

Sistem Cerdas IoT untuk Pemantauan Cuaca Real-Time dan Prediksi Kondisi Lingkungan pada Aplikasi Jemuran Pakaian Otomatis

Ryan Putra Laksana¹, Sawali Wahyu², Qori Halimatul Hidayah³

^{1,2,3}Informatics Department, Faculty of Computer Science, Esa Unggul University, Jakarta, Indonesia

Email : ryan.putra@esaunggul.ac.id¹, sawaliwahyu@esaunggul.ac.id², qori.halimatul@esaunggul.ac.id³

Abstrak. Kondisi cuaca yang tidak menentu sering menimbulkan permasalahan dalam proses pengeringan pakaian, terutama ketika hujan turun secara tiba-tiba saat pengguna tidak berada di rumah. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini menyajikan perancangan dan implementasi sistem jemuran pakaian otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu merespons perubahan cuaca secara real-time. Sistem ini dibangun menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan sensor hujan dan sensor Light Dependent Resistor (LDR) untuk mendeteksi curah hujan dan intensitas cahaya. Motor stepper digunakan untuk menggerakkan jemuran secara otomatis ke dalam atau ke luar, sedangkan motor DC berfungsi sebagai kipas tambahan untuk membantu proses pengeringan ketika intensitas cahaya matahari tidak mencukupi. Sistem ini juga dilengkapi dengan buzzer, indikator LED, serta layar LCD 16×2 untuk menampilkan informasi status sistem secara real-time. Selain itu, sistem mendukung pemantauan jarak jauh dan kontrol manual melalui aplikasi Blynk pada perangkat seluler. Pengembangan sistem dilakukan menggunakan metode Waterfall dan diuji dalam berbagai kondisi cuaca. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem yang dirancang dapat beroperasi secara andal, merespons perubahan lingkungan dengan akurat, serta meningkatkan kenyamanan pengguna. Dengan demikian, sistem jemuran otomatis berbasis IoT ini menawarkan solusi yang efektif dan praktis untuk penerapan konsep smart home.

Kata kunci: Internet of Things, sistem jemuran otomatis, ESP32, pemantauan cuaca, smart home

Abstract. Unpredictable weather conditions often cause problems in drying clothes, especially when rainfall occurs suddenly while users are away from home. To overcome this issue, this study presents the design and implementation of an Internet of Things (IoT)-based automatic clothes drying system that responds to weather changes in real time. The system is built using an ESP32 microcontroller integrated with a rain sensor and a light-dependent resistor (LDR) to detect rainfall and light intensity. A stepper motor automatically moves the drying rack in or out, while a DC motor functions as a fan to assist the drying process when sunlight is insufficient. The system is also equipped with a buzzer, LED indicators, and a 16×2 LCD to provide real-time status information. In addition, remote monitoring and manual control are supported through the Blynk mobile application. The system was developed using the Waterfall method and tested under various weather conditions. The results show that the proposed system operates reliably, responds accurately to environmental changes, and improves user convenience. This IoT-based automatic drying system offers an effective and practical solution for smart home applications.

Keywords: Internet of Things, automatic clothes drying system, ESP32, weather monitoring, smart home

PENDAHULUAN

Menjemur pakaian merupakan aktivitas rumah tangga yang sangat dekat dengan kehidupan masyarakat Indonesia dan hingga saat ini masih mengandalkan sinar matahari sebagai sumber utama pengeringan. Kondisi iklim tropis memang mendukung proses tersebut, namun perubahan iklim dan cuaca yang semakin tidak menentu menjadikan aktivitas penjemuran sering menghadapi kendala. Hujan yang turun secara tiba-tiba dapat menyebabkan pakaian yang telah dijemur kembali basah, terutama ketika pengguna tidak berada di rumah atau tidak dapat segera mengamatkannya. Situasi ini menimbulkan pemborosan waktu dan tenaga karena proses penjemuran harus diulang, serta menurunkan kenyamanan dalam aktivitas rumah tangga [1], [2].

Seiring meningkatnya kesibukan masyarakat modern, ketergantungan pada pengawasan manual dalam proses penjemuran menjadi semakin tidak efisien. Kondisi tersebut mendorong kebutuhan akan sistem otomatis yang mampu bekerja secara mandiri tanpa kehadiran pengguna. Internet of Things (IoT) hadir sebagai solusi yang relevan karena memungkinkan perangkat fisik terhubung dengan jaringan internet untuk memantau



kondisi lingkungan, mengolah data sensor, serta mengendalikan aktuator secara otomatis dan real-time. Dalam konteks jemuran pakaian, IoT memungkinkan sistem untuk mendeteksi perubahan cuaca dan meresponsnya secara cepat sehingga pakaian tetap aman meskipun pengguna sedang beraktivitas di luar rumah [3], [4], [5].

Berbagai penelitian telah mengkaji penerapan IoT pada sistem jemuran otomatis. [6] mengembangkan prototipe jemuran otomatis berbasis ESP32 dengan sensor air dan sensor Light Dependent Resistor (LDR) untuk mendeteksi hujan dan intensitas cahaya. Sistem tersebut mampu menggerakkan jemuran secara otomatis menggunakan motor stepper, serta dipantau melalui aplikasi Blynk. [7] mengintegrasikan sensor hujan, cahaya, suhu, dan kelembapan pada NodeMCU ESP8266 untuk mendeteksi kondisi lingkungan secara real-time dengan antarmuka smartphone, sehingga pengguna dapat memantau dan mengontrol jemuran dari jarak jauh. Penelitian serupa oleh [1] menekankan pentingnya monitoring real-time melalui aplikasi seluler agar pakaian aman dari hujan dan menghemat waktu. Sementara itu, [8] fokus pada penerapan sistem jemuran otomatis berbasis Arduino dengan efisiensi biaya agar dapat diadopsi lebih luas di masyarakat.

Pendekatan yang lebih adaptif juga diterapkan dalam beberapa penelitian. [9] menggunakan logika fuzzy yang mengombinasikan data suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya untuk menentukan kondisi cuaca secara lebih akurat. [10] mengintegrasikan sensor fisik dengan OpenWeather API sebagai pencegahan dini terhadap perubahan cuaca berdasarkan prakiraan cuaca. Penelitian [11] menambahkan kipas eksternal sebagai pendukung pengeringan pada sistem jemuran otomatis berbasis ESP8266, sehingga pakaian tetap cepat kering meski cuaca mendung atau hujan ringan. [12] menunjukkan bahwa distribusi aliran udara dan suhu yang merata dapat meningkatkan efisiensi pengeringan pada ruang pengering, sehingga penggunaan kipas tambahan dapat dioptimalkan.

Selain aspek fungsional, kenyamanan dan keamanan pengguna juga menjadi perhatian. Penambahan buzzer sebagai alarm peringatan memberikan informasi langsung kepada pengguna ketika terjadi perubahan cuaca, sedangkan layar LCD memungkinkan sistem menampilkan status operasional secara real-time [4], [6]. Dari sisi perancangan, pemodelan sistem menggunakan Unified Modeling Language (UML) penting untuk menggambarkan alur kerja dan interaksi sistem secara jelas [13], [14], [15], [16]. Selain itu, aspek mekanik seperti kekuatan rangka jemuran juga perlu diperhatikan agar sistem aman digunakan, sebagaimana ditunjukkan [17].

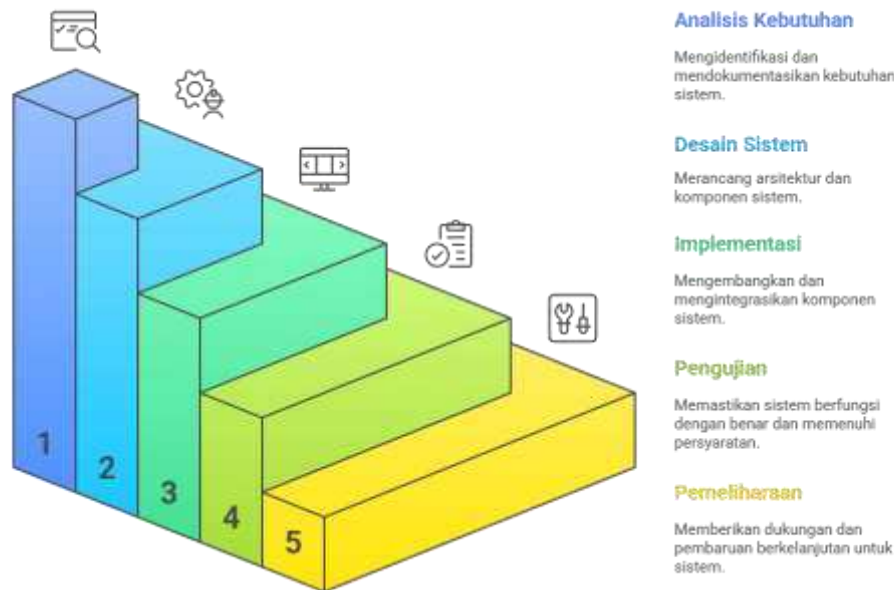
Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini difokuskan pada perancangan dan pengembangan prototipe sistem jemuran pakaian otomatis berbasis IoT yang lebih komprehensif. Sistem dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32 dengan integrasi sensor hujan dan sensor cahaya sebagai input utama, motor stepper sebagai penggerak jemuran, motor DC sebagai kipas tambahan, lampu UV sebagai pendukung pengeringan, buzzer sebagai alarm peringatan, serta layar LCD untuk menampilkan status sistem secara real-time. Diharapkan sistem ini mampu merespons perubahan cuaca secara cepat, mempercepat proses pengeringan, serta meningkatkan efisiensi dan kenyamanan pengguna dalam aktivitas penjemuran pakaian sehari-hari [5], [6], [9], [10], [11], [17].

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji sistem jemuran otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu merespons kondisi cuaca secara otomatis guna meningkatkan efisiensi dan kenyamanan dalam proses pengeringan pakaian. Sistem yang dikembangkan memanfaatkan sensor hujan dan sensor cahaya (LDR) untuk mendeteksi kondisi lingkungan, motor stepper sebagai penggerak jemuran, motor DC sebagai kipas tambahan, lampu UV sebagai pendukung proses pengeringan, buzzer sebagai alarm peringatan, serta layar LCD sebagai media penampil informasi sistem. Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui studi literatur terhadap jurnal dan referensi teknis terkait teknologi IoT dan sistem otomatisasi, observasi langsung terhadap kondisi lingkungan dan kebiasaan pengguna dalam menjemur pakaian, serta eksperimen melalui perancangan, perakitan, dan pengujian prototipe untuk memperoleh data kinerja sistem, yang seluruh prosesnya didokumentasikan secara sistematis sebagai bahan analisis dan evaluasi. Pengembangan sistem dilaksanakan menggunakan metode Waterfall karena kebutuhan dan spesifikasi sistem telah ditetapkan dengan jelas sejak awal, sehingga setiap tahapan dapat dilakukan secara berurutan dan terstruktur, meliputi analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi prototipe,



pengujian kinerja, serta pemeliharaan dan optimasi berdasarkan hasil evaluasi. Alur pengembangan sistem dengan metode Waterfall ditunjukkan pada diagram berikut.



Gambar 1. Diagram Waterfall

Dengan pendekatan metodologis tersebut, penelitian diharapkan menghasilkan sistem jemuran otomatis berbasis IoT yang berfungsi secara optimal, terstruktur, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Kebutuhan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

Sistem jemuran otomatis berbasis Internet of Things (IoT) ini menggunakan ESP32 Dev Board sebagai pengendali utama yang bertugas membaca data sensor, mengendalikan aktuator, serta terhubung ke aplikasi Blynk melalui koneksi WiFi dengan tegangan kerja 3,3 V. Sensor hujan dan sensor cahaya (LDR) digunakan untuk mendeteksi kondisi lingkungan dengan keluaran analog, di mana sensor hujan membaca nilai dalam kisaran 0–4095 dan LDR menyesuaikan nilai berdasarkan intensitas cahaya. Pergerakan jemuran dikendalikan menggunakan motor stepper tipe 28BYJ-48 yang dihubungkan dengan driver ULN2003 bertegangan kerja 5 V, sedangkan motor DC kecil digunakan untuk gerakan tambahan dengan pengendalian arus melalui transistor daya TIP. Informasi kondisi sistem ditampilkan melalui LCD I2C 16×2 beralamat default 0x27, sementara indikator visual dan audio diberikan melalui LED penanda kondisi siang, malam, dan hujan serta buzzer aktif sebagai peringatan. Sistem catu daya menggunakan adaptor DC 12 V yang diturunkan menjadi 5 V melalui modul buck converter LM2596N untuk memenuhi kebutuhan motor, sensor, dan mikrokontroler, dengan proses perakitan sementara dilakukan menggunakan breadboard dan kabel jumper. Dari sisi perangkat lunak, pengembangan sistem memanfaatkan ESP32 Board Package agar mikrokontroler dapat diprogram, aplikasi Blynk IoT sebagai media monitoring dan kontrol jarak jauh, serta library pendukung seperti Blynk untuk komunikasi server, LiquidCrystal_I2C untuk pengendalian LCD, dan Wire.h sebagai pendukung komunikasi I2C antarperangkat.

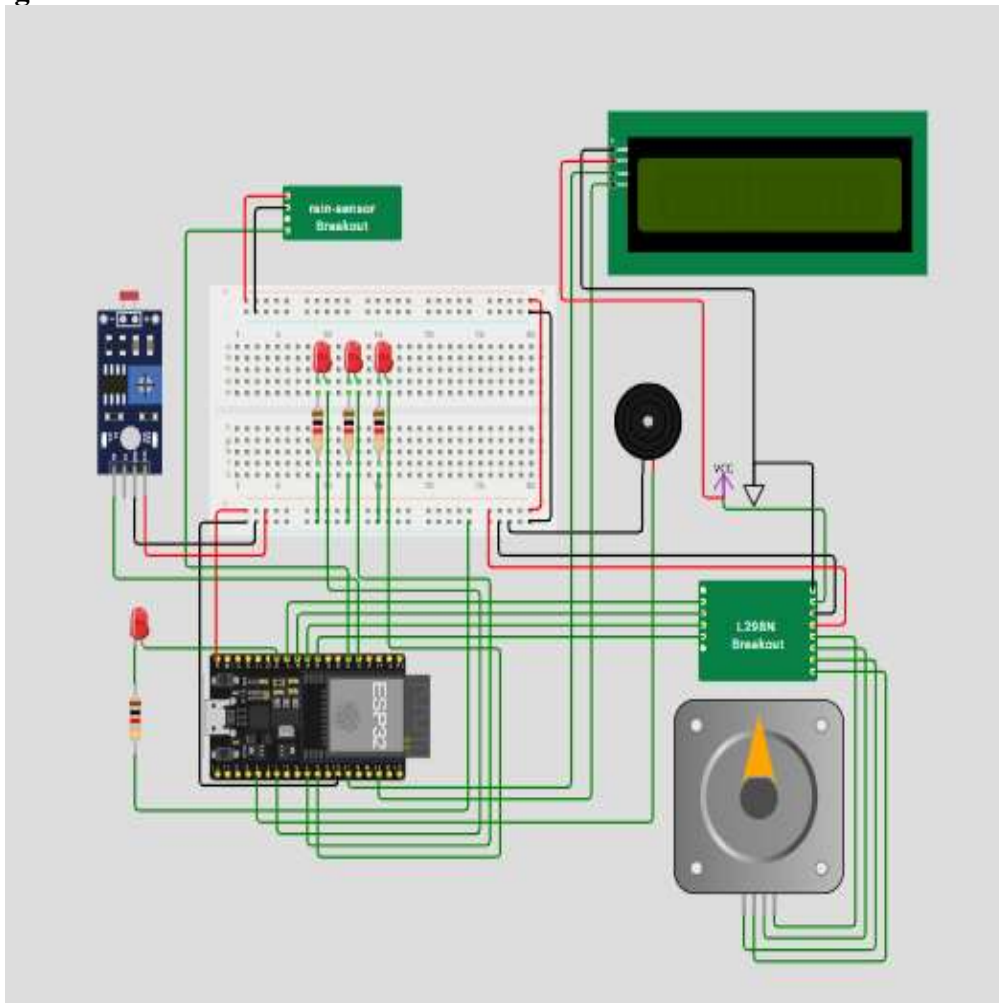
3.2 Konfigurasi Pin ESP32

Konfigurasi pin pada ESP32 dalam sistem jemuran otomatis berbasis Internet of Things (IoT) disesuaikan dengan fungsi masing-masing komponen agar sistem dapat bekerja secara optimal. Buzzer dihubungkan ke GPIO 13 dan berfungsi sebagai indikator bunyi ketika hujan terdeteksi,



sedangkan motor DC dikendalikan melalui GPIO 12 untuk menggerakkan jemuran masuk atau keluar. Motor stepper tipe 28BYJ-48 yang terhubung melalui driver ULN2003 dikontrol menggunakan empat pin digital, yaitu GPIO 14 sebagai IN1, GPIO 27 sebagai IN2, GPIO 26 sebagai IN3, dan GPIO 25 sebagai IN4. Indikator visual kondisi lingkungan menggunakan LED, di mana LED siang dihubungkan ke GPIO 4 dan menyala saat kondisi terang, LED malam terhubung ke GPIO 5 dan aktif saat kondisi gelap, serta LED hujan yang terhubung ke GPIO 18 dan menyala ketika hujan terdeteksi. Sensor cahaya (LDR) dihubungkan ke GPIO 34 sebagai input analog (ADC) untuk membaca intensitas cahaya, sementara sensor hujan terhubung ke GPIO 35 sebagai input analog untuk mendeteksi keberadaan air. Tampilan LCD I2C menggunakan jalur komunikasi I2C dengan pin SDA pada GPIO 21 dan pin SCL pada GPIO 22, yang berfungsi untuk menampilkan informasi kondisi sistem secara real-time.

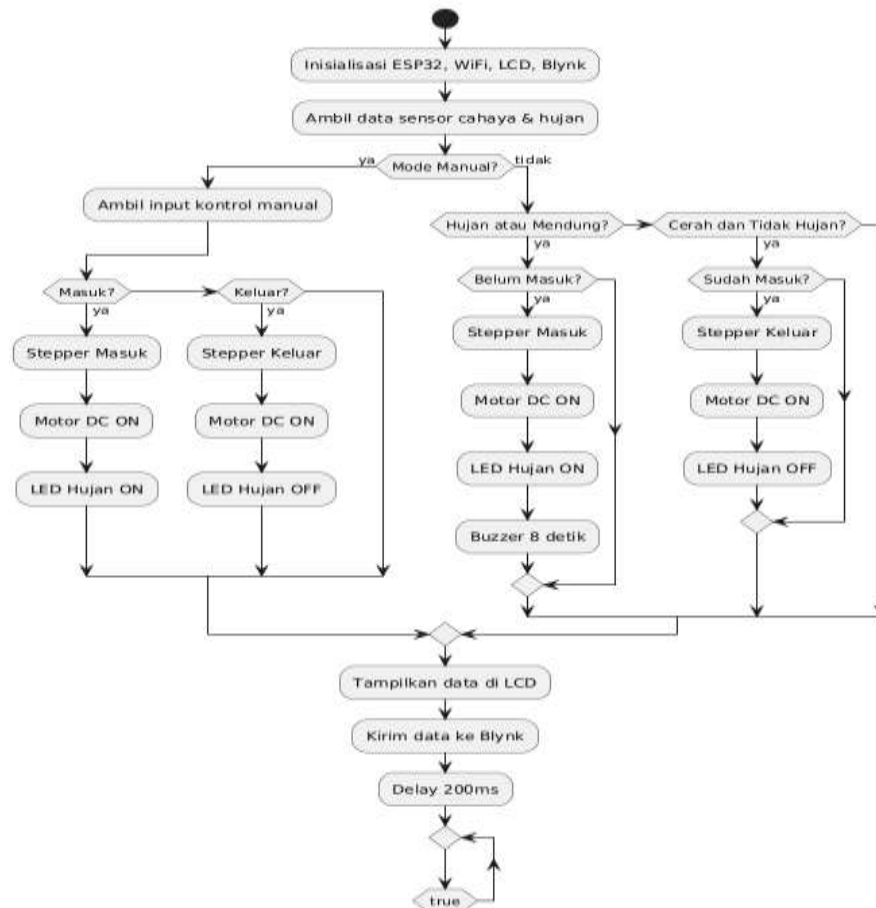
3.3 Rancangan



Gambar 2. Desain rancangan

Desain sistem jemuran otomatis ini memanfaatkan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali yang terhubung dengan sensor cahaya (LDR), sensor hujan, dan aktuator seperti motor stepper, motor DC, serta buzzer. Informasi cuaca dari sensor diolah untuk mengatur pergerakan jemuran secara otomatis, ditandai dengan indikator LED dan suara peringatan buzzer saat hujan. LCD 16x2 menampilkan status kondisi secara real-time, sedangkan aplikasi Blynk memungkinkan pengguna memantau dan mengontrol jemuran secara manual melalui koneksi WiFi. Sistem ini dirancang untuk memberikan kenyamanan dan respons adaptif terhadap perubahan cuaca.

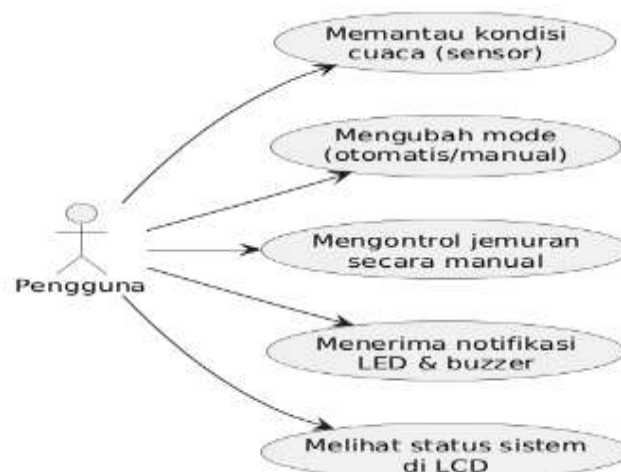
3.4 Flowchart Sistem Penelitian



Gambar 3. Flowchart

Flowchart pada gambar menggambarkan alur kerja sistem jemuran otomatis yang dirancang untuk mendeteksi kondisi cuaca menggunakan sensor hujan dan sensor cahaya, serta menggerakkan jemuran secara otomatis menggunakan Stepper Motor. Sistem ini ditujukan untuk meningkatkan efisiensi dan kenyamanan dalam kegiatan menjemur pakaian, terutama saat terjadi perubahan cuaca secara tiba-tiba.

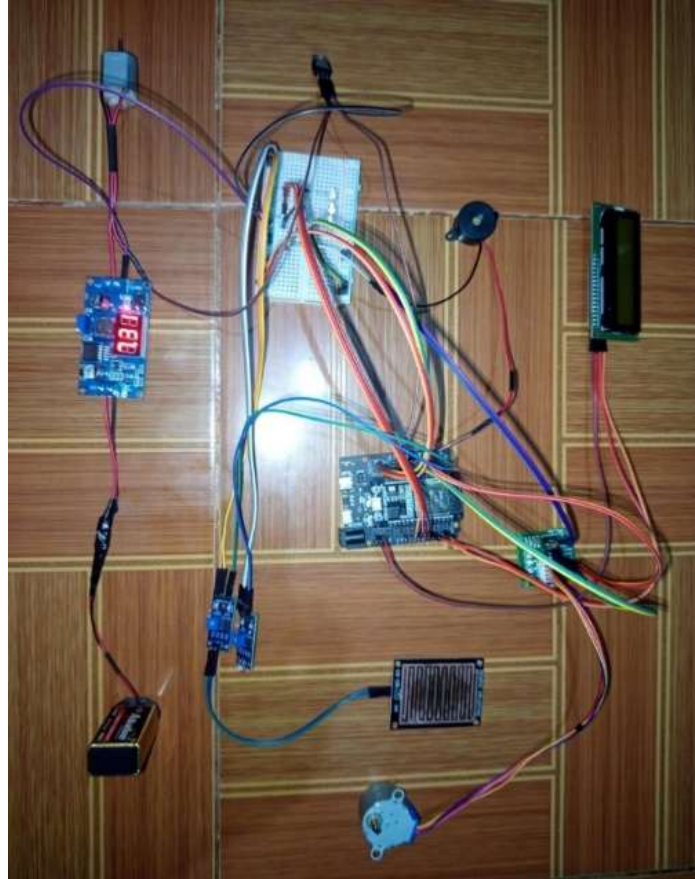
3.5 Use Case



Gambar 4. Use Case

Gambar tersebut merupakan **Use Case Diagram** sistem jemuran otomatis berbasis IoT. Diagram ini menunjukkan interaksi antara pengguna dan sistem, di mana pengguna dapat memantau kondisi cuaca melalui sensor, mengubah mode operasi antara otomatis atau manual, mengontrol jemuran secara langsung, menerima notifikasi melalui LED dan buzzer, serta melihat status sistem secara real-time di layar LCD. Use case ini menggambarkan fungsi utama sistem yang mendukung keamanan, kenyamanan, dan efisiensi dalam aktivitas penjemuran pakaian.

3.6 Rakitan Sederhana



Gambar 5 Rakitan Sederhana

Rangkaian pada gambar di atas menunjukkan implementasi perangkat keras sistem jemuran otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang disusun secara sederhana untuk mendukung proses pengujian dan evaluasi sistem. Mikrokontroler ESP32 berfungsi sebagai pengendali utama yang menerima data dari sensor hujan dan sensor cahaya untuk menentukan kondisi lingkungan, kemudian mengendalikan aktuator berupa motor stepper dan motor DC dalam menggerakkan jemuran secara otomatis. Selain itu, perangkat output seperti LCD dan buzzer digunakan untuk menampilkan informasi sistem serta memberikan peringatan ketika hujan terdeteksi. Rangkaian ini mencerminkan keterpaduan antara sensor, aktuator, dan sistem kendali, serta menjadi dasar pelaksanaan pengujian guna memastikan seluruh komponen bekerja sesuai dengan perancangan yang telah ditetapkan.

3.7 Coding

Program ini mengatur sistem jemuran otomatis berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan ESP32 yang:

- Mendeteksi cuaca melalui sensor cahaya dan sensor hujan.
- Mengontrol motor stepper dan motor DC untuk menggerakkan jemuran.
- Menggunakan buzzer dan LED sebagai indikator.



- d) Menampilkan informasi di LCD 16x2.
- e) Dapat dikontrol secara otomatis atau manual melalui aplikasi Blynk.

Tabel 1 Impentasi Full Code

```
#define BLYNK_PRINT Serial
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6zVH7cZxD"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "jemuran otomatis"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "9iOcpoWMJNIRJgSqG5hZAMCJM4PUYWMZ"

#include <WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp32.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

char auth[] = BLYNK_AUTH_TOKEN;
char ssid[] = "Lemot";
char pass[] = "bayu1234";

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

const int buzzer = 13;
const int motor_dc = 12;
const int in1 = 14, in2 = 27, in3 = 26, in4 = 25;
const int LED_siang = 4, LED_malam = 5, LED_hujan = 18;
const int sensorCahaya = 34;
const int sensorHujan = 35;
const int langkah = 4096;      // Langkah penuh stepper
const int delayStep = 2;

bool sudahMasuk = false;
bool hujanSebelumnya = false;
bool manualMasuk = false;
bool sudahJalanManual = false;
bool manualMasukSebelumnya = false;

const int stepSequence[8][4] = {
  {1, 0, 0, 0},
  {1, 1, 0, 0},
  {0, 1, 0, 0},
  {0, 1, 1, 0},
  {0, 0, 1, 0},
  {0, 0, 1, 1},
  {0, 0, 0, 1},
  {1, 0, 0, 1}
};

void stepMotor(int stepIndex) {
  digitalWrite(in1, stepSequence[stepIndex][0]);
  digitalWrite(in2, stepSequence[stepIndex][1]);
  digitalWrite(in3, stepSequence[stepIndex][2]);
  digitalWrite(in4, stepSequence[stepIndex][3]);
}
```



```

    }

    void putarStepper(bool arahKanan, int jumlahLangkah) {
        for (int i = 0; i < jumlahLangkah; i++) {
            int stepIndex = arahKanan ? (i % 8) : (7 - (i % 8));

            stepMotor(stepIndex);
            delay(delayStep);
        }
    }

    BLYNK_WRITE(V5) {
        manualMasuk = param.asInt();
    }

    void setup() {
        Serial.begin(115200);
        pinMode(buzzer, OUTPUT);
        pinMode(motor_dc, OUTPUT);
        pinMode(LED_siang, OUTPUT);
        pinMode(LED_malam, OUTPUT);
        pinMode(LED_hujan, OUTPUT);
        pinMode(in1, OUTPUT);
        pinMode(in2, OUTPUT);
        pinMode(in3, OUTPUT);
        pinMode(in4, OUTPUT);

        lcd.begin();
        lcd.backlight();
        lcd.setCursor(0, 0);
        lcd.print("Jemuran Otomatis");
        delay(2000);

        Blynk.begin(auth, ssid, pass);
    }

    void loop() {
        Blynk.run();
        int nilaiCahaya = analogRead(sensorCahaya);
        int nilaiHujan = analogRead(sensorHujan);

        if (nilaiCahaya > 4000) nilaiCahaya = 4000;
        if (nilaiHujan > 4000) nilaiHujan = 4000;

        int cahaya = nilaiCahaya <= 2000 ? 1 : 0; // 1 = terang
        int hujan = nilaiHujan <= 2000 ? 1 : 0; // 1 = hujan

        digitalWrite(LED_siang, cahaya == 1 ? HIGH : LOW);
        digitalWrite(LED_malam, cahaya == 0 ? HIGH : LOW);
    }

```




```

if (manualMasuk && !manualMasukSebelumnya) {
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Manual: Masuk");
    putarStepper(true, langkah);
    digitalWrite(motor_dc, HIGH); // Langsung hidup
    digitalWrite(LED_hujan, HIGH);
    sudahMasuk = true;
    sudahJalanManual = true;
}

if (!manualMasuk && manualMasukSebelumnya) {
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Manual: Keluar");
    digitalWrite(motor_dc, LOW); // ✅ Matikan motor DC dulu
    digitalWrite(LED_hujan, LOW);
    delay(500); // ✅ Jeda agar motor benar-benar mati
    putarStepper(false, langkah); // ✅ Baru keluarkan jemuran
    sudahMasuk = false;
    sudahJalanManual = false;
    delay(2000);
}
manualMasukSebelumnya = manualMasuk;

if (!manualMasuk) {
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Cahaya: ");
    lcd.print(cahaya == 1 ? "Ada" : "Tidak");

    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("Hujan : ");
    lcd.print(hujan == 1 ? "Ada" : "Tidak");
    delay(2000);

    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    if (cahaya == 1 && hujan == 0)
        lcd.print("Siang Cerah");
    else if (cahaya == 0 && hujan == 0)
        lcd.print("Malam Cerah");
    else if (cahaya == 1 && hujan == 1)
        lcd.print("Siang Hujan");
    else
        lcd.print("Malam Hujan");
    delay(2000);

    if (hujan == 1 && !sudahMasuk && !hujanSebelumnya) {

```



```
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Hujan! Jemuran");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("Masuk...");

    tone(buzzer, 1000);
    putarStepper(true, langkah);
    delay(1000);
    noTone(buzzer);

    digitalWrite(motor_dc, HIGH); // Langsung hidup
    digitalWrite(LED_hujan, HIGH);

    sudahMasuk = true;
    hujanSebelumnya = true;
}

if (hujan == 0 && sudahMasuk && hujanSebelumnya) {
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Cerah! Keluar");

    digitalWrite(motor_dc, LOW); // Matikan motor
    digitalWrite(LED_hujan, LOW);
    putarStepper(false, langkah);

    sudahMasuk = false;
    hujanSebelumnya = false;
    delay(2000);
}
}

// Gauge Blynk
int gaugeCahaya = map(nilaiCahaya, 0, 4000, 4000, 0);
int gaugeHujan = map(nilaiHujan, 0, 4000, 4000, 0);
gaugeCahaya = constrain(gaugeCahaya, 0, 4000);
gaugeHujan = constrain(gaugeHujan, 0, 4000);

Blynk.virtualWrite(V0, cahaya == 1 ? "Terang" : "Gelap");
Blynk.virtualWrite(V1, hujan == 1 ? "Hujan" : "Tidak");
Blynk.virtualWrite(V2, sudahMasuk ? "Masuk" : "Keluar");
Blynk.virtualWrite(V3, gaugeCahaya);
Blynk.virtualWrite(V4, gaugeHujan);

delay(300);
}
```



3.8 Evaluasi

Hasil pengujian pada sistem jemuran pakaian otomatis berbasis Internet of Things (IoT) menunjukkan bahwa seluruh komponen yang dirancang mampu bekerja secara terintegrasi dan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Pengujian dilakukan terhadap aplikasi, sensor, aktuator, serta respons sistem secara keseluruhan untuk memastikan keandalan sistem dalam kondisi nyata.

3.8.1 Pengujian Aplikasi Blynk

Berdasarkan hasil pengujian terhadap aplikasi Blynk, sistem berhasil membangun komunikasi dua arah antara mikrokontroler ESP32 dan aplikasi berbasis mobile maupun web. Data sensor hujan dan sensor cahaya dapat ditampilkan secara real-time, baik dalam bentuk nilai maupun indikator visual. Selain itu, perintah manual yang diberikan melalui tombol kontrol pada aplikasi mampu diterima dan dieksekusi oleh sistem dengan respons yang cepat.

Keberhasilan integrasi ini menunjukkan bahwa aplikasi Blynk berfungsi efektif sebagai media monitoring dan kontrol jarak jauh. Hal ini memperkuat fungsi sistem tidak hanya sebagai alat otomatis, tetapi juga sebagai sistem yang fleksibel dan adaptif terhadap kebutuhan pengguna, khususnya ketika pengguna ingin mengambil alih kendali secara manual.

3.8.2 Pengujian Sensor Hujan

Hasil pengujian sensor hujan menunjukkan bahwa sensor mampu mendeteksi keberadaan air secara akurat dan memberikan respon yang konsisten terhadap perubahan kondisi lingkungan. Ketika sensor mendeteksi adanya hujan, sistem secara otomatis memicu proses penarikan jemuran, mengaktifkan buzzer sebagai peringatan, serta memperbarui informasi status pada LCD dan aplikasi Blynk. Respons sistem terhadap kondisi hujan berlangsung dalam waktu yang relatif singkat, sehingga mampu meminimalkan risiko pakaian terkena air. Keandalan sensor hujan ini membuktikan bahwa sistem memiliki kemampuan adaptif terhadap cuaca yang tidak menentu. Dengan demikian, sensor hujan berperan sebagai komponen utama dalam mendukung fungsi otomatisasi sistem jemuran secara efektif dan efisien.

3.8.3 Pengujian Terhadap Sensor Cahaya

Pengujian sensor cahaya (LDR) menunjukkan bahwa sistem mampu membedakan kondisi terang dan gelap berdasarkan nilai intensitas cahaya yang terdeteksi. Data hasil pembacaan sensor digunakan untuk menentukan status lingkungan, yang kemudian ditampilkan melalui LED indikator, LCD, serta aplikasi Blynk. Keberhasilan sensor cahaya dalam membaca kondisi pencahayaan memberikan informasi tambahan yang relevan bagi pengguna terkait situasi penjemuran. Selain itu, integrasi sensor cahaya membantu sistem bekerja secara lebih adaptif terhadap perubahan waktu dan kondisi lingkungan. Hal ini menunjukkan bahwa sensor cahaya berfungsi dengan baik sebagai pendukung pengambilan keputusan dalam sistem jemuran otomatis.

3.8.4 Pengujian Terhadap Pengujian Aktuator dan Perangkat Output

Hasil pengujian terhadap aktuator dan perangkat output menunjukkan bahwa motor stepper, motor DC, LED, LCD, dan buzzer bekerja sesuai dengan logika sistem yang telah dirancang. Motor stepper mampu menggerakkan jemuran masuk dan keluar dengan arah dan durasi yang tepat, sementara motor DC berfungsi mendukung proses penarikan dan membantu mekanisme pengeringan.

LED indikator berhasil memberikan informasi visual mengenai kondisi lingkungan, sedangkan LCD menampilkan status sistem secara real-time dengan jelas. Buzzer berfungsi sebagai peringatan awal ketika hujan terdeteksi, sehingga pengguna mendapatkan notifikasi tambahan selain informasi visual. Integrasi seluruh perangkat output ini meningkatkan keterbacaan status sistem dan kemudahan pemantauan oleh pengguna.



3.8.5 Hasil Pengujian Responsivitas Sistem

Berdasarkan hasil pengujian, sistem menunjukkan tingkat responsivitas yang baik terhadap perubahan kondisi lingkungan maupun perintah yang diberikan oleh pengguna. Waktu yang dibutuhkan sistem untuk membaca data sensor, memproses informasi, dan mengaktifkan aktuator berada pada rentang kurang dari dua detik. Respons yang cepat ini menandakan bahwa sistem mampu bekerja secara real-time dan dapat diandalkan dalam kondisi operasional sebenarnya. Kecepatan respons menjadi faktor penting dalam sistem jemuran otomatis karena keterlambatan dapat berdampak langsung pada keamanan pakaian. Oleh karena itu, hasil pengujian ini memperlihatkan bahwa sistem telah memenuhi kebutuhan fungsional dari sisi kecepatan dan kestabilan kerja. Berikut adalah tabel hasil pengujian responsif pada sistem jemuran otomatis berbasis ESP32:

Tabel 2. Hasil Pengujian Responsif

No	Aspek Pengujian	Indikator Penilaian	Hasil Pengujian	Kategori
1	Sensor Hujan	Deteksi hujan & respon jemuran	Berhasil	Sangat Baik
2	Sensor Cahaya	Deteksi terang/gelap	Berhasil	Sangat Baik
3	Mode Otomatis	Jemuran masuk/keluar otomatis	Berhasil	Sangat Baik
4	Mode Manual (Blynk)	Respon kontrol jarak jauh	Berhasil	Sangat Baik
5	Aktuator	Motor, LED, buzzer, LCD	Berfungsi	Sangat Baik
6	Respons Sistem	Waktu respon < 2 detik	Tercapai	Sangat Baik

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem jemuran pakaian otomatis berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32 yang mampu merespons perubahan kondisi cuaca secara real-time. Integrasi sensor hujan dan sensor cahaya (LDR) dengan motor stepper, motor DC sebagai kipas, lampu UV, buzzer, serta tampilan LCD memungkinkan sistem bekerja secara otomatis maupun manual melalui aplikasi Blynk. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh komponen sistem berfungsi dengan baik dan responsif terhadap perubahan lingkungan dengan waktu respons yang relatif singkat. Sistem yang dikembangkan mampu meningkatkan efisiensi dan kenyamanan pengguna dalam proses penjemuran pakaian, khususnya pada kondisi cuaca yang tidak menentu. Untuk pengembangan selanjutnya, penelitian ini dapat ditingkatkan dengan penambahan sensor kelembapan, optimalisasi konsumsi energi, serta implementasi sistem pada skala rumah tangga yang lebih besar agar lebih aplikatif dalam lingkungan nyata.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. K. Wijayanti, Nurchim, and J. Maulindar, "Perancangan Smart Home Jemuran Otomatis Berbasis Internet of Things," *INFOTECH J.*, vol. 9, no. 1, pp. 183–189, 2023, doi: 10.31949/infotech.v9i1.5344.
- [2] A. Prawido *et al.*, "Prototipe Jemuran Pakaian Otomatis Menggunakan Wemos D1R2 Dengan Notifikasi Suara dan Email Dari Thinger.io," 2022. doi: <https://doi.org/10.37396/jsc.v5i3.263>.
- [3] M. S. Majid and R. Pramudita, "Perancangan Sistem Jemuran Pakaian Otomatis Berbasis Teknologi Internet of Things (IoT)," 2024. doi: <https://doi.org/10.33197/jitter.vol10.iss3.2024.2010>.
- [4] A. M. Asmiddin, L. A. La Atina, and W. A. Anjani, "Rancang Bangun Jemuran Pakaian Otomatis Berbasis Internet of Things," *J. Inform.*, vol. 12, no. 1, pp. 50–59, 2023, doi:



- 10.55340/jiu.v12i1.1309.
- [5] C. Mahendra and S. A. O. Deputri, “SISTEM KONTROL DAN MONITORING JEMURAN PAKAIAN BERBASIS IOT DENGAN MENGGUNAKAN APLIKASI BLYNK,” 2021, doi: 10.33488/1.ma.2.1.292.
 - [6] H. J. Prasetyo, E. Kuniawati, and A. Info, “Prototype Alat Jemuran Otomatis Berbasis Internet of Things dengan Deteksi Cuaca Menggunakan Sensor Air dan Sensor Light Dependent Resistor,” *Inform. dan Teknol. Inf.*, vol. 8, no. 1, pp. 98–110, 2025.
 - [7] M. Mila, A. Taqwa, and S. Suroso, “Monitoring and Information System for Automatic Clothes Drying Based on the Internet of Things,” *PIKSEL Penelit. Ilmu Komput. Sist. Embed. Log.*, vol. 12, no. 2, pp. 365–372, 2024, doi: 10.33558/piksel.v12i2.9828.
 - [8] M. Syarmuji, Sumpena, and R. M. Sultoni, “Sistem Jemuran Otomatis Berbasis Arduino,” 2022. doi: <https://doi.org/10.35968/jti.v11i1.886>.
 - [9] S. Hidayatulloh and J. Aryanto, “Sistem Pengendalian Jemuran Otomatis berbasis IoT dengan Logika Fuzzy untuk Pengkondisian Cuaca,” *Edumatic J. Pendidik. Inform.*, vol. 7, no. 2, pp. 287–296, 2023, doi: 10.29408/edumatic.v7i2.21515.
 - [10] D. Laksmiati and I. F. Amin, “Perancangan Jemuran Otomatis Berbasis Iot Menggunakan ESP32 Dan API,” *J. Ilm. Giga*, vol. 27, no. 1, pp. 23–32, 2024, doi: 10.47313/jig.v27i1.3710.
 - [11] A. Syahputra and H. Maulana, “Design and Construction of Automatic Clothes Drying Rack Prototype Based on IoT (Internet of Things),” *Tsabit J. Comput. Sci.*, vol. 1, no. 2, pp. 52–59, 2025, doi: 10.56211/tsabit31.
 - [12] M. Huda and D. D. Saputro, “Analisis Aliran Udara Pada Ruang Pengering Low Temperature Dryer Dengan Simulasi CFD,” *J. Inov. Mesin*, vol. 3, no. 2, pp. 35–43, 2021, doi: 10.15294/jim.v3i2.52798.
 - [13] L. Setiyani, “Desain Sistem : Use Case Diagram Pendahuluan,” *Pros. Semin. Nas. Inov. Adopsi Teknol. 2021*, no. September, pp. 246–260, 2021, [Online]. Available: <https://journal.uui.ac.id/AUTOMATA/article/view/19517>
 - [14] N. Shahbazi and M.-R. Keyvanpour, “Automated Model-Based Test Case Generation for UML Activity Diagrams using EFSM,” no. September, 2023, doi: 10.51408/csit2023_05.
 - [15] H. Koç, A. M. Erdoğan, Y. Barjakly, and S. Peker, “UML Diagrams in Software Engineering Research: A Systematic Literature Review,” p. 13, 2021, doi: 10.3390/proceedings2021074013.
 - [16] B. H. Rambe, R. Pane, D. Irmayani, M. Nasution, and I. R. Munthe, “UML Modeling and Black Box Testing Methods in the School Payment Information System,” *J. Mantik*, vol. 4, no. 3, pp. 1634–1640, 2020.
 - [17] D. P. Fadhlillah and S. B. Sasongko, “Analisa kekuatan rangka jemuran semi-otomatis pada pembebanan statis berbasis arduino microcontroller,” *0Prosiding Semin. Nas. Teknol. Ind. Berkelanjutan IV (SENASTIAN IV)*, vol. 4, no. Senastitan Iv, pp. 1–8, 2024.

