

Rancang Bangun Lindungi Padi (LiDi) Sebagai Sistem Pengusir Hama Padi Berbasis IoT

Christoffer Yoel Evandri Viebrian
Universitas Telkom
Teknik Telekomunikasi
Jakarta, Indonesia
christoffer@telkomuniversity.ac.id

Suyatno Budiharjo
Universitas Telkom
Teknik Telekomunikasi
Jakarta, Indonesia
suyatnobudiharjo@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Pertanian memegang peran penting dalam perekonomian global tidak terkecuali di negara Indonesia. Sebagai negara agraris, Indonesia memiliki lahan pertanian padi yang sangat luas. Meskipun potensinya pertanian sangat besar, petani masih dihadapkan pada sejumlah tantangan, terutama serangan hama yang dapat mengakibatkan kerugian besar dalam produksi pangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi masalah serangan hama dalam pertanian padi melalui inovasi sistem yang dinamakan LiDi (Lindungi Padi). LiDi dirancang sebagai solusi yang mengintegrasikan teknologi modern, seperti sensor PIR (*Passive Infrared*) dan ultrasonik, dengan penggunaan alat pengusir hama berbasis suara dan lampu tembak dengan cahaya berintensitas tinggi. Pendekatan ini bertujuan untuk mengusir dan mencegah hama padi dengan cara yang lebih efektif. Petani juga dapat mengawasi keamanan lahan mereka dan merespons serangan hama dengan cepat tanpa harus berada di lokasi secara fisik dengan penerapan konsep IoT. Dengan adanya sistem LiDi ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi kerja petani, mengurangi kerugian hasil panen akibat serangan hama dan berkontribusi pada ketahanan pangan Indonesia. Penelitian ini menjadi langkah penting dalam menjawab tantangan serius dalam pertanian, memanfaatkan teknologi untuk melindungi tanaman padi dan hasil panen petani.

Kata kunci— Pertanian, Padi, PIR, Ultrasonik, IoT

I. PENDAHULUAN

Pertanian memegang peranan sentral dalam perekonomian Indonesia, khususnya di wilayah agraris seperti Jawa Barat. [1] Luas tanam padi di Indonesia mencapai jutaan hektar, namun petani seringkali menghadapi tantangan berat akibat serangan hama. Wereng, belalang, tikus bahkan burung merupakan masalah yang sulit dikendalikan, sehingga menyebabkan kerugian yang signifikan dalam produksi pangan. [2]

Meskipun petani telah mencoba berbagai cara, termasuk penggunaan pestisida, namun permasalahan serangan hama masih menjadi kendala utama. Penggunaan pestisida yang berlebihan juga berdampak buruk terhadap lingkungan, mengancam lahan dan ekosistem sekitarnya. [3] Penelitian ini berfokus pada pengembangan solusi inovatif bertajuk “Perancangan dan Konstruksi Sistem Pengendalian Hama Padi Berbasis IoT untuk Perlindungan Padi (LiDi). LiDi

merupakan sistem pintar yang memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT) untuk mendeteksi keberadaan hama di lahan pertanian dengan akurasi tinggi. Dengan menggunakan IoT, petani dapat memantau dan mengendalikan LiDi dari jarak jauh. Sistem ini juga ramah lingkungan karena menggunakan pengusir hama ultrasonik dan cahaya berintensitas tinggi tanpa mencemari ekosistem persawahan. Inovasi ini diharapkan dapat mengatasi tantangan serius yang dihadapi petani, mengurangi kerugian panen dan berkontribusi pada ketahanan pangan yang lebih baik.

II. KAJIAN TEORI

Padi (*Oryza Sativa L.*) sudah menjadi komoditas pangan utama bagi masyarakat Indonesia. Padi juga dijadikan sebagai bahan utama dari banyak kegiatan produksi mulai dari industri rumahan hingga pabrik besar sehingga kebutuhan terhadap bahan baku ini terus meningkat setiap tahunnya. [4] Beberapa rekayasa genetika dan teknik penanaman mulai dari yang tradisional hingga modern juga sudah dilakukan untuk mendapatkan generasi padi yang unggul, bermutu, dan terhindar dari serangan hama. [5] Dalam mengatasi masalah serangan hama pada tanaman padi, petani selaku pihak yang berhubungan secara langsung dengan sawah memerlukan cara untuk mengatasi masalah tersebut dengan cara yang cepat, efektif, efisien dan tidak memiliki resiko merusak panen mereka.

Berikut berbagai variabel yang digunakan pada penelitian kali ini:

A. Hama Padi

Hama secara umum memiliki arti sebagai hewan yang merusak produk pertanian. Hama padi merupakan makhluk hidup yang berdiam di sekitar ekosistem padi dan berperan sebagai parasit yang dapat menghancurkan panen padi. Hama menyerang dengan mengganggu pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi tersebut.

Berikut macam-macam hama tanaman padi yang menjadi fokus penelitian ini:

1. Tikus

Tikus memiliki mobilitas yang cukup tinggi berhubung hewan tersebut memiliki ukuran yang relatif kecil dengan sifatnya yang lincah. Hewan ini

juga mampu beradaptasi dengan cepat dalam segala lingkungan bahkan pada kondisi yang cukup ekstrim seperti lingkungan beracun. Hal-hal tersebut yang menyebabkan tikus menjadi salah satu musuh terbesar para petani karena mampu menyebabkan kerugian yang sangat masif karena tikus dapat berkembang biak dengan baik dengan membuat lubang di sekitar sawah padi sebagai tempat mereka tinggal. [6]

2. Burung

Burung merupakan hewan bertulang belakang yang memiliki sayap ditutupi dengan bulu digunakan untuk terbang. Burung yang umumnya menjadi hama padi merupakan burung yang masuk dalam kategori herbivora terkhususnya burung pemakan biji-bijian seperti burung pipit. Burung pipit pada umumnya hidup berkelompok dan mampu menyerang panen pertanian dalam jumlah besar. Orang-orangan sawah merupakan salah satu upaya yang sudah dilakukan untuk mengusir burung-burung tersebut dari area sawah namun beberapa petani yang sudah diwawancarai memberikan keluhan bahwa cara tersebut tidak efektif lagi karena burung seperti dapat membedakan manusia asli dengan manusia tiruan.

B. *Internet of Things* (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan suatu ide dimana dengan konektivitas internet dapat difungsikan agar suatu perangkat keras dapat terkoneksi dan berkomunikasi satu sama lain sehingga membentuk suatu sistem yang terintegrasi. Banyak pengembang yang memprediksi bahwa *Internet of Things* (IoT) merupakan lompatan yang sangat besar dalam dunia teknologi informasi. Topik *Internet of Things* (IoT) menjadi perdebatan yang sangat menarik saat ini karena sistem kerjanya yang sangat luas. [7]

C. 000webhost (www.000webhost.com)

000webhost merupakan situs web yang menyediakan situs yang menyediakan layanan web hosting. Paket layanan yang ditawarkan ada berbagai macam, mulai dari paket gratis hingga yang sifatnya berbayar.

Pada pembuatan alat ini, penulis hanya menggunakan paket yang bersifat gratis. Paket ini memberikan layanan sebagai berikut:

- 1 situs web
- 300 MB *disk space*
- *Bandwidth* 3 GB
- Nama *server* di lindungi Cloudflare
- Jaminan 99% *uptime*
- 1 sumber teralokasikan
- 1 akun FTP
- 1 *cron job*
- 1 basis data MySQL

D. Telegram

Telegram merupakan perangkat lunak yang menyediakan layanan pengiriman pesan berbasis *cloud* yang menyediakan fitur yang dinamakan *bot* yaitu suatu robot

virtual terhubung dengan internet yang berjalan sesuai dengan instruksi pengguna selama instruksi yang diberikan tersedia di dalam program robot tersebut. [8] *Bot* Telegram dapat digunakan dalam berbagai keperluan seperti salah satunya terhubung dengan alat berbasis IoT. *Bot* Telegram menjadi perantara agar pengguna dapat berinteraksi dengan *microcontroller* yang terhubung dengan API *bot* tersebut.

E. Arduino IDE

Arduino IDE merupakan aplikasi kompilator yang sering digunakan untuk mengelola proyek *microcontroller*. Arduino IDE sendiri menggunakan bahasa pemrograman C yang hanya memiliki dua fungsi, "setup" dan "loop". Aplikasi ini menyediakan banyak pustaka program untuk setiap *microcontroller* yang digunakan mulai dari *microcontroller* biasa seperti Arduino hingga yang berbasis IoT seperti ESP32. [9]

F. Visual Studio Code

Visual Studio Code merupakan aplikasi yang dapat digunakan untuk menulis hampir semua jenis bahasa pemrograman dan menyimpannya dalam berbagai macam bentuk ekstensi berkas. Perangkat lunak ini dibuat oleh perusahaan Microsoft dan dapat digunakan pada platform Linux, Mac, dan Windows. Aplikasi ini cukup terkenal di kalangan programmer karena kemampuannya yang mampu mengolah berbagai macam berkas pemrograman dan memiliki sifat *open source*.

G. Visual Studio Code

Wokwi merupakan simulator *microcontroller online* yang bersifat *open source*. Wokwi dapat diakses menggunakan mesin pencarian pada umumnya. Simulator ini dapat mensimulasikan banyak sekali *microcontroller* yang umumnya digunakan oleh para pengembang seperti Arduino, ESP32, MicroPython dan *microcontroller* lainnya beserta dengan sensor yang sering digunakan. Simulator ini mempermudah para pengembang untuk membuat skema rangkaian *microcontroller* dan menyimulasikannya tanpa takut untuk mencoba sesuatu yang baru yang mungkin dapat merusak *microcontroller* jika hal tersebut dilakukan pada komponen yang asli. [10]

H. WeMos D1 R32

WeMos D1 R32 merupakan *microcontroller* yang memiliki arsitektur awal Arduino UNO R3 namun memakai modul program ESP32 sehingga mampu membangun koneksi dengan WiFi dan Bluetooth. Tegangan keluaran dari *microcontroller* ini 5 V karena kemiripannya dengan Arduino UNO R3 namun pustaka program yang digunakan merupakan pustaka untuk *microcontroller* ESP32. [11] Kemampuannya yang cukup luas dari aspek kelengkapan modul membuat WeMos D1 R32 menjadi pilihan yang tepat dalam berbagai kondisi dalam membangun proyek berbasis IoT. Bahasa pemrograman *microcontroller* ini juga dapat diintegrasikan dengan bahasa pemrograman lain seperti Python dan Lua.

I. Sensor Ultrasonik (HCSR04)

Sensor ini bekerja dengan memanfaatkan pantulan gelombang suara berfrekuensi tinggi. Terdapat dua bagian utama pada sensor ultrasonik yaitu pemancar dan penerima

gelombang suara ultrasonik. Pengirim akan mengirim gelombang suara yang akan menuju suatu benda. Ketika gelombang suara sudah mencapai benda tersebut, gelombang akan memantul kembali dan ditangkap oleh penerima. [12]

J. *Passive Infrared Sensor*

Semua makhluk hidup yang memiliki sistem peredaran darah tentunya memiliki panas tubuh. Sensor PIR memanfaatkan infra merah yang terpancar dari tubuh makhluk hidup sebagai tolak ukur pembacaan suatu pergerakan. Sensor ini memiliki satu pin *output* karena sifat kerjanya sebagai untuk mengambil data bukan memberikan respon secara langsung, satu pin *Vcc* sebagai sumber tegangan, dan satu pin *ground*.

K. *Relay*

Relay merupakan perangkat elektronika yang bekerja sebayaknya sebuah saklar namun memanfaatkan sifat elektromagnetika pada kumparan untuk membuka dan menutup suatu rangkaian listrik. Komponen ini memiliki dua bagian utama yaitu kumparan dan saklar. Saklar akan bergerak membuka atau menutup ketika kumparan diberikan arus listrik.

L. Modul Daya MB-102

Modul daya MB-102 merupakan modul yang biasa digunakan dalam proyek elektronika untuk memberikan sumber daya listrik yang stabil dalam rangkaian elektronika. Modul ini sering kali dipakai dalam proyek yang melibatkan *microcontroller* seperti Arduino. Modul ini memiliki 2 tegangan keluaran, 3,3 V dan 5 V. Tegangan masukkan dari modul ini berada diantara 6 V sampai 12 V. [13]

M. Telkomsel Orbit

Telkomsel Orbit merupakan modem WiFi yang dikeluarkan oleh provider jaringan Telkomsel. Jaringan yang digunakan modem ini merupakan jaringan 4G LTE sehingga kecepatan pengiriman yang diberikan cukup tinggi. Telkomsel Orbit di rancang untuk penggunaan rumah tangga sehingga cara menggunakannya dibuat cukup mudah bagi pengguna yang masih awam. Telkomsel menyediakan aplikasi Orbit yang dapat diunduh dari Google Playstore. Aplikasi ini memiliki fungsi untuk memantau, membuka fitur pengaturan dan mengisi ulang paket data untuk modem Telkomsel Orbit. Fitur 14 pemantauan dan pengaturan hanya bisa terbuka jika Telkomsel Orbit terkoneksi dengan *smartphone* tersebut.

N. Lampu Sorot

Lampu sorot merupakan lampu yang memiliki intensitas cahaya yang tinggi karna fokus cahaya pada satu titik tertentu. Lampu sorot biasanya digunakan untuk penerangan luar ruangan. Satuan lumen (lm) digunakan untuk merepresentasikan nilai kekuatan cahaya setiap detik. Semakin besar kekuatan cahaya yang dihasilkan setiap detik maka semakin terang cahaya yang dipancarkan. [14]

O. Baterai Akumulator

Baterai akumulator merupakan salah satu pembangkit listrik arus searah yang sering digunakan pada macam-macam jenis peralatan elektronika. Sumber tenaga listrik dari

akumulator berasal dari reaksi zat kimia yang terkandung didalamnya. Zat kimia yang terkandung didalamnya antara lain timbal oksida (PbO_2) sebagai anoda, timbal murni (Pb) sebagai katoda dan asam sulfat (H_2SO_4) sebagai larutan elektrolit. Jenis zat kimia yang terkandung di dalam akumulator dibagi menjadi dua, kering dan basah. [15] Pada umumnya, akumulator digunakan pada kendaraan bermotor karena tegangan keluarannya yang cukup besar yaitu 12 V.

P. *Solar Panel*

Panel surya merupakan alat yang mampu mengkonversikan energi panas dari matahari menjadi energi listrik. Panel surya merupakan salah satu bentuk dari perwujudan energi terbarukan karena sifatnya yang bersih tanpa memberikan pembuangan limbah. Energi ini bisa didapat dengan mudah di mana saja, tidak terbatas lokasi. Energi ini menjadi alternatif jika kita berada pada daerah yang sulit digapai pembangkit listrik utama. Salah satu modifikasi panel surya agar mudah dibawa adalah dengan menerapkannya pada penyimpanan daya kecil dan sederhana. [16]

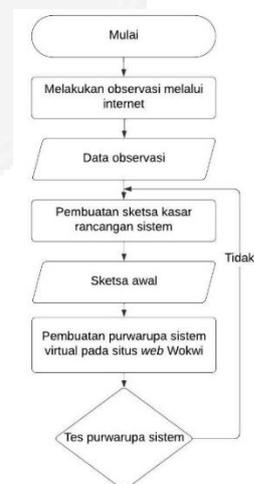
Q. *Animal Repeller Pest Control*

Alat pengendali hama bekerja dengan memanfaatkan suara bising agar hama merasa tidak aman untuk berada di sekitar area tempat alat ini diletakkan. Beberapa penelitian terdahulu menyatakan alat seperti ini memiliki respon yang variatif dalam mengusir hama. Namun, pada umumnya hewan takut dengan suara yang kencang karena hewan menganggap hal tersebut sebagai suatu ancaman bagi keberadaan mereka. [17]

R. Sistem Pengusir Hama Padi

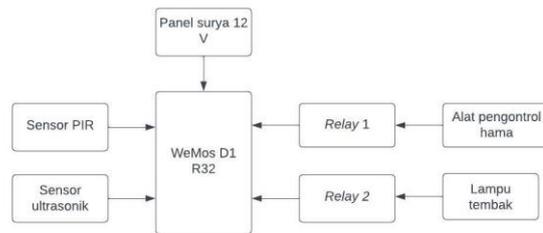
Sistem pada umumnya berarti suatu kesatuan antara setiap unsur, perangkat dan variabel yang terikat dan memiliki ketergantungan satu sama lain. Sistem pengusir hama padi diharapkan dapat mengontrol banyaknya hama padi yang ada di sekitar sawah sehingga keuntungan yang didapatkan petani dapat meningkat.

III. METODE





Gambar 1
Diagram flowchart pembuatan sistem



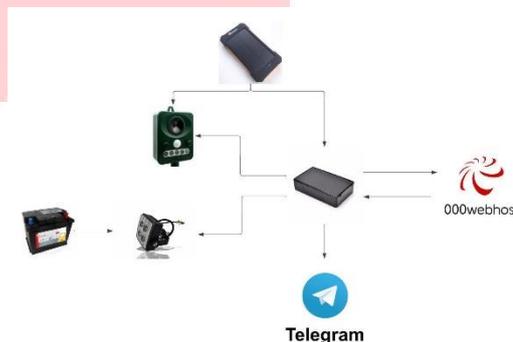
Gambar 2
Skema sistem kontrol utama LiDi IoT

Penelitian ini diawali dengan mempersiapkan terlebih dahulu perangkat yang dibutuhkan. Terdapat dua jenis perangkat yang digunakan yaitu perangkat lunak dan perangkat keras dalam perancangan sistem LiDi (Lindungi Padi).

Pembuatan skema sistem kerja pengusir hama yang ditunjukkan pada gambar 2 diatas menggunakan berbagai variabel di dalam penelitian sistem ini. Selain itu, terdapat skema sistem kerja setiap variabel ditunjukkan pada gambar 3.

Tabel 1
Daftar perangkat lunak yang digunakan

No.	Tipe Perangkat Lunak	Nama Perangkat Lunak
1	Operating system	Windows 11 Home Single Language 64-bit
2	Media pantau alat	Telegram
3	Simulator	Wokwi Simulator (wokwi.com)
4	Kompilator microcontroller	Arduino IDE
5	Web hosting	000webhost (www.000webhost.com)
6	Editor naskah pemograman lain	Visual Studio Code



Gambar 3
Skema sistem kerja setiap variabel LiDi IoT

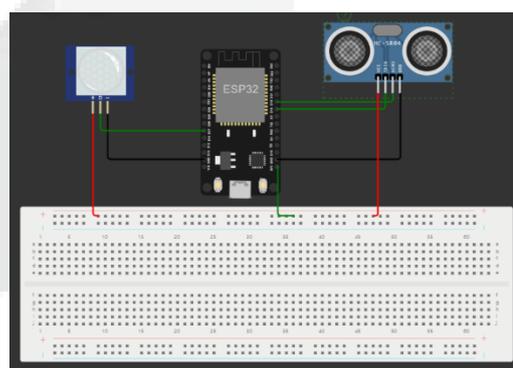
Tabel 1 tersebut menunjukkan detail dari beberapa perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini dan memiliki keterkaitan satu sama lainnya.

A. Simulasi Menggunakan Simulator Wokwi

Pembuatan desain sistem dan melakukan uji coba program dibuat pada situs web Wokwi, tempat simulasi virtual perancangan proyek microcontroller dengan komponen-komponen yang akan digunakan pada sistem yang asli. Program yang dibuat pada Wokwi merupakan program untuk menjalankan sensor PIR, sensor ultrasonik, koneksi dengan web server dan koneksi Telegram

Tabel 2
Daftar perangkat keras yang digunakan

No.	Tipe Perangkat Keras	Nama Perangkat Keras
1	Laptop	HP 14s-dq5002 TU
2	Microcontroller	Telegram
3	Pendeteksi gerakan	Wokwi Simulator (wokwi.com)
4	Pengukur jarak	Arduino IDE
5	Pemutus arus listrik	000webhost (www.000webhost.com)
6	Modul daya	Visual Studio Code
7	Alat penerangan	Lampu Sorot DC 12 V 50 W 3000 Lm
8	Sumber daya listrik	Aki 12 V dan Solar Panel Power Bank Portable 12 V 1800 mAh 4 Wp
9	Alat pengusir hama	Ultrasonic Animal Repeller Pest Control Frekuensi kerja: 13,5 - 20 kHz

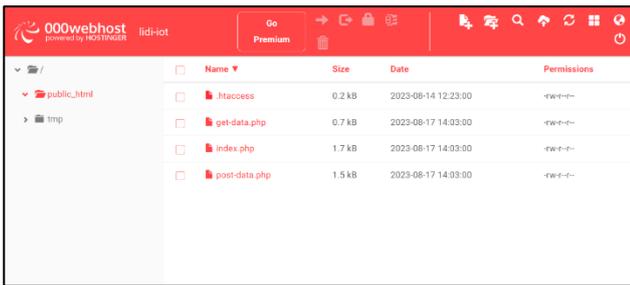


Gambar 5
Desain purwarupa sistem hanya menggunakan ESP32, sensor PIR dan sensor ultrasonic

Tabel 1 dan 2 merincikan perangkat lunak dan perangkat yang digunakan untuk mendukung jalannya penelitian ini.

Pada pembuatan web server dan penulisan naskah PHP digunakan untuk mengirim data dari microcontroller dan mengambil data dari web server. Selain itu, membuat naskah pemograman menjadi 3 naskah terpisah yang terdiri dari post-data.php untuk menaruh data dari microcontroller ke dalam basis data, get-data.php untuk mengambil kembali data yang sudah tersimpan dalam basis data, dan index.php

untuk menampilkan data tersebut dalam bentuk tabel pada suatu situs *web* agar mempermudah pengerjaan.



Gambar 6

Tampilan “File Manager” pada 000webhost untuk situs web LiDi IoT yang berisikan get-data.php, post-data.php, dan index.php

Basis data digunakan sebagai tempat menyimpan data yang akan dikirim oleh WeMos D1 R32. Basis data dibuat menggunakan naskah pemrograman. Terdapat 6 kolom tabel “LiDiData” pada basis data LiDi IoT, yaitu:

1. “id” berfungsi untuk memberikan data yang masuk suatu identitas.
2. “Conditions” berfungsi untuk menyimpan informasi mengenai kondisi sistem, apakah sedang dalam kondisi aktif atau pasif.
3. “Movement” berfungsi untuk menyimpan informasi perubahan jarak yang terjadi setelah sensor PIR membaca suatu pergerakan untuk memastikan kembali pergerakan tersebut benar adanya.
4. “DistanceChange” berfungsi untuk menyimpan nilai perubahan jarak yang terjadi.
5. “Counting” berfungsi untuk menghitung berapa kali alat pengusir hama dan lampu sorot menyala.
6. “reading_time” berfungsi untuk menyimpan data waktu ketika data-data diatas dimasukkan ke dalam basis data. Waktu yang digunakan menggunakan standar waktu UTC (Universal Time Coordinated).

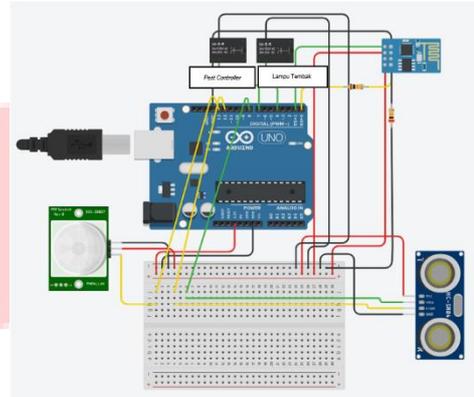
Pembuatan *bot* pada aplikasi Telegram dilakukan untuk memudahkan pemantauan kondisi sistem dari jarak jauh. Pengujian juga dilakukan dengan melakukan beberapa tes untuk memastikan bahwa program yang ada pada *microcontroller* dapat menerima dan memberikan respon melalui *bot* Telegram. Terdapat 3 perintah yang sudah terdaftar di dalam program *microcontroller* yaitu “/start”, “/status”, dan “/help”. Perintah “/start” berfungsi sebagai perintah interaksi antara pengguna dengan *bot*. Perintah “/status” berfungsi untuk menunjukkan berapa kali alat pengusir hama dalam keadaan aktif. Perintah “/help” berfungsi untuk menunjukkan daftar perintah yang terdapat dalam program. Daftar perintah juga ditampilkan ketika kita mengetik simbol “/” pada bagian “Write a message...” pada ruang bicara *bot*.



Gambar 7
Profil bot telegram “LiDi_IoT”

Setelah semuanya sudah terbentuk, simulasi pada simulator Wokwi dijalankan untuk menguji program tersebut apakah sudah memenuhi logika pemrograman atau tidak. Jika belum memenuhi logika pemrograman, kompilator akan memberikan galat yang penulis harus diperbaiki sampai program benar-benar berjalan dengan baik.

B. Rangkaian Final Sistem

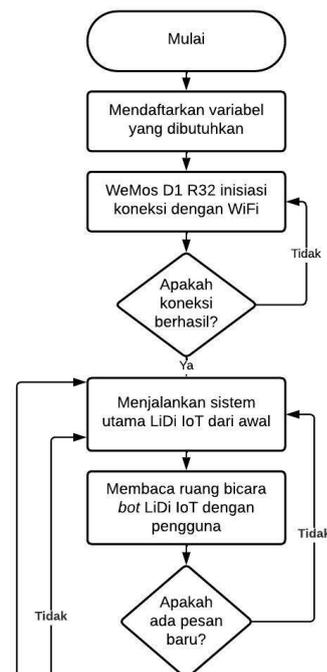


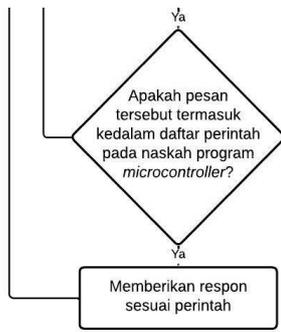
Gambar 8

Skema rangkaian perangkat keras sistem LiDi IoT

Seperti yang dapat dilihat pada gambar 8, terdapat 4 komponen utama yang langsung terhubung dengan *microcontroller*. Sensor PIR berfungsi untuk mendeteksi gerakan manusia maupun binatang. Sensor ultrasonik berfungsi untuk mengurangi kesalahan pembacaan dari sensor PIR dengan cara mencari jarak perubahan jarak yang terjadi terhadap objek yang berada di depan sensor karena makhluk hidup memiliki kecenderungan untuk berpindah tempat. Dua *relay* berfungsi untuk mengaktifkan sistem pengusir hama dan lampu sorot sebagai suatu bentuk respon dari data yang didapat dari kedua sensor diatas.

C. Cara Kerja Sistem





Gambar 9
Flowchart sistem LiDi IoT

Gambar 10 diatas memberikan informasi yang dapat menjelaskan logika berjalannya sistem pengusir hama LiDi IoT dalam bentuk *flowchart*. Sistem kerja dari LiDi IoT terbilang cukup kompleks karena memiliki banyak persyaratan untuk aktif. Jika semua syarat terpenuhi, sistem LiDi IoT akan aktif sepenuhnya.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Realisasi Perangkat

Setiap komponen dihubungkan dengan sumber daya listrik agar sistem dapat bekerja. Akumulator 12 V dikhususkan untuk mentenagai lampu tembak, sedangkan *power bank* panel surya dirangkai paralel dengan modul daya, modem Telkomsel Orbit, dan alat pengusir hama. *Microcontroller* akan mendapat sumber daya dari modul daya dengan perantara kabel USB.

B. Hasil Pengujian Kerja Alat

Pada pengujian kerja alat dibagi menjadi beberapa komponen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Perangkat Keras

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa perangkat terhubung dengan baik dengan sumber tegangan. Pengujian ini juga dilakukan untuk memastikan semua komponen perangkat sudah terhubung dengan benar mengikuti skema perancangan alat.

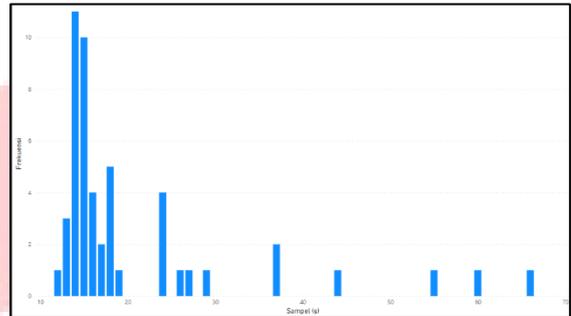
2. Perangkat Lunak

Pelaksanaan pengujian terhadap perangkat lunak yang terhubung dengan perangkat keras LiDi berbasis IoT. Selain itu, melakukan pengecekan terhadap basis data tempat perangkat LiDi IoT mengirim data untuk memastikan apakah data sampai pada basis data atau tidak. Sebelum melakukan pengujian ini, penghapusan data perlu dilakukan terlebih dahulu untuk hasil simulasi perangkat virtual sehingga basis data dalam keadaan bersih.

C. Analisis Lama Waktu Sistem LiDi IoT Mengirim Data Menuju Basis Data

Analisis lama waktu sistem LiDi IoT mengirim data menuju basis data dilakukan dengan mengambil beberapa data waktu pada kolom "reading_time" dari basis data LiDi IoT untuk dianalisis. Proses ini melibatkan perhitungan selisih waktu antara dua data yang berdekatan secara

berurutan. Data ini diambil selama alat beroperasi tanpa henti. Sampel yang dibutuhkan setidaknya 50 sampel lama waktu pengiriman data yang berbeda. Proses ini dilakukan untuk memastikan keberagaman dan representasi yang memadai dalam sampel yang diambil. Lima puluh sampel tersebut akan dibagi menjadi 5 kelompok yang berisikan 10 sampel untuk masing-masing kelompoknya. Pengumpulan sampel ini dapat dilakukan karena *microcontroller* diprogram untuk mengirim data ke basis data setiap satu siklus kerja.



Gambar 10
Diagram batang frekuensi kemunculan 50 sampel rentang waktu pengiriman data menuju basis data

Diagram batang kemunculan 50 sampel rentang waktu pengiriman data diatas dibuat untuk memudahkan analisis median dan modus. Perhitungan untuk mencari nilai median dapat dilakukan dengan cara merata-ratakan nilai sampel pada posisi $\frac{n}{2}$ dan $\frac{n}{2} + 1$ karena jumlah sampel genap. Median dari sampel tersebut adalah 15,5 detik dengan modus sampel 14 detik.

Perhitungan standar deviasi juga perlu dilakukan untuk analisis yang lebih akurat. Namun, sebelum melakukan perhitungan standar deviasi diperlukan perhitungan rata-rata dari seluruh sampel sebagai berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{15,5 + 19,6 + 24,5 + 29,2 + 15,1}{5}$$

$$\bar{x} = \frac{103,9}{5}$$

$$\bar{x} = 20,78 \text{ s}$$

Perhitungan standar deviasi dilakukan dengan persamaan sebagai berikut:

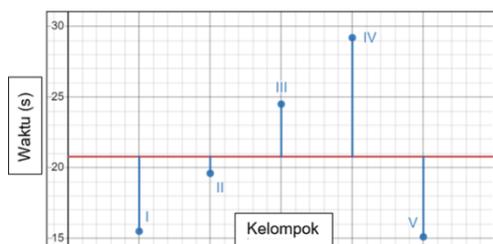
$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{146,268}{4}}$$

$$S = 6,0470654$$

Nilai dari standar deviasi yang didapat lebih kecil dibandingkan nilai rata-rata total sampel. sampel yang digunakan masih seragam karena persebaran masih terkumpul di area rata-rata sampel sehingga akurasi sampel dengan rata-rata sampel terbilang cukup tinggi. Sebaran data rata-rata per kelompok terhadap rata-rata total

direpresentasikan dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11

Grafik sebaran rata-rata sampel kelompok terhadap rata-rata total

D. Pengujian Tegangan Komponen

Tabel 3
Pengukuran tegangan komponen *output*

No.	Komponen	Tegangan
1	Lampu Tembak	12,6 V
2	Modul Daya MB-102	12,3 V
3	Telkomsel Orbit	12,3 V
4	Ultrasonic Animal Repeller Pest Control	12,3 V
5	Sensor PIR	3,4 V
6	Sensor Ultrasonik	4,9 V
7	Relay	5,1 V
8	Wemos D1 R32	5,1 V

Tabel 4
Pengukuran tegangan komponen *input*

No.	Komponen	Tegangan
1	Baterai Akumulatur	12,6 V
2	Solar Panel Power Bank	12,3 V

V. KESIMPULAN

1. Sistem pengusir hama LiDi IoT memiliki potensi yang besar untuk mengurangi kerugian panen akibat serangan hama dan mengurangi penggunaan pestisida kimia. Sistem ini membuka peluang untuk membangun pertanian yang ekonomis dan efisien.
2. Waktu yang diperlukan sistem tersebut dalam mengirimkan data variatif namun masih dapat ditoleransi. Kesalahan-kesalahan kecil yang dapat mengganggu sistem transmisi perlu diatasi dan teknologi *microcontroller* perlu ditingkatkan untuk meningkatkan akurasi kerja sistem.
3. Sistem LiDi IoT masih memiliki ruang pengembangan lebih lanjut seperti peningkatan kecepatan kerja sistem, peningkatan fungsionalitas, dan perbaikan transmisi data. Dengan beberapa peningkatan diatas, sistem ini dapat menjadi solusi yang tepat dalam menangani masalah pertanian.

REFERENSI

- [1] I. N. Khasanah and K. Astuti, "Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia 2021," 2022.
- [2] D. Ratnawati and B. R. Setiadi, "Techno-Pest Control Berbasis IoT untuk Proteksi Tanaman Padi," *J. Din. Vokasional Tek. Mesin*, vol. 4, no. 2, pp. 129–133, 2019, doi: 10.21831/dinamika.v4i2.27396.
- [3] A. A. Al-Zaidi, E. A. Elhag, S. H. Al-Otaibi, and M. B. Baig, "Negative Effects of Pesticides on The Environment and The Farmers Awareness in Saudi Arabia: A Case Study," *J. Anim. Plant Sci.*, vol. 21, no. 3, pp. 605–611, 2011.
- [4] A. Wahyu Maulana, D. Rochdiani, and Sudrajat, "Analisis Agroindustri Tahu (Studi Kasus Desa Cisadap)," *J. Ilm. Mhs. Agroinfo Galuh*, vol. 7, no. 1, pp. 237–243, 2020.
- [5] S. H. Pratiwi, "Growth and Yield of Rice (*Oryza sativa* L.) on Various Planting Methods and Addition of Organic Fertilizers," *Gontor AGROTECH Sci. J.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–19, 2016, doi: 10.21111/agrotech.v2i2.410.
- [6] Rachmawati and N. A. Herawati, "A comparative study on assessing rodent damage intensity in rice crop based on two different methods," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 712, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1755-1315/712/1/012010.
- [7] S. Kumar, P. Tiwari, and M. Zymbler, "Internet of Things is a revolutionary approach for future technology enhancement: a review," *J. Big Data*, vol. 6, no. 111, pp. 1–21, 2019, doi: 10.1186/s40537-019-0268-2.
- [8] D. Korotaeva, M. Khlopotov, A. Makarenko, E. Chikshova, N. Startseva, and A. Chernysheva, "Botanicum: a Telegram Bot for Tree Classification," *Conf. Open Innov. Assoc. Fruct*, vol. 2018-May, pp. 88–93, 2018, doi: 10.23919/FRUCT.2018.8468278.
- [9] D. K. Halim, T. C. Ming, N. M. Song, and D. Hartono, "Arduino-based IDE for Embedded Multi-processor System-on-Chip," *Proc. 2019 5th Int. Conf. New Media Stud. CONMEDIA 2019*, pp. 135–138, 2019, doi: 10.1109/CONMEDIA46929.2019.8981862.
- [10] M. Romzi and B. Kurniawan, "Implementasi Pemrograman Python Menggunakan Visual Studio Code," *JIK J. Inform. dan Komput.*, vol. 11, no. 2, pp. 1–9, 2020, [Online]. Available: www.python.org
- [11] Widho Ralenza Pratama, S. M. Bakti Yulianti, and Agus Sugiharto, "Prototipe Smart Parking Modular Berbasis Internet of Things," *J. Teknol. Ind.*, vol. 11, no. 1, pp. 52–60, 2022, [Online]. Available: https://journal.universitassuryadarma.ac.id/index.php/jti/article/view/954
- [12] M. Roihan and T. Purba Alfandi, "Sistem Pengaman Barang di Ruang Kantor Menggunakan Sensor Ultrasonik Melalui Telepon Panggilan Keluar," *J. ICT Penelit. dan Penerapan Teknol.*, vol. 7, no. 12, pp. 56–67, 2016.
- [13] D. F. Solemede, M. Rahayu, and A. Haidar, "Realisasi Internet of Things (IoT) Berbasis Android untuk Aplikasi Pengendali dan Pemantau

- Fitur-Fitur pada Mesin Cuci,” *11th Ind. Res. Work. Natl. Semin.*, vol. 11, no. 1, pp. 32–37, 2020, [Online]. Available: <https://jurnal.polban.ac.id/proceeding/article/view/1964>
- [14] Y. Yolnasdi, “Perencanaan Lampu Sorot LED untuk Penerangan Jalan Kartini Kota Bangkinang,” *J. Surya Tek.*, vol. 5, no. 02, pp. 25–33, 2017, doi: 10.37859/jst.v5i02.641.
- [15] I. Setiono, J. P. Sudarto, and T. Semarang, “Akumulator, Pemakaian Dan Perawatannya,” *Metana*, vol. 11, no. 01, pp. 31–36, 2015.
- [16] Syafriwel, Dwiyanto, and Y. Martua, “Rancang Bangun Power Bank Charger Alternatif Untuk Alat Komunikasi Dengan Energi Terbarukan Solar Cell Mini,” *Edu Elektr. J.*, vol. 11, no. 2, pp. 35–40, 2022.
- [17] K. D. Nurikhsani and J. Mupita, “Benefits and Effectiveness of Automatic Farmer Pest Repellent,” *ASEAN J. Sci. Eng.*, vol. 2, no. 3, pp. 243–248, 2022, doi: 10.17509/ajse.v2i3.39477.

