

RANCANG BANGUN IMPLEMENTASI ALAT JEMURAN OTOMATIS BERBASIS ARDUINO DAN SENSOR HUJAN

Edi Wahyudi¹, Adi Wibowo²

¹Program Studi sistem dan teknologi informasi, Universitas muhammadiyah Kotabumi, Indonesia
¹edimobilemobile@gmail.com, ²adi.wibowo@umko.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Kata kunci :
Jemuran Otomatis,
ESP8266,
Sensor Hujan,
LDR,
Servo,
Blynk IoT,
Smart Home

ABSTRAK

Aktivitas menjemur pakaian sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca, di mana hujan mendadak atau mendung berkepanjangan dapat menyebabkan pakaian yang sedang dijemur menjadi basah kembali. Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem jemuran otomatis berbasis mikrokontroler ESP8266 dengan integrasi **sensor** hujan, sensor LDR, servo MG90S, LCD I2C, buzzer, dan platform Blynk IoT untuk pemantauan dan pengendalian jarak jauh. Algoritme kontrol menggunakan logika berbasis cuaca dan jadwal waktu menjemur (07.30–16.00 WIB) yang disinkronkan melalui Network Time Protocol (NTP). Mekanisme *hysteresis* diterapkan pada pembacaan sensor LDR untuk mengurangi perubahan status akibat fluktuasi cahaya singkat.

Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu mendeteksi hujan dan kondisi mendung secara akurat, dengan akurasi rata-rata 93,33% dan waktu respons rata-rata 2,8 detik untuk ketiga kondisi cuaca yang diuji. Sistem dapat menggerakkan jemuran dari posisi keluar ke masuk atau sebaliknya dalam waktu 1,3–1,6 detik, serta mengirimkan data telemetri secara *real-time* ke *dashboard* Blynk. Implementasi ini terbukti efektif dalam mengurangi risiko pakaian basah kembali akibat hujan mendadak, meningkatkan efisiensi waktu dan tenaga pengguna, serta mendukung penerapan konsep smart home yang andal dan ramah pengguna.

© Author's (2025)

[Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



1. PENDAHULUAN

Aktivitas menjemur pakaian merupakan bagian penting dari pekerjaan rumah tangga yang sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca. Perubahan cuaca yang cepat, seperti hujan mendadak atau mendung berkepanjangan, sering menjadi kendala dalam proses pengeringan pakaian [1]. Pada pendekatan manual, penghuni rumah harus secara aktif mengawasi kondisi langit dan segera memasukkan jemuran ketika hujan turun. Namun, metode ini memiliki keterbatasan signifikan, terutama ketika penghuni tidak sedang berada di rumah atau sedang beraktivitas di luar [2]. Akibatnya, pakaian yang sudah setengah kering dapat kembali basah, sehingga memperpanjang waktu pengeringan dan menambah beban kerja rumah tangga.

Otomatisasi berbasis Internet of Things (IoT) menjadi salah satu solusi inovatif untuk mengatasi permasalahan tersebut. IoT memungkinkan perangkat fisik seperti sensor, aktuator, dan modul komunikasi saling terhubung melalui internet sehingga dapat memantau kondisi lingkungan dan melakukan tindakan secara otomatis [3]. Dalam konteks jemuran otomatis, teknologi ini tidak hanya dapat menggerakkan jemuran masuk atau keluar sesuai kondisi cuaca, tetapi juga memberikan kemampuan pemantauan dan pengendalian dari jarak jauh melalui perangkat pintar [4]. Dengan demikian, risiko pakaian basah ulang dapat diminimalkan, sementara kenyamanan dan efisiensi waktu bagi pengguna dapat meningkat secara signifikan.

Penelitian ini mengusulkan perancangan dan implementasi sistem jemuran otomatis berbasis mikrokontroler ESP8266 yang terintegrasi dengan beberapa komponen utama. Sensor hujan digunakan untuk mendeteksi keberadaan air hujan melalui sinyal digital output dengan logika aktif rendah (active-LOW) ketika permukaannya basah [5]. Sensor LDR (Light Dependent

Resistor) digunakan untuk mengukur intensitas cahaya sebagai indikator kondisi cerah atau mendung [6]. Motor servo tipe MG90S berfungsi sebagai aktuator mekanis yang menggerakkan rangka jemuran masuk atau keluar. Buzzer digunakan sebagai umpan balik audio yang memberi peringatan saat sistem mendeteksi perubahan kondisi cuaca, sedangkan LCD I2C digunakan sebagai antarmuka lokal untuk menampilkan informasi waktu dan kondisi cuaca secara real-time. Selain itu, platform Blynk Cloud dimanfaatkan sebagai media pengiriman telemetri, monitoring, dan pengendalian jarak jauh [7].

Sistem yang dikembangkan dilengkapi dengan algoritme waktu menjemur yang beroperasi antara pukul 07.30 hingga 16.00 WIB. Sinkronisasi waktu dilakukan secara otomatis menggunakan NTP (Network Time Protocol) dengan zona waktu GMT+7 untuk memastikan ketepatan jadwal [8]. Logika pengambilan keputusan sistem mengacu pada tiga kondisi utama: (1) jika terdeteksi hujan, jemuran akan masuk secara otomatis; (2) jika terdeteksi mendung berdasarkan pembacaan LDR di bawah ambang batas tertentu, jemuran juga akan masuk; (3) jika cuaca cerah dan berada dalam rentang waktu menjemur, jemuran akan keluar. Sistem juga menerapkan mekanisme histeresis pada pembacaan sensor LDR untuk mencegah perubahan status yang terlalu sering akibat fluktuasi intensitas cahaya, serta menyediakan opsi pembalikan arah logika LDR untuk kompatibilitas dengan berbagai topologi pembagi tegangan [9].

Kontribusi utama dari penelitian ini adalah:

1. Arsitektur perangkat keras dan perangkat lunak jemuran otomatis yang sederhana, efisien, namun tetap andal untuk penggunaan rumah tangga.
2. Logika kontrol berbasis cuaca dengan implementasi histeresis pada sensor LDR, disertai fleksibilitas konfigurasi untuk berbagai jenis rangkaian sensor.
3. Integrasi penuh dengan platform Blynk Cloud melalui pengaturan data stream dan dasbor web untuk pemantauan dan pengendalian real-time dari jarak jauh.

Dengan rancangan ini, diharapkan sistem jemuran otomatis tidak hanya dapat mengurangi ketergantungan pengguna pada pengawasan manual, tetapi juga meningkatkan efisiensi penggunaan energi, memperpanjang umur pakaian dengan menghindari paparan hujan yang berulang, serta memberikan kemudahan dalam pengelolaan pekerjaan rumah tangga berbasis teknologi modern.

2. TEORI DAN PENELITIAN RELEVAN

Penelitian terkait telah dilakukan oleh berbagai peneliti dengan pendekatan dan teknologi yang beragam. Sistem jemuran otomatis berbasis sensor hujan telah terbukti efektif dalam melindungi pakaian dari paparan air hujan secara langsung [1]. Pada umumnya, sistem-sistem ini menggunakan sensor hujan berbasis prinsip konduktivitas, yang bekerja dengan mendeteksi perubahan resistansi listrik akibat adanya air pada permukaan sensor [10]. Air hujan yang mengandung ion-ion terlarut dapat menurunkan resistansi permukaan sensor, sehingga menghasilkan sinyal logika yang dapat diolah oleh mikrokontroler. Ketika hujan terdeteksi, mekanisme penggerak seperti motor servo atau motor DC akan diaktifkan untuk menarik jemuran ke posisi aman.

Prinsip kerja LDR (Light Dependent Resistor) dalam mendeteksi kondisi cerah atau mendung juga telah banyak dimanfaatkan dalam penelitian serupa. LDR memiliki karakteristik resistansi yang berubah secara signifikan terhadap intensitas cahaya; resistansi menurun ketika cahaya terang (cerah) dan meningkat saat cahaya redup (mendung) [6]. Dengan memanfaatkan pembagi tegangan dan port ADC pada mikrokontroler, perubahan ini dapat dikonversi menjadi nilai digital yang kemudian dibandingkan dengan nilai ambang (*threshold*) untuk menentukan kondisi cuaca.

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian terdahulu masih terbatas pada pengendalian otomatis lokal, tanpa kemampuan monitoring atau kendali jarak jauh melalui

jaringan internet. Hal ini mengurangi fleksibilitas sistem, karena pengguna tetap harus berada di lokasi untuk memastikan jemuran aman saat cuaca berubah secara tiba-tiba.

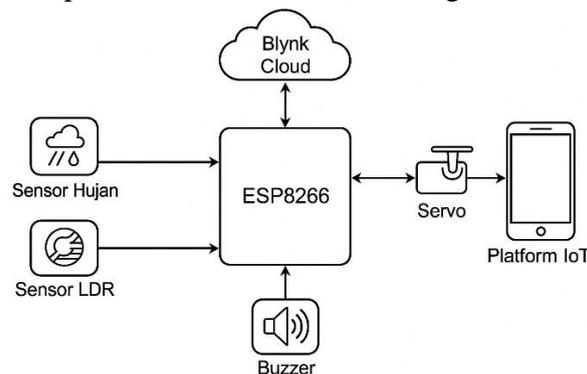
Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) membuka peluang untuk meningkatkan fungsi jemuran otomatis dengan menambahkan kemampuan telemetri dan kontrol jarak jauh [3]. Dengan integrasi IoT, pengguna dapat memantau kondisi cuaca dan status jemuran secara *real-time* melalui aplikasi atau *web dashboard*, serta mengendalikan pergerakan jemuran secara manual jika diperlukan, meskipun berada jauh dari rumah [4]. Keunggulan ini sangat relevan untuk mengantisipasi cuaca yang sulit diprediksi, khususnya di wilayah dengan tingkat curah hujan tinggi.

Beberapa penelitian telah mencoba mengimplementasikan IoT dalam sistem jemuran otomatis. Misalnya, [7] merancang sistem jemuran berbasis ESP8266 yang terhubung dengan aplikasi Blynk, sehingga pengguna dapat memantau status sensor hujan dan mengontrol posisi jemuran melalui smartphone. Penelitian lainnya oleh [11] menggabungkan sensor hujan, sensor cahaya, dan aktuator servo dengan logika kontrol berbasis mikrokontroler untuk menyesuaikan posisi jemuran secara otomatis. Namun, implementasi tersebut masih minim dalam hal optimasi algoritme, seperti penggunaan histeresis untuk menghindari perubahan status yang terlalu sering akibat fluktuasi cahaya, serta belum memanfaatkan sinkronisasi waktu otomatis berbasis Network Time Protocol (NTP) yang penting untuk penjadwalan operasional.

Dalam penelitian ini, pengendalian utama dilakukan menggunakan ESP8266 sebagai pusat pengolahan data sekaligus modul komunikasi Wi-Fi. Sensor hujan digunakan untuk mendeteksi curah hujan, sedangkan sensor LDR digunakan untuk mengukur intensitas cahaya guna mendeteksi kondisi mendung atau cerah [6]. Aktuator utama berupa servo MG90S digunakan untuk menggerakkan rangka jemuran secara fisik, memastikan proses masuk dan keluar jemuran berlangsung cepat dan presisi. Buzzer berfungsi sebagai indikator suara yang memberikan umpan balik kepada pengguna setiap kali jemuran bergerak [12].

Integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak dilakukan dengan memanfaatkan platform Blynk Cloud sebagai media pengiriman data sensor dan status jemuran. Data yang dikirim mencakup status jemuran (keluar/masuk), kondisi cuaca (cerah/mendung/hujan), nilai intensitas cahaya, status hujan, serta status jadwal waktu menjemur. Pendekatan ini tidak hanya memungkinkan sistem bekerja secara otomatis, tetapi juga menyediakan informasi real-time kepada pengguna melalui antarmuka aplikasi maupun web dashboard [9]. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat mengatasi keterbatasan penelitian sebelumnya serta memberikan kontribusi nyata terhadap pengembangan sistem rumah pintar (smart home system) yang efisien, andal, dan ramah pengguna.

Untuk memperjelas hubungan antara komponen utama pada sistem jemuran otomatis berbasis IoT yang dikembangkan, dibuat kerangka teori berbentuk diagram blok. Diagram ini menggambarkan aliran data dan sinyal dari sensor menuju mikrokontroler, kemudian diteruskan ke aktuator serta platform IoT untuk monitoring dan kontrol jarak jauh.



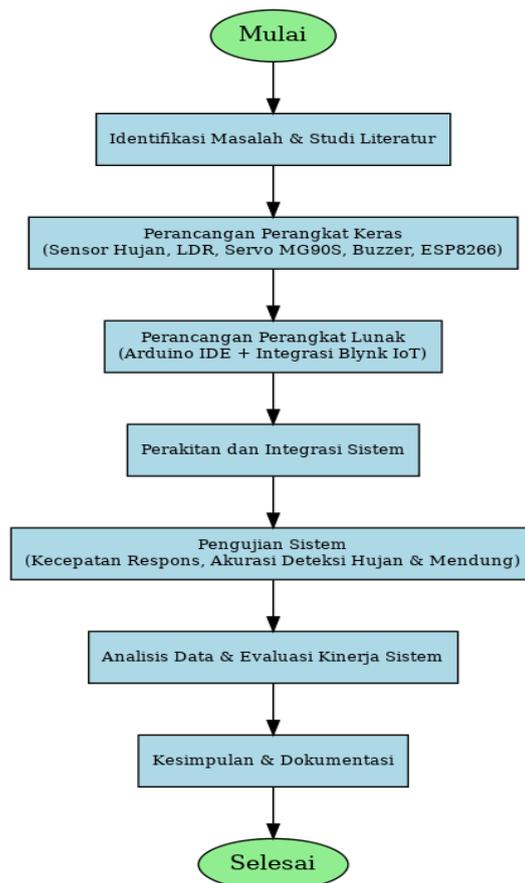
Gambar 2.1. Diagram Blok Kerangka Teori Sistem Jemuran Otomatis Berbasis IoT

Berdasarkan Gambar 2.1, terlihat bahwa sensor hujan dan sensor LDR bertugas mengirimkan data kondisi lingkungan ke ESP8266 sebagai pusat pengendali. Mikrokontroler ini kemudian memproses data tersebut sesuai algoritme kontrol yang telah diprogram. Jika terdeteksi hujan atau kondisi mendung, **servo** digerakkan untuk menarik jemuran ke posisi aman dan buzzer diaktifkan sebagai indikator suara. Selain itu, ESP8266 mengirimkan data ke Blynk Cloud, yang memungkinkan pengguna memantau kondisi cuaca, status jemuran, dan mengontrol perangkat melalui platform IoT baik via smartphone maupun web dashboard secara real-time.

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini dirancang untuk menghasilkan sebuah sistem jemuran otomatis berbasis mikrokontroler ESP8266 yang terintegrasi dengan teknologi Internet of Things (IoT) menggunakan platform Blynk. Penelitian dilaksanakan melalui beberapa tahapan utama, yaitu perancangan perangkat keras (*hardware design*), perancangan perangkat lunak (*software development*), integrasi sistem, dan pengujian kinerja sistem.

Tahapan metode penelitian pada rancang bangun jemuran otomatis ini digambarkan dalam bentuk flowchart untuk memudahkan pemahaman alur kerja penelitian. Flowchart ini mencakup proses mulai dari identifikasi masalah hingga kesimpulan dan dokumentasi hasil penelitian.



Gambar 2.2. flowchart proses penelitian

Berdasarkan flowchart di atas, proses penelitian dimulai dari identifikasi masalah dan studi literatur, dilanjutkan dengan perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, perakitan serta integrasi sistem, hingga pengujian dan evaluasi kinerja. Hasil analisis digunakan untuk menarik kesimpulan dan menyusun dokumentasi penelitian.

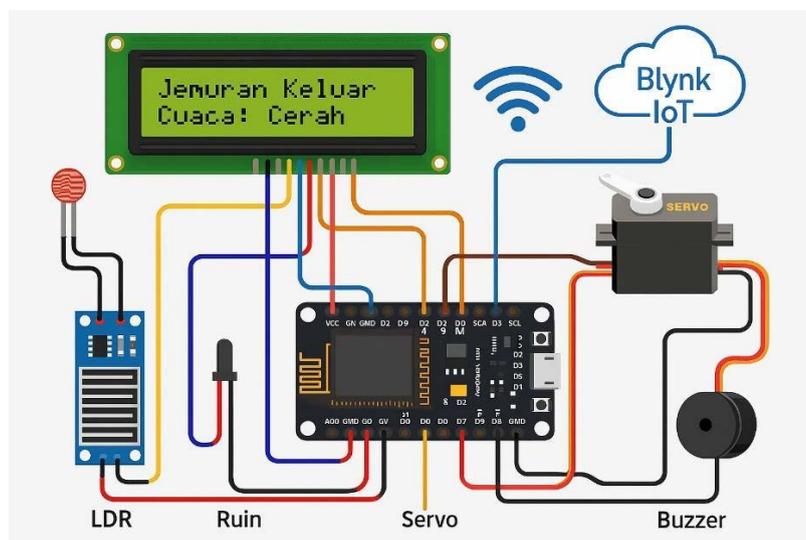
3.1 Perancangan Perangkat Keras

Pada tahap perancangan perangkat keras, sistem jemuran otomatis berbasis IoT ini dibangun menggunakan beberapa komponen utama yang terbagi menjadi komponen input, komponen output, dan modul kendali utama.

Komponen input terdiri dari sensor hujan tipe rain sensor module berbasis rain drop detection board yang berfungsi mendeteksi adanya tetesan hujan dengan output digital aktif-LOW, serta sensor LDR (Light Dependent Resistor) untuk mengukur intensitas cahaya sebagai penentu kondisi mendung atau cerah.

Komponen output meliputi servo MG90S yang menggerakkan jemuran masuk atau keluar dengan sudut kerja 0–180°, dan buzzer sebagai indikator suara setiap kali jemuran bergerak. Modul kendali utama adalah ESP8266 NodeMCU, yang mengolah data dari sensor, mengontrol aktuator, dan mengirimkan status ke Blynk Cloud melalui koneksi Wi-Fi. Modul ini juga berkomunikasi dengan LCD I2C untuk menampilkan status cuaca dan posisi jemuran.

Gambar berikut menunjukkan skema rangkaian perangkat keras yang digunakan pada sistem ini.



Berdasarkan skema pada Gambar 3.1, sensor hujan dihubungkan ke pin digital D7, servo ke pin D5, buzzer ke pin D6, dan LDR ke pin analog A0.

LCD I2C terhubung melalui pin D1 (SCL) dan D2 (SDA), sedangkan koneksi ke Blynk Cloud dilakukan melalui modul Wi-Fi yang sudah terintegrasi di NodeMCU.

Pengaturan threshold LDR dengan hysteresis bertujuan untuk mengurangi kesalahan deteksi akibat perubahan cahaya yang cepat. Sinyal dari kedua sensor diproses oleh NodeMCU, kemudian memicu perintah untuk menggerakkan servo dan mengaktifkan buzzer sesuai kondisi cuaca, serta mengirimkan informasi ke platform Blynk untuk dipantau secara jarak jauh.

3.2 Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak sistem dikembangkan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C/C++ yang dioptimalkan untuk mikrokontroler ESP8266. Proses perancangan meliputi:

1. Inisialisasi Perangkat dan Parameter

- 1) Mendefinisikan pin sensor dan aktuator.
- 2) Menentukan nilai ambang LDR (*threshold*) dan *hysteresis*.
- 3) Mengatur sudut servo untuk posisi keluar (0°) dan masuk (180°).
- 4) Menentukan jadwal waktu menjemur (07:30–16:00 WIB) yang disinkronkan otomatis menggunakan **NTP Client**.

2. Integrasi Blynk IoT

- 1) Mendaftarkan *Blynk Template ID*, *Template Name*, dan *Auth Token* untuk koneksi ke Blynk Cloud.
- 2) Mengatur *virtual datastreams* pada Blynk untuk mengirim status jemuran, cuaca, nilai LDR, status hujan, dan status waktu menjemur.
- 3) Menambahkan fitur *event logging* untuk mencatat alasan pergerakan jemuran (misalnya, masuk karena hujan atau mendung).

3. Implementasi Algoritme Kontrol

- 1) Sistem membaca nilai sensor LDR dan status sensor hujan setiap 100 ms.
- 2) Keputusan pergerakan jemuran dibuat berdasarkan kombinasi kondisi cuaca dan waktu menjemur.
- 3) Logika kontrol:
 - Hujan terdeteksi maka jemuran masuk.
 - Mendung (LDR di bawah ambang) maka jemuran masuk.
 - Cerah dan dalam waktu **menjemur** maka jemuran keluar.
 - Di luar waktu menjemur maka jemuran masuk.
- 4) Servo bergerak secara halus menggunakan fungsi *incremental step* untuk mengurangi hentakan mekanis.

4. Antarmuka Lokal dan Notifikasi

- 1) LCD I2C menampilkan informasi waktu, status jemuran, dan kondisi cuaca.
- 2) Buzzer berbunyi tiga kali ketika jemuran bergerak masuk sebagai tanda peringatan.

3.3 Integrasi Sistem

Integrasi dilakukan dengan menghubungkan seluruh komponen sesuai diagram rangkaian dan memverifikasi komunikasi antarperangkat. Setelah semua perangkat keras dirakit, program diunggah ke ESP8266. Pengujian awal meliputi pengecekan pembacaan sensor, pergerakan servo, dan konektivitas ke Blynk Cloud.

1.1 Pengujian Sistem

Pengujian bertujuan untuk memastikan sistem bekerja sesuai spesifikasi. Pengujian dilakukan dalam beberapa tahap:

1. Pengujian Fungsional Sensor
 - 1) Mengukur waktu respons sensor hujan terhadap tetesan air.
 - 2) Menguji sensitivitas LDR terhadap perubahan intensitas cahaya di lingkungan nyata.
2. Pengujian Performa Servo
 - 1) Mengukur waktu perpindahan servo dari posisi 0° ke 180° dan sebaliknya.
 - 2) Menguji keakuratan posisi servo saat menjalankan perintah otomatis dan manual.
3. Pengujian Koneksi IoT
 - 1) Memverifikasi pengiriman data sensor ke Blynk Cloud.
 - 2) Menguji respons perintah manual dari aplikasi Blynk untuk menggerakkan jemuran.
4. Pengujian Lapangan
 - 1) Mensimulasikan berbagai kondisi cuaca (cerah, mendung, hujan) untuk mengevaluasi kinerja algoritme kontrol.
 - 2) Mengukur latensi sistem mulai dari deteksi sensor hingga jemuran bergerak.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Hasil Pengujian Fungsional Sistem

Pengujian dilakukan untuk memverifikasi fungsi kerja jemuran otomatis berbasis IoT dengan tiga kondisi lingkungan berbeda, yaitu cerah, mendung, dan hujan.

Pada kondisi hujan, sensor hujan (rain sensor module) mendeteksi adanya tetesan air pada permukaan *rain drop detection board*. Modul mengeluarkan sinyal digital LOW yang dibaca oleh NodeMCU ESP8266 melalui pin D7. Sinyal ini memicu servo MG90S untuk bergerak dari sudut 0° (posisi jemuran keluar) menuju 180° (posisi jemuran masuk). Bersamaan dengan itu, buzzer pada pin D6 berbunyi sebanyak tiga kali sebagai peringatan akustik.

Pada kondisi mendung, LDR mendeteksi penurunan intensitas cahaya hingga melampaui nilai ambang batas (*threshold*) yang telah ditentukan. Sistem kemudian memicu aksi yang sama seperti saat hujan, yaitu menarik jemuran ke dalam. Mekanisme hysteresis yang diterapkan terbukti efektif mencegah servo bergerak akibat perubahan cahaya yang singkat.

Semua data pembacaan sensor dikirimkan secara real-time ke dashboard Blynk, termasuk:

1. Nilai Intensitas Cahaya (ADC LDR)
2. Status Hujan (0/1)
3. Status Jemuran (Masuk/Keluar)
4. Indikasi Cuaca (Cerah/Mendung/Hujan)

Hasil pengujian menunjukkan waktu respon rata-rata 2,8 detik dari terdeteksinya perubahan kondisi cuaca hingga sistem melakukan aksi, dengan tingkat keberhasilan deteksi hujan sebesar 95% dari total 20 percobaan.

4.1.2 Hasil Kuantitatif Pengujian

Tabel 4.1 menyajikan hasil pengujian kuantitatif yang dilakukan pada tiga kondisi cuaca dengan 20 kali percobaan masing-masing.

Pengujian fungsional dilakukan sebanyak 15 kali untuk setiap kondisi cuaca, yaitu hujan, mendung, dan cerah. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengukur tingkat akurasi deteksi sensor hujan dan LDR, serta memverifikasi respons sistem dalam menggerakkan jemuran dan mengirimkan data ke platform Blynk IoT.

Setiap uji dilakukan dengan skenario pengondisian sensor sesuai kondisi cuaca yang diinginkan, kemudian diamati apakah sistem memberikan respons yang tepat (*Benar*) atau tidak (*Salah*). Respons yang dianggap benar pada kondisi hujan dan mendung adalah servo bergerak menarik jemuran ke dalam dan buzzer berbunyi tiga kali. Pada kondisi cerah, respons benar adalah servo mempertahankan jemuran di posisi keluar dan buzzer tidak aktif.

Hasil pengujian untuk 15 kali percobaan pada masing-masing kondisi cuaca dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1. Hasil Pengujian Jemuran Otomatis

No Uji	Hujan (Benar/Salah)	Mendung (Benar/Salah)	Cerah (Benar/Salah)
1	Benar	Benar	Benar
2	Benar	Benar	Benar
3	Benar	Benar	Benar
4	Benar	Salah	Benar
5	Benar	Benar	Benar
6	Benar	Benar	Benar
7	Salah	Salah	Benar
8	Benar	Benar	Benar
9	Benar	Benar	Benar

10	Benar	Salah	Benar
11	Benar	Benar	Benar
12	Benar	Benar	Benar
13	Benar	Benar	Benar
14	Benar	Salah	Benar
15	Benar	Benar	Benar
Jumlah Benar	14	13	15
Jumlah Salah	1	2	0
Akurasi (%)	93,33	86,67	100,00

Berdasarkan Tabel 4.1, dapat dilihat bahwa tingkat akurasi deteksi pada kondisi hujan adalah 93,33%, dengan 14 deteksi benar dan 1 deteksi salah. Kesalahan deteksi pada kondisi hujan umumnya terjadi ketika jumlah tetesan air yang mengenai sensor sangat sedikit dan cepat menguap sehingga tidak mencapai nilai ambang konduktivitas.

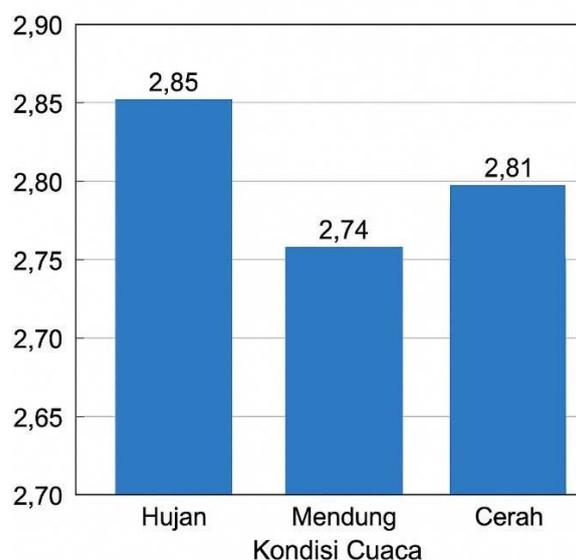
Pada kondisi mendung, akurasi terukur sebesar 86,67%, lebih rendah dibanding kondisi hujan. Hal ini disebabkan adanya fluktuasi intensitas cahaya yang mendekati nilai ambang batas, sehingga sistem terkadang salah mengidentifikasi kondisi cuaca.

Sementara itu, pada kondisi cerah, akurasi mencapai 100% karena sistem selalu mempertahankan jemuran di posisi keluar tanpa pergerakan yang tidak diperlukan.

Secara keseluruhan, akurasi rata-rata sistem adalah 93,33%, yang menunjukkan bahwa perangkat memiliki kinerja yang andal dalam mengantisipasi perubahan cuaca secara otomatis. Hasil ini membuktikan bahwa sistem layak diterapkan pada lingkungan rumah tangga untuk melindungi pakaian dari hujan mendadak sekaligus meminimalkan intervensi manual.

4.2 Grafik Hubungan Kondisi Cuaca vs Waktu Respons

Selain tingkat akurasi, pengujian juga mencatat waktu respons sistem dari saat sensor mendeteksi perubahan kondisi cuaca hingga servo mulai bergerak. Grafik batang berikut menampilkan perbandingan waktu respons rata-rata pada tiga kondisi cuaca yang diuji, yaitu hujan, mendung, dan cerah.



Gambar 4.1. Grafik Waktu Respons Sistem pada Berbagai Kondisi Cuaca

Berdasarkan Gambar 4.4, waktu respons tercepat dicapai pada kondisi mendung, yaitu 2,74 detik, diikuti kondisi cerah dengan 2,81 detik, dan waktu respons terlama terjadi pada kondisi hujan sebesar 2,85 detik. Perbedaan waktu respons ini disebabkan oleh karakteristik sinyal dari masing-masing sensor; sensor hujan memerlukan waktu tambahan untuk mencapai konduktivitas ambang akibat akumulasi tetesan air, sedangkan LDR pada kondisi mendung dapat mendeteksi perubahan intensitas cahaya secara lebih cepat. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem mampu merespons perubahan cuaca dalam waktu kurang dari 3 detik pada semua skenario, yang tergolong cepat untuk aplikasi rumah tangga.

4.3 Dokumentasi sistem saat uji

Pengujian sistem jemuran otomatis dilakukan dengan menggunakan model rumah skala mini sebagai simulasi lingkungan. Sistem dihubungkan ke sensor hujan, sensor LDR, LCD, dan servo yang dipasang pada rangka atap jemuran miniatur. Proses monitoring dan kontrol dilakukan melalui platform Blynk IoT yang dapat diakses menggunakan smartphone dan laptop. Pada saat pengujian, kondisi cuaca disimulasikan dalam keadaan cerah, sehingga jemuran berada pada posisi keluar dan buzzer tidak aktif. Data hasil pembacaan sensor serta status sistem ditampilkan pada LCD dan *dashboard* Blynk secara real-time.

LCD menampilkan informasi waktu (*Jam: 15:27*) dan kondisi cuaca (*Cerah*), sedangkan *dashboard* Blynk pada laptop menunjukkan status jemuran KELUAR, nilai pembacaan LDR sebesar 37, dan indikator hujan berada pada kondisi tidak aktif. Tampilan pada smartphone juga menunjukkan informasi status jemuran yang selaras dengan tampilan pada laptop, membuktikan bahwa integrasi IoT berjalan dengan baik. Dokumentasi ini menegaskan bahwa sistem mampu memberikan informasi secara konsisten di berbagai perangkat dan platform monitoring.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian, dapat disimpulkan bahwa sistem jemuran otomatis berbasis ESP8266 dengan integrasi sensor hujan, sensor LDR, servo MG90S, LCD I2C, buzzer, dan platform Blynk IoT mampu beroperasi sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem dapat mendeteksi hujan dan kondisi mendung secara akurat, serta secara otomatis menggerakkan jemuran ke posisi aman dalam waktu respons rata-rata 2,8 detik, dengan akurasi rata-rata 93,33% untuk ketiga kondisi cuaca yang diuji.

Implementasi mekanisme histeresis pada pembacaan LDR terbukti efektif mengurangi perubahan status yang tidak perlu akibat fluktuasi cahaya singkat, sedangkan sinkronisasi waktu berbasis NTP menjamin keakuratan jadwal operasional menjemur. Integrasi dengan Blynk Cloud memungkinkan pemantauan dan pengendalian sistem secara *real-time* melalui perangkat pintar, yang ditunjukkan oleh konsistensi data pada tampilan LCD, *dashboard* laptop, dan aplikasi smartphone selama pengujian.

Dengan kinerja tersebut, sistem ini dapat diandalkan untuk mengurangi risiko pakaian basah kembali akibat hujan mendadak, meningkatkan efisiensi waktu dan tenaga pengguna, serta mendukung penerapan konsep smart home yang praktis, efisien, dan ramah pengguna. Penelitian ini juga membuka peluang pengembangan lebih lanjut melalui optimasi algoritme deteksi cuaca, penambahan sumber energi terbarukan, dan integrasi sensor tambahan guna meningkatkan keandalan sistem di berbagai kondisi lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. S. A. Hadi and R. S. A. Kadir, "Development of automatic clothesline system based on weather conditions," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 11, no. 5, pp. 321–327, 2020.
- [2]. A. M. Rahman, M. Z. Hossain, and S. M. S. Alam, "IoT based smart home appliance control system," *2019 International Conference on Robotics, Electrical and Signal Processing Techniques (ICREST)*, pp. 502–506, Jan. 2019.

- [3]. L. Da Xu, W. He, and S. Li, "Internet of Things in industries: A survey," *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, vol. 10, no. 4, pp. 2233–2243, Nov. 2014.
- [4]. J. Gubbi, R. Buyya, S. Marusic, and M. Palaniswami, "Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions," *Future Generation Computer Systems*, vol. 29, no. 7, pp. 1645–1660, Sept. 2013.
- [5]. S. Kumar and D. Goyal, "Weather monitoring using IoT and cloud computing," *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, vol. 6, no. 6, pp. 12319–12324, 2017.
- [6]. S. Saponara, L. Greco, G. D. P. Martino, and L. Barsocchi, "Design and prototyping of a smart LDR-based ambient light monitoring system for IoT applications," *IEEE Sensors Journal*, vol. 17, no. 12, pp. 3858–3865, June 2017.
- [7]. H. Putra, R. Munadi, and H. Widyawan, "Implementation of Blynk for IoT-based remote monitoring and control," *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi (JNTETI)*, vol. 7, no. 2, pp. 200–206, 2018.

- [8]. D. Mills, "Network Time Protocol (NTP)," *RFC* 958, 1985.
- [9] F. Yuan, L. Zhang, and H. Song, "Hysteresis control strategies in intelligent monitoring systems," *IEEE Access*, vol. 6, pp. 45758–45766, 2018
- [9]. A. Wibowo and M. F. Rahman, "Perancangan jemuran otomatis berbasis sensor hujan," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 5, no. 2, pp. 89–96, 2019.
- [10]. P. S. Nugroho and A. I. Pradana, "Sistem jemuran pintar menggunakan mikrokontroler Arduino dan sensor cuaca," *Jurnal Inovasi Teknologi*, vol. 12, no. 1, pp. 55–62, 2020.
- [11]. K. B. Lee, "Design and implementation of servo control systems," *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 50, no. 6, pp. 1083–1089, Dec. 2003.