

SISTEM MONITORING PENGENDALI HAMA BERANG-BERANG MENGUNAKAN TELEGRAM BERBASIS TENAGA SURYA

Dwi Ovelita Cahyani*) dan Denny Irawan

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Gresik
Jl. Sumatera No. 101, Gn. Malang, Randuagung, Kec. Kebomas, Kabupaten Gresik, Jawa Timur 61121, Indonesia

*) E-mail: dwiovelita14@gmail.com

Abstrak

Berang-berang merupakan salah satu hama yang merugikan petani ikan karena porsi makan mereka 20% dari berat tubuhnya. Berbagai cara tradisional telah dilakukan untuk membasmi hama ini, tetapi dirasa kurang efisien dan optimal. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk membantu petani tambak dalam memantau dan mengoptimalkan pengendalian hama berang-berang. Sistem ini menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler utama yang terintegrasi Telegram dengan sensor ultrasonik HC-SR04 dan sensor PIR untuk mendeteksi hama, yang dilengkapi pergerakan sensor 180° oleh motor servo guna memaksimalkan pemindaian area, serta panel surya 10Wp dengan baterai 12V 5Ah sebagai catu daya yang memungkinkan sistem beroperasi mandiri. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sensor HC-SR04 dan sensor PIR terbukti akurat dalam mendeteksi jarak objek hingga 4 meter dengan rata-rata eror <0,2% dibandingkan jarak aktual. Selain itu, panel surya bekerja secara optimal pada cuaca cerah dengan suhu 31°C yang menghasilkan nilai tegangan tertinggi sebesar 12,2V, sedangkan pada cuaca mendung dengan suhu 26°C, panel surya hanya menghasilkan tegangan sebesar 10,4V. Hal tersebut menunjukkan adanya korelasi antara kondisi cuaca dengan tegangan yang diserap, dimana nilai tegangan cenderung tinggi ketika suhu tinggi, begitupun sebaliknya. Sistem berhasil mendeteksi dan mengirimkan notifikasi keberadaan hama melalui Telegram secara *real-time*, memungkinkan pemantauan tambak yang lebih efisien.

Kata kunci: Panel Surya, Sensor Ultrasonik HC-SR04, Sensor PIR, Hama, Telegram, Berang-Berang

Abstract

Beavers are pests that are detrimental to fish farmers because their food portion reaches 20% of their body weight. Various traditional methods have been used to eradicate this pest, but they are deemed less efficient and optimal. Therefore, this research aims to assist pond farmers in monitoring and optimizing beaver pest control. This system uses an ESP32 as the main microcontroller integrated with Telegram with an HC-SR04 ultrasonic sensor and a PIR sensor to detect pests, which is equipped with a 180° movement sensor by a servo motor to maximize area scanning, as well as a 10Wp solar panel with a 12V 5Ah battery as a power supply that allows the system to operate independently. The research results showed that the HC-SR04 sensor and PIR sensor were proven to be accurate in detecting object distances of up to 4 meters with an average error of <0.2% compared to the actual distance. Apart from that, solar panels work optimally in sunny weather with a temperature of 31°C producing the highest voltage value of 12.2V, while in cloudy weather with a temperature of 26°C the solar panels only produce a voltage of 10.4V. This shows that there is a relationship between weather conditions and the absorbed voltage, where the voltage value tends to be high at high temperatures, and vice versa. The system successfully detects and sends notifications of the presence of pests via Telegram in real-time, enabling more efficient pool monitoring.

Keywords: Solar Panel, HC-SR04 Ultrasonic Sensor, PIR Sensor, Pest, Telegram, Beaver

1. Pendahuluan

Dengan melimpahnya sumber daya laut dan wilayah perairan yang luas di Indonesia, sektor budidaya perikanan menjadi sektor penting dalam perekonomian negara, bahkan kemungkinan untuk menembus pasar ekspor[1]. Kementerian Kelautan dan Perikanan Dirjen Penguatan Daya Saing Produk Kelautan dan Perikanan menyatakan bahwa periode September 2024, nilai ekspor perikanan di

Indonesia meningkat sebesar 3,1% dari periode tahun sebelumnya dengan total volume ekspor sebesar 1,02 juta ton hingga mencapai USD 4,23 miliar[2]. Dengan peningkatan tersebut, kota Gresik menjadi pemasok perikanan terbesar di Jawa Timur.

Budidaya perikanan dapat mengurangi import ikan dari luar negeri, sehingga memberi manfaat ekonomi bagi para petani ikan dalam negeri[1]. Seperti pada umumnya

pertanian, tentu terdapat permasalahan yang merugikan petani ikan karena menyebabkan terhambatnya produksi, bahkan mengakibatkan gagal panen salah satunya adalah hama. Di pertanian tambak terdapat berbagai macam hama yaitu leseh, ular air, kelompok ikan predator dan sero atau biasa disebut berang-berang[3].

Berang-berang merupakan salah satu hama yang merugikan karena makanan utama berang-berang adalah ikan, sehingga petani ikan merasa tidak nyaman karena porsi makan berang-berang 20% dari berat tubuhnya per hari[4]. Karena kerugian yang disebabkan oleh hewan tersebut cukup signifikan, para petani tambak mencoba berbagai cara untuk mengatasi permasalahan tersebut. Banyak metode konvensional yang dilakukan yaitu dengan menjaga tambak pada malam hari, memasang jaring atau perangkap, menyemprotkan wewangian sekeliling tambak, memukul kaleng bekas atau benda apapun yang menghasilkan suara keras[5]. Metode tersebut tentu memerlukan waktu dan tenaga tambahan yang menjadi faktor penghambat efisiensi dalam pemberdayaan Sumber Daya Manusia (SDM).

Berdasarkan penelitian sebelumnya, sistem deteksi hama pertanian ini pernah dibahas diantaranya yaitu penelitian yang dilakukan oleh Septa Yudha Prasetya (2020) yang membahas tentang sistem pendeteksi hama menggunakan metode CNN (*Convolution Neural Network*) untuk pengolah gambar dan metode *Fast Fourier Transform* untuk pengolah suara[1], Alfian Maghfuri (2023) dimana penelitian tersebut menggunakan Node MCU sebagai pemroses data dengan input sensor yang diam ditempat atau tidak bergerak untuk memindai area[6]. Pada penelitian yang dilakukan Silvia Agustin (2021) membahas tentang panel surya sebagai catu daya yang menyuplai ATmega 328 untuk mengendalikan *output* berupa suara bising dari speaker dan tidak dilengkapi dengan sistem monitoring untuk memudahkan pemilik dalam memantau area sawah[7].

Dari uraian diatas, penelitian terkait sistem monitoring pengendali hama berang-berang secara spesifik masih terbatas, sebagian penelitian terkait pengendalian hama berfokus di area persawahan. Oleh karena itu, penulis menciptakan teknologi baru berupa Sistem monitoring pengendali hama berang-berang menggunakan Telegram berbasis tenaga surya. Sistem ini dirancang menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler yang populer karena harganya yang terjangkau[8] dengan fitur lengkap yang terintegrasi dengan internet[9], apabila sensor mendeteksi berang-berang maka ESP32 akan mengirimkan notifikasi melalui Telegram secara *real-time* dan mengaktifkan buzzer untuk mengusir objek. Sensor yang digunakan yaitu sensor ultrasonik dan sensor PIR yang terpasang pada motor servo yang berputar 180 derajat[10], sehingga sensor dapat memindai area tambak secara maksimal. Penelitian ini diharapkan dapat membantu petani ikan dalam memantau area tambak secara fleksibel, sehingga

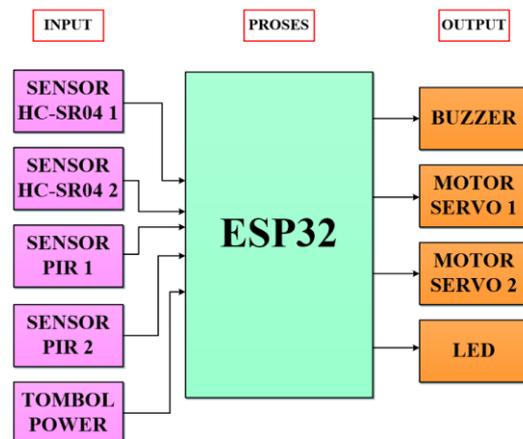
memungkinkan pengoptimalan tenaga dan waktu untuk pemeliharaan lainnya. Selain itu, sistem ini menggunakan *solar cell* sebagai catu daya untuk mengatasi keterbatasan sumber listrik di tambak, sekaligus meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi biaya operasional.

2. Metode

Metode penelitian merupakan cara mengumpulkan data penelitian untuk mengimplementasikan tahapan rencana yang telah dibuat. Penelitian ini menggunakan metode berupa eksperimen dengan tahapan yang pertama perancangan sistem, perancangan panel surya, kalibrasi sensor, implementasi kemudian yang terakhir pengujian sistem.

2.1. Perancangan Sistem

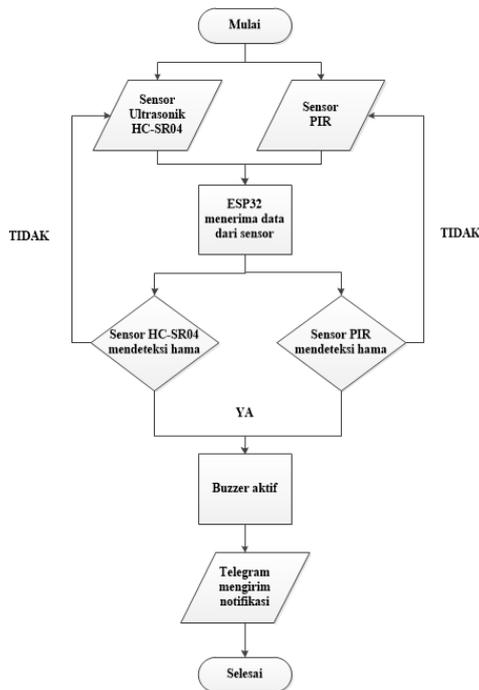
Proses perancangan sistem ini menggunakan ESP32 sebagai pengendali utama yang diprogram menggunakan perangkat lunak Arduino IDE (*Integrated Development Environment*). Arduino IDE adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menulis, mengedit, dan mengunggah kode program ke papan mikrokontroler[11]. Sedangkan, untuk monitoring sistem ini menggunakan perangkat lunak Telegram. Salah satu fiturnya dapat digunakan untuk memonitoring dan mengendalikan alat melalui pesan teks[12]. Gambaran umum dari proses pembuatan sistem pada penelitian ditunjukkan pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem Monitoring Hama Berang-Berang

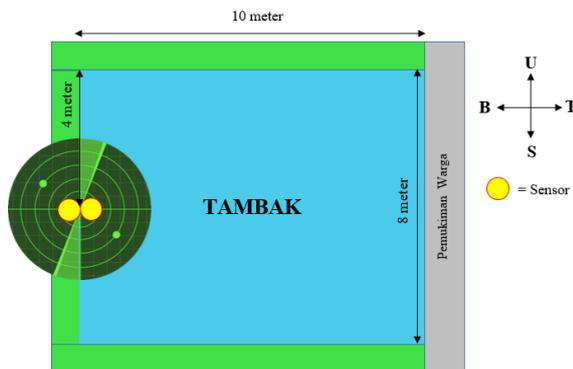
Dari Gambar 1 dapat dijelaskan bahwa terdapat tiga tahapan yaitu *input*, proses, dan *output*. *Input* data sistem diperoleh dari dua buah Sensor HC-SR04 dan dua buah Sensor PIR (*Passive Infrared*). Untuk memaksimalkan kemampuan sensor dalam memindai area, masing-masing sensor dipasang secara vertikal pada motor servo. ESP32 berfungsi sebagai pemroses data dengan *output* buzzer

untuk mengusir hama dan lampu LED sebagai indikator. Penjelasan alur kerja sistem disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Sistem Monitoring Hama Berang-Berang

Sesuai Gambar 2, sistem monitoring hama berang-berang dimulai dengan Sensor Ultrasonik HC-SR04 dan Sensor PIR yang mengambil data untuk diproses oleh ESP32. Sensor Ultrasonik HC-SR04 mendeteksi adanya hama berdasarkan jarak, sementara Sensor PIR mendeteksi adanya hama melalui pancaran inframerah. Ketika kedua sensor mendeteksi adanya hama, maka buzzer akan diaktifkan untuk mengusir hama tersebut, kemudian sistem akan mengirimkan notifikasi kepada pengguna melalui aplikasi Telegram. Didalam Telegram terdapat fitur khusus pemberitahuan sekaligus pengendalian otomatis melalui sebuah *virtual robot* dengan memanfaatkan bot API (*Application Programming Interface*)[13]. Dengan fitur ini, sistem monitoring ini menjadi lebih responsif dan efisien.



Gambar 3. Desain Perancangan di Lapangan

Gambar 3 menunjukkan ilustrasi dari desain perancangan sistem di lapangan, dimana sensor ditempatkan di bagian barat tengah tambak untuk memaksimalkan pemindaian hama dan memastikan semua area tambak yang rawan dilewati berang-berang tetap terpantau. Sensor ini diposisikan menghadap jalur akses dan tambak bertujuan untuk mencegah masuknya berang-berang ke area tambak serta mengusir berang-berang yang terlanjur masuk tambak.

2.2. Perancangan Hardware

Pada bagian ini, perancangan desain hardware dirancang untuk mengetahui tata letak komponen dan memastikan bahwa komponen terhubung dengan tepat agar sistem dapat bekerja secara optimal dan sesuai. Adapun perancangan desain hardware dapat dilihat pada Gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Desain Perancangan Hardware

Untuk tata letak pin lebih jelas dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Table 1. Tata Letak Desain Perancangan Sistem

Komponen Input	Pin ESP32	Komponen Output	Pin ESP32
Sensor HC-SR04 1	- Trig : G25 - Echo : G27	Buzzer	G33
Sensor HC-SR04 2	- Trig : G16 - Echo : G4	LED 1	G32
Sensor PIR 1	G12	LED 2	G19
Sensor PIR 2	G2	Motor Servo 1	G13
Power Supply	V.in	Motor Servo 2	G0

Tabel 1 diatas berisi daftar komponen *input* dan *output* sistem, serta pin ESP32 yang digunakan untuk menghubungkan masing-masing komponen. Berdasarkan tabel 1, Sensor Ultrasonik HC-SR04 memiliki dua pin yang dihubungkan ke ESP32 yaitu, pin Trigger (Trig) untuk memulai pengukuran dan pin Echo untuk menerima

pantulan ultrasonik[14] yang terhubung pada pin G25 dan G27. Hal itu dikarenakan sensor ultrasonik membutuhkan komunikasi dua arah dengan ESP32, sedangkan komponen lainnya memiliki satu pin saja, dimana data dikirim langsung setelah sensor mendeteksi suatu perubahan.

2.3. Perancangan Panel Surya

Perancangan panel surya meliputi perhitungan kebutuhan daya sistem untuk menentukan kapasitas panel surya dan baterai selama pemakaian satu hari. Perhitungan ini sangat penting karena berpengaruh terhadap tingkat efisiensi dan keefektifan panel surya sebagai catu daya pada sistem. Untuk perhitungan kebutuhan daya sistem menggunakan persamaan (1) berikut.

$$Wh = P \times h \tag{1}$$

dimana

Wh = Daya Pemakaian per hari (Watt hours)

P = Daya beban yang dipakai (Watt)

h = Lama pemakaian per jam (jam)

Table 2. Kebutuhan Daya Sistem

No.	Komponen	Daya (Watt)	Pemakaian (Jam)	Jumlah	Total Daya (Wh)
1.	Sensor HC-SR04	0,1	12	4	4,8
2.	Sensor PIR	0,1	12	2	2,4
3.	Motor Servo	1,25	12	2	30
4.	Buzzer	0,15	0,16	1	0,024
5.	LED	0,1	12	2	2,4
Total Daya:					36,624

Informasi yang disajikan dalam tabel 2 mencakup kebutuhan daya beban sistem yang diasumsikan pemakaian 12 jam sesuai perhitungan yang diberikan dalam persamaan (1) diatas.

Setelah mengetahui jumlah daya yang dibutuhkan sistem, langkah selanjutnya adalah menentukan kapasitas panel surya. Di Indonesia rata-rata penyerapan matahari yang optimal berlangsung selama 5 jam per hari[15]. Oleh karena itu, kapasitas panel surya dapat dihitung menggunakan persamaan (2) dibawah .

$$Wp = Wh / t \tag{2}$$

dimana

Wp = Kapasitas panel surya (Watt peak)

Wh = Daya Pemakaian per hari (Watt hours)

t = Lama penyinaran matahari optimal per hari (jam)

Menurut hasil perhitungan menggunakan persamaan (2), dengan penyinaran matahari optimal selama 5 jam, penelitian ini membutuhkan kapasitas panel surya sebesar 7,3 Wp untuk memenuhi kebutuhan daya sistem sebesar 36,624 Wh. Namun, sistem dirancang menggunakan panel

surya sebesar 10 Wp untuk memenuhi kebutuhan daya beban jika panel bekerja maksimal.

Selain menentukan kapasitas panel surya, diperlukan penentuan kapasitas baterai untuk menyimpan energi yang berasal dari penyerapan panel surya. Perhitungan kapasitas baterai untuk sistem ini dihitung menggunakan persamaan (3) sebagai berikut.

$$Ah = Wh / v \tag{3}$$

dimana

Ah = Kapasitas baterai (Ampere hours)

Wh = Daya Pemakaian per hari (Watt hours)

V = Tegangan baterai (Volt)

Hasil perhitungan menggunakan persamaan (3) menunjukkan bahwa penelitian ini membutuhkan kapasitas baterai sebesar 3,052 Ah dengan daya pemakaian per hari sebesar 36,624 Wh dan tegangan baterai sebesar 12 Volt. Oleh karena itu, untuk memastikan sistem dapat bekerja dengan baik diperlukan baterai sebesar 12 V 5 Ah.

3. Hasil dan Analisa

Setelah pembuatan alat selesai, langkah berikutnya adalah pengujian alat tersebut. Dalam proses pengujian ini, beberapa aspek yang dianalisis meliputi pengujian sensor ultrasonik, sensor PIR, panel surya, serta pengujian secara keseluruhan dan sistem Telegram. Berikut adalah hasil pengujian Sistem monitoring pengendali hama berang-berang menggunakan Telegram berbasis tenaga surya.



Gambar 5. Hasil Prototype Perancangan

3.1. Pengujian Sensor

Pengujian sensor terbagi menjadi dua bagian yakni pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 dan sensor PIR. Pengujian ini dilakukan 9 kali dengan pengambilan data reaksi sensor terhadap objek yang terdeteksi. Tujuan dari pengujian tersebut yaitu untuk mengetahui kinerja sensor sesuai fungsi atau tidak. Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan nilai yang terdeteksi sensor dengan nilai aktual.



Gambar 6. Pengujian Sensor

Data yang diambil dari pengujian ini adalah reaksi sensor terhadap dari suatu objek. Objek yang digunakan berupa kucing. Hasil data pengujian sensor ultrasonik dan sensor PIR ditunjukkan tabel 3 dan tabel 4.

Untuk mencari nilai eror pada pengujian digunakan rumus sebagai berikut:

$$Error (\%) = \frac{(\text{Nilai Aktual} - \text{Nilai Sensor})}{\text{Nilai Aktual}} \times 100 \quad (4)$$

Table 3. Data Pengujian Sensor HC-SR04

No.	Sensor HC-SR04	Aktual (cm)	Error (%)
1.	10.00	10.05	0.498
2.	50.00	50.13	0.259
3.	100.00	100.09	0.090
4.	150.00	150.25	0.166
5.	200.00	200.15	0.075
6.	250.00	250.20	0.080
7.	300.00	300.10	0.033
8.	350.00	350.00	0.000
9.	400.00	400.50	0.125
Rata – Rata Error			0.147

Sesuai tabel 3 diatas, hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai jarak yang terdeteksi sensor ultrasonik HC-SR04 dengan nilai jarak aktual memiliki rata-rata eror sebesar 0,147% yang artinya sensor HC-SR04 dinyatakan akurat. Hal ini relevan dengan penelitian yang dilakukan oleh M. Zikri et al (2022) bahwa sensor HC-SR04 mampu mendeteksi hingga jarak 4 meter dengan baik[16].

Table 4. Data Pengujian Sensor PIR

No.	Sensor PIR	Aktual (cm)	Error (%)
1.	10.00	10.00	0.000
2.	50.00	50.02	0.040
3.	100.00	100.06	0.060
4.	150.00	150.00	0.000
5.	200.00	200.10	0.050
6.	250.00	250.05	0.020
7.	300.00	300.04	0.013
8.	350.00	350.03	0.009
9.	400.00	400.00	0.000
Rata – Rata Error			0.021

Dapat dilihat pada tabel 4 bahwa perbandingan jarak yang terdeteksi oleh sensor PIR dengan jarak aktual memiliki rata-rata eror sebesar 0,021% yang berarti sensor PIR

dinyatakan akurat. Ditinjau dari penelitian yang dilakukan oleh Dilan et al (2024), sensor PIR hanya mampu mendeteksi jarak 1-2 meter saja[17]. Sedangkan, pada penelitian ini sensor mampu mendeteksi hingga jarak 4 meter.

Pada sistem ini, penggunaan sensor ultrasonik dan sensor PIR dimaksudkan untuk meningkatkan kinerja dan akurasi dalam proses deteksi. Sensor ultrasonik bekerja dengan memanfaatkan pantulan gelombang suara untuk mendeteksi keberadaan objek secara lurus di depan sensor. Mekanisme ini menjadikan sensor ultrasonik sangat presisi dalam mengukur jarak secara langsung ke arah tertentu. Di sisi lain, sensor PIR memiliki cakupan sudut deteksi yang luas yaitu mencapai 110° sehingga memungkinkan sensor memantau area yang lebih lebar. Korelasi kedua sensor ini sangat penting karena dapat mengurangi kesalahan deteksi dan meningkatkan responsifitas dalam mengaktifkan buzzer.

3.2. Pengujian Panel Surya

Pada tahap pengujian kedua adalah pengujian panel surya. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui waktu, suhu serta kondisi cuaca yang memungkinkan panel surya menyerap energi secara maksimal.

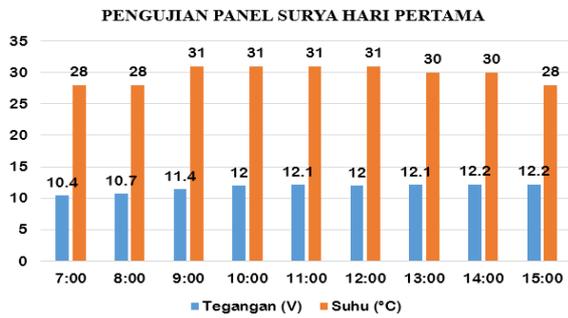


Gambar 7. Pengujian Panel Surya

Pengujian dilakukan 2 kali dengan pengambilan data setiap 1 jam sekali. Untuk hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 5 dan tabel 6.

Table 5. Pengujian Panel Surya Hari Pertama

Tanggal	Pukul (WIB)	Tegangan (V)	Cuaca	Suhu (°C)
10/2/2025	07.00	10,4	Mendung	26°
	08.00	10,7	Berawan	28°
	09.00	11,4	Berawan	28°
	10.00	12,0	Berawan	31°
	11.00	12,1	Berawan	31°
	12.00	12,0	Mendung	28°
	13.00	12,1	Mendung	28°
	14.00	12,2	Berawan	28°
	15.00	12,2	Berawan	31°



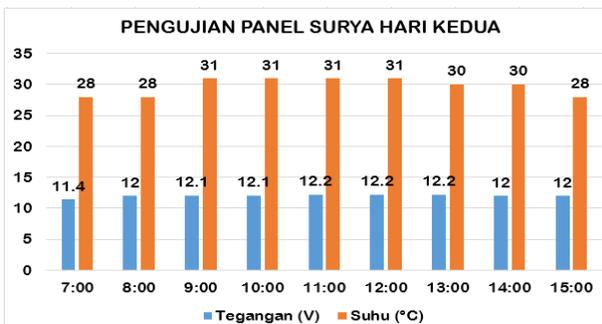
Gambar 8. Grafik Pengujian Panel Surya Hari Pertama

Dari pengujian panel surya pada hari pertama tanggal 10 Februari 2025, pengukuran dilakukan pukul 07.00 hingga 15.00 WIB. Pengukuran tersebut menghasilkan nilai tegangan terendah yaitu 10,4V saat cuaca mendung dan nilai tegangan tertinggi mencapai 12,2V saat cuaca berawan dengan suhu 31°C. Dapat dilihat grafik perbandingan antara tegangan dan suhu sepanjang waktu pengukuran pada gambar 8.

Table 6. Pengujian Panel Surya Hari Kedua

Tanggal	Pukul (WIB)	Tegangan (V)	Cuaca	Suhu (°C)
11/2/2025	07.00	11,4	Mendung	28°
	08.00	12,0	Berawan	28°
	09.00	12,1	Cerah	31°
	10.00	12,1	Cerah	31°
	11.00	12,2	Cerah	31°
	12.00	12,2	Cerah	31°
	13.00	12,2	Cerah	30°
	14.00	12,0	Mendung	30°
	15.00	12,0	Mendung	28°

Sedangkan, pengujian kedua dilakukan tanggal 11 Februari 2025 menghasilkan penyerapan energi yang lebih stabil berkisar antara 12-12,2V. Hal tersebut terjadi pukul 09.00 s.d 13.00 WIB saat cuaca cerah dengan suhu 31°C. Dilihat dari tabel 5, nilai tegangan terendah yaitu 11,4V saat cuaca mendung dengan suhu 28°C dan nilai tegangan tertinggi yaitu 12,2V saat cuaca cerah dengan suhu 31°C.



Gambar 9. Grafik Pengujian Panel Surya Hari Kedua

Dari pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa adanya korelasi antara kondisi cuaca dengan

tegangan yang diserap oleh panel surya, dimana nilai tegangan cenderung tinggi saat cuaca cerah dan suhu tinggi, namun tegangan akan mengalami penurunan ketika cuaca mendung dengan suhu rendah di pagi dan sore hari.

3.3. Pengujian Keseluruhan

Pengujian terakhir yaitu pengujian keseluruhan sistem. Pengujian ini dilakukan di tambak Sidayu, tepatnya berada di Desa Purwodadi, Sidayu, Kabupaten Gresik. Tujuannya adalah untuk memastikan kinerja sistem sesuai dengan yang diharapkan serta sinkronisasi antara *hardware* dan *software* pada sistem ini.



Gambar 10. Pengujian Alat di Tambak

Gambar 10 diatas menunjukkan hasil pengujian alat secara nyata di lapangan. Dapat dilihat bahwa panel surya diletakkan menghadap matahari langsung sebagai sumber listrik sistem. Di sisi lain, sensor diletakkan di pinggir tambak dan terhubung ke panel surya melalui kabel 11 meter.



Gambar 11. Penempatan Panel Surya di Tambak

Gambar 11 menunjukkan instalasi panel surya di area tambak. Panel diletakkan menghadap kearah timur agar memaksimalkan proses penyerapan energi di pagi sampai siang hari.

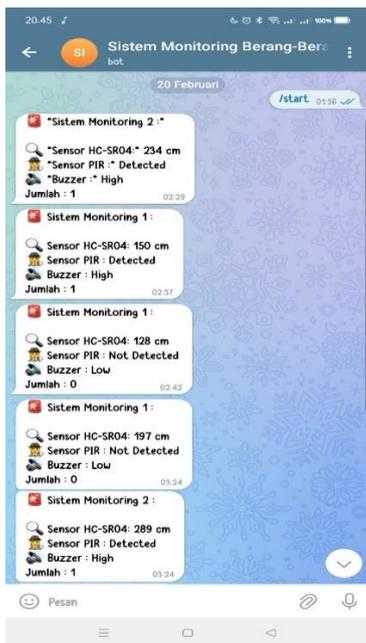


Gambar 12. Penempatan Sensor di Tambak

Gambar 12 menunjukkan penempatan sensor di pinggir tambak. Sensor diletakkan sedikit lebih rendah dan dekat dengan permukaan air agar tidak mengganggu jalur akses pemilik tambak.

Table 7. Hasil Pengujian Alat

Tanggal	Pukul (WIB)	Monitor 1		Monitor 2		Jumlah	Buzzer
		HC-SR04	PIR	HC-SR04	PIR		
20/2/2025	02.29	0	low	234	high	1	High
	02.37	150	high	0	low	1	High
	02.42	128	low	0	low	0	Low
	03.24	197	low	289	high	1	High
	03.28	0	low	79	high	1	High
	03.29	30	low	361	high	1	High



Gambar 13. Hasil Monitoring Data Pengujian di Telegram

Dari tabel 7 diatas terlihat bahwa sensor HC-SR04 akan mencatat jarak objek dan sensor PIR berstatus high jika mendeteksi barang-barang. Ketika sensor HC-SR04 tidak mendeteksi apapun, maka sensor PIR berstatus low. Buzzer akan aktif jika salah satu sensor mendeteksi adanya objek, baik pada sistem monitoring 1 maupun 2. Selain itu, ketika sensor HC-SR04 berhasil mendeteksi jarak namun sensor PIR berstatus low berarti objek tersebut bukan barang-barang sehingga buzzer tetap aktif low. Pada tabel 7 juga menunjukkan jumlah barang-barang yang terdeteksi dalam satu waktu. Hasil monitoring tersebut akan dikirimkan menuju Telegram dalam bentuk notifikasi, seperti yang ditunjukkan pada gambar 13.

Table 8. Perintah ChatBot

Perintah ChatBot	Fungsi Perintah	Respon ChatBot
/start	Untuk memulai chat	
/status	Untuk menampilkan semua data monitoring sistem secara real-time	

Adapun fitur chatbot yang diintegrasikan dengan ESP32 dapat dilihat pada tabel 8.

Dari seluruh pengujian diatas menunjukkan sistem berjalan sesuai prinsip kerjanya. Dengan memanfaatkan bot Telegram yang dapat mengirimkan notifikasi sekaligus perintah untuk memonitoring tambak secara real-time terbukti efektif.

4. Kesimpulan

Pembacaan sensor HC-SR04 dan sensor PIR terbukti akurat dalam mendeteksi objek hingga jarak 4 meter dengan rata-rata eror kurang dari 0,2% dibandingkan dengan jarak aktual. Integrasi sistem dengan Telegram juga terbukti berhasil dimana Telegram memberikan notifikasi dan dapat memonitoring jarak jauh secara real-time melalui chatbot. Selain itu, panel surya sebagai catu daya terbukti efektif dengan penyerapan energi maksimal pada cuaca cerah dengan suhu 31°C yang menghasilkan nilai tegangan tertinggi yaitu 12,2V. Oleh karena itu, memungkinkan sistem beroperasi secara mandiri tanpa bergantung pada sumber listrik konvensional.

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan, disimpulkan bahwa sistem monitoring pengendali hama berang-berang menggunakan Telegram berbasis tenaga surya beroperasi dengan baik. Namun, pengujian sistem ini belum dilakukan secara menyeluruh dalam skala besar. Selain itu, sensor yang digunakan memiliki jangkauan terbatas hingga 4 meter dan tidak memiliki ketahanan terhadap air, mengingat habitat berang-berang berada di area perairan. Untuk penelitian lebih lanjut, disarankan untuk mempertimbangkan penggunaan sensor dengan jangkauan deteksi yang lebih luas dan tahan terhadap kondisi lingkungan basah.

Referensi

- [1]. S. Y. Prasetya, I. K. Somawirata, A. Soetedjo, and R. P. M. D. L., "Sistem Deteksi Hama Pada Kolam Budidaya Ikan Berbasis Audio dan Video," *J. Bumigora Inf. Technol.*, vol. 2, no. 2, pp. 119–129, 2020, doi: 10.30812/bite.v2i2.911.
- [2]. K. K. dan Perikanan, "Surplus Ekspor Perikanan Melonjak Jadi Kado Spesial HUT Ke-25 KKP," in *Oktober*, Jakarta: Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2024. [Online]. Available: <https://kkp.go.id/news/news-detail/surplus-ekspor-perikanan-melonjak-jadi-kado-spesial-hut-ke-25-kkp-ROQY.html>
- [3]. I. Ramadhani and H. Ariefi, "Analisis Usaha Budidaya Ikan Lele (*Clarias sp*) Pada Kelompok Budidaya di Kampung Buana Bakti Kecamatan Kerinci Kanan Kabupaten Siak," *J. Sos. Ekon. PESISIR*, vol. 2, no. 4, pp. 17–25, 2021.
- [4]. M. Bowden-Parry, E. Postma, and N. J. Boogert, "Effects of food type and abundance on begging and sharing in Asian small-clawed otters (*Aonyx cinereus*)," *PeerJ*, vol. 8, 2020, doi: 10.7717/peerj.10369.
- [5]. R. Simanjuntak, "KONFLIK BERANG-BERANG (SUBFAMILI : LUTRINAE) DENGAN PETANI IKAN AIR TAWAR DI KOTA PADANG," Universitas Andalas, 2019. [Online]. Available: <http://scholar.unand.ac.id/id/eprint/48297>
- [6]. D. Ngadirejo, "Perancangan alat pengusir hama pertanian menggunakan gelombang frekuensi berbasis nodemcu di desa ngadirejo kecamatan widang," *Pros. Senakama*, vol. 2, pp. 713–722, 2023.
- [7]. Nonik Silvia Agustin, K. Joni, Diana Rahmawati, and A. K. Saputro, "Microcontroller-based Bird Pest Repellent in Rice Plants," *Procedia Eng. Life Sci.*, vol. 1, no. 1, 2021, doi: 10.21070/pels.v1i1.762.
- [8]. A. Wagya and Rahmat, "Prototype Modul Praktik untuk Pengembangan Aplikasi Internet of Things (IoT)," *J. Ilm. Setrum*, vol. 8, no. 1, pp. 238–247, 2019.
- [9]. M. Nizam, H. Yuana, F. T. Informasi, U. Islam, B. Blitar, and M. D. Switch, "MIKROKONTROLER ESP 32 SEBAGAI ALAT MONITORING PINTU BERBASIS WEB," *J. Mhs. Tek. Inform.*, vol. 6, no. 2, pp. 767–772, 2022.
- [10]. R. Al Hayubi, S. Aulia, and D. A. Gunawan, "Implementasi Sistem Penggerak Servo SG 90 Berbasis Arduino Uno dengan Kontrol Sudut Dinamis," *Mars J. Tek. Mesin, Ind. Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 6, pp. 130–140, 2024, doi: <https://doi.org/10.61132/mars.v2i6.535>.
- [11]. U. M. Tyas *et al.*, "Implementasi Aplikasi Arduino Ide Pada Mata Kuliah Sistem Digital," *J. Pendidik. dan Teknol.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2023.
- [12]. D. A. N. Kontrol, K. Air, and M. Esp, "Telegram untuk monitoring dan kontrol kualitas air menggunakan esp32," *JUPI (Jurnal Ilm. Penelit. dan Pembelajaran Inform.*, vol. 9, no. 3, pp. 1292–1306, 2024, doi: <https://doi.org/10.29100/jupi.v9i3.5329>.
- [13]. Haripuddin, E. S. Rahman, Massikki, and M. I. Burhan, "SMART HOME BERBASIS IoT MENGGUNAKAN TELEGRAM MESSENGER," *J. MEDIA Elektr.*, vol. 20, no. 2, pp. 8–13, 2023.
- [14]. D. Abreu, J. Toledo, and B. Codina, "Low-Cost Ultrasonic Range Improvements for an Assistive Device," *MDPI*, no. 12, pp. 1–24, 2021, doi: <https://doi.org/10.3390/s21124250>.
- [15]. J. P. Senaen, A. Rampengan, and F. Tumimomor, "Analisis Pengaruh Intensitas Radiasi Matahari Terhadap Tegangan Dan Arus Pada Panel Surya Di Universitas Negeri Manado," *J. Arjuna Publ. Ilmu Pendidikan, Bhs. dan Mat.*, vol. 1, no. 6, pp. 220–231, 2023, doi: <https://doi.org/10.61132/arjuna.v1i6.327>.
- [16]. M. H.M.Zikri, I.Muhammad, "Perancangan Perangkat Keras Alat Pengusir Hama Burung menggunakan Sensor Ultrasonik berbasis Arduino Uno," *J. Ilm. Mhs. Pertan.*, vol. 7, no. 4, pp. 945–953, 2022.
- [17]. A. Nurfauzan, Ruslan, and Sanatang, "Pengembangan Alat Pengusir Hama Tikus di Lahan Persawahan Menggunakan Sensor PIR dan Penguatan Ultrasonik untuk Petani," *INTEC J. Inf. Technol. Educ. J.*, vol. 2, no. 3, pp. 12–19, 2023.