

# Rancang Bangun Prototipe Pengusiran Hama Berbasis IOT Menggunakan Sensor Pir

Sulpiani<sup>1</sup>, Samsidar<sup>2</sup>, Rahma Awalia<sup>3</sup>,  
Nabilah Athifa Zahra<sup>4</sup>, Andi Ardiansyah Sonda<sup>5</sup>  
<sup>12345</sup> Universitas Negeri Makassar

\*Email: [sulpianipiani0910@gmail.com](mailto:sulpianipiani0910@gmail.com), [samsidarputrisasa@gmail.com](mailto:samsidarputrisasa@gmail.com), [rahma01mks@gmail.com](mailto:rahma01mks@gmail.com),  
[nabilahsindangan@gmail.com](mailto:nabilahsindangan@gmail.com)

## Abstrak

Pertanian di Indonesia merupakan salah satu sektor penting yang menunjang perekonomian. Salah satu sektor pertanian yang sangat berperan penting adalah padi, dimana padi menempati posisi yang sangat strategis bagi kehidupan masyarakat. Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) membuka peluang baru dalam manajemen pertanian modern. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, yang berarti peneliti menguji sesuatu dengan cara melakukan percobaan dan mengamati hasilnya. Dalam percobaan ini, ada kelompok yang diberi perlakuan khusus dan kelompok lain sebagai pembanding. Untuk mengumpulkan data, peneliti juga membaca berbagai buku, jurnal, dan artikel di internet yang berhubungan dengan masalah yang sedang diteliti, untuk mendapatkan informasi tambahan yang bisa mendukung penelitian ini. Dalam pembahasan program, peneliti hanya fokus pada alur kerja sensor ultrasonik yang dikendalikan menggunakan Arduino UNO, yang diatur untuk berfungsi sesuai dengan perancangan yang telah dibuat. Sebelum melakukan pengujian, peneliti memastikan terlebih dahulu bahwa setiap rangkaian, termasuk Arduino, dapat berjalan dengan baik. Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan ini, peneliti berharap agar alat ini dapat dimanfaatkan dengan baik oleh pengguna yang cukup relevan. Diharapkan dimasa yang akan datang, alat ini bisa dikembangkan atau diintegrasikan dengan alat yang lain agar dapat meningkatkan efektivitas cara kerjanya. Peneliti juga berharap agar alat ini dapat ditingkatkan dengan menambahkan fitur untuk mendeteksi hama yang berada dibawahnya. Peneliti juga berharap penelitian ini dapat diimplementasikan lebih lanjut dalam studi yang akan datang

**Kata Kunci:** IoT (Internet of Things), Sensor Pir, Pengusiran hama, Teknologi Pertanian

## 1. Pendahuluan

Pertanian di Indonesia merupakan salah satu sektor penting yang menunjang perekonomian. Salah satu sektor pertanian yang sangat berperan penting adalah padi, dimana padi menempati posisi yang sangat strategis bagi kehidupan masyarakat[1]. Sektor pertanian merupakan salah satu sektor vital bagi ketahanan pangan nasional[2]. Di Indonesia, padi sebagai komoditas pangan utama sering mengalami gangguan produktivitas akibat serangan hama seperti burung, tikus, dan serangga yang dapat menyebabkan kerugian ekonomi signifikan bagi petani[3]. Metode konvensional pengusiran hama seperti orang-orangan sawah dan penggunaan pestisida kimia memiliki keterbatasan efektivitas dan dampak negatif terhadap lingkungan serta kesehatan manusia[4] [5].

Hama merupakan musuh petani dalam proses penanaman hingga pasca panen[6]. Salah satu hama yang seringkali membuat gagal panen adalah burung, hama ini menyerang ketika menjelang masa panen[7]. Hama ini dapat menyebabkan kerugian yang serius dan biasanya menyerang secara berkelompok mulai puluhan sampai ribuan dari populasinya[8]. Dampak dari serangan hama burung dapat mengakibatkan bulir padi menjadi kering, biji padi hampa, dan biji padi rontok[9]. Pengendalian hama ini biasanya bersifat mekanis memakai peralatan yang dapat mengusir burung, namun terkadang membutuhkan waktu dan kesabaran dalam menunggu di sawah[10]. Bagi yang tidak sempat dapat mengeluarkan biaya yang tidak sedikit untuk jasa pengusirannya namun terkadang tidak optimal. Selain burung terdapat juga hama wereng, tikus dan lainnya[11].

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) membuka peluang baru dalam manajemen pertanian modern[12]. IoT memungkinkan integrasi perangkat elektronik dengan jaringan internet untuk pemantauan dan pengendalian jarak jauh yang efisien[13]. Aplikasi teknologi IoT di bidang pertanian telah menunjukkan hasil menjanjikan dalam meningkatkan produktivitas dan efisiensi pengelolaan lahan[14].

pemanfaatan sensor gerak memberikan dampak yang signifikan bagi pencegahan serangan hama tikus di area persawahan. Pencegahan tersebut akan memberikan nilai tambah bagi petani dalam

produktivitas hasil panennya. Di samping itu, pemanfaatan sensor gerak dalam penelitian ini dipandang lebih efisien dan efektif[10] [15].

Petani sering menghadapi masalah hama burung, khususnya burung, yang memakan bulir padi dan bisa menyebabkan kegagalan panen[16]. Untuk mengatasi masalah ini, petani menggunakan orang-orangan sawah yang dilengkapi dengan lonceng dan tali. Ketika tali ditarik, lonceng akan berbunyi, sehingga burung-burung terkejut dan terbang menjauh dari sawah[7]. Namun, petani harus menarik tali tersebut secara manual agar alat itu berfungsi, yang tentu saja tidak efisien. Sistem ini sudah digunakan turun-temurun, dan mengharuskan petani terus berada di sawah untuk menjaga padinya dari serangan burung. Akibatnya, waktu yang seharusnya bisa digunakan untuk kegiatan penting lainnya, seperti mencari pakan ternak atau mengurus sapi, ayam, atau kambing, habis hanya untuk mengusir burung dari sawah[17] [18].

Penelitian ini mengusulkan pengembangan sistem pengusir hama otomatis berbasis teknologi IoT dengan menggunakan sensor gerak untuk melindungi sawah[19]. Sistem ini dirancang untuk mendeteksi gerak hama dengan bantuan sensor gerak, kemudian memproses data tersebut melalui mikrokontroler dan mengaktifkan aktuator untuk menghasilkan stimulus yang mampu mengusir hama[20]. Selain itu, sistem ini dilengkapi dengan modul komunikasi nirkabel yang memungkinkan pemantauan serta pengendalian dari jarak jauh. Pendekatan ini menawarkan solusi yang lebih efektif, hemat energi, dan ramah lingkungan dibandingkan metode tradisional[21].

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan dan menguji prototipe sistem pengusir hama otomatis berbasis IoT yang dapat diterapkan pada lahan pertanian padi. Diharapkan, sistem ini mampu memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan produktivitas pertanian sekaligus mengurangi kerugian ekonomi akibat serangan hama pada tanaman padi.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, yang berarti peneliti menguji sesuatu dengan cara melakukan percobaan dan mengamati hasilnya. Dalam percobaan ini, ada kelompok yang diberi perlakuan khusus dan kelompok lain sebagai pembanding. Untuk mengumpulkan data, peneliti juga membaca berbagai buku, jurnal, dan artikel di internet yang berhubungan dengan masalah yang sedang diteliti, untuk mendapatkan informasi tambahan yang bisa mendukung penelitian ini.

Analisa kebutuhan sistem dilakukan untuk mengidentifikasi informasi tentang sistem yang dibutuhkan oleh pengguna (petani). Tahap ini bertujuan agar perancangan sistem dapat memenuhi kebutuhan berdasarkan data yang diperoleh dari calon pengguna, mencakup kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak[22].

Analisa kebutuhan fungsional dalam penelitian ini adalah alat yang mampu mendeteksi objek yang bergerak, dan secara otomatis mengusir atau menakut-nakuti hama agar pergi dari area persawahan[23]. Sementara itu, analisa kebutuhan non-fungsional meliputi spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang dibutuhkan, di antaranya perangkat keras seperti laptop, mikrokontroler Arduino UNO, kabel USB tipe A ke tipe B, sensor pir, buzzer dan kabel jumper. Sedangkan perangkat lunak yang diperlukan adalah IDE Arduino dan sistem operasi Windows 10.

### 2.1. Rangkaian alur system sensors Pir

Sistem sensor pir dirancang untuk mendeteksi keberadaan atau gerakan objek dengan mengeluarkan sinyal output yang berupa bunyi buzzer ketika hama bergerak[24] [25]. Dalam penelitian ini, Arduino UNO digunakan sebagai mikrokontroler yang mengirimkan sinyal output untuk membunyikan buzzer. Seluruh rancangan alat terhubung dengan mikrokontroler melalui sebuah rangkaian yang dibuat.



**Gambar 1. Rangkaian Alur Sistem Sensor Ultrasonik**

Penjelasan mengenai alur kerja pada perancangan sensor sensor gerak sesuai gambar di atas:

1. Catu daya eksternal memberikan tegangan untuk menyalakan arduino.
2. Arduino mengendalikan semua komponen yang menerima input dari sensor.
3. Sensor pir mulai bekerja ketika menerima tegangan dari Arduino dan memberikan input ke Arduino dalam bentuk output digital saat mendeteksi objek.
4. Buzzer menerima tegangan dari Arduino, kemudian buzzer bergerak ketika sensor mendeteksi adanya objek.

## 2.2. Rangkain alat pendeteksi hama

Berikut ini adalah komponen-komponen rangkaian alat sensor gerak sebagai berikut:

1. Arduinio UNO
2. Kabel serial port
3. Kabel jumper
4. Buzzer
5. Sensor Pir

Tabel rangkain sensor ultrasonik ke arduino

Sensor Pir	Arduino UNO
Sinyal	A0
Power	5V
GND	GND

Tabel Rangkaian Motor servo ke Arduino

Buzzer	Arduino UNO
Positif	Port -7
Negatif	GND

## 2.3. Proses cara kerja alat

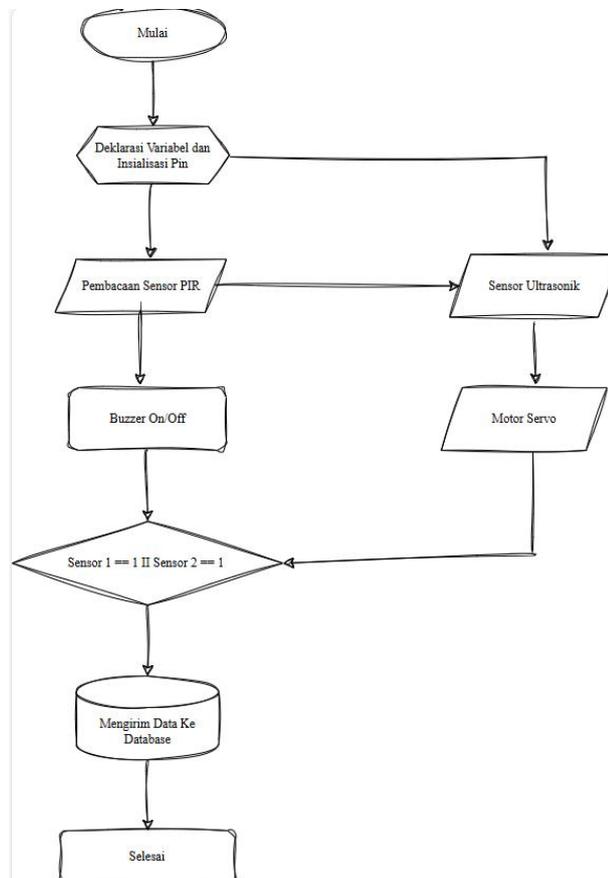
Sistem ini bekerja dengan memproses data dari perangkat sensor. Sensor yang telah diprogram pada mikrokontroler akan membaca data dari sensor sesuai dengan perintah yang diberikan pada mikrokontroler. Sensor yang digunakan adalah Sensor pir.

Proses kerja alat pendeteksi gerak yang dirancang dengan sensor pir ini adalah untuk mendeteksi objek, kemudian data tersebut dikirim ke Arduino. Setelah itu, output akan diterima dan buzzer akan bergerak ketika sensor mendeteksi adanya objek, yang menyebabkan buzzer bunyi.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### Pembahasan Program

Dalam pembahasan program, peneliti hanya fokus pada alur kerja sensor ultrasonik yang dikendalikan menggunakan Arduino UNO, yang diatur untuk berfungsi sesuai dengan perancangan yang telah dibuat. Sebelum melakukan pengujian, peneliti memastikan terlebih dahulu bahwa setiap rangkaian, termasuk Arduino, dapat berjalan dengan baik.



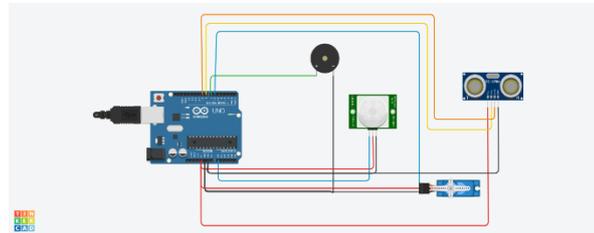
Gambar 2. Flowcard

```
1 #include <Servo.h>
2
3 #define PIR_SENSOR A0 // Sensor PIR
4 #define BUZZER 7 // Buzzer
5 #define TRIGGER_PIN 8 // Trigger sensor ultrasonik
6 #define ECHO_PIN 9 // Echo sensor ultrasonik
7 #define SERVO_PIN 6 // Servo motor
8
9 Servo servo_6;
10
11 // Fungsi membaca jarak dari sensor ultrasonik
12 long readUltrasonicDistance(int triggerPin, int echoPin) {
13   digitalWrite(triggerPin, LOW);
14   delayMicroseconds(2);
15   digitalWrite(triggerPin, HIGH);
16   delayMicroseconds(10);
17   digitalWrite(triggerPin, LOW);
18
19   long duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
20   int distance = duration * 0.034 / 2; // Konversi waktu ke jarak dalam cm
21
22   return distance;
23 }
24
25 void setup() {
26   pinMode(PIR_SENSOR, INPUT);
27   pinMode(BUZZER, OUTPUT);
28   pinMode(TRIGGER_PIN, OUTPUT);
29   pinMode(ECHO_PIN, INPUT);
30   Serial.begin(9600);
31
32   servo_6.attach(SERVO_PIN, 500, 2500);
33   servo_6.write(0); // Posisi awal servo di 0 derajat
34 }
35
36 void loop() {
37   // Membaca nilai sensor PIR
38   int pirValue = digitalRead(PIR_SENSOR);
39
40   // Jika ada gerakan, nyalakan buzzer
41   if (pirValue == HIGH) {
42     digitalWrite(BUZZER, HIGH);
43   } else {
44     digitalWrite(BUZZER, LOW);
45   }
46
47   // Membaca jarak dari sensor ultrasonik
48   int distance = readUltrasonicDistance(TRIGGER_PIN, ECHO_PIN);
49
50   Serial.print("Jarak: ");
51   Serial.print(distance);
52   Serial.println(" cm");
53
54   // Mengontrol servo berdasarkan jarak
55   if ((distance >= 45 && distance <= 55) ||
56       (distance >= 95 && distance <= 105) ||
57       (distance >= 145 && distance <= 155) ||
58       (distance >= 195 && distance <= 205) ||
59       (distance >= 245 && distance <= 255) ||
60       (distance >= 295 && distance <= 305) ||
61       (distance >= 345 && distance <= 355) ||
62       (distance >= 395 && distance <= 405) ||
63       (distance >= 445 && distance <= 455) ||
64       (distance >= 495 && distance <= 505)) {
65     servo_6.write(180);
66   } else {
67     // Jika tidak ada jarak yang cocok, matikan servo dan buzzer
68     servo_6.write(0);
69     digitalWrite(BUZZER, LOW);
70   }
71
72   delay(100); // Tunggu sebelum membaca ulang sensor untuk menghindari error
73 }
74
```

**Gambar 3. Rangkaian Alur Sistem Sensor Gerak**

### 3.2 Pengujian Alat

Pengujian pada sensor pir dilakukan untuk mengetahui kelayakan sensor ini dalam penelitian. Pengujian sensor pir dilakukan pada saat kondisi sensor mendeteksi objek



**Gambar 4. Pengujian Sensor Pir**

#### Hasil pengujian sensor ultrasonic

No	parameter deteksi gerakan	Kondisi	Buzzer
1	Ada gerakan	Hama terdeteksi	Bunyi
2	Tidak ada gerakan	Hama tidak terdeteksi	Tidak Bunyi

### 3.3 Pembahasan

Berdasarkan pengujian sensor pir, dapat disimpulkan bahwa sistem yang telah di rancang berfungsi sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Sensor mampu mendeteksi objek secara akurat pada berbagai gerakan. Sensor Pir dapat mendeteksi gerak jika buzzer bunyi maka ada gerakan dan jika tidak ada gerakan buzzer tidak akan bunyi. Keberhasilan deteksi pada setiap gerakan menunjukkan bahwa sensor memiliki kemampuan yang handal dalam mengenali keberadaan objek di sekitarnya.

Hasil ini menunjukkan bahwa sensor dapat memberikan respons yang akurat dan efektif dalam mendeteksi gerak objek pada rentang yang diuji, yang mengindikasikan kinerja sistem yang baik dalam mendeteksi objek dengan tepat[26]. Data yang ditampilkan dari hasil pembacaan pada sensor menunjukkan akurasi yang cukup tinggi, dengan selisih yang sangat kecil dengan gerak yang sebenarnya[27]. Hal ini menandakan bahwa integrasi antara sensor, mikrokontroler, dan program pengolahan data berjalan secara optimal[28]. Kecepatan respons sistem terhadap perubahan gerak juga menjadi indikator yang sangat penting bahwa perangkat ini telah siap untuk digunakan dalam skenario yang membutuhkan deteksi real-time seperti sistem parkir otomatis, penghindar rintangan pada robot, dan keamanan berbasis gerak[29].

Secara keseluruhan performa sensor pir yang di uji membuktikan bahwa sistem telah memenuhi kriteria teknis dan fungsional yang telah ditetapkan sebelumnya[30]. Sensor tidak dapat hanya mampu untuk mendeteksi objek dalam gerak tertentu, tetapi juga dapat dilakukan dengan akurasi yang tinggi dan tanpa mengalami keterlambatan yang signifikan. Oleh sebab itu, sistem ini dinilai mampu untuk diterapkan pada aplikasi nyata yang membutuhkan pemantauan gerak atau pendeteksian gerak secara otomatis dan efisien. Pengujian ini menjadi dasar untuk pengembangan lebih lanjut dan penerapan sistem dalam skala yang lebih luas.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, kesimpulan yang dapat diambil dari pengujian sensor pir adalah sebagai berikut:

1. Sistem atau alat ini diharapkan dapat membantu petani dalam mempermudah pekerjaan mereka dengan mengganti metode dari yang manual ke otomatis.
2. Prototipe system atau alat berfungsi dengan sangat baik sesuai dengan tujuan yang diinginkan oleh para peneliti.
3. Sensor pir berhasil mendeteksi gerakan dengan akurat selama masa pengujian sedang berlangsung.

#### Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan ini, peneliti berharap agar alat ini dapat dimanfaatkan dengan baik oleh pengguna yang cukup relevan.

1. Diharapkan dimasa yang akan datang, alat ini bisa dikembangkan atau diintegrasikan dengan alat yang lain agar dapat meningkatkan efektivitas cara kerjanya
2. Peneliti juga berharap agar alat ini dapat ditingkatkan dengan menambahkan fitur untuk mendeteksi hama yang berada di bawahnya.
3. Peneliti juga berharap penelitian ini dapat diimplementasikan lebih lanjut dalam studi yang akan datang.

#### Ucapan Terimakasih

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan penyusunan jurnal ini. Penulisan jurnal ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk penyelesaian mata kuliah teknik Kendali Digital

pada Fakultas Teknik, Universitas Negeri Makassar Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, cukup sulit bagi saya untuk menyelesaikan penyusunan jurnal ini.

Oleh sebab itu saya mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Mukhlisin, S.Pd., M.Pd., IPM., APEC. Eng
2. Teristimewa kepada bapak, Ibu serta keluarga besar yang selalu mendoakan dan menjadi motivasi besar bagi para penulis.
3. Untuk anggota kelompok samsidar, Sulpiani, Rahma Awalia, Andi Ardiansyah sonda, dan nabila Athifah zahra yang telah bekerja keras selama penyusunan jurnal dari awal sampai akhir.
4. Seluruh mahasiswa(i) terutama pada kelas PTIK G

Penulis menyadari dalam penulisan Jurnal ini masih terdapat kekurangan, untuk itu diharapkan kritik dan saran yang membangun untuk dapat menyempurnakan jurnal ini.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih dan semoga Jurnal ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

#### Referensi

- [1] L. R. Noer, G. Arif Handiwibowo, and B. Syairudin, 'Pemanfaatan Alat Pengusir Burung untuk Meningkatkan Produktifitas Pertanian di Kecamatan Sukolilo Surabaya', *SEWAGATI*, vol. 4, no. 1, p. 38, Feb. 2020, doi: 10.12962/j26139960.v4i1.6121.
- [2] D. Ramadhanty, S. Supramono, and D. Yudhawati, 'ANALISIS METODE ECONOMIC VALUE ADDED (EVA) DAN MARKET VALUE ADDED (MVA) UNTUK MENGUKUR KINERJA KEUANGAN', *Manag. J. Ilmu Manaj.*, vol. 3, no. 1, p. 123, Dec. 2020, doi: 10.32832/manager.v3i1.3840.

- [3] A. Afandhi, 'Rice Farming with Application of Integrated Pest Management (IPM): Analysis of Social and Economic Sustainability (Case Study in Besar Village, Lamongan District)', *HABITAT*, vol. 31, no. 2, pp. 109–114, Aug. 2020, doi: 10.21776/ub.habitat.2020.031.2.13.
- [4] B. Sinha, D. Choudhury, and S. Roy, 'Traditional Practices in Pest Management: Some Examples from North-East India', *SSRN Electron. J.*, 2004, doi: 10.2139/ssrn.1303383.
- [5] S. Muddin, K. Kamal, L. Lianti, and Y. Yuhardianti, 'RANCANG BANGUN ALAT PENGUSIR BURUNG PEMAKAN BUAH BERBASIS SUARA ULTRASONIC', *ILTEK J. Teknol.*, vol. 18, no. 01, pp. 6–10, May 2023, doi: 10.47398/iltek.v18i01.77.
- [6] 'Rendy Ruspandy\_2023\_BAB I'.
- [7] M. Y. Hardiansyah, 'PENGUSIR HAMA BURUNG PEMAKAN PADI OTOMATIS DALAM MENUNJANG STABILITAS PANGAN NASIONAL', 2020.
- [8] B. A. Pratama, D. Suranti, and L. Elfianty, 'The Expert System For Diagnosing Lovebird Diseases By Algorithm Certainty Factor', *J. Komput. Inf. Dan Teknol.*, vol. 1, no. 1, Jun. 2021, doi: 10.53697/jkomitek.v1i1.150.
- [9] Z. Zulfikri, R. Bulan, and M. Mustaqimah, 'Alat Pengusir Hama Burung Pipit Menggunakan Sensor Gerak Berbasis Arduino UNO', *J. Ilm. Mhs. Pertan.*, vol. 7, no. 3, pp. 332–337, Aug. 2022, doi: 10.17969/jimfp.v7i3.20804.
- [10] 'Haris Maulana, 160211024, FTK, PTE'.
- [11] A. Khumaidi and N. Hikmah, 'RANCANG BANGUN PROTOTIPE PENGUSIR HAMA BURUNG MENGGUNAKAN SENSOR GERAK RCWL MICROWAVE BERBASIS INTERNET OF THINGS', *Simetris J. Tek. Mesin Elektro Dan Ilmu Komput.*, vol. 11, no. 2, pp. 560–567, Oct. 2021, doi: 10.24176/simet.v11i2.5071.
- [12] R. S. Quirinno, S. Murtiana, and N. Asmoro, 'PERAN SEKTOR PERTANIAN DALAM MENINGKATKAN KETAHANAN PANGAN DAN EKONOMI NASIONAL', 2024.
- [13] B. B. Sharma and N. Kumar, 'IoT-Based Intelligent Irrigation System for Paddy Crop Using an Internet-Controlled Water Pump', *Int. J. Agric. Environ. Inf. Syst.*, vol. 12, no. 1, pp. 21–36, Jan. 2021, doi: 10.4018/IJAEIS.20210101.0a2.
- [14] Abdurrozzaq Hasibuan, Suhela Putri Nasution, Fitri Amja Yani, Henni Adlini Hasibuan, and Nyak Firzah, 'Strategi Peningkatan Usaha Tani Padi Sawah Untuk Meningkatkan Perekonomian Masyarakat Desa', *ABDIKAN J. Pengabd. Masy. Bid. Sains Dan Teknol.*, vol. 1, no. 4, pp. 477–490, Nov. 2022, doi: 10.55123/abdikan.v1i4.1095.
- [15] N. Kotamäki *et al.*, 'Wireless in-situ Sensor Network for Agriculture and Water Monitoring on a River Basin Scale in Southern Finland: Evaluation from a Data User's Perspective', *Sensors*, vol. 9, no. 4, pp. 2862–2883, Apr. 2009, doi: 10.3390/s90402862.
- [16] A. Syauqi, A. Rosadi, and T. Haryanti, 'PROTOTIPE PENGUSIR HAMA TANAMAN PADI BERBASIS ARDUINO UNO DENGAN ENERGI ALTERNATIF SOLAR CELL', 2020.
- [17] R. Rahmadian and M. Widyartono, 'Penerapan Machine Vision untuk Sistem Panen Otomatis di Robot Agrikultur', *J. Inf. Eng. Educ. Technol.*, vol. 4, no. 1, pp. 47–52, Jun. 2020, doi: 10.26740/jieet.v4n1.p47-52.
- [18] A. Bouet, A. Boka, and N. Kouassi, 'Impact de la surveillance humaine sur les dégâts d'oiseaux en riziculture pluviale', *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, vol. 8, no. 5, p. 2314, Mar. 2015, doi: 10.4314/ijbcs.v8i5.33.
- [19] '99-Article Text-711-2-10-20210112'.
- [20] I. Sufaat and J. Juliandri, 'IOT Rancang Bangun Alat Pengusir Hama Burung pada Padi Sawah Petani Berbasis Internet of Things (IoT)', *J. Comput. Syst. Inform. JoSYC*, vol. 5, no. 2, pp. 306–314, Feb. 2024, doi: 10.47065/josyc.v5i2.4921.
- [21] '1710.04154v1'.
- [22] '081710048-SUBIANTONO - bab ii'.
- [23] S. T. E. Rukmana, A. Mayub, and R. Medriati, 'PROTOTYPE ALAT PENDETEKSI DAN PENGUSIR TIKUS PADA PEMBIBITAN KELAPA SAWIT BERBASIS ARDUINO UNO', *J. Kumparan Fis.*, vol. 2, no. 1, pp. 9–16, Apr. 2019, doi: 10.33369/jkf.2.1.9-16.
- [24] 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, Sep. 2022, doi: 10.35447/jitekh.v10i2.581.
- [25] P. Wibowo, S. A. Lubis, . Hermansyah, . Hamdani, and Z. Tharo, 'Smart Home Security System Design Sensor Based on Pir and Microcontroller', *Int. J. Glob. Sustain.*, vol. 1, no. 1, p. 67, Oct. 2017, doi: 10.5296/ijgs.v1i1.12053.
- [26] H. Sukri, D. T. Laksono, D. T. Laksono, and M. Ulum, 'Ultrasonic Signal Implementation in Arduino-Based Obstacle Robot Control System', *E3S Web Conf.*, vol. 328, p. 02008, 2021, doi: 10.1051/e3sconf/202132802008.

- 
- [27] L. Koval, J. Vaňuš, and P. Bilík, 'Distance Measuring by Ultrasonic Sensor', *IFAC-Pap.*, vol. 49, no. 25, pp. 153–158, 2016, doi: 10.1016/j.ifacol.2016.12.026.
- [28] P. Adhistian, 'ANALISIS PENGUKURAN JARAK PERANGKAT-SENSOR PADA IMPLEMENTASI SENSOR DENGAN ARDUINO SMART HOME SOLUTION', *Teknol. J. Ilm. Dan Teknol.*, vol. 1, no. 2, p. 124, Aug. 2019, doi: 10.32493/teknologi.v1i2.3083.
- [29] A. Arifin and M. Rizal, 'Implementasi Sistem Otomatisasi Perawatan Tanaman indoor berbasis Internet of Things (IoT)', *remik*, vol. 7, no. 2, pp. 935–945, Apr. 2023, doi: 10.33395/remik.v7i2.12277.
- [30] N. I. Abdulkhaleq, I. J. Hasan, and N. A. J. Salih, 'Investigating the resolution ability of the HC-SRO4 ultrasonic sensor', *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 745, no. 1, p. 012043, Feb. 2020, doi: 10.1088/1757-899X/745/1/012043.