuk mendeteksi objek yang sedikit lebih jauh dari tanaman. Deteksi pada jarak 8 cm ini memberi indikasi bahwa rentang jangkauan sensor lebih luas, sehingga sistem dapat menangkap pergerakan atau keberadaan hama yang tidak terlalu dekat dengan permukaan tanaman.

b. PENGUJIAN SENSOR ULTRASONIK PADA JARAK YANG TIDAK TERDETEKSI

TABLE 5. PENGUJIAN SENSOR ULTRASONIK PADA JARAK YANG TIDAK TERDETEKSI

No	Kondisi Uji	jarak
1	Tidak Terdeteksi	12cm
2	Tidak Terdeteksi	14cm
3	Tidak Terdeteksi	16cm

a. Uji Dalam jarak 12cm;

Pada jarak 12 cm, sensor ultrasonik tidak mampu mendeteksi keberadaan hama. Hal ini menunjukkan bahwa jarak tersebut berada di luar jangkauan efektif sensor. Kegagalan deteksi ini mengindikasikan adanya batasan maksimum yang dapat dijangkau oleh sensor, yang kemungkinan berada di bawah 12 cm.

b. Uji Dalam Jarak 14 cm;

Dalam pengujian di jarak 14 cm ini, hama tetap tidak terdeteksi oleh sensor pada jarak 14 cm. Hasil ini semakin mempertegas bahwa jarak 14 cm sudah melebihi batas efektif sensor untuk mendeteksi objek. Semakin jauh jaraknya, kemungkinan pantulan gelombang ultrasonik dari objek menjadi semakin lemah, sehingga tidak cukup untuk diidentifikasi oleh sensor.

c. Uji Dalam Jarak 16 cm:

Pada jarak 16 cm, sensor kembali tidak dapat mendeteksi keberadaan hama. Ini menunjukkan bahwa kemampuan sensor untuk mengenali objek pada jarak tersebut sangat terbatas. Data ini memberikan gambaran bahwa jarak di atas 12 cm sudah berada di luar cakupan optimal sistem.

V. PEMBAHASAN

1. Rentang Jangkauan Sensor: sensor ultrasonik tidak efektif mendeteksi objek (hama) pada jarak di atas 12 cm.

Kemungkinan besar, jarak maksimum deteksi sensor berada pada nilai di bawah 12 cm. Pengujian lain yang mungkin menunjukkan keberhasilan pada jarak 6–10 cm (seperti yang disebutkan dalam tabel sebelumnya) mendukung asumsi ini. Oleh karena itu, rentang jangkauan sensor yang efektif kemungkinan berada pada kisaran 6–10 cm, dengan batas maksimum deteksi mendekati 12 cm tetapi tidak lebih.

2. Responsif dalam Hasil ini mengindikasikan bahwa sensor ultrasonik yang digunakan memiliki keterbatasan dalam mendeteksi hama pada jarak yang lebih jauh. Hal ini mungkin disebabkan oleh spesifikasi teknis sensor, seperti daya pancar dan kepekaan terhadap objek kecil.
3. Implikasi sensor, Jika sensor ini digunakan untuk aplikasi pendeteksian hama, maka perlu dilakukan pengujian tambahan untuk menentukan jarak maksimum efektif yang dapat mendeteksi hama dengan konsisten. Jika diperlukan jangkauan yang lebih luas, mungkin perlu mempertimbangkan penggunaan sensor ultrasonik dengan spesifikasi yang lebih tinggi atau menggabungkannya dengan teknologi lain, seperti kamera atau sensor inframerah.

VI. KESIMPULAN

Dari pengujian yang dilakukan pada sensor ultrasonik, dapat disimpulkan bahwa kedua sensor tersebut menunjukan performa yang baik dalam pendeteksian hama pada tanaman.

Sensor ultrasonik, yang diuji hasil pengujian menunjukan konsistensi sensor ultrasonik dalam mendeteksi keberadaan hama pada jarak yang bervariasi, dari yang sangat dekat (6 cm) hingga menengah (10 cm). Hal ini mengindikasikan bahwa sensor mampu bekerja dengan stabil dan dapat diandalkan untuk pendeteksian dalam rentang tersebut. Pengujian tambahan pada jarak yang lebih besar dapat membantu mengetahui batas maksimal kinerja sensor. Selain itu, efisiensi deteksi ini memberikan gambaran bahwa sistem memiliki potensi untuk digunakan dalam pengawasan tanaman secara otomatis dan real-time.

pengujian tambahan menunjukkan bahwa sensor tidak mampu mendeteksi objek pada jarak

yang lebih besar, seperti 12 cm, 14 cm, dan 16 cm. Hal ini menandakan adanya batas efektif kinerja sensor ultrasonik pada jarak sekitar 10 cm, di mana sensitivitasnya mulai menurun dan tidak lagi dapat mengenali keberadaan objek. Oleh karena itu, penting untuk memahami keterbatasan ini dalam konteks aplikasi di lapangan. Jarak-jarak yang tidak ter-jangkau, seperti 12 cm ke atas, menjadi faktor yang perlu diperhatikan saat merancang sistem deteksi menggunakan sensor ini.

Efisiensi deteksi dalam rentang 6 cm hingga 10 cm memberikan gambaran bahwa sistem ini memiliki potensi untuk digunakan secara otomatis dan real-time dalam pengawasan hama. Namun, untuk memastikan efektivitasnya dalam berbagai kondisi, pengujian lebih lanjut dan optimalisasi sistem sangat disarankan, terutama jika sistem dirancang untuk mencakup area yang lebih luas atau untuk mendeteksi hama dalam berbagai skenario lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Hulu, "Problematika Guru Dalam Pengembangan Teknologi dan Media Pembelajaran," *ANTHOR Educ. Learn. J.*, vol. 2, no. 6, pp. 840–846, 2023, doi: 10.31004/anthor.v2i6.285.
- [2] M. Fauzi and I. Krisnadi, "Rancang Bangun System Pendeteksi Dan Padi Berbasis Internet of Things," *Jurnal Tek. Elektro*, pp. 1–11, 2016.
- [3] B. A. B. Pendahuluan, "Bab 1. pendahuluan 1.1," pp. 1–5, 2022.
- [4] Y. B. Herlambang, "Alat Pengusir Hama Tikus menggunakan Sensor PIR Berbasis Arduino Uno," *Semin. Nas. Teknol. Inf. dan Komunikasi-2020*, pp. 1–7, 2020.
- [5] Z. Budiarto, "Implementasi Sensor Ultrasonik Untuk Mengukur Panjang Gelombang Suara Berbasis Mikrokontroler Sensor merupakan sebuah peralatan yang diperlukan untuk mendukung penerapan teknologi digital besaran-besaran analog menjadi tantangan dengan menggunakan sensor," *J. Teknol. Inf. Din.*, vol. 20, no. 2, pp. 171–177, 2015.
- [6] G. R. Cahyono and N. Nurmahaludin, "Rancang Bangun Alat Perangkap Hama Tanaman Padi Menggunakan Arduino Mega 2560," *Poros Tek.*, vol. 7, no. 2, pp. 54–60, 2015.
- [7] S. Ramadhan and F. Teknik, "Abstrak Indonesia merupakan salah satu negara agraris dengan luas area pertanian, khususnya padi yang menurunnya hasil panen, baik dari human error, atau kesalahan petani padi, salah satu faktornya disebabkan Berdasarkan permasalahan tersebut, maka," pp. 80–86.
- [8] A. Khumaidi and N. Hikmah, "Rancang Bangun Prototipe Pengusir Hama Burung Menggunakan Sensor Gerak Rf Microwave Berbasis Internet of Things," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu*

- Komput.*, vol. 11, no. 2, pp. 560–567, 2021, doi: 10.24176/simet.v11i2.5071.
- [9] D. Hidayatullah and S. Sulistiyanto, “Perancang Alat Pengusir Hama Burung Pipit Pada Tanaman Padi Menggunakan Gelombang Kejut Otomatis Berbasis Internet of Things (IoT),” *JEECOM J. Electr. Eng. Comput.*, vol. 4, no. 2, pp. 74–78, 2022, doi: 10.33650/jecom.v4i2.4464.
 - [10] S. M. Manurung, A. Wanto, and I. Gunawan, “Rancang Bangun Alat Pengusir Hama Burung Berbasis Arduino Uno,” *JiTEKH*, vol. 10, no. 2, pp. 84–90, 2022, doi: 10.35447/jitekh.v10i2.581.
 - [11] D. S. Hulu, Z. Azmi, and M. Syahril, “Rancang Bangun Pendeteksi Dan Pengusir Burung Pada Padi Menggunakan Metode PWM (Pulse Width Modulation) Berbasis Arduino,” *J. CyberTech*, vol. 1, no. 6, pp. 1–11, 2018, [Online]. Available: <https://ojs.trigunadharma.ac.id/>
 - [12] M. Rodríguez, Velastequí, “No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における 健康関連指標に関する共分散構造分析Title,” pp. 1–23, 2019.
 - [13] F. S. D. Saputra and M. Nasirudin, “Prototype Alat Pengusir Hama Burung Pipit Otomatis Berbasis Arduino Menggunakan Sensor PIR (Passive Infra Red),” *Exact Pap. Compil.*, vol. 4, no. 2, pp. 545–550, 2022, doi: 10.32764/epic.v4i2.711.
 - [14] N. Puspitasari, H. Hamdani, H. Hatta, A. Septiarini, and S. Sumaini, “Penerapan Metode Teorema Bayes Untuk Mendeteksi Hama Pada Tanaman Padi Mayas Kalimantan Timur,” *SINTECH (Science Inf. Technol. J.)*, vol. 4, no. 2, pp. 155–162, 2021, doi: 10.31598/sintechjournal.v4i2.919.
 - [15] N. Hikmah and A. Khumaidi, “RANCANG BANGUN PROTOTIPE PENGUSIR HAMA BURUNG MENGGUNAKAN SENSOR GERAK RCWL MICROWAVE BERBASIS INTERNET OF THINGS,” *J. SIMETRIS*, vol. 11, no. 2, 2020.