

# Sistem Monitoring Cuaca Berbasis IoT dengan Integrasi Mikrokontroler ESP32 dan Notifikasi Real-Time pada Penjemuran Kerupuk

Fahrel May Inzagi<sup>1</sup>, Muhammad Amirudin<sup>2</sup>, Ganjar Winasis<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang

Email: <sup>1</sup>[Fahrelinzaghi5@gmail.com](mailto:Fahrelinzaghi5@gmail.com), <sup>2</sup>[amiruddin@upgris.ac.id](mailto:amiruddin@upgris.ac.id), <sup>3</sup>[ganjarwinasis@upgris.ac.id](mailto:ganjarwinasis@upgris.ac.id)

**Abstrak**— Proses penjemuran merupakan tahapan krusial dalam produksi kerupuk putih yang memengaruhi kualitas dan daya simpan produk. Namun, aktivitas ini kerap terkendala oleh kondisi cuaca yang tidak menentu seperti hujan dan kelembapan udara tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem monitoring cuaca berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor suhu dan kelembapan DHT11, serta sensor cahaya LDR yang terintegrasi dengan platform WhatsApp Chatbot. Sistem ini dirancang untuk memberikan notifikasi secara real time kepada pelaku usaha, sekaligus dilengkapi dengan alarm otomatis melalui speaker horn sebagai peringatan dini saat terdeteksi potensi hujan. Hasil pengujian komponen menunjukkan bahwa sensor hujan dapat membaca nilai antara 1000-4095ADC pada kondisi hujan dan tidak hujan. Hasil pengujian Sensor LDR menghasilkan nilai rata-rata galat 6,19%. Pengujian sensor DHT 11 menghasilkan nilai rata-rata galat sebesar 0,77% dalam mengukur suhu. Sedangkan dalam pengukuran kelembapan sensor DHT11 didapati nilai rata-rata galat 2,60%. Berdasarkan hasil pengujian keseluruhan sistem, sensor hujan menjadi parameter utama penelitian ini, karena data yang dihasilkan secara langsung mempengaruhi proses pengambilan keputusan pada sistem yang dirancang. Adapun sensor LDR hanya berfungsi sebagai pendeteksi intensitas cahaya, dan sensor DHT11 digunakan untuk memantau suhu serta kelembapan udara. Keduanya berperan sebagai sensor pendukung yang melengkapi informasi, namun tidak menjadi variabel utama dalam analisis kinerja sistem.

**Kata kunci:** IOT; ESP32; DHT11; LDR; Sensor Hujan.

## I. PENDAHULUAN

Kerupuk merupakan salah satu makanan ringan khas Indonesia yang memiliki peran penting dalam budaya kuliner lokal. Produk ini tidak hanya populer sebagai pelengkap hidangan utama, tetapi juga digemari oleh berbagai kalangan usia sebagai camilan yang renyah dan gurih. Dalam proses produksinya, terdapat beberapa tahapan penting yang menentukan kualitas akhir kerupuk, salah satunya adalah proses penjemuran. Tahap ini memiliki pengaruh langsung terhadap kadar air dalam produk, di mana kadar air yang terlalu tinggi dapat menyebabkan tekstur kerupuk menjadi lembek dan mempercepat kerusakan produk, sedangkan kadar air yang rendah dapat meningkatkan kerenyahan serta daya simpannya. Variasi kadar air pada kerupuk kemangi mentah yang berada pada kisaran 9,47% hingga 12,35% terbukti memengaruhi aktivitas air serta mutu akhir produk yang dihasilkan[1]. Namun demikian, proses penjemuran secara konvensional masih sangat bergantung pada kondisi cuaca, seperti sinar matahari, kelembapan udara, dan intensitas curah hujan. Ketergantungan ini kerap menjadi hambatan utama, terutama pada musim hujan atau saat cuaca tidak menentu, yang dapat menurunkan efisiensi dan kualitas produksi. Data menunjukkan bahwa sekitar 40% produksi pelaku Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) terganggu akibat cuaca buruk, dan 20% produk mengalami penurunan kualitas karena proses pengeringan yang kurang higienis, yang pada akhirnya berimplikasi pada ketidakstabilan hasil produksi[2]. Oleh karena itu, diperlukan solusi yang adaptif dan efisien untuk meminimalkan risiko tersebut.

Seiring berkembangnya teknologi, pemanfaatan *Internet of Things* (IoT) menjadi salah satu pendekatan inovatif yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan dalam proses penjemuran[2]. Sistem berbasis IoT memungkinkan monitoring dan kontrol proses secara

*real-time* melalui pemanfaatan sensor suhu, kelembapan, serta intensitas cahaya yang terhubung dengan unit pemrosesan utama seperti mikrokontroler ESP32. Penerapan teknologi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi pengawasan terhadap kondisi penjemuran, tetapi juga memungkinkan pelaku usaha menerima notifikasi peringatan melalui platform digital. Dalam hal ini, penggunaan WhatsApp sebagai media notifikasi memberikan kemudahan komunikasi yang bersifat langsung dan familiar bagi pengguna. Di sisi lain, penggunaan perangkat alarm fisik seperti *wired loud horn sirene* berfungsi sebagai peringatan langsung di lokasi, sehingga memungkinkan pengambilan keputusan secara cepat dan responsif terhadap perubahan kondisi lingkungan. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem jemuran kerupuk otomatis berbasis IoT menggunakan mikrokontroler ESP32, yang dilengkapi dengan sensor suhu (DHT11), kelembapan, dan intensitas cahaya (LDR). Sistem ini dirancang untuk memantau kondisi lingkungan secara *real-time*, memberikan notifikasi kepada pengguna melalui WhatsApp Chatbot, serta mengaktifkan alarm suara otomatis di lokasi sebagai upaya preventif terhadap kondisi cuaca yang berpotensi mengganggu proses penjemuran.

## II. STUDI PUSTAKA

### A. Mikrokontroler ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler berbasis System on Chip (SoC) yang dirancang untuk mendukung aplikasi Internet of Things (IoT) dengan fitur konektivitas nirkabel yang terintegrasi. Perangkat ini dilengkapi dengan modul WiFi standar IEEE 802.11 b/g/n dan Bluetooth versi 4.2, sehingga memungkinkan koneksi langsung ke jaringan tanpa memerlukan perangkat tambahan eksternal. Integrasi

tersebut menjadikan ESP32 sebagai solusi yang efisien dan fleksibel dalam membangun sistem komunikasi data secara nirkabel.

Mikrokontroler ini memiliki arsitektur yang cukup lengkap, mencakup prosesor utama, memori internal, serta akses ke berbagai port *General Purpose Input/Output* (GPIO) yang dapat digunakan untuk menghubungkan berbagai jenis sensor dan aktuator. Keunggulan lain dari ESP32 adalah kemampuannya dalam menangani proses multitasking dan efisiensi konsumsi daya, yang sangat sesuai untuk aplikasi sistem monitoring atau kendali berbasis jaringan. Dibandingkan dengan papan pengembangan lainnya seperti Arduino, ESP32 menawarkan kelebihan dalam hal konektivitas langsung ke jaringan *WiFi* serta performa pemrosesan yang lebih tinggi, sehingga sering digunakan sebagai alternatif dalam pengembangan sistem IoT yang membutuhkan komunikasi data secara *real-time* dan terintegrasi[3].

#### B. Sensor Hujan(Rain Detector Sensor)

Sensor hujan merupakan salah satu jenis sensor input yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan air hujan pada suatu permukaan. Prinsip kerja sensor ini didasarkan pada konsep elektrolisis, di mana air hujan berperan sebagai cairan elektrolit yang dapat menghantarkan arus listrik. Ketika permukaan sensor terkena air, arus listrik dapat mengalir melalui jalur-jalur konduktif yang sebelumnya terputus, dan menghasilkan sinyal yang dapat diteruskan ke mikrokontroler untuk memicu respons tertentu, seperti penutupan atap otomatis pada sistem jemuran. Salah satu jenis sensor hujan yang umum digunakan adalah modul MH-RD yang dilengkapi dengan komparator LM393. Modul ini terdiri atas permukaan pendeteksi berbahan dasar Printed Circuit Board (PCB) yang memiliki serangkaian jalur tembaga terbuka. Jalur-jalur tersebut secara elektrik tidak terhubung dalam kondisi kering. Namun, saat air hujan membasahi permukaan sensor, air berfungsi sebagai penghubung konduktif antar jalur, sehingga memungkinkan terjadinya aliran listrik dan aktivasi output sensor.

Sensor hujan dalam konteks sistem otomatisasi berperan sebagai perangkat switching yang merespons keberadaan air hujan secara langsung, sehingga sangat efektif digunakan dalam sistem kendali otomatis seperti pengaturan atap jemuran atau perangkat pelindung lainnya. Pada penelitian ini, sensor hujan yang digunakan dirancang dari lembaran PCB yang dimodifikasi secara khusus untuk mendeteksi intensitas curah hujan dan memberikan sinyal logika kepada mikrokontroler guna melakukan tindakan otomatisasi sesuai kebutuhan[4].

#### C. Sensor DHT11

Sensor DHT11 merupakan salah satu jenis sensor digital yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan udara secara simultan. Sensor ini telah melalui proses kalibrasi pabrik dan dikenal memiliki kestabilan tinggi serta akurasi pengukuran yang cukup baik dalam aplikasi monitoring lingkungan. Nilai koefisien kalibrasi disimpan secara permanen dalam memori *One Time Programmable* (OTP), yang memungkinkan sensor untuk melakukan koreksi data secara otomatis pada saat

pengukuran dilakukan, sehingga hasil yang dihasilkan berupa sinyal digital telah mengandung nilai kalibrasi.

Secara teknis, DHT11 bekerja pada tegangan suplai sebesar +5V dan mampu mentransmisikan data hingga jarak 20 meter. Rentang pengukuran suhu yang dapat dideteksi adalah antara 0 hingga 50 °C dengan toleransi kesalahan sebesar  $\pm 2$  °C, sedangkan untuk kelembapan relatif (RH), sensor ini memiliki rentang pengukuran antara 20% hingga 90% RH dengan deviasi sebesar  $\pm 5\%$  RH. Prinsip kerja sensor ini didasarkan pada perubahan sifat kapasitansi yang terjadi akibat variasi lingkungan. Perubahan kapasitansi tersebut dipengaruhi oleh pergeseran salah satu pelat kondensator, perubahan posisi bahan dielektrik, serta luas permukaan pelat yang saling berhadapan secara langsung.

Dengan karakteristik tersebut, sensor DHT11 banyak digunakan dalam sistem monitoring lingkungan berbasis *Internet of Things* (IoT), termasuk dalam sistem otomasi pertanian, pemantauan suhu ruang, serta aplikasi pengeringan berbasis kendali otomatis, karena mampu menyediakan data lingkungan secara *real-time* dengan konsumsi daya yang rendah[5].

#### D. Sensor LDR(Light Dependent Resistor)

Sensor LDR (Light Dependent Resistor) merupakan salah satu jenis sensor cahaya pasif yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi otomatisasi, seperti sistem penerangan jalan otomatis, pengukur intensitas cahaya, serta perangkat yang memerlukan respons terhadap perubahan pencahayaan lingkungan. LDR termasuk dalam kelompok resistor variabel yang nilai resistansinya berubah secara signifikan berdasarkan intensitas cahaya yang diterimanya[6].

Secara material, LDR terbuat dari bahan semikonduktor yang memiliki resistansi tinggi dalam kondisi gelap. Ketika permukaan sensor terkena cahaya, energi foton yang mengenai material semikonduktor akan meningkatkan jumlah pembawa muatan bebas, sehingga resistansi menurun secara drastis. Karakteristik ini memungkinkan LDR berfungsi sebagai saklar otomatis atau pemacu logika dalam rangkaian elektronik yang dikendalikan oleh kondisi pencahayaan.

Kemampuan LDR dalam merespons variasi intensitas cahaya secara langsung menjadikannya komponen penting dalam sistem berbasis *Internet of Things* (IoT), terutama untuk keperluan monitoring dan pengendalian lingkungan secara otomatis. Dalam penelitian ini, sensor LDR digunakan untuk mendeteksi intensitas sinar matahari pada area penjemuran kerupuk, guna mengoptimalkan proses pengeringan melalui sistem peringatan dan kendali otomatis yang terintegrasi dengan mikrokontroler.

#### E. Whatsapp

WhatsApp merupakan aplikasi pesan instan berbasis internet yang dirancang untuk memfasilitasi komunikasi *real-time* melalui berbagai format pesan, termasuk teks, suara, gambar, video, dan dokumen. Aplikasi ini menggunakan protokol enkripsi *end-to-end* yang menjamin keamanan dan kerahasiaan komunikasi, sehingga hanya pengirim dan penerima yang dapat mengakses isi pesan tanpa intervensi dari pihak ketiga.

Keamanan ini menjadi salah satu keunggulan utama WhatsApp dalam konteks komunikasi digital modern[7].

Selain fungsi dasar pengiriman pesan, WhatsApp juga menyediakan berbagai fitur tambahan seperti pesan suara, panggilan suara dan video, serta kemampuan berbagi lokasi secara langsung, yang menjadikannya sebagai salah satu *platform* komunikasi paling populer di dunia. Keunggulan utama aplikasi ini terletak pada antarmuka yang sederhana dan ramah pengguna, kecepatan dalam pengiriman pesan, serta kompatibilitas dengan berbagai sistem operasi perangkat, baik pada ponsel pintar maupun komputer.

Dalam konteks aplikasi teknologi informasi, WhatsApp tidak hanya digunakan untuk komunikasi antarindividu, tetapi juga dimanfaatkan oleh organisasi dan pelaku usaha sebagai media penghubung dalam sistem otomatisasi layanan, termasuk integrasi dengan bot dan sistem notifikasi *real-time*. Kemampuannya dalam menyampaikan informasi secara langsung dan efisien menjadikan WhatsApp sebagai pilihan yang relevan untuk mendukung sistem monitoring atau kendali berbasis *Internet of Things* (IoT).

### III. METODE/DESAIN

#### A. Metode Pengembangan

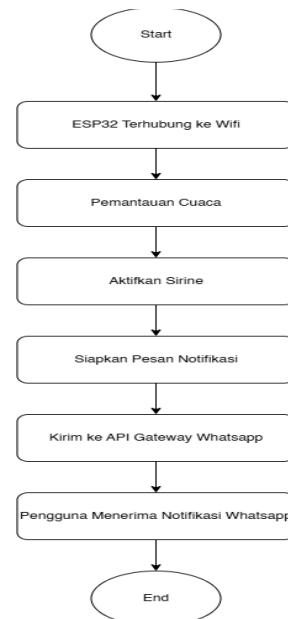
Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) yang bertujuan untuk mengembangkan produk teknologi baru berupa sistem monitoring cuaca berbasis Internet of Things (IoT). Metode ini dipilih karena mendukung proses pengembangan produk mulai dari identifikasi permasalahan di lapangan, perancangan prototipe, hingga tahap implementasi dan evaluasi fungsionalitas secara berkelanjutan. Pendekatan kuantitatif memungkinkan pengumpulan dan analisis data numerik yang kemudian diuji secara statistik, sehingga dapat mengevaluasi efektivitas sistem monitoring IoT dalam mengukur variabel lingkungan seperti suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya secara objektif. Sistem seperti ini telah terbukti mampu menyajikan data real-time yang akurat dan dapat dipertanggungjawabkan, memberikan dasar empiris yang kuat dalam pengambilan keputusan. Misalnya, penerapan IoT dalam pemantauan lingkungan, mengonfirmasi bahwa teknologi sensor dan jaringan memberikan kemampuan monitoring lanjutan pada parameter lingkungan. Sementara penelitian lain melaporkan bahwa sistem monitoring lingkungan berbasis IoT dapat memantau berbagai parameter—termasuk kelembapan dan suhu—secara real-time dengan akurasi tinggi[8].

Metode Research and Development (R&D) dipilih untuk memastikan bahwa pengembangan sistem tidak hanya bersifat teoritis, melainkan telah melalui siklus iteratif seperti identifikasi masalah, perancangan, validasi, prototyping, uji coba, dan penyempurnaan akhir. Model ini telah terbukti menghasilkan teknologi siap pakai dalam sistem pemantauan lingkungan berbasis IoT. Sebagai contoh, dalam sebuah penelitian yang menyusun sistem monitoring suhu dan kelembapan berbasis DHT22 dan ESP32 dengan integrasi alert, serta menguji performanya di lingkungan industri nyata[9].

#### B. Desain Sistem Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan untuk perancangan sistem pendeteksi cuaca pada penjemuran kerupuk yang

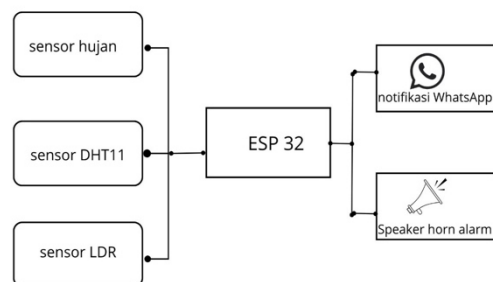
menggunakan mikrokontroler esp32, sensor dht11, sensor ldr dan sensor hujan serta software whatsapp yang ditunjukkan pada Gambar 1.\



Gambar 1. Desain Sistem Perangkat Keras

#### C. Blok Diagram

Blok diagram sistem menggambarkan arsitektur fungsional dari perangkat monitoring cuaca yang dirancang untuk meningkatkan efektivitas proses penjemuran kerupuk. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali, yang berperan dalam mengolah data masukan dari berbagai sensor, serta mengatur keluaran berupa peringatan dini melalui media digital dan fisik.



Gambar 2. Blok Diagram

Sistem diuji di lingkungan nyata, yaitu pada lokasi usaha penjemuran kerupuk di Kecamatan Bergas, Kabupaten Semarang. Pengujian dilakukan dalam tiga tahap: pertama selama 1 hari penuh, kedua selama 3 hari, dan ketiga selama 7 hari, masing-masing dengan interval pembacaan sensor setiap 10 menit. Selama pengujian, setiap perubahan cuaca secara otomatis memicu alarm dan mengirim notifikasi ke WhatsApp pengguna. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja secara otomatis, stabil, dan responsif dengan rata-rata waktu respon kurang dari 60 detik, sehingga dapat diandalkan untuk mendeteksi cuaca buruk dan membantu pelaku usaha mengambil tindakan cepat untuk melindungi produk.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan sistem monitoring cuaca berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mampu mengamati kondisi lingkungan secara real-time untuk mendukung proses penjemuran kerupuk. Sistem menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan sensor suhu dan kelembapan (DHT11), sensor cahaya (LDR), dan sensor hujan. Data yang diperoleh dari sensor kemudian dikirimkan melalui notifikasi WhatsApp dan direspons oleh sistem alarm otomatis apabila terdeteksi cuaca buruk.

Pengambilan data dilakukan dengan mengelompokkan hasil pengukuran ke dalam tiga kategori utama kondisi cuaca, yaitu: hujan, tidak hujan, dan tidak diketahui, dengan subkategori berdasarkan tingkat pencahayaan, yaitu sangat cerah, cerah, sedikit mendung, mendung, dan gelap. Parameter yang diukur meliputi suhu (dalam °C), kelembapan relatif udara (%RH), intensitas cahaya (LDR), serta sinyal dari sensor hujan.

##### A. Pengujian Komponen

###### 1. Pengujian Sensor Hujan

Sensor hujan yang digunakan merupakan modul MH-RD dengan komparator LM393. Sensor ini bekerja berdasarkan perubahan resistansi akibat keberadaan air pada permukaan sensor PCB. Pengujian dilakukan dengan membandingkan pembacaan sensor dalam kondisi kering nilai ambangnya dinyatakan 4095 nilai sensor hujan, kemudian pada kondisi basah nilai ambanya dinyatakan kurang dari 4000 sampai dengan 1000 nilai sensor hujan.

Tabel 1. Data pengujian Sensor Hujan

| No. | Kondisi Sensor | Nilai Sensor Hujan (ADC) | Kondisi Alarm Sirine |
|-----|----------------|--------------------------|----------------------|
| 1   | Kering         | 4095                     | Mati                 |
| 2   | Kering         | 4095                     | Mati                 |
| 3   | Basah          | 1364                     | Menyala              |
| 4   | Basah          | 1255                     | Menyala              |
| 5   | Basah          | 2433                     | Menyala              |
| 6   | Kering         | 4095                     | Mati                 |
| 7   | Kering         | 4095                     | Mati                 |
| 8   | Basah          | 2495                     | Menyala              |
| 9   | Kering         | 4095                     | Mati                 |

Sensor hujan bekerja dengan mendeteksi perubahan resistansi akibat adanya air pada permukaannya. Saat kering, nilai ADC stabil di angka maksimum (4095), sehingga sistem mengenali kondisi tanpa air dan sirine tetap mati. Sebaliknya, saat basah, nilai ADC turun bervariasi antara 1255 hingga 3500, tergantung tingkat kebasahan. Semakin banyak air, semakin rendah nilai ADC karena meningkatnya konduktivitas. Pada seluruh uji kondisi basah, sirine selalu aktif, membuktikan bahwa sistem dapat membedakan kondisi kering dan basah dengan akurat dan konsisten. Hasil ini menunjukkan bahwa sensor hujan bekerja dengan baik dan dapat diandalkan untuk sistem peringatan otomatis yang dapat dilihat pada tabel 1.

###### 2. Pengujian Sensor LDR

Sensor LDR diuji dengan membandingkan hasil bacaannya dengan lux meter untuk menilai akurasi dalam mendeteksi intensitas cahaya. Karena karakter LDR bersifat non-linier, dilakukan proses curve fitting untuk menemukan persamaan yang sesuai (linier, logaritmik, atau polinomial), agar data tegangan dapat dikonversi ke satuan lux secara lebih akurat. Persamaan ini kemudian digunakan sebagai

rumus kalibrasi agar hasil pembacaan LDR mendekati standar lux meter.

Tabel 2. Data pengujian Sensor LDR

| No | Kondisi Cahaya | LUXmeter Sanwa LX20(lux) | Sensor LDR(lux) | Galat  |
|----|----------------|--------------------------|-----------------|--------|
| 1  | Gelap          | 113,2                    | 118,7           | 4,86%  |
| 2  | Galap          | 119,7                    | 148,7           | 24,23% |
| 3  | Gelap          | 138,2                    | 167,5           | 21,20% |
| 4  | Gelap          | 164,9                    | 182,1           | 10,43% |
| 5  | Gelap          | 213,8                    | 235,1           | 9,96%  |
| 6  | Gelap          | 257,4                    | 281,4           | 9,32%  |
| 7  | Gelap          | 302,5                    | 314,7           | 4,03%  |
| 8  | Gelap          | 357,9                    | 378,9           | 5,87%  |
| 9  | Gelap          | 518                      | 535             | 3,28%  |
| 10 | Gelap          | 659                      | 667,5           | 1,29%  |
| 11 | Terang         | 824,2                    | 820,2           | 0,49%  |
| 12 | Terang         | 1187                     | 1169            | 1,52%  |
| 13 | Terang         | 1604                     | 1590            | 0,87%  |
| 14 | Terang         | 2205                     | 2212            | 0,32%  |
| 15 | Terang         | 2478                     | 2480            | 0,08%  |
| 16 | Terang         | 2653                     | 2650            | 0,11%  |

Rata rata Galat = 6,19%

Pengujian sensor LDR dibandingkan dengan lux meter Sanwa LX20 pada table 2, menunjukkan adanya selisih pengukuran, terutama pada intensitas cahaya rendah (100–300 lux) dengan tingkat error 4% hingga 24%. Akurasi LDR cenderung membaik pada cahaya tinggi ( $\geq 500$  lux), dengan error hanya 0,08% hingga 3%. Error tertinggi terjadi saat pembacaan 119,7 lux dibandingkan 148,7 lux, dengan selisih 29 lux dan error 24,23%, kemungkinan karena sifat non-linier LDR dan gangguan pencahayaan. Rata-rata error keseluruhan adalah 6,19%. Secara umum, LDR cocok untuk aplikasi sederhana, namun kurang tepat untuk pengukuran yang membutuhkan akurasi tinggi.

###### 3. Pengujian Sensor DHT 11

Sensor DHT11 mengukur dua parameter lingkungan sekaligus: suhu dan kelembapan. Pengujian dilakukan di dalam ruangan dan luar ruangan selama beberapa jam per hari. Pada pengujian sensor DHT 11 dilakukan perbandingan pembacaan nilai pada sensor DHT 11 dengan alat ukur Hygrometer Digital tipe HTC-1.

##### A. Pengujian pembacaan sensor DHT11(Kelembapan) dan Hygrometer Digital tipe HTC-1

DHT11 mencatat suhu dan kelembapan lingkungan. Alarm menyala ketika suhu turun dan kelembapan naik signifikan, yang menjadi indikator mendung atau hujan. Pada pengujian pertama DHT11 dilakukan dengan membandingkan hygrometer untuk yang dikelembapan Data hasil pengujian sensor DHT11 dapat dilihat pada Tabel 3.

Berdasarkan pengujian sensor DHT11 dibandingkan dengan hygrometer sebagai acuan dapat dilihat pada tabel 3, hasil menunjukkan bahwa akurasi DHT11 cukup baik dan konsisten. Dari sepuluh kali pembacaan, selisih kelembapan hanya 1–3% dengan persentase galat 1,33–3,75%. Rata-rata galat sebesar 2,60%, masih dalam batas toleransi pabrik ( $\pm 5\%$  RH). galat tertinggi tercatat 3,75%

pada pembacaan 83% RH vs 80% RH, dan terendah 1,33% pada 76% RH vs 75% RH.

#### B. Pengujian pembacaan sensor DHT11 (Kelembapan) dan Hygrometer Digital tipe HTC-1

DHT11 mencatat suhu dan kelembapan lingkungan. Alarm menyala ketika suhu turun dan kelembapan naik signifikan, yang menjadi indikator mendung atau hujan. Data hasil pengujian sensor DHT11 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Data pengujian Kelembapan Sensor DHT11 dan Hygrometer

| Percobaan               |                      |                          |       |
|-------------------------|----------------------|--------------------------|-------|
| No                      | Kelembapan DHT 11(%) | Kelembapan Hygrometer(%) | Galat |
| 1                       | 70                   | 68                       | 2,94% |
| 2                       | 70                   | 69                       | 1,45% |
| 3                       | 88                   | 85                       | 3,53% |
| 4                       | 83                   | 80                       | 3,75% |
| 5                       | 87                   | 85                       | 2,35% |
| 6                       | 80                   | 78                       | 2,56% |
| 7                       | 76                   | 75                       | 1,33% |
| 8                       | 95                   | 92                       | 3,26% |
| 9                       | 81                   | 79                       | 2,53% |
| 10                      | 91                   | 89                       | 2,25% |
| Rata-rata Galat = 2,60% |                      |                          |       |

Tabel 4. Data pengujian Sensor Suhu DHT11 dan Hygrometer

| Percobaan               |                 |                      | Galat |
|-------------------------|-----------------|----------------------|-------|
| No                      | suhu dht 11(°C) | suhu thermometer(°C) |       |
| 1                       | 32              | 31,8                 | 0,63% |
| 2                       | 30              | 29,7                 | 1,01% |
| 3                       | 26              | 25,8                 | 0,78% |
| 4                       | 24              | 23,9                 | 0,42% |
| 5                       | 24              | 23,8                 | 0,84% |
| 6                       | 28              | 27,7                 | 1,08% |
| 7                       | 31              | 30,9                 | 0,32% |
| 8                       | 26              | 25,7                 | 1,17% |
| 9                       | 29              | 28,8                 | 0,69% |
| 10                      | 25              | 24,8                 | 0,81% |
| 11                      | 29              | 28,8                 | 0,69% |
| 12                      | 25              | 24,8                 | 0,81% |
| Rata-rata Galat = 0,77% |                 |                      |       |

Berdasarkan pengujian suhu menggunakan sensor DHT11 yang dibandingkan dengan termometer digital HTC-1 dapat dilihat pada tabel 4, diperoleh hasil bahwa DHT11 memiliki akurasi sangat baik untuk keperluan praktis. Selisih suhu hanya 0,1°C–0,3°C dengan persentase error antara 0,32%–1,17%, dan rata-rata error 0,77%, jauh di bawah toleransi resmi  $\pm 2^\circ\text{C}$ . Hasil pengukuran juga konsisten tanpa deviasi ekstrem, didukung oleh kondisi lingkungan yang stabil dan posisi sensor yang tepat.

#### 4. Pengujian Notifikasi WhatsApp

Fitur pengiriman notifikasi ke WhatsApp terbukti bekerja secara optimal. Sistem secara otomatis mengirimkan pesan berisi informasi prediksi cuaca kepada pengguna. Berdasarkan pengujian, sistem mampu mengirim pesan setiap kali kondisi berubah, seperti ketika

sensor hujan mendeteksi air atau ketika suhu dan cahaya berada di bawah ambang ideal.

Tabel 5. hasil Pengiriman Notifikasi WhatsApp

| Waktu            | Suhu (°C) | Kelembapan (%) | Intensitas cahaya (Lux) | Kondisi     |
|------------------|-----------|----------------|-------------------------|-------------|
| 01/07/2025 07:00 | 32.80     | 68.00          | 113                     | Hujan       |
| 01/07/2025 08:00 | 28.00     | 78.00          | 302                     | Tidak Hujan |
| 01/07/2025 09:00 | 29.05     | 70.00          | 1500                    | Tidak Hujan |
| 01/07/2025 10:00 | 30.01     | 65.00          | 2021                    | Hujan       |
| 01/07/2025 11:00 | 31.00     | 60.00          | 2653                    | Hujan       |
| 01/07/2025 12:00 | 31.05     | 58.00          | 2478                    | Tidak Hujan |
| 01/07/2025 13:00 | 32.00     | 55.00          | 1506                    | Tidak Hujan |
| 01/07/2025 14:00 | 31.02     | 57.00          | 1871                    | Hujan       |
| 01/07/2025 15:00 | 30.05     | 63.00          | 659                     | Hujan       |
| 01/07/2025 16:00 | 29.00     | 70.00          | 824                     | Tidak Hujan |

Menunjukkan hasil uji coba sistem notifikasi WhatsApp berdasarkan data pembacaan sensor suhu (DHT11), kelembapan (DHT11), intensitas cahaya (LDR), dan sensor hujan yang dapat dilihat pada tabel 5. Tujuan utama dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa sistem mampu mendeteksi kondisi cuaca secara akurat dan mengirimkan notifikasi otomatis ke WhatsApp pengguna berdasarkan ambang batas tertentu. Tabel ini menyajikan data rinci mengenai proses pengiriman pesan melalui WhatsApp dalam berbagai kondisi.

#### C. Hasil Uji Kelayakan Sistem

Pada penelitian ini, pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kelayakan sistem monitoring cuaca yang dikembangkan, mencakup evaluasi performa dari masing-masing sensor serta sistem secara keseluruhan. Pengujian dilakukan pada tiga komponen utama yaitu sensor hujan, sensor LDR, dan sensor DHT11, dengan metode pengukuran langsung pada kondisi lingkungan nyata di area penjemuran kerupuk.

Sensor hujan diuji dengan membandingkan nilai ADC yang terbaca dalam kondisi kering, basah karena hujan ringan, serta saat hujan sedang hingga lebat. Sensor menunjukkan peningkatan nilai ADC yang konsisten terhadap intensitas curah hujan. Sensor DHT11 diuji untuk memantau suhu dan kelembapan selama siklus siang dan malam, dengan hasil menunjukkan akurasi pengukuran yang stabil dan responsif terhadap fluktuasi cuaca. Sementara itu, sensor LDR diuji terhadap variasi pencahayaan alami, dan nilainya dikonversi ke satuan lux guna memberikan penggambaran yang lebih ilmiah terhadap intensitas cahaya.

Data pengujian tersebut digunakan untuk menyimpulkan kelayakan sistem dalam mengidentifikasi kondisi lingkungan dan mengaktifkan peringatan berbasis logika yang telah diprogram. Hasil menunjukkan bahwa sistem mampu mengirimkan notifikasi cuaca secara real-

time dan tepat sasaran, serta dapat digunakan sebagai alat bantu dalam proses penjemuran yang efisien dan adaptif terhadap kondisi cuaca.

## V. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring cuaca berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan sensor DHT11, LDR, dan sensor hujan, serta sistem notifikasi melalui platform WhatsApp dan alarm suara otomatis. Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu mendeteksi dan mengklasifikasikan kondisi cuaca secara real-time berdasarkan parameter suhu, kelembapan, intensitas cahaya, dan keberadaan hujan.

Analisis data menunjukkan bahwa sensor bekerja dengan baik dalam membedakan kondisi cuaca seperti hujan, tidak hujan, dan variasi pencahayaan lingkungan. Sistem ini juga mampu merespons cepat terhadap perubahan cuaca dengan mengirimkan notifikasi dan mengaktifkan alarm saat kondisi berpotensi mengganggu proses penjemuran. Dengan demikian, sistem ini efektif dalam meningkatkan efisiensi dan kualitas proses penjemuran kerupuk serta dapat menjadi solusi aplikatif yang mendukung produktivitas pelaku industri kecil secara berkelanjutan.

Namun demikian dalam penelitian ini Berdasarkan hasil pengujian sistem, sensor hujan menjadi komponen utama yang menentukan parameter utama penelitian ini, karena data yang dihasilkan secara langsung mempengaruhi proses pengambilan keputusan pada sistem yang dirancang. Adapun sensor LDR hanya berfungsi sebagai pendeteksi intensitas cahaya, dan sensor DHT11 digunakan untuk memantau suhu serta kelembapan udara; keduanya berperan sebagai sensor pendukung yang melengkapi informasi, namun tidak menjadi variabel utama dalam analisis kinerja sistem.

## REFERENSI

- [1] T. Ulfah, Y. Pratama, and V. P. Bintoro, "Pengaruh Proporsi Kemangi Terhadap Aktivitas Air (aw) dan Kadar Air Kerupuk Kemangi Mentah," *J. Teknol. Pangan*, vol. 2, no. 1, pp. 55–58, 2018.
- [2] N. P. Saputeri, Y. Afrida, and U. M. Lampung, "PENERAPAN TEKNOLOGI OVEN PENGERING UNTUK," vol. 6, pp. 131–143, 2025.
- [3] M. N. Nizam, Haris Yuana, and Zunita Wulansari, "Mikrokontroler Esp 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 6, no. 2, pp. 767–772, 2022, doi: 10.36040/jati.v6i2.5713.
- [4] D. Siswanto, "Jemuran Pakaian Otomatis Menggunakan Sensor Hujan Dan Sensor Ldr Berbasis Arduino Uno," *e-NARODROID*, vol. 1, no. 2, 2015, doi: 10.31090/narodroid.v1i2.69.
- [5] K. S. Budi and Y. Pramudya, "Pengembangan Sistem Akuisisi Data Kelembaban Dan Suhu Dengan Menggunakan Sensor Dht11 Dan Arduino Berbasis Iot," vol. VI, pp. SNF2017-CIP-47-SNF2017-CIP-54, 2017, doi: 10.21009/03.snf2017.02.cip.07.
- [6] E. Desyantoro, A. F. Rochim, and K. T. Martono, "Sistem Pengendali Peralatan Elektronik dalam Rumah secara Otomatis Menggunakan Sensor PIR, Sensor LM35, dan Sensor LDR," *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 3, no. 3, p. 405, 2015, doi: 10.14710/jtsiskom.3.3.2015.405-411.
- [7] Rahartri, "'Whatsapp' Media Komunikasi Efektif Masa Kini (Studi Kasus Pada Layanan Jasa Informasi Ilmiah di Kawasan Puspiptek)," *Visi Pustaka*, vol. 21, no. 2, pp. 147–156, 2019.
- [8] S. R. Laha, B. K. Pattanayak, and S. Pattnaik, "Advancement of Environmental Monitoring System Using IoT and Sensor: A Comprehensive Analysis," *AIMS Environ. Sci.*, vol. 9, no. 6, pp. 771–800, 2022, doi: 10.3934/environsci.2022044.
- [9] O. V. Medagedara and M. H. Liyanage, "Development of an IoT-based Real-Time Temperature and Humidity Monitoring System for Factory Electrical Panel Rooms," *Eng. J. Inst. Eng. Sri Lanka*, vol. 57, no. 1, pp. 21–30, 2024, doi: 10.4038/engineer.v57i1.7636.
- [10] D. N. K. Hardani and L. Hayat, "Penerapan Internet of Things (IoT) pada Sistem Pengendali dan Pengaman Pintu Berbasis Android," *Jurnal Riset Rekayasa Elektro*, vol. 2, no. 2, Dec. 2020, doi: 10.30595/jrre.v2i2.9056.