
Perancangan *Prototype Smart Monitoring System* Tingkat Kekeringan Kakao Berbasis *Internet of Things* (IoT)

Ismaun Rusman*¹, Andani Ahmad², Zulfajri Basri Hasanuddin³, Muzaki⁴

^{1,3,4}Program Studi Teknik Informatika, Universitas Sulawesi Barat

³Program Studi Teknik Elektro, Universitas Hasanuddin

E-mail: *¹maunkalmaliki@unsulbar.ac.id

Abstrak

Proses pengeringan biji kakao pada kelompok tani di Kabupaten Majene hingga kini masih dilakukan secara manual tanpa pemantauan berbasis data. Konsep manajemen yang diusulkan dalam penelitian ini adalah integrasi sistem monitoring berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk mendeteksi suhu, kelembaban, berat, dan intensitas cahaya secara real-time guna mendukung pengambilan keputusan dalam proses pengeringan. Penelitian ini merancang prototipe rumah pengering cerdas yang mampu membuka dan menutup atap secara otomatis berdasarkan nilai ambang batas (*threshold*) dari sensor LDR, DHT11, dan load cell. Data sensor diproses menggunakan mikrokontroler ESP32 dan ditampilkan melalui aplikasi Blynk pada perangkat Android. Sistem ini memungkinkan petani memantau proses pengeringan dari jarak jauh serta menghentikan proses secara manual ketika kelembaban biji kakao mencapai 65%. Hasil menunjukkan bahwa sistem mampu meningkatkan efisiensi dan fleksibilitas dalam pengelolaan pengeringan biji kakao oleh petani.

Kata kunci— Blynk, DHT11, IoT, Pengeringan Biji Kakao, Sensor LDR,

Abstract

The drying process of cocoa beans in farmer groups in Majene Regency is still conducted manually without data-driven monitoring. This study proposes a management concept that integrates an *Internet of Things* (IoT)-based monitoring system to detect temperature, humidity, weight, and light intensity in real time to support decision-making in cocoa drying. A prototype of a smart drying house was designed to automatically open and close its roof based on threshold values detected by LDR, DHT11, and load cell sensors. Sensor data are processed by an ESP32 microcontroller and visualized through the Blynk application on Android devices. This system allows farmers to monitor the drying process remotely and manually stop it once the cocoa beans reach 65% humidity. The results indicate that the system improves drying efficiency and provides flexibility for farmers in managing the cocoa drying process.

Keywords— Blynk, DHT11, IoT, Sensor LDR, Drying Cocoa Beans

1. PENDAHULUAN

Kakao merupakan salah satu komoditas unggulan yang memiliki peran penting dalam sektor perkebunan di Indonesia. Salah satu tahap krusial dalam pengolahan kakao adalah proses pengeringan biji, yang sangat menentukan kualitas produk akhir. Pengeringan secara tradisional, yang masih banyak diterapkan oleh petani, sangat bergantung pada kondisi cuaca. Ketidakpastian cuaca, khususnya saat musim hujan, sering kali menyebabkan biji kakao tidak kering secara sempurna, sehingga berdampak pada penurunan kualitas serta harga jual produk tersebut [1]. Untuk mengatasi tantangan tersebut, diperlukan sistem yang mampu mengoptimalkan proses pengeringan dengan memanfaatkan perkembangan teknologi, seperti *Internet of Things (IoT)*.

Teknologi *IoT* memungkinkan pemantauan kondisi lingkungan secara *real-time* melalui penggunaan berbagai sensor yang terhubung ke sistem digital, antara lain sensor *DHT11*, *load cell*, dan *LDR*. Ketiga sensor tersebut terbukti efektif dalam mengukur kelembaban, suhu, dan intensitas cahaya pada proses pengeringan berbagai produk pertanian dan pangan. Sebagai contoh, penggunaan sensor pada alat pengering sepatu berbasis *IoT* menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi dalam memantau suhu dan kelembaban [2]. Sistem pengeringan berbasis *IoT* juga telah berhasil diterapkan pada produk seperti ikan [3], tangan [4], daun kelor [5], dan tembakau [6], serta terbukti meningkatkan efisiensi proses pengeringan.

Di Kabupaten Majene, proses pengeringan biji kakao yang dilakukan oleh kelompok tani masih bersifat manual. Biasanya, petani menjemur biji kakao di bawah sinar matahari dan memeriksa tingkat kekeringan secara manual. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mempermudah petani dalam mengontrol proses pengeringan biji kakao melalui pemanfaatan teknologi *IoT*. Dengan sistem otomatis yang terintegrasi, petani diharapkan dapat memantau kondisi pengeringan secara lebih efisien, akurat, dan fleksibel, bahkan saat berada jauh dari lokasi penjemuran.

Salah satu komponen penting dalam sistem ini adalah *load cell*, yang berfungsi untuk memantau berat biji kakao secara *real-time* [7]. Sensor ini memungkinkan penentuan waktu pengeringan yang lebih tepat dan telah digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti pengeringan pupuk berbahan *eco enzyme* [8] dan pengeringan *maggot* berbasis panel surya [9]. Selain itu, sensor *LDR* dimanfaatkan untuk mendeteksi intensitas cahaya [10], sehingga dapat mengatur secara otomatis kondisi atap rumah pengering yang terbuka saat cerah dan tertutup saat minim cahaya sebagaimana telah diterapkan pada sistem pengendalian jemuran otomatis berbasis *IoT* [11].

Kebutuhan akan sistem otomatis berbasis *IoT* dalam pengeringan kakao semakin mendesak mengingat ketergantungan metode tradisional terhadap kondisi cuaca. Pada musim hujan, proses pengeringan menjadi lebih lama dan berisiko menurunkan mutu biji kakao. Teknologi *IoT* memberikan solusi dengan memungkinkan pemantauan dan pengendalian lingkungan secara jarak jauh, sehingga kerusakan produk dapat diminimalkan [12]. Penelitian terkait pengeringan ikan dengan energi surya berbasis *IoT* menunjukkan bahwa sistem semacam ini mampu secara signifikan meningkatkan efisiensi dan produktivitas [13].

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah prototipe *smart monitoring system* berbasis *IoT* untuk pengeringan biji kakao, dengan mengintegrasikan sensor *DHT11*, *load cell*, dan *LDR*. Data yang diperoleh dari sensor akan diproses oleh mikrokontroler *NodeMCU* dan dikirimkan secara *real-time* ke platform *IoT* yang terhubung ke aplikasi seluler [7]. Melalui sistem ini, petani dapat memantau kondisi pengeringan dari jarak jauh, memastikan

biji kakao kering secara optimal, serta mengurangi risiko penurunan kualitas akibat pengeringan yang tidak sempurna.

Kesenjangan penelitian (*research gap*) terletak pada minimnya penerapan teknologi *IoT* secara khusus pada pengeringan biji kakao. Sebagian besar studi sebelumnya berfokus pada produk pertanian lain seperti daun kelor [5], biji kopi [14], cengkeh [15], padi dan jagung [16], serta ikan [3][17]. Padahal, biji kakao memiliki karakteristik tersendiri yang membutuhkan pendekatan teknis yang berbeda dan hingga kini masih jarang diteliti.

Adapun rencana pemecahan masalah dalam penelitian ini meliputi tiga tahap utama. Pertama, merancang perangkat keras yang mengintegrasikan sensor *DHT11*, *load cell*, dan *LDR* dengan mikrokontroler *NodeMCU*. Kedua, melakukan pengujian terhadap tiap komponen untuk memastikan fungsionalitasnya dalam memantau kondisi pengeringan biji kakao. Ketiga, mengolah dan mengirim data sensor ke platform *IoT* agar dapat dipantau secara *real-time* melalui aplikasi seluler [7]. Dengan adanya sistem ini, diharapkan produktivitas dan mutu hasil panen kakao dapat meningkat secara signifikan.

2. METODE

Pada bagian metode termasuk analisis masalah, model arsitektur atau desain yang digunakan untuk memecahkan masalah. Analisis masalah menggambarkan masalah yang ada dan ingin diselesaikan dalam penelitian ini. Desain menggambarkan bagaimana menyelesaikan masalah dan harus disajikan dalam bentuk diagram dengan penjelasan lengkap. Misalnya, diagram pemrosesan data, dari data mentah hingga selesai, diagram desain perangkat keras

2.1 Metode Pengumpulan Data

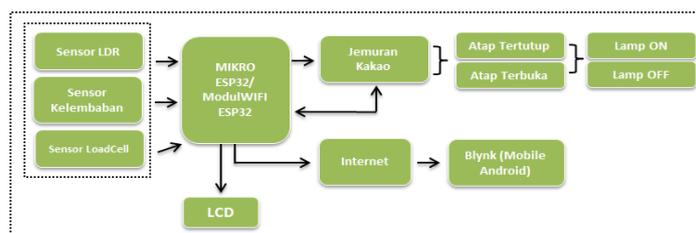
Penelitian Lapangan (*Field Research*), yaitu dilakukan dengan cara mengumpulkan data secara langsung kepada objek penelitian yaitu pada petani kakao yang bersangkutan dengan penelitian. *Field Research* adalah yaitu penelitian yang objeknya mengenai gejala-gejala atau peristiwa-peristiwa yang terjadi pada kelompok Masyarakat [18].

Penelitian Kepustakaan (*Library Research*), yaitu pengumpulan data dengan cara membaca buku melalui literature, tutorial-tutorial maupun artikel dari internet yang bersifat ilmiah yang ada hepatitisnya dengan materi pembahasan. Menurut sugiyono dalam buku penelitiannya dijelaskan bahwa *Library Research* adalah cara yang dilakukan dalam mengumpulkan data penelitian dari berbagai informasi kepustakaan melalui analisis hasil penelitian, buku referensi, artikel lainnya, dan sumber-sumber yang mendukung [19].

2.2 Rancangan Sistem

Pada perancangan ini terdapat beberapa komponen yang saling berkaitan serta saling mendukung dan membentuk sebuah rangkaian *smart monitoring sistem*. Adapun komponen-komponen utama yang membangun sistem ini yaitu sensor (*dht11*, *ldr*, *load cell*), motor. Motor berfungsi sebagai penggerak atap rumah kakao.

Adapun Model Sistem *Smart Monitoring System* dilihat pada gambar 1 :

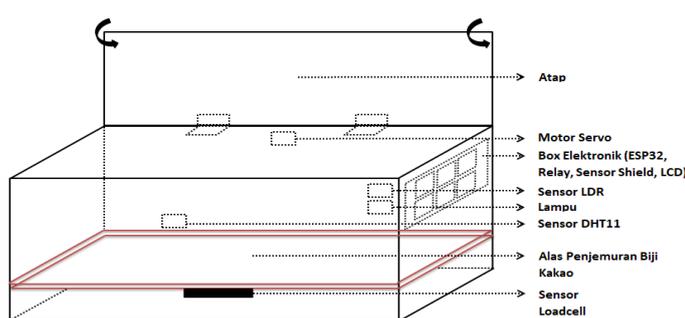


Gambar 1. Perancangan model sistem

Gambar 1 menunjukkan proses Perancangan Model Sistem, yaitu: 1) Dirancangnya sebuah rumah kakao cerdas; 2) Dilengkapi Mikro ESP32, Sensor LDR, Sensor DHT11 dan Sensor Load Cell; 3) Sensor LDR bekerja sesuai cuaca disekitar, ketika tidak mendeteksi cahaya maka atap rumah kakao akan tertutup (melindungi biji kakao yang dijemur) dan ketika mendeteksi cahaya atap rumah kakao akan terbuka (agar biji kakao terkena paparan sinar matahari); 4) Ketika atap jemuran biji kakao berada dalam posisi tertutup maka Lampu ON dan ketika terbuka maka Lampu OFF, lampu berfungsi untuk membantu pengeringan pada biji kakao; 5) Sensor Suhu dan Kelembaban/DHT11 bekerja secara real-time, fungsinya untuk mengukur tingkat kelembaban di dalam ruang penjemuran & ditampilkan ke LCD setiap mengukur tingkat kelembaban ruang penjemuran kakao; 6) Sensor Load Cell bekerja untuk mengukur berat timbangan keseluruhan biji kakao; 7) Informasi disampaikan ke aplikasi blynk secara realtime; 8) Proses buka tutup atap rumah cerdas ini dapat dihentikan melalui aplikasi ketika didapat informasi biji kakao telah kering.

2.3 Perancangan Mekanik

Pada perancangan mekanik terdiri dari perencanaan desain mekanik perangkat keras yang mendukung kinerja. Perencanaan ini terdiri dari pengaturan peletakan posisi mikro, sensor ldr, dht11, load cell, jemuran, atap rumah kakao, dan motor sebagai penggerak atap. Berikut adalah skema perancangan mekanik :



Gambar 2. Skema Perancangan Mekanik

Gambar 2 memperlihatkan rancangan mekanik sistem rumah pengering biji kakao berbasis *Internet of Things* (IoT) yang terdiri dari sejumlah komponen utama yang disusun secara strategis untuk mendukung kinerja alat. Struktur utama terdiri atas atap rumah kakao yang dapat bergerak otomatis, digerakkan oleh motor servo berdasarkan input dari sensor intensitas cahaya (*Light Dependent Resistor* atau LDR). Mikrokontroler ESP32, yang terletak dalam kotak kontrol (box elektronik), mengintegrasikan berbagai sensor dan aktuator seperti relay, LCD, serta konektivitas *wireless* untuk mengirimkan data ke platform *Blynk* secara *real-time*. Sensor LDR diposisikan di bagian atas untuk membaca intensitas cahaya matahari; apabila nilai yang terdeteksi melebihi ambang batas tertentu, maka sistem akan membuka atap secara otomatis. Selain itu, sensor DHT11 digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban udara di dalam ruang pengering, sementara sensor *load cell* dipasang di bagian alas penjemuran untuk memantau berat biji kakao secara terus-menerus. Terdapat pula lampu yang akan menyala secara otomatis ketika atap tertutup dan intensitas cahaya tidak mencukupi, guna membantu proses pengeringan. Seluruh sensor dan aktuator dirancang terhubung dalam satu sistem terpadu yang dapat dikendalikan dari jarak jauh menggunakan aplikasi Android. Dengan konfigurasi ini, sistem diharapkan mampu meningkatkan efisiensi dan fleksibilitas dalam proses pengeringan biji kakao oleh petani.

2. 4 Perangkat Lunak

2. 4.1 Perangkat Lunak

Sistem ini menggunakan perangkat Android sebagai antarmuka dengan aplikasi *Blynk* yang berfungsi sebagai platform untuk *iOS* maupun *Android*. Aplikasi ini digunakan untuk mengendalikan modul seperti *Arduino*, *Raspberry Pi*, *Wemos*, dan perangkat serupa lainnya melalui jaringan internet. *Blynk* terhubung dengan modul melalui *auth token* yang dimasukkan ke dalam program dan memungkinkan kontrol sistem secara jarak jauh selama perangkat terkoneksi dengan internet [5]. Aplikasi ini dapat disesuaikan tampilannya sesuai kebutuhan pengguna, dan cukup mudah dioperasikan oleh semua kalangan.

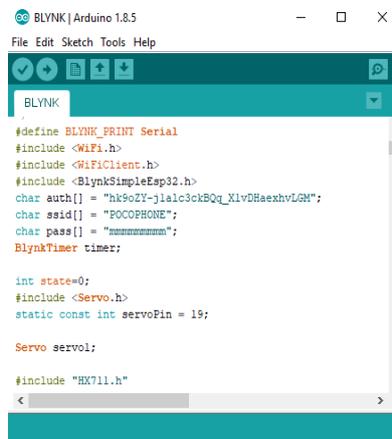


Gambar 3. Skema perancangan mekanik

Gambar 3 menunjukkan tampilan antarmuka aplikasi *Blynk* di perangkat Android, yang menampilkan data pembacaan sensor secara *real-time* seperti suhu ($^{\circ}\text{C}$), kelembaban (%), intensitas cahaya, dan berat biji kakao.

2. 4.2 Perancangan Program

Software arduino yang digunakan adalah *driver* dan IDE, walaupun masih ada beberapa *software* lain yang sangat berguna selama pengembangan arduino. *Integrated Development Environment* (IDE), suatu program khusus untuk suatu komputer agar dapat membuat rancangan atau sketsa program untuk papan Arduino.



```
BLYNK | Arduino 1.8.5
File Edit Sketch Tools Help
BLYNK
#define BLYNK_PRINT Serial
#include <WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <BlynkSimpleEsp32.h>
char auth[] = "hk9oZY-j1alc3ok8Qq_X1vDHaexhvLGM";
char ssid[] = "POCOPHONE";
char pass[] = "xxxxxxxxxx";
BlynkTimer timer;

int state=0;
#include <Servo.h>
static const int servoPin = 19;

Servo servol;

#include "HX711.h"
```

Gambar 4. Tampilan arduino IDE

Gambar 4 menampilkan antarmuka *Arduino IDE* dengan contoh skrip program utama yang digunakan untuk menghubungkan modul ESP32 dengan aplikasi *Blynk*, termasuk token, SSID, dan kata sandi (*password*) jaringan Wi-Fi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Smart monitoring system ini dirancang untuk membantu proses pengeringan biji kakao berbasis *Internet of Things* (IoT). Sistem terdiri atas dua bagian utama, yaitu perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*).

1. Hardware

Sistem dirancang sebagai rumah pengering biji kakao yang dilengkapi tiga sensor utama, yaitu *LDR*, *DHT11*, dan *load cell*, serta sejumlah komponen pendukung lainnya. Sensor *LDR* digunakan untuk mendeteksi intensitas cahaya dan mengatur buka-tutup atap rumah pengering. Sensor *DHT11* berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembaban ruang pengering secara real-time, sedangkan sensor *load cell* digunakan untuk mengukur berat biji kakao. Data dari ketiga sensor tersebut dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32 dan ditampilkan melalui aplikasi Android. Sumber daya utama sistem ini berasal dari adaptor 3,3 volt.



Gambar 5. Hasil perancangan

Gambar 5 menampilkan hasil fisik rancangan rumah pengering biji kakao yang telah terintegrasi dengan berbagai sensor dan komponen elektronik pendukung.

2. Software

Pada sisi perangkat lunak, sistem menggunakan aplikasi *Blynk* untuk menampilkan data sensor dan melakukan kontrol dari jarak jauh. Aplikasi ini dapat diunduh melalui *Play Store* dan memungkinkan koneksi langsung ke jaringan Wi-Fi menggunakan *auth token*. Berikut adalah Kode Token dari Aplikasi *Blynk* dan *SSID* yang diinput ke mikro agar dapat terkoneksi alat dan program :

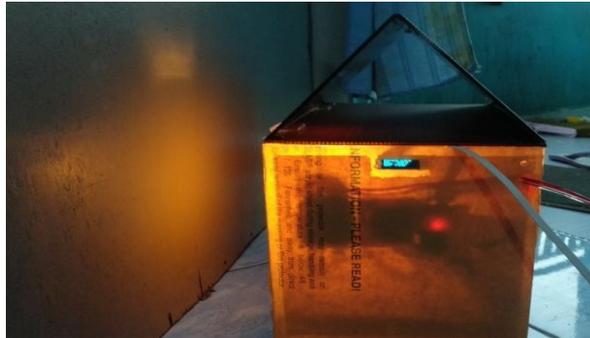
```
Kode Token = "TwqxGdK0cWxD7Lf-FBULIFZmDJ9oxkxQ";  
SSID = "POCOPHONE";  
Pass = "mmmmmmmmmm";
```

Saat sistem diaktifkan, modul ESP32 akan terhubung otomatis ke jaringan berdasarkan SSID dan password yang telah dimasukkan dalam kode program.

3. 2 Pengujian Alat

1. Tampilan awal perangkat

Setelah alat berhasil terkoneksi dengan jaringan internet, koneksi ditandai dengan bunyi satu kali pada komponen *buzzer*. Kondisi awal sistem saat dinyalakan adalah atap rumah kakao dalam keadaan tertutup dan lampu dalam ruangan menyala (*ON*), sebagai penanda sistem siap digunakan.

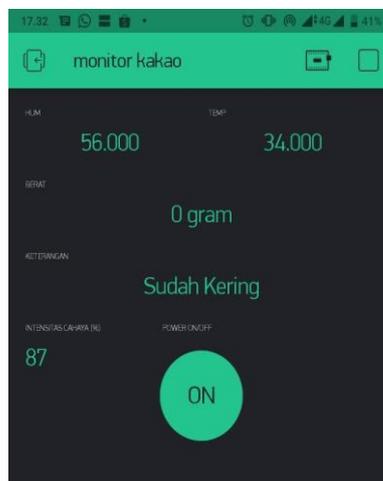


Gambar 6. Tampilan awal perangkat

Gambar 6 memperlihatkan tampilan fisik awal perangkat saat pertama kali diaktifkan, dengan kondisi lampu menyala dan atap dalam posisi tertutup.

2. Tampilan awal aplikasi

Tampilan awal aplikasi ketika terkoneksi dengan alat yang ditandainya dengan pendeteksian *Hum* (Kelembaban), *Temp* (Suhu), Berat, Keterangan informasi sudah kering atau belum kering, intensitas cahaya yang didapatkan *LDR*, sampai pada button ON/OFF.



Gambar 7. Tampilan aplikasi

Gambar 7 menampilkan antarmuka awal aplikasi *Blynk* yang menunjukkan data sensor secara *real-time*, termasuk suhu, kelembaban, berat, dan status biji kakao.

3. Pengujian ketika menerima cahaya

Pengujian dilakukan dengan memberikan intensitas cahaya sebesar 50% ke sensor *LDR*. Dalam kondisi tersebut, jika atap rumah masih tertutup, maka sistem akan otomatis membuka atap dan mematikan lampu ruangan sebagai respons terhadap cahaya yang cukup.



Gambar 8. Kondisi atap rumah terbuka (menerima cahaya)

Gambar 8 menunjukkan kondisi atap rumah yang terbuka setelah menerima cahaya dengan intensitas di atas ambang batas.

4. Pengujian ketika tidak menerima cahaya

Ketika sensor LDR mendeteksi intensitas cahaya rendah (sekitar 10%), dan atap berada dalam kondisi terbuka, sistem akan merespons dengan menutup atap secara otomatis dan menghidupkan lampu untuk membantu proses pengeringan.

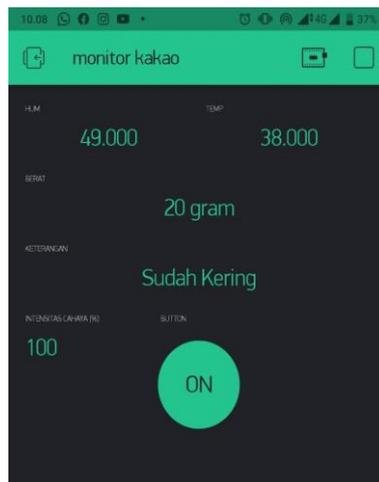


Gambar 9. Kondisi atap rumah tertutup (tidak menerima cahaya)

Gambar 9 menunjukkan kondisi atap rumah yang tertutup secara otomatis karena sensor mendeteksi pencahayaan yang rendah.

5. Pengujian *Sensor Load Cell*

Sensor Load Cell bekerja seperti timbangan digital yang dapat membaca berat secara *real-time*. Dalam pengujian ini, biji kakao yang digunakan memiliki berat awal sebesar 107 gram (untuk satu buah kakao). Sensor menunjukkan kemampuan membaca perubahan berat yang terjadi selama proses pengeringan berlangsung.



Gambar 10. Tampilan aplikasi ketika *Load Cell* membaca berat

Gambar 10 menampilkan aplikasi Android saat *Load Cell* berhasil membaca berat biji kakao secara akurat.

3. 3 Hasil Pengukuran

Pengujian terhadap alat dilakukan untuk mengetahui kinerja sensor yang digunakan, yaitu sensor LDR, DHT11, dan Load Cell. Berikut adalah hasil pengukuran dari masing-masing sensor:

1. Pengujian Sensor LDR

Pengujian sensor LDR dilakukan di bawah sinar matahari langsung dengan cara menempatkan alat pada posisi terbuka di luar ruangan. Tujuannya adalah untuk mengetahui seberapa besar intensitas cahaya yang dapat dideteksi oleh sensor LDR dan bagaimana pengaruhnya terhadap kondisi atap rumah pengering. Tabel 1 berikut menyajikan data pengukuran intensitas cahaya yang diperoleh dari sensor LDR pada berbagai waktu pengamatan:

Tabel 1 Pengukuran Sensor LDR

Sampel Percobaan	Waktu Ukur	Intensitas Cahaya (%)	Kondisi Atap Rumah
Sinar Matahari Langsung	Jam 6.00	40%	Atap Tertutup
	Jam 6.10	47%	Atap Tertutup
	Jam 6.20	53%	Atap Terbuka
	Jam 6.30	70%	Atap Terbuka
	Jam 7.30	100%	Atap Terbuka
	Jam 10.22	100%	Atap Terbuka
	Jam 14.00	100%	Atap Terbuka
	Jam 17.31	95%	Atap Terbuka
	Jam 17.43	78%	Atap Terbuka
	Jam 18.00	44%	Atap Terbuka
	Jam 18.10	19%	Atap Terbuka
	Jam 18.13	10%	Atap Tertutup
	Jam 18.20	5%	Atap Tertutup

Hasil pengukuran sensor LDR terhadap sinar matahari menunjukkan bahwa pada jam 6.20 atap terbuka dengan jumlah intensitas cahaya yang dideteksi sebesar 53%, yang artinya ketika sensor ldr mendapat cahaya dengan intensitas >50% maka atap rumah akan terbuka.

Hingga pada jam 18.13 dengan intensitas cahaya sebesar 10%, yang juga menandai bahwa kondisi dalam keadaan sudah gelap dan atap rumah tertutup. Intensitas cahaya yang didapatkan pada lampu, berkisar pada 3-10%, yang tidak akan memberikan perintah untuk membuka atap rumah, kecuali didapatkan intensitas cahaya sampai >50%.

2. Pengukuran Sensor DHT11 (Suhu dan Kelembaban)

Berdasarkan hasil pengukuran sensor DHT11 yang digunakan dalam sistem *Prototype Smart Monitoring System* untuk pengeringan biji kakao berbasis *Internet of Things* (IoT), diperoleh data suhu dan kelembaban selama proses pengeringan berlangsung. Sensor ini mencatat penurunan kelembaban dari 94% pada hari pertama menjadi 65% pada hari kesembilan, yang menunjukkan bahwa biji kakao telah mencapai tingkat kekeringan sesuai dengan standar hasil observasi lapangan. Tabel 2 menyajikan data pengukuran kelembaban dan suhu secara rinci.

Tabel 2 Pengukuran Sensor Kelembaban (detail)

No	Waktu	Waktu ukur	Temp (°C)	Ket
1	Pertama	Siang	94%	±34°C
	Pertama	Malam	89%	±32°C
2	Kedua	Siang	88%	±34°C
	Kedua	Malam	85%	±30°C
3	Ketiga	Siang	83%	±33°C
	Ketiga	Malam	80%	±31°C
4	Keempat	Siang	79%	±33°C
	Keempat	Malam	76%	±30°C
5	Kelima	Siang	76%	±34°C
	Kelima	Malam	74%	±32°C
6	Keenam	Siang	74%	±34°C
	Keenam	Malam	72%	±31°C
7	Ketujuh	Siang	72%	±34°C
	Ketujuh	Malam	70%	±32°C
8	Kedelapan	Siang	69%	±33°C
	Kedelapan	Malam	66%	±31°C
9	Kesembilan	Siang	65%	±34°C
	Kesembilan	Malam	65%	±31°C

Selama proses pengeringan selama sembilan hari, kelembaban biji kakao menunjukkan tren penurunan yang stabil dan konsisten, tanpa terjadi lonjakan atau fluktuasi yang signifikan. Berdasarkan data tersebut, sistem mampu memantau kondisi kelembaban secara akurat dan konsisten hingga mencapai batas kelembaban 65%, yang dianggap sebagai indikator bahwa biji kakao telah kering.

3. Pengukuran Sensor *Load Cell*

Sensor *Load Cell* digunakan untuk mengukur berat biji kakao secara waktu nyata (*real-time*), baik dalam kondisi basah maupun setelah proses pengeringan. Pengujian dilakukan dengan meletakkan satu buah biji kakao ke dalam wadah penjemuran, kemudian dibandingkan beratnya sebelum dan sesudah pengeringan. Tabel 3 menunjukkan hasil pengukuran berat biji kakao menggunakan sensor *Load Cell*:

Tabel 3 Pengukuran Sensor *Load Cell*

Nama Form	Kondisi Pengujian	Hasil Pengujian
Sensor <i>Load Cell</i>	Biji Kakao Basah (1 Buah/36 Biji)	Didapatkan berat 107 Gram
	Biji Kakao Kering (1 Buah/36 Biji)	Didapatkan berat 46 Gram

Dari hasil pengukuran berdasarkan Tabel 3, diperoleh penurunan berat sebesar 61 gram, dari berat awal 107 gram menjadi 46 gram setelah proses pengeringan. Penurunan ini menunjukkan bahwa sensor *Load Cell* mampu mendeteksi perubahan berat akibat penguapan air selama proses pengeringan dengan tingkat ketelitian yang memadai, serta dapat dijadikan indikator pendukung dalam menentukan kondisi kering biji kakao.

Secara umum, hasil pengujian menunjukkan bahwa prototipe sistem pemantauan berbasis Internet of Things (IoT) ini berfungsi dengan baik dalam memantau dan mengendalikan kondisi pengeringan biji kakao secara otomatis. Sistem ini mampu merespons perubahan intensitas cahaya, suhu, dan kelembapan secara waktu nyata serta memberikan informasi visual melalui aplikasi Blynk. Selain itu, integrasi sensor dengan aktuator seperti motor penggerak atap dan lampu pengering menunjukkan koordinasi yang stabil dan akurat dalam mendukung proses pengeringan. Keunggulan sistem ini tidak hanya terletak pada efisiensi energi dan waktu, tetapi juga pada kemampuan memberikan fleksibilitas kepada petani dalam mengendalikan proses pengeringan dari jarak jauh. Hal ini menjadi nilai tambah, terutama pada musim hujan atau kondisi cuaca yang tidak menentu, ketika pemantauan manual menjadi kurang efektif. Dengan demikian, sistem ini berpotensi besar untuk diterapkan secara lebih luas pada komunitas petani kakao di wilayah tropis seperti Sulawesi Barat.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan, alat yang dirancang terbukti mampu mendeteksi tingkat kekeringan biji kakao pada kadar kelembaban sekitar 65%, sesuai dengan standar kondisi kering berdasarkan hasil survei lapangan. Selain itu, alat juga mampu memantau perubahan berat biji kakao, dari 107 gram menjadi 46 gram setelah proses pengeringan, yang menunjukkan adanya penyusutan akibat penguapan air. Sistem ini memiliki keunggulan dalam memantau suhu, kelembaban, intensitas cahaya, dan berat secara waktu nyata (*real-time*) melalui integrasi sensor dan aplikasi *Internet of Things* (IoT). Namun demikian, sistem masih memiliki keterbatasan, khususnya dalam hal ketergantungan terhadap koneksi internet yang stabil agar dapat berfungsi secara optimal. Oleh karena itu, pada pengembangan berikutnya disarankan agar alat ini dilengkapi dengan sumber energi terbarukan seperti panel surya, penambahan sensor cuaca, serta sistem penyimpanan data otomatis untuk meningkatkan efektivitas, fleksibilitas, dan keandalannya dalam berbagai kondisi lingkungan.

REFERENSI

- [1] I. Marzuki and D. A. Zainuddin, "Karakterisasi dan Analisis Mutu Fisiko-Kimia Biji Kakao (*Theobroma Cacao L.*) yang Difermentasi Menggunakan Wadah Karung Plastik Berdasarkan Waktu Pengeringan," *J. Teknol. Kim. Unimal*, vol. 13, no. 2, pp. 132–148, Nov. 2024, doi: 10.29103/jtku.v13i2.18977.
- [2] H. Hidayatullah, I. Imaduddin, and A. Muhtadi, "Prototype Alat Pengering Sepatu Menggunakan Sensor DHT 22 Berbasis Internet Of Things (IoT)," *J. Teknol. Elektro*,

- vol. 13, no. 3, p. 166, 2022, doi: 10.22441/jte.2022.v13i3.007.
- [3] M. D. Aprianto, M. Muhandika, and A. Hidayat, "Otomatisasi Pengerinan Ikan Menggunakan Weather Station Berbasis Iot Pada Koperasi Karyawan Bank Btn Regional Cabang Tangerang," *ICIT J.*, vol. 4, no. 1, pp. 68–74, 2018, doi: 10.33050/icit.v4i1.81.
- [4] A. Affandi, R. Sulistyowati, and W. Agung Pambudi, "Pencuci dan Pengerinan Tangan Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonik berbasis Mikrokontroler ATMega 8535," *J. Renew. ENERGY Electron. Control*, vol. 03, no. 02, pp. 16–23, 2023, doi: 10.31284/j.JREEC.2023.V3i2.4519.
- [5] I. wayan Sudiarsa, P. Sugiartawan, I. G. I. Sudipa, N. M. Maharianingsih, and I. K. A. Putra, "Sistem Pengerinan Daun Kelor Berbasis Internet of Things dan Artificial Intteligence," *IJEIS (Indonesian J. Electron. Instrum. Syst.*, vol. 13, no. 2, p. 183, 2023, doi: 10.22146/ijeis.89823.
- [6] U. A. Almujaiddid and Supriono, "Rancang Bangun Prototype Pengerinan Tembakau Berbasis Iot Untuk Meningkatkan Kualitas Tembakau Dan Menghemat Waktu Pengerinan," *Innov. J. Soc. Sci. Res. Vol.*, vol. 4, no. 4, pp. 11853–11864, 2024.
- [7] T. Akbar and I. Gunawan, "Prototype Sistem Monitoring Infus Berbasis IoT (Internet of Things)," *Edumatic J. Pendidik. Inform.*, vol. 4, no. 2, pp. 155–163, 2020, doi: 10.29408/edumatic.v4i2.2686.
- [8] D. Danang, D. Sasmoko, and E. Swastuti, "Penerapan Sistem Pengendalian Berbasis IoT (Internet Of Things) Untuk Meningkatkan Efisiensi Proses Pengerinan Pupuk Granul Berbahan Eco Enzim Implementation Of An IoT (Internet Of Things) Based Control System To Increase The Efficiency Of The Drying," vol. 2, no. 5, 2023.
- [9] S.- Sofiah, "Monitoring Pada Pengerinan Maggot Menggunakan Panel Surya Berbasis Internet of Thing (IoT)," *J. Ampere*, vol. 7, no. 2, p. 145, 2022, doi: 10.31851/ampere.v7i2.9531.
- [10] 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.
- [11] Junaidi, E. Devia, and W. Satrio, "Rancang Bangun Prototype Penjemuran Gabah Otomatis Berbasis Internet of Things," *OKTAL J. Ilmu Komput. dan Sci.*, vol. Volume1, N, no. 02, pp. 139–149, 2022, [Online]. Available: <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/oktal>
- [12] Gunawan and T. Fatimah, "Implementasi Sistem Pengaturan Suhu Ruang Server Menggunakan Sensor DHT11 dan Sensor PIR Berbasis Mikrokontroler," *Edumatic J. Pendidik. Inform.*, vol. 4, no. 1, pp. 101–110, 2020, doi: 10.29408/edumatic.v4i1.2165.
- [13] H. Basri, I. R. Imaduddin, and M. Khotib, "Prototype Alat Pengerinan Ikan Asin untuk Nelayan Berbasis IOT," *Med. Tek. J. Tek. Elektromedik Indones.*, vol. 4, no. 2, pp. 72–78, 2023, doi: 10.18196/mt.v4i2.16724.
- [14] N. Imanda and S. Meutia, "Analisis Pengerinan Biji Kopi Dengan Pengaruh Kecepatan Udara Menggunakan Solar Dryer Berbasis IoT," *J. Sains dan Teknol. 4.0*, vol. 1, no. 2, pp. 8–10, 2024, [Online]. Available: <https://jurnal.komputasi.org/index.php/jst/article/view/21>
- [15] A. I. Anggriawan, R. A. Kambau, and A. M. Syafar, "Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan Pengerinan Cengkeh Berbasis IoT Menggunakan Fuzzy Mamdani," *Sains, Integr. Keilmuan, Teknol. dan Komput.*, vol. 1, no. 1, pp. 10–17, 2023.
- [16] M. A. Prasetyo, N. Tamami, and A. Wijayanto, "Prototipe Alat Pengerinan Padi dan Jagung Tipe Putar Secara Otomatis Menggunakan Metode PID Berbasis Internet of Things," *J. Fokus Elektroda*, vol. 09, no. 2, pp. 63–72, 2024, [Online]. Available: <https://elektroda.uho.ac.id/>
- [17] M. F. Mochamad, M. Rumbayan, and B. S. Narasiang, "Monitoring dan Controller Alat Pengerinan Ikan tenaga Surya Berbasis IoT," *J. Artik. Ilm.*, vol. 2, no. 3, pp. 1–11, 2021,

- [Online]. Available:
[http://repo.unsrat.ac.id/3330/%0Ahttp://repo.unsrat.ac.id/3330/1/Jurnal_Artikel_Ilmiyah_a.n_Maulana_Fajar_\(1\).pdf](http://repo.unsrat.ac.id/3330/%0Ahttp://repo.unsrat.ac.id/3330/1/Jurnal_Artikel_Ilmiyah_a.n_Maulana_Fajar_(1).pdf)
- [18] A. M. Fawzy Ramadhan, S. Nurhayati, D. Damirah, S. Semaun, and A. Bahri S, "Pengaruh Literasi dan Promosi terhadap Penggunaan Shopee Paylater (Studi Mahasiswa Pascasarjana IAIN Parepare)," *J. Educ.*, vol. 6, no. 4, pp. 18897–18906, 2024, doi: 10.31004/joe.v6i4.5858.
- [19] N. Aqna Yustika *et al.*, *Manajemen Publik dan Penggunaan AI di Era E-PR*. Purbalingga: EUREKA MEDIA AKSARA, 2025.