

IMPLEMENTASI *INTERNET OF THINGS* PADA CONTROLLING DAN MONITORING PENJEMURAN BULIR PADI

Diterima Redaksi: 25 September 2023; Revisi Akhir: 12 Oktober 2023 Diterbitkan Online: 10 Mei 2024

Fariq Maulana Insan¹⁾, Arita Witanti²⁾

^{1,2)} Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Mercu Buana Yogyakarta

^{1,2)} Jl. Raya Wates-Jogjakarta, Karanglo, Argomulyo, Kec. Sedayu, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa
Yogyakarta 55752

e-mail: fariqmaulana.98@gmail.com¹⁾, arita@mercubuana-yogya.ac.id²⁾

Abstrak: Pertanian memiliki peran penting dalam perekonomian dan mata pencaharian utama bagi penduduk, terutama di pedesaan. Untuk hasil terbaik dalam bercocok tanam, diperlukan perlakuan khusus melalui empat tahapan utama, yaitu persiapan waktu dan lahan, penanaman dan pemeliharaan tanaman, pemanenan, serta pengolahan pasca panen. Salah satu proses krusial dalam pengolahan pasca panen adalah penjemuran bulir padi, dimana tujuannya adalah mengurangi kadar air agar siap untuk diproses lebih lanjut atau disimpan dalam jangka panjang. Penelitian ini mencoba mengatasi masalah-masalah yang sering dihadapi petani seperti gangguan oleh hewan pemakan bulir padi dan ketidakpastian cuaca selama proses penjemuran. Metode yang digunakan dalam pengembangan sistem ini adalah metode prototipe, yang memungkinkan pembuatan aplikasi dengan cepat dan evaluasi oleh pengguna. Dalam tahap pengembangan, menggunakan Arduino NodeMCU sebagai pengontrol utama yang menerima data dari beberapa sensor. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor DHT11 memiliki kesalahan dalam pembacaan suhu, dengan kesalahan berkisar antara 1,20°C hingga 2,80°C, dan keakuratan pengukuran suhu berkisaran antara 90.67% hingga 95.86%. Presentase error dihitung menggunakan rumus PE (Persentase Error) digunakan untuk mengukur tingkat kesalahan atau deviasi dalam pengukuran suhu yang dilakukan oleh sensor DHT11. Ini membantu dalam mengevaluasi sejauh mana data yang diperoleh dari sensor tersebut akurat dalam mengukur suhu. Selain itu, sensor Passive Infrared Sensor (PIR) berhasil mendeteksi gerakan objek ayam dalam jarak kurang dari 2,5 meter dalam 16 dari 30 pengujian yang dilakukan, sementara 14 pengujian lainnya tidak berhasil mendeteksi gerakan. Dengan implementasi sistem ini, penjemuran bulir padi dapat membantu petani mengoptimalkan proses penjemuran bulir padi, memanfaatkan sinar matahari secara efisien, menghemat waktu dan tenaga, serta menghindari gangguan dari hewan pemakan bulir padi. Sistem ini dapat diakses melalui internet (IoT), memungkinkan pemantauan dan kontrol yang lebih baik secara online.

Kata kunci: Pertanian, NodeMCU, Internet off Things, Arduino

Abstract: Agriculture plays a crucial role in the economy and is the primary livelihood for the population, especially in rural areas. To achieve the best results in farming, specific treatments are required through four main stages: timing and land preparation, planting and crop maintenance, harvesting, and post-harvest processing. One critical process in post-harvest processing is the drying of rice grains, where the goal is to reduce moisture content to make them ready for further processing or long-term storage. This research aims to address common challenges faced by farmers, such as disturbances by rice-eating animals and weather uncertainties during the drying process. The methodology employed in developing this system is the prototype method, enabling the rapid creation of applications and user evaluation. In the development phase, an Arduino NodeMCU is used as the main controller receiving data from multiple sensors. Test results indicate that the DHT11 sensor exhibits errors in temperature readings, with discrepancies ranging from 1.20°C to 2.80°C, and temperature measurement accuracy ranging from 90.67% to 95.86%. The error presentation is calculated using the formula PE (Percentage Error), which is utilized to measure the level of error or deviation in temperature measurements conducted by the DHT11 sensor. This aids in evaluating the accuracy of the data obtained from the sensor in measuring temperature. Additionally, the Passive Infrared Sensor (PIR) successfully detects the motion of chicken objects within a distance of less than 2.5 meters in 16 out of 30 tests, while 14 other tests failed to detect motion. Through the implementation of this system, rice grain drying can assist farmers in optimizing the drying process, efficiently utilizing sunlight, saving time and energy, and avoiding disturbances from rice-eating animals. This system can be accessed through the internet (IoT), enabling better online monitoring and control.

Keywords: Agriculture, NodeMCU, Internet off Things, Arduino.

I. PENDAHULUAN

PERTANIAN memainkan peran penting dalam perekonomian dan mata pencaharian banyak penduduk, terutama di wilayah pedesaan. Proses pertanian melibatkan empat tahap utama, yakni persiapan waktu dan lahan, penanaman serta pemeliharaan tanaman, pemanenan, dan pengolahan pasca panen. Salah satu tahap yang sangat krusial adalah penjemuran bulir padi, yang bertujuan untuk mengurangi kadar air hingga tingkat yang sesuai sehingga siap untuk proses lebih lanjut. Namun, dalam tahap penjemuran ini, beberapa masalah muncul seperti gangguan dari hewan yang sulit dihindari dan ketidakstabilan cuaca akibat perubahan iklim global. Penelitian sebelumnya telah mencoba mengatasi masalah serupa dengan judul "Rancang Bangun Prototipe Pengereng Gabah Otomatis Dengan Pengendali Sensor Kelembaban Dan Suhu Berdasarkan Suhu Ruang Berbasis Mikrokontroler ATmega 328." Penelitian tersebut mengintegrasikan berbagai komponen sistem yang dikendalikan oleh sensor suhu dan kelembaban, serta menggunakan motor pengaduk gabah untuk proses pengeringan. Dalam upaya untuk mengatasi tantangan ini, pengembangan alat otomatis menggunakan Arduino NodeMCU sebagai pengendali utama dilakukan. Alat ini dilengkapi dengan berbagai jenis sensor, termasuk Sensor LDR untuk mendeteksi cahaya matahari[1], sensor hujan untuk mendeteksi hujan, sensor PIR untuk mendeteksi pergerakan hewan atau manusia, serta sensor kelembaban untuk mengukur kelembaban pada bulir padi. Selain itu, alat ini dilengkapi dengan Servo MG996R yang bertugas sebagai penggerak atap penjemuran. Dengan alat ini, proses penjemuran bulir padi dapat dilakukan secara otomatis, memaksimalkan pemanfaatan sinar matahari, menghindari gangguan dari hewan, dan mengurangi kerugian akibat ketidakstabilan cuaca. Teknologi ini diharapkan dapat membantu para petani dalam meningkatkan efisiensi dan hasil produksi pertanian mereka serta menghadapi tantangan perubahan lingkungan yang semakin tidak stabil. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi dalam meningkatkan kesejahteraan petani dan pertanian secara keseluruhan.[2]

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sensor Pir

Sensor PIR, atau *Passive InfraRed*, merupakan jenis sensor yang digunakan untuk mendeteksi adanya pancaran sinar inframerah pada suatu objek. Sensor ini memiliki sifat pasif, yang berarti sensor tidak memancarkan sinar inframerah sendiri, tetapi hanya menerima radiasi dari sinar inframerah yang dipancarkan oleh objek di sekitarnya. Sensor PIR secara khusus dirancang untuk mendeteksi radiasi inframerah dengan panjang gelombang antara 8 hingga 14 mikrometer.[3]

B. NodeMCU ESP266

NodeMCU ESP8266 adalah sebuah mikrokontroler yang telah dirancang khusus untuk aplikasi *Internet of Things* (IoT). NodeMCU merupakan sebuah board yang menggabungkan fungsi Arduino dengan modul ESP8266. Dalam NodeMCU, modul ESP8266 telah terintegrasi dengan berbagai fitur seperti mikrokontroler, kemampuan WiFi, dan chip komunikasi USB-to-serial.[4]

C. Sensor Hujan

Sensor hujan adalah jenis sensor yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan hujan. Prinsip kerja sensor ini adalah ketika air hujan jatuh dan mengenai panel sensor, terjadi proses elektrolisis oleh air hujan. Air hujan, sebagai elektrolit, dapat menghantarkan arus listrik. Sensor ini dilengkapi dengan IC komparator yang menghasilkan output berupa sinyal logika High atau Low.[5]

D. Sensor LDR

Light Dependent Resistor (LDR) merupakan sejenis resistor yang sangat peka terhadap cahaya. Komponen LDR terdiri dari Kadmium Sulfida, yang merupakan serbuk keramik dengan sifat foto-konduktif.[6]

E. Servo Motor

Motor servo adalah sebuah komponen elektronik yang terdiri dari beberapa perangkat, termasuk serangkaian gigi, rangkaian pengendali, dan potensiometer. Tujuan dari motor servo adalah untuk mengatur posisi poros keluaran dengan presisi tertentu. Komponen-komponen dalam motor servo memiliki peran dan tugas masing-masing.[7]

F. Buzzer

Buzzer adalah komponen elektronik yang berfungsi mengubah sinyal listrik menjadi suara melalui getaran. Cara kerja buzzer mirip dengan loudspeaker, yang terdiri dari kumparan yang terpasang pada membran dan dialiri arus untuk menciptakan medan magnet. Kumparan ini akan tertarik atau didorong berdasarkan arah dan polaritas arus, menyebabkan membran bergetar.[8]

G. Sensor DHT11

Sensor DHT11 merupakan sebuah perangkat yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban dengan menggunakan sinyal digital yang telah dikalibrasi. Sensor ini memiliki tingkat stabilitas yang tinggi dan bekerja secara optimal ketika digunakan bersama dengan mikrokontroler ATmega8.[9]

H. Telegram

Telegram Messenger adalah sebuah aplikasi pesan chat yang mirip dengan Whatsapp, Line, dan BBM. Salah satu keunggulan Telegram Messenger adalah penggunaan protokol MTProto yang memberikan keamanan yang teruji dengan enkripsi end-to-end. Pengguna dapat mengirim pesan, foto, video, dan melakukan penandaan lokasi kepada pengguna lain melalui aplikasi ini.[10]

I. Arduino IDE

Perangkat lunak Arduino IDE adalah sebuah lingkungan terpadu yang digunakan untuk mengembangkan program untuk perangkat Arduino. Melalui Arduino IDE, pengguna dapat memprogram perangkat Arduino dengan menggunakan bahasa pemrograman yang mirip dengan bahasa C. IDE ini dirancang untuk memudahkan pemula dalam mempelajari dan menggunakan Arduino.[11]

III. METODE PENELITIAN

Dalam pembuatan implementasi *Internet of Things* (IoT) pada controlling dan monitoring penjemuran bulir padi, digunakan metode prototipe sebagai pendekatan pengembangan sistem. Metode prototipe memungkinkan pembuatan aplikasi secara cepat dan bertahap, sehingga memungkinkan evaluasi dari pengguna untuk mendapatkan umpan balik yang berguna.[12]

A. Pengumpulan Informasi

Tahap pertama adalah pengumpulan informasi dari untuk memahami permasalahan pada sistem yang berjalan di ruang server. Informasi relevan dikumpulkan sebagai dasar pemahaman masalah.

B. Analisis Masalah

Informasi yang dikumpulkan digunakan untuk menganalisis masalah yang terjadi pada sistem.

C. Perancangan Sistem

Setelah masalah diidentifikasi, langkah selanjutnya adalah merancang solusi. Sistem baru direncanakan berdasarkan kebutuhan yang telah didefinisikan.

D. Pembuatan Prototipe

Prototipe dibuat sesuai dengan desain sistem yang telah direncanakan. Prototipe ini berfungsi sebagai model awal yang akan dievaluasi.

E. Uji Coba Prototipe

Sistem dalam prototipe diuji untuk mengidentifikasi kekurangan, kesalahan, atau perbaikan yang diperlukan.

F. Evaluasi dan Perbaikan

Hasil uji coba dievaluasi untuk menentukan kekurangan dan kesalahan. Perbaikan dilakukan pada prototipe berdasarkan hasil evaluasi.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan metode prototyping untuk merancang sistem yang mampu mengontrol dan memantau penjemuran bulir padi secara otomatis melalui website. Tahapan awal dalam metode penelitian ini adalah analisis kebutuhan, di mana tujuan utama dan persyaratan spesifikasi sistem IoT pada penjemuran bulir padi diidentifikasi dan dianalisis secara mendalam. Proses desain prototipe melibatkan pemilihan komponen keras seperti sensor suhu, kelembaban, LDR, dan hujan, serta modul Wi-Fi untuk menghubungkan sistem ke jaringan. Setelah itu, dilakukan pembuatan prototipe perangkat keras dan perangkat lunak, termasuk pemasangan sensor, penghubungan actuator,

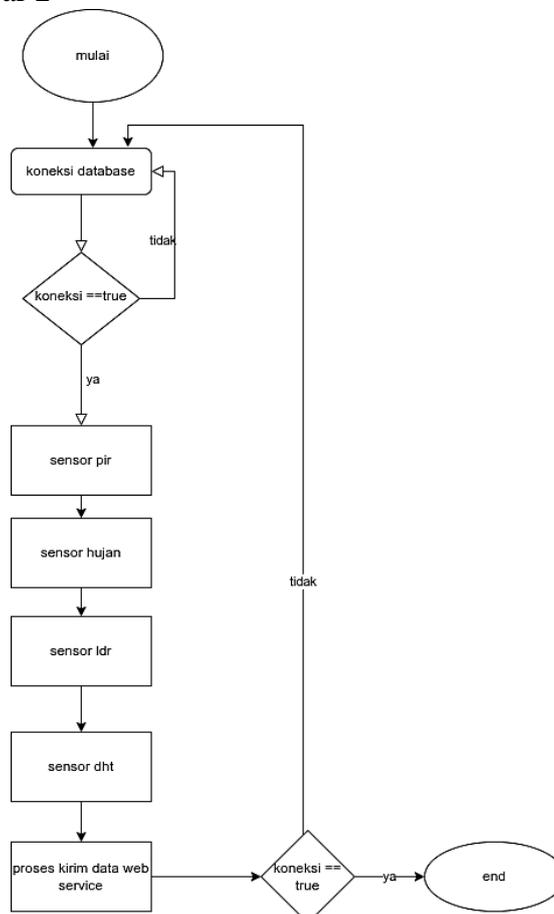
dan pengembangan perangkat lunak untuk mengumpulkan data dari sensor serta mengendalikan actuator. Uji coba dilakukan secara komprehensif untuk memastikan bahwa fungsi pengontrolan dan pemantauan berjalan dengan baik, termasuk verifikasi kinerja prototipe dan program yang telah dibuat. Hasil dari seluruh kegiatan ini kemudian disusun dalam laporan penelitian, yang mencakup hasil pengujian, evaluasi, dan umpan balik dari pengujian prototipe. Laporan juga mencakup tabel pengujian sensor dan tampilan antarmuka pengguna yang telah dirancang. Jalan penelitian dapat dilihat Gambar 1



Gambar 1 Metode Prototype

A. Input Program Pada Mikrokontroler

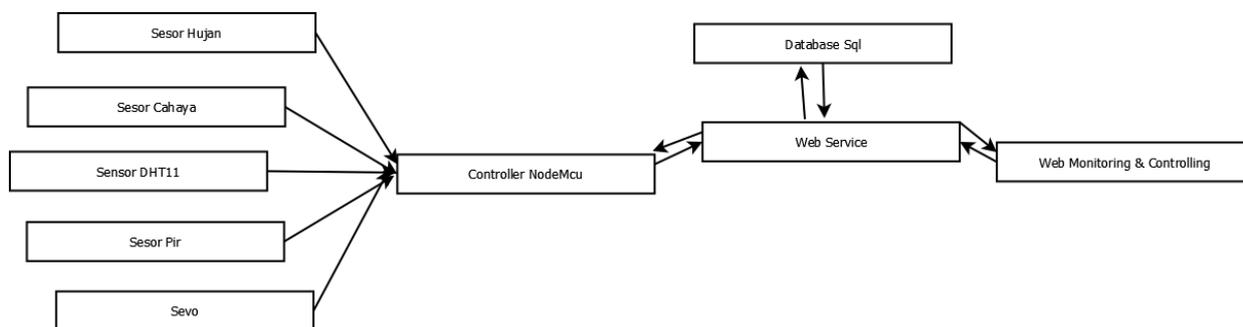
Pada penelitian ini, langkah awal melibatkan analisis kebutuhan sistem yang didasarkan pada literatur terkait dan pengamatan terhadap sistem pengeringan biji padi. Selama tahap persiapan, berbagai komponen yang diperlukan seperti sensor hujan, sensor LDR, sensor PIR, dan mikrokontroler dipilih sesuai dengan desain sistem. Program yang dihasilkan kemudian ditanamkan pada mikrokontroler untuk menjalankan fungsi yang dapat mengeksekusi perintah dari pengguna. Mikrokontroler berperan sebagai otak sistem yang mengendalikan tindakan berdasarkan informasi dari sensor-sensor tersebut. Selama implementasi, sensor-sensor tersebut berinteraksi dengan sistem dengan mendeteksi perubahan lingkungan. Hasil dari sensor-sensor ini dikirimkan ke mikrokontroler yang mengelola data dan mengirimkannya ke REST API. Selanjutnya, data tersebut dikirimkan kepada pengguna melalui notifikasi Telegram, memberikan informasi real-time mengenai status penjemuran bulir padi. Pengguna juga memiliki kemampuan untuk mengendalikan dan mengontrol sistem melalui website yang telah dibuat. Dengan demikian, implementasi input program pada mikrokontroler menjadi kunci dalam pengembangan sistem yang efisien untuk monitoring dan pengendalian penjemuran bulir padi, dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2 Input Program Ke Mikrokontroler

B. Integrasi Mikrokontroler dengan aplikasi website menggunakan web service

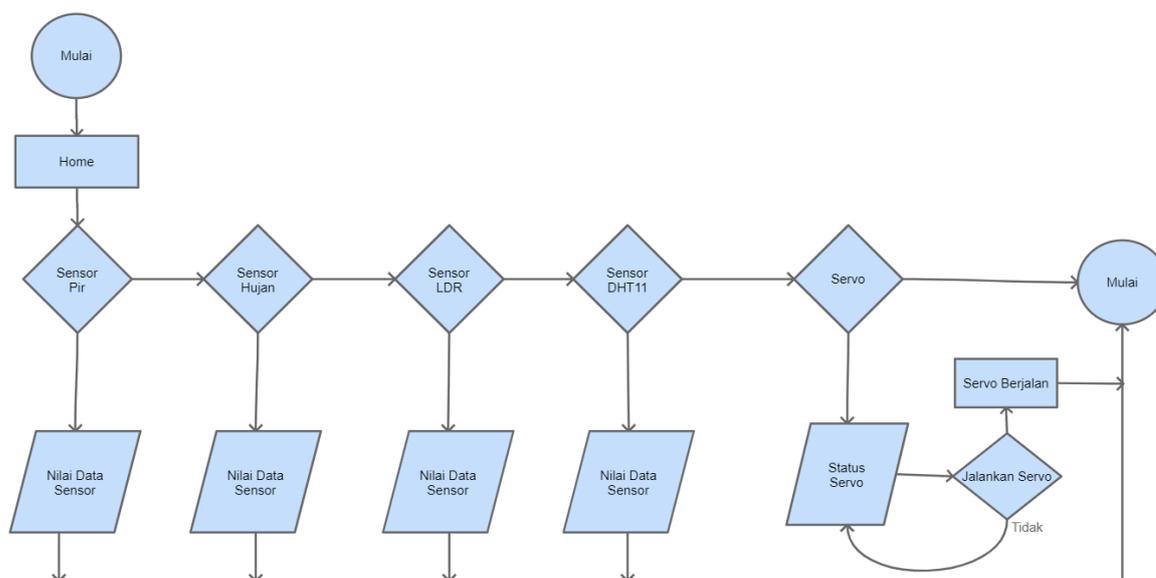
Sistem ini menggunakan teknologi terkini dalam pengolahan data dan komunikasi antar perangkat. Data diperoleh melalui website terhubung ke database MySQL, dengan interaksi melalui REST API yang aman menggunakan mekanisme *token bearer*. *Backend* handal dibangun dengan framework PHP Laravel, termasuk fitur keamanan Laravel Sanctum. Komunikasi dengan perangkat keras penjemur dilakukan melalui mikrokontroler NodeMCU ESP8266, yang mengontrol sensor DHT11 (suhu dan kelembaban udara), sensor LDR (kecerahan cahaya), sensor PIR (deteksi gerakan), dan sensor hujan. Keunggulan sistem ini adalah notifikasi saat cuaca berubah menjadi hujan, memungkinkan pengguna untuk mengambil tindakan perlindungan dengan menutup atap penjemur. Permintaan untuk menutup atap dilakukan melalui antarmuka *web service* dan direspon oleh servo motor yang mengendalikan mekanisme penutup atap melalui komunikasi *web service* yang terintegrasi dengan backend Laravel. Integrasi berbagai komponen sistem, termasuk pengolahan data dan komunikasi, memberikan kontribusi penting dalam meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil penjemuran bulir padi. Pembuatan sistem aplikasi dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Integrasi Mikrokontroler dengan Web Service

C. Flowchart Aplikasi

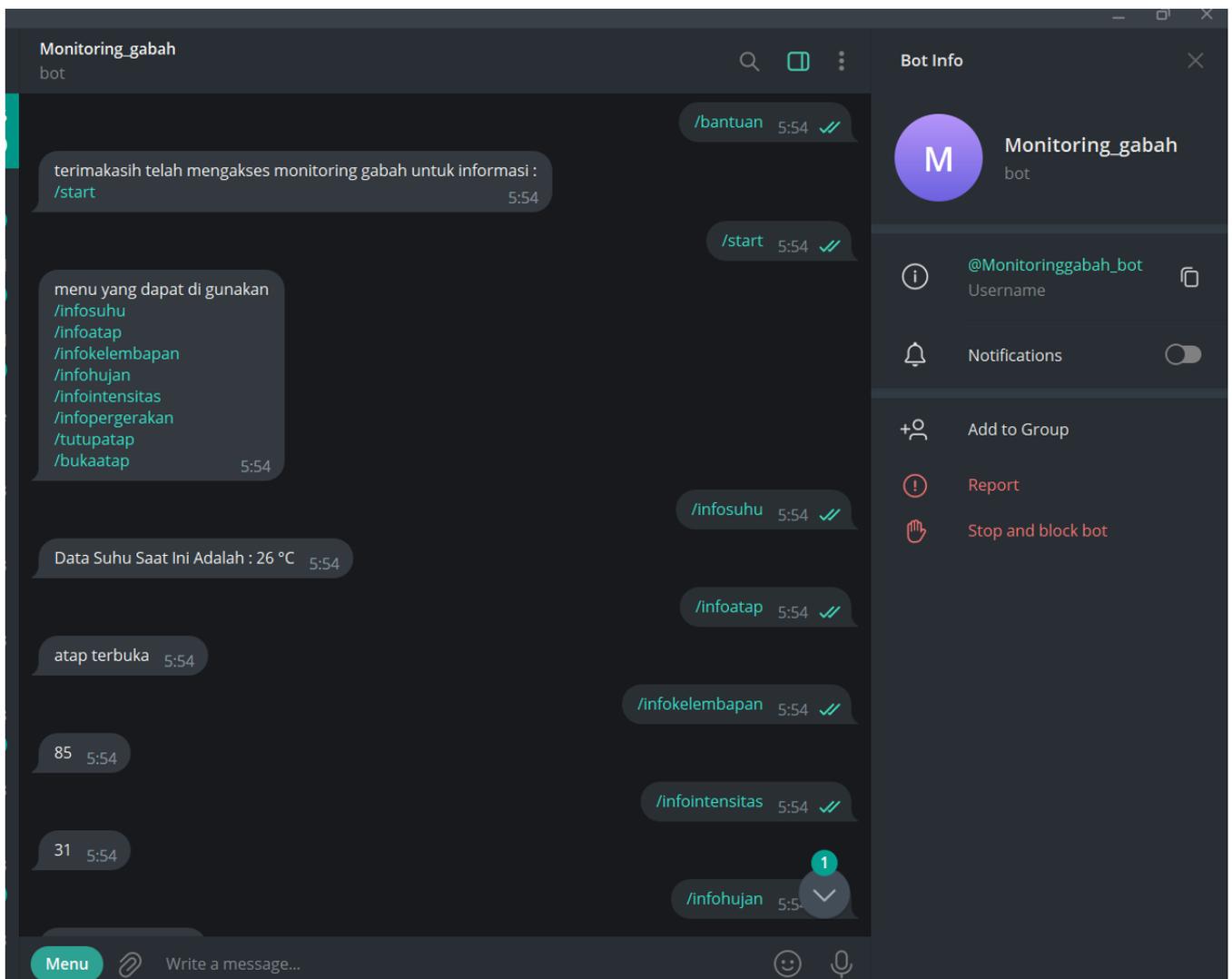
Flowchart dari aplikasi website monitoring, Implementasi *Internet of Things* (IOT) Pada *Controlling* Dan Monitoring Penjemuran Bulir Padi (Gabah) untuk akses dari user terdapat tampilan home pada tampilan home terdapat beberapa menu : dashboard, monitoring hujan, monitoring cahaya, monitoring suhu, dan monitoring pergerakan. Pada setiap menu tersebut akan di arahkan ke dalam tampilan data sensor pada tampilan inilah user dapat mengetahui data sensor secara *realtime* dan dapat mengetahui kondisi di sekitar penjemuran bulir gabah, dapat dilihat pada Gambar 4



Gambar 4 Flowchart Aplikasi

D. Halaman Monitoring Telegram

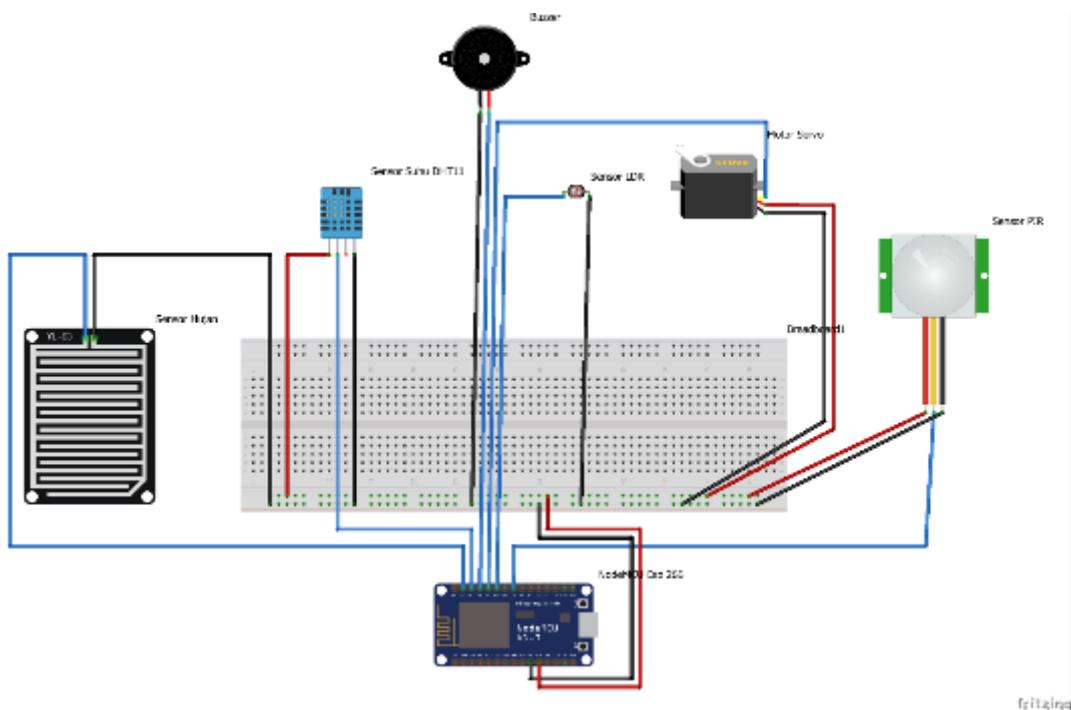
Pada halaman monitor bot Telegram, pengguna akan menemui menu bantuan. Ketika pengguna mengklik menu bantuan, mereka akan menerima informasi dari bot Telegram untuk memulai. Setelah tombol "Start" ditekan, pengguna akan diberikan beberapa pilihan menu, termasuk informasi suhu, informasi atap, informasi kelembaban, informasi hujan, informasi pergerakan, serta opsi untuk membuka atau menutup atap secara manual. Menu "Informasi Suhu" menyajikan data tentang suhu saat ini yang diukur oleh sensor yang terhubung dengan bot Telegram, memungkinkan pengguna untuk melihat informasi suhu secara real-time. "Menu Informasi Hujan" memberikan data mengenai kondisi hujan saat ini. Sensor akan mengukur ketinggian hujan atau keberadaan hujan saat itu, dan hasil pengukuran akan ditampilkan pada halaman monitoring bot Telegram. "Menu Informasi Cahaya" memberikan data mengenai tingkat pencahayaan di sekitar lokasi sensor. Sensor cahaya akan mengukur intensitas cahaya, dan hasilnya akan ditampilkan kepada pengguna. "Menu Informasi Pergerakan" memberikan informasi mengenai kondisi pergerakan yang dideteksi oleh sensor gerak yang terpasang. Pengguna dapat mengetahui apakah ada aktivitas pergerakan yang terdeteksi oleh sensor. Menu "Buka/Tutup Atap" memungkinkan pengguna untuk membuka atau menutup atap secara manual. Secara keseluruhan, halaman monitor bot Telegram ini memungkinkan pengguna untuk dengan mudah dan cepat memantau serta mengakses informasi-informasi terkait suhu, hujan, cahaya, dan kondisi pergerakan melalui aplikasi Telegram. Halaman monitoring bot telegram dapat dilihat pada Gambar 5



Gambar 5 Bot Telegram

E. Perakitan Prototipe

Perakitan Prototype disajikan skema wiring dari prototipe aplikasi Implementasi *Internet of Things* (IoT) yang digunakan untuk mengendalikan dan memantau proses penjemuran bulir padi. Dalam prototipe ini, berbagai jenis sensor digunakan untuk mengumpulkan data yang diperlukan. Terdapat sensor hujan yang bertujuan untuk mendeteksi adanya hujan atau curah hujan yang dapat memengaruhi proses penjemuran. Sensor LDR (Light Dependent Resistor) digunakan untuk mengukur intensitas cahaya lingkungan, sehingga dapat membantu mengatur tingkat pencahayaan yang optimal di area penjemuran. Sensor PIR (*Passive Infrared*) digunakan untuk mendeteksi gerakan manusia atau hewan yang memasuki area penjemuran. Setiap sensor memiliki fungsi dan tujuan tertentu dalam mengumpulkan informasi yang relevan untuk proses penjemuran bulir padi. Terakhir, sensor suhu DHT11 digunakan untuk mengukur suhu lingkungan sekitar, yang penting untuk mengawasi kondisi optimal dalam proses penjemuran. Data yang dikumpulkan oleh sensor-sensor ini akan diolah oleh mikrokontroler sesuai dengan tata letak yang ditunjukkan dalam gambar tersebut, agar dapat memberikan kontrol dan monitoring yang efektif dalam proses penjemuran bulir padi, dapat dilihat pada Gambar 6



Gambar 6 Perakitan Prototipe

F. Pengujian

Pada pengujian sensor, dilakukan serangkaian simulasi dan observasi terhadap respons sensor terhadap perubahan lingkungan yang dikehendaki. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memverifikasi fungsi sensor dan memastikan bahwa data yang dihasilkan akurat. Sebagai langkah selanjutnya, pengujian dilakukan terhadap website dengan melakukan serangkaian tes untuk menguji fungsionalitas dan kinerja website. Pengujian ini melibatkan pengujian antarmuka pengguna, pengujian komunikasi antara pengguna dan layanan web, serta pengujian notifikasi melalui telegram. Pengujian keseluruhan sistem merupakan tahap yang krusial dalam memastikan bahwa desain yang telah dibuat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan tujuan yang diinginkan. Dengan melakukan pengujian secara cermat dan berulang, semua potensi kesalahan atau kekurangan dalam sistem dapat teridentifikasi dan diperbaiki sebelum digunakan secara penuh

1. Pengujian Sensor PIR

Pengujian ini bertujuan untuk mengukur keakuratan data pergerakan berdasarkan pembacaan sinyal inframerah yang ditangkap oleh sensor PIR. Hasil pembacaan sensor akan dikirimkan ke website untuk analisis lebih lanjut, pengujian sensor pir dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1 Pengujian Sensor PIR

Pengu- jian ke	Kondisi			Keteranga n	
	Pendeteksi Gerakan	Jangkau an (CM)	Deteksi		
1	Ayam bergerak	160	Mendeteksi gerak	Bunyi	Berhasil
2	Ayam bergerak	175	Mendeteksi gerak	Bunyi	Berhasil
3	Ayam bergerak	190	Mendeteksi gerakan	Bunyi	Berhasil
4	Ayam bergerak	205	Mendeteksi gerakan	Bunyi	Berhasil
5	Ayam bergerak	220	Mendeteksi gerakan	Bunyi	Berhasil
6	Ayam bergerak	235	Mendeteksi gerak	Bunyi	Berhasil
7	Ayam Bergerak	250	Mendeteksi gerakan	Bunyi	Berhasil
8	Ayam Bergerak	265	Tidak mendeteksi gerakan	Tidak berbunyi	Berhasil
9	Ayam Bergerak	280	Tidak mendeteksi gerakan	Tidak berbunyi	Berhasil
10	Ayam Bergerak	310	Tidak mendeteksi gerakan	Tidak berbunyi	Berhasil

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pendeteksi gerakan berhasil mendeteksi gerakan ayam dan mengeluarkan bunyi (buzzer) dengan baik pada jarak-jarak tertentu. Pengujian dilakukan pada jarak 160 cm hingga 250 cm, di mana pada jarak-jarak tersebut pendeteksi berhasil mendeteksi gerakan ayam dan mengeluarkan bunyi (berhasil). Namun, pada jarak 265 cm hingga 310 cm, pendeteksi gerakan tidak berhasil mendeteksi gerakan ayam dan tidak mengeluarkan bunyi (tidak berbunyi). Dengan demikian, pada jarak-jarak tersebut, pendeteksi gerakan tidak berhasil dalam mendeteksi gerakan ayam (tidak berhasil). Maka sensor bekerja sesuai dengan analisis kebutuhan

2. Pengujian Sensor LDR

Pengujian ini bertujuan untuk menampilkan data hasil pembacaan sensor LDR, kemudian data akan dikirimkan pada website. Berdasarkan hasil pengujian sensor LDR dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2 Pengujian Sensor LDR

Pengu- jian ke	Kondisi			Keterangan
	Cahaya	Delay Sensor	Nilai Sensor	
1	Sensor di tutup	0.0	0.0	Tidak mendeteksi cahaya
2	Sensor di tutup	0.0	0.0	Tidak mendeteksi cahaya
3	Sensor di tutup	0.0	0.0	Tidak mendeteksi cahaya
4	Sensor di tutup	0.0	0.0	Tidak mendeteksi cahaya
5	Tempat redup	0.1	18.00	Cahaya redup
6	Tempat redup	0.1	18.00	Cahaya redup
7	Tempat redup	0.1	18.00	Cahaya redup
8	Tempat redup	0.1	18.00	Cahaya redup
9	Tempat redup	0.1	18.00	Cahaya redup
10	Tempat Terang	0.1	93.00	Terang

Hasil pengujian sensor ldr sesuai kondisi dan menghasilkan nilai sensor range 0 sampai 100 untuk nilai range 0 sensor ldr tidak mendeteksi cahaya sama sekali dikarenakan sensor di tutup sepenuhnya untuk perpindahan nilai sensor ldr sangat cepat sesuai intensitas cahaya yang di terima.

3. Pengujian Sensor Hujan

Pengujian ini bertujuan untuk mengukur data hasil pembacaan sensor Hujan dan mengirimkannya ke sebuah website. Data dari sensor Hujan ini kemudian digunakan untuk menampilkan informasi terkait kondisi hujan, dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3 Pengujian Sensor Hujan

Pengu- jian ke	Kondisi		Keterangan
	Terdapat Air	Response	
1	Ya	1	Berhasil
2	Ya	1	Berhasil
3	Ya	1	Berhasil
4	Ya	1	Berhasil

Pengujian ke	Kondisi		Keterangan
	Terdapat Air	Response	
5	Ya	1	Berhasil
6	Ya	1	Berhasil
7	Ya	1	Berhasil
8	Ya	1	Berhasil
9	Tidak	0	Berhasil
10	Tidak	0	Berhasil

Dalam pengujian yang dilakukan, kondisi "Terdapat Air" dan "Keterangan" dievaluasi, dengan hasil pengujian selalu dinyatakan sebagai "Berhasil". Ketika "Terdapat Air" adalah "Ya" dan "Keterangan" adalah 1, atau ketika "Terdapat Air" adalah "Tidak" dan "Keterangan" adalah 0, hasil pengujian tetap dianggap berhasil.

4. Pengujian Sensor DHT11

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui keakuratan sensor DHT11. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4

Tabel 4 Pengujian Sensor DHT11

No	Suhu (°C)			Selisih	Error (%)
	Sensor DHT11	Waktu	Termometer		
1	30.20	21.00 WIB	29	1.20	4.14
2	30.80	21.05 WIB	29	1.80	6.21
3	30.80	21.10 WIB	29	1.80	6.21
4	30.80	21.15 WIB	29	1.80	6.21
5	30.80	21.30 WIB	29	1.80	6.21
6	nan	21.35 WIB	29	nan	0
7	30.30	21.40 WIB	29	1.30	4.48
8	30.30	21.45 WIB	29	1.30	4.48
9	30.80	21.50 WIB	29	1.80	6.21
10	30.80	21.55 WIB	29	1.80	6.21

Dalam pengujian sensor suhu DHT11, hasil menunjukkan beberapa temuan. Selama 9 pengujian pertama, sensor DHT11 mampu memberikan pembacaan suhu yang cukup mendekati termometer referensi dengan selisih suhu berkisar antara 1.20°C hingga 1.80°C. Meskipun ada perbedaan dalam pembacaan suhu, tingkat kesalahan yang tercatat masih dalam batas yang dapat diterima, yaitu sekitar 4.14% hingga 6.21%. Namun, pada pengujian ke-6, sensor DHT11 tidak dapat memberikan pembacaan suhu yang valid (nan), meskipun waktu pengujian dan kondisi lingkungan seharusnya sama dengan pengujian sebelumnya. Hal ini mengindikasikan adanya potensi masalah atau ketidakstabilan dalam kinerja sensor pada kasus tertentu yang perlu diperhatikan lebih lanjut. Kesimpulannya, sensor DHT11 umumnya bekerja dengan baik dalam pengukuran suhu, tetapi ada beberapa kejadian di mana sensor tersebut gagal memberikan data yang valid.

5. Pengujian Servo

Pengujian ini bertujuan untuk memperoleh data yang telah dibaca sensor DHT11 guna mendeteksi suhu penjemuran. Data yang terbaca dari sensor DHT11 nantinya akan ditampilkan pada website monitoring gabah. Hasil pembacaan dari sensor DHT11 dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Pengujian Sensor Servo

Pengujian ke	Kondisi			Keterangan
	Button Website	Servo	Jeda waktu Pengiriman (S)	
1	Hidup	Hidup	2	Berhasil
2	Hidup	Hidup	2	Berhasil
3	Hidup	Hidup	2	Berhasil
4	Hidup	Hidup	2	Berhasil
5	Hidup	Hidup	1.5	Berhasil

Pengujian ke	Kondisi			Keterangan
	Button Website	Servo	Jeda waktu Pengiriman (S)	
6	Hidup	Hidup	1	Berhasil
7	Hidup	Hidup	1	Berhasil
8	Hidup	Hidup	1.5	Berhasil
9	Mati	Mati	1.5	Berhasil
10	Mati	Mati	2	Berhasil

Hasil pengujian servo dengan button yang ada pada website terdapat lama jeda waktu response dari data aplikasi ke dalam mikrokontroler response tersebut bergantung pada jaringan yang di gunakan apabila jaringan stabil maka akan mendapatkan response yang baik begitu sebaliknya.

6. Pengujian Buzzer

Pengujian ini bertujuan untuk menampilkan data dan keakuratan buzzer, berdasarkan hasil pengujian dari buzzer dapat dilihat pada Tabel 6

Tabel 6 Pengujian Sensor Buzzer

Pengujian ke	Kondisi		Keterangan
	Sensor Data Pir	Buzzer	
1	Mendeteksi gerak	Bunyi	Berhasil
2	Mendeteksi gerak	Bunyi	Berhasil
3	Mendeteksi gerak	Bunyi	Berhasil
4	Mendeteksi gerak	Bunyi	Berhasil
5	Mendeteksi gerak	Bunyi	Berhasil
6	Mendeteksi gerak	Bunyi	Berhasil
7	Mendeteksi gerak	Bunyi	Berhasil
8	Mendeteksi gerak	Bunyi	Berhasil
9	Mendeteksi gerak	Bunyi	Berhasil
10	Tidak ada gerakan	Bunyi	Berhasil

Hasil pengujian sensor PIR menunjukkan kinerja yang sangat baik dalam mendeteksi gerakan. Sensor PIR berhasil mendeteksi gerakan dalam semua kasus pengujian, yang ditandai dengan aktifnya buzzer dan menghasilkan bunyi. Bahkan ketika tidak ada gerakan yang terdeteksi pada pengujian ke-10, sensor PIR tetap berfungsi dengan baik dan menghasilkan bunyi. Ini menunjukkan bahwa sensor PIR sangat responsif terhadap pergerakan, dan sistem telah berhasil mengintegrasikan sensor ini dengan benar untuk mendukung fungsi pengendalian dan pemantauan.

7. Pengujian Software

Hasil pengujian software dapat dilihat pada Tabel 7

Tabel 7 Pengujian Sensor Software

No	Ketentuan Uji	Pengujian	Keterangan
1	User Login	User Melakukan Login	Bekerja Dengan Baik
2	Monitoring Suhu kelembapan	User Membaca hasil Monitoring Suhu Secara Realtime	Bekerja Dengan Baik
3	Monitoring Pir	User Membaca hasil Monitoring Pir Secara Realtime	Bekerja Dengan Baik
4	Membuka Menutup Atap	User menekan button buka tutup atap	Bekerja dengan baik
5	Monitoring Cahaya	User Melihat Monitoring intensitas Cahaya secara Realtime	Bekerja dengan baik
6	Monitoring hujan	User melihat Monitoring hujan secara realtime	Bekerja dengan baik

Hasil pengujian sistem menunjukkan performa yang baik untuk seluruh ketentuan uji yang telah dijalankan. Pengujian dimulai dengan user login, dan sistem mampu berfungsi dengan baik dalam mengizinkan pengguna untuk login. Monitoring suhu dan kelembaban, monitoring PIR, monitoring intensitas cahaya, serta monitoring hujan juga dapat memberikan hasil secara real-time dengan baik.

Selain itu, pengujian menunjukkan bahwa tombol buka-tutup atap juga berfungsi dengan baik, memungkinkan pengguna untuk mengontrol atap dengan lancar. Dalam keseluruhan, sistem telah melewati pengujian dengan baik dan memenuhi ketentuan uji yang telah ditetapkan.

8. Pengujian Bot Telegram

Hasil pengujian bahwa pengujian berbagai fungsi bot Telegram telah berhasil dilakukan. Tiap pengujian fitur bot Telegram menghasilkan hasil yang sesuai dengan yang diinginkan. Fitur-fitur yang diuji mencakup otomatisasi deteksi gerakan, otomatisasi deteksi hujan, tampilan daftar perintah, menu bantuan, informasi suhu, kondisi atap, kelembapan, curah hujan, intensitas cahaya, pergerakan, dan penutupan atap. Semua pengujian fungsi tersebut menghasilkan output yang sesuai dengan yang diharapkan, yaitu pesan atau informasi yang relevan dengan fungsi yang sedang diuji. Dapat dilihat pada Tabel 8

Tabel 8 Pengujian Sensor Bot Telegram

Pengujian	Fungsi	Output	Keterangan
Deteksi Gerakan Otomatis	Pengiriman Otomatis mengirim pesan ketika terjadi gerakan setiap menit	Pesan terkirim ke dalam bot telegram monitoring_gabah berupa “terjadi gerakan”	Berhasil
Deteksi Hujan Otomatis	Pengiriman Otomatis mengirim pesan ketika terjadi hujan setiap menit	Pesan terkirim ke dalam bot telegram monitoring_gabah berupa “terjadi hujan”	Berhasil
/start	Melihat list perintah yang ada dalam bot	Menampilkan pesan list perintah bot telegram	Berhasil
/bantuan	Untuk melanjutkan ke dalam menu /start	Menampilkan menu start	Berhasil
/infosuhu	Melihat suhu saat ini pada perangkat monitoring	Menampilkan keadaan suhu saat ini	Berhasil
/infoatap	Melihat kondisi atap saat ini pada perangkat monitoring	Menampilkan keadaan atap saat ini	Berhasil
/infokelembapan	Melihat kelembapan saat ini pada perangkat monitoring	Menampilkan keadaan kelembapansaat ini	Berhasil
/infohujan	Melihat keadaan hujansaat ini pada perangkat monitoring	Menampilkan keadaan hujan saat ini	Berhasil
/infointensitas	Melihat intensitas cahayasaat ini pada perangkat monitoring	Menampilkan keadaan intensitas cahaya saat ini	Berhasil
/infopergerakan	Melihat terakhir pergerakan hewan atau manusia saat ini pada perangkat monitoring	Menampilkan keadaan pergerakan terakhir yang di terima sensor	Berhasil
/tutupatap	Menutup atap	Menutup atap	Berhasil

Dalam penelitian ini, sistem yang berhasil dikembangkan melalui metode prototyping mampu mengontrol dan memantau penjemuran bulir padi secara otomatis melalui website. Tahapan awal mencakup analisis kebutuhan, yang mengidentifikasi persyaratan sistem IoT serta pemilihan komponen keras seperti sensor suhu, kelembapan, LDR, hujan, dan modul Wi-Fi. Proses desain prototipe melibatkan pemasangan sensor, penghubungan actuator, dan pengembangan perangkat lunak. Pengujian intensif dilakukan untuk memastikan bahwa fungsi pengontrolan dan pemantauan berjalan dengan baik, termasuk verifikasi kinerja prototipe dan program. Hasil dari penelitian ini, yang mencakup hasil, evaluasi, dan umpan balik dari pengujian prototipe serta tabel pengujian sensor hingga tampilan antarmuka pengguna, mengindikasikan bahwa sistem ini telah berhasil menciptakan solusi efisien bagi petani dalam menghadapi tantangan perubahan lingkungan yang tidak stabil. Keberhasilan sistem ini sangat bergantung pada penggunaan sensor berkualitas dan dukungan koneksi internet yang baik.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah menjalani serangkaian percobaan yang mencakup perancangan alat, pengumpulan data, dan analisis website untuk membangun sistem monitoring dan pengendalian penjemuran bulir padi menggunakan mikrokontroler berbasis website dengan konsep *Internet of Things* (IoT), beberapa kesimpulan dapat diambil. Pertama, sensor DHT11 menunjukkan kesalahan dalam pembacaan suhu

dibandingkan dengan termometer, dengan selisih suhu berkisar antara 1.30 hingga 1.80 °C, dan tingkat kesalahan mencapai 4.14% hingga 6.21%. Meskipun ada perbedaan dalam pembacaan suhu, sensor ini tetap memberikan informasi kondisi penjemuran bulir padi secara real-time melalui jaringan internet. Kedua, sensor PIR (*Passive Infrared*) berhasil mendeteksi gerakan objek ayam dalam jarak kurang dari 2,5 meter, dan bahkan hingga 4 meter dengan sinyal inframerah. Keakuratan sensor PIR ini memungkinkan pemantauan aktivitas ayam dengan efektif. Ketiga, terdapat sedikit keterlambatan dalam pengiriman data dari sensor sekitar 0,5 detik, namun data tetap dapat diandalkan untuk memberikan informasi secara waktu nyata melalui website yang telah dirancang dengan fungsi yang sederhana dan konsisten. Terakhir, fungsi buzzer pada sistem berjalan dengan baik sebagai respons terhadap deteksi gerakan oleh sensor PIR, memberikan pemberitahuan visual atau suara ketika aktivitas yang perlu perhatian terjadi. Keseluruhan, sistem monitoring dan pengendalian penjemuran bulir padi berbasis website dengan konsep IoT menunjukkan potensi dalam memberikan pemantauan real-time dengan data yang cukup akurat serta prototipe dapat berjalan sesuai dengan analisis kebutuhan. Meskipun beberapa perbaikan mungkin diperlukan, hasil pengujian ini membawa harapan untuk pemanfaatan teknologi IoT dalam meningkatkan efisiensi dan kualitas proses penjemuran bulir padi. Dalam pengembangan selanjutnya, penambahan fitur seperti sensor kelembaban, perhatian terhadap desain atap penjemuran, koneksi internet yang stabil, penempatan komponen yang presisi, dan peninjauan ulang desain fisik prototipe dapat meningkatkan performa dan konsistensi sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. M. Susanto Dan T. Novianti, “Prototipe Sistem Kendali Otomatis Peralatan Rumah Tangga Menggunakan Mikrokontroler,” Vol. 2, No. 1, 2020.
- [2] M. A. Faris, S. Purwiyanti, Dan H. Herlinawati, “Rancang Bangun Prototype Pengereng Gabah Otomatis Dengan Pengendali Sensor Kelembaban Dan Suhu Berdasarkan Suhu Ruang Berbasis Mikrokontroler Atmega 328,” *Electrician*, Vol. 14, No. 1, Hlm. 21–25, Feb 2020, Doi: 10.23960/Elc.V14n1.2142.
- [3] A. Juliansyah, R. Ramlah, Dan D. Nadiani, “Sistem Pendeteksi Gerak Menggunakan Sensor Pir Dan Raspberry Pi,” *Jtim J. Teknol. Inf. Dan Multimed.*, Vol. 2, No. 4, Hlm. 199–205, Feb 2021, Doi: 10.35746/Jtim.V2i4.113.
- [4] A. B. P. Manullang, Y. Saragih, Dan R. Hidayat, “Implementasi Nodemcu Esp8266 Dalam Rancang Bangun Sistem Keamanan Sepeda Motor Berbasis Iot,” *J. Inform.*, Vol. 4, No. 2, 2021.
- [5] A. Lestari, E. Abdulrahman, Dan P. Raflesia, “Rancang Bangun Modul Raindrop Dan Iot Sebagai Pengendali Penjemur Jagung Marning,” Vol. 1, No. 2, 2021.
- [6] Pojiah, “Mengenal Pengertian Ldr (Light Dependent Resistor) Dan Fungsi Dan Cara Kerjanya,” Idmetafora. [Daring]. Tersedia Pada: <https://idmetafora.com/news/read/1462/mengenal-pengertian-ldr-light-dependent-resistor-dan-fungsi-dan-cara-kerjanya.html>
- [7] E. A. Prastyo, “Pengertian Dan Prinsip Kerja Motor Servo,” Arduino Indonesia | Tutorial Lengkap Arduino Bahasa Indonesia. Diakses: 19 Juli 2023. [Daring]. Tersedia Pada: <https://www.arduinoindonesia.id/2022/10/pengertian-dan-prinsip-kerja-motor-servo.html>
- [8] I. D. Ratnasari, “Rancang Bangun Alarm Deteksi Asap Rokok Dan Kebisingan Pada Ruang Kelas Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler,” *Elinvo Electron. Inform. Vocat. Educ.*, Vol. 3, No. 2, Hlm. 54–60, Nov 2018, Doi: 10.21831/Elinvo.V3i2.18747.
- [9] A. Indra, I. Ridho, Dan P. S. Jaka, “Penetas Telur Otomatis Berbasis Arduino Dengan Menggunakan Sensor Dht11,” *J. Ilm. Mhs. Kendali Dan List.*, Vol. 1, No. 1.
- [10] M. I. Kurniawan, U. Sunarya, Dan R. Tulloh, “Internet Of Things : Sistem Keamanan Rumah Berbasis Raspberry Pi Dan Telegram Messenger,” *Elkomika J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, Vol. 6, No. 1, Hlm. 1, Apr 2018, Doi: 10.26760/Elkomika.V6i1.1.
- [11] H. R. Safitri, “Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Dan Pengganti Air Aquarium Otomatis Berbasis Arduino Uno,” Vol. 7, No. 1, 2019.
- [12] F. A. Deswar Dan R. Pradana, “Monitoring Suhu Pada Ruang Server Menggunakan Wemos D1 R1 Berbasis Internet Of Things (Iot).,” *Technol. J. Ilm.*, Vol. 12, No. 1, Hlm. 25, Jan 2021, Doi: 10.31602/Tji.V12i1.4178.