

Implementasi Sistem Jemuran Otomatis Berbasis IoT Menggunakan NodeMCU ESP8266 Dengan Notifikasi Telegram

Ahmad Taufik¹, Maxsi Ary², Phitsa Mauliana³

^{1,3}Program Studi Teknik Informatika, Universitas Adhirajasa Reswara Sanjaya

²Program Studi Sistem Informasi, Universitas Adhirajasa Reswara Sanjaya

e-mail: ¹ahmdtfk7@gmail.com, ²maxsi@ars.ac.id, ³phitsa@ars.ac.id

Abstrak

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) telah mendorong inovasi dalam otomasi rumah tangga, salah satunya adalah sistem jemuran pakaian otomatis. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem jemuran otomatis berbasis IoT menggunakan NodeMCU ESP8266 yang dilengkapi sensor cahaya (LDR), sensor hujan, serta kontrol dan notifikasi melalui aplikasi Telegram. Sistem dirancang untuk mendeteksi kondisi cuaca secara real-time dan menggerakkan jemuran secara otomatis maupun manual. Metode pengembangan menggunakan model ADDIE yang terdiri dari tahap analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki rata-rata waktu respon sebesar 10,90 detik dan mampu memberikan notifikasi cuaca serta menjalankan perintah kontrol melalui Telegram secara real-time. Berdasarkan hasil tersebut, sistem ini efektif dalam meningkatkan efisiensi proses penjemuran pakaian serta layak dikembangkan lebih lanjut sebagai solusi otomatisasi rumah tangga berbasis IoT.

Kata kunci— *Internet of Things*, NodeMCU ESP8266, jemuran otomatis, sensor cahaya, sensor hujan, bot telegram.

Abstract

The rapid development of Internet of Things (IoT) technology has driven innovation in home automation, one of which is an automatic clothes drying system. This research aims to develop an IoT-based automatic drying system using NodeMCU ESP8266 equipped with a light-dependent resistor (LDR), a rain sensor, and control/notification features via the Telegram application. The system is designed to detect weather conditions in real-time and operate the drying rack automatically or manually. The development method follows the ADDIE model, consisting of analysis, design, development, implementation, and evaluation stages. Testing results show that the system has an average response time of 10.90 seconds and is capable of providing real-time weather notifications and executing control commands via Telegram. Based on these results, the system proves effective in improving the efficiency of the clothes-drying process and is suitable for further development as an IoT-based smart home automation solution.

Keywords— *Internet of Things*, NodeMCU ESP8266, automatic clothes dryer, light sensor, rain sensor, telegram bot.

Corresponding Author:

Maxsi Ary,

Email: maxsi@ars.ac.id

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi di era modern semakin pesat, terutama dalam penerapan *Internet of Things* (IoT) yang memungkinkan sistem bekerja secara otomatis serta memberikan akses kontrol jarak jauh [1]. Salah satu penerapan IoT yang bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari

adalah sistem jemuran otomatis, yang dapat meningkatkan efisiensi proses pengeringan pakaian dengan mendeteksi kondisi cuaca secara real [2].

Pada umumnya, sistem jemuran konvensional masih bergantung pada pemantauan manual oleh pengguna. Hal ini sering kali menyebabkan pemborosan waktu dan tenaga, terutama saat terjadi perubahan cuaca secara tiba-tiba [3]. Metode manual seperti menjemur dan memantau kondisi cuaca secara terus-menerus dinilai kurang efisien dan sering kali menyebabkan pakaian basah kembali atau tidak kering sempurna [4]. Oleh karena itu, diperlukan suatu solusi inovatif untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Dengan menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266, sensor cahaya (LDR), dan sensor hujan, sistem dapat merespons perubahan lingkungan secara otomatis tanpa intervensi manual [5]. ESP8266 berperan sebagai modul komunikasi nirkabel yang mempermudah akses internet pada perangkat dan juga berfungsi sebagai mikrokontroler [6]. Selain itu, integrasi Telegram sebagai antarmuka notifikasi memungkinkan pengguna menerima informasi status jemuran secara real-time serta melakukan kontrol jarak jauh [5].

Konsep Internet of Things (IoT) merupakan kumpulan perangkat elektronik yang saling terhubung dan berkomunikasi dengan pengguna melalui internet guna memungkinkan pengawasan atau pengendalian tanpa intervensi manual [7]. Dalam aplikasinya, IoT memungkinkan pertukaran data antar perangkat sehingga dapat digunakan untuk sistem monitoring dan kontrol jarak jauh [8]. Penggunaan platform IoT eksternal telah menunjukkan potensi besar dalam skala rumah tangga hingga perangkat lebih canggih [9].

Sensor cahaya (LDR) digunakan untuk mendeteksi intensitas cahaya lingkungan, baik dalam kondisi siang maupun malam hari [10]. Sementara itu, sensor hujan berfungsi untuk mendeteksi keberadaan air hujan dan mengukur tingkat curah hujan [11]. Dengan kombinasi kedua sensor ini, sistem dapat memastikan bahwa jemuran hanya keluar saat cuaca cerah dan masuk ketika hujan turun [12].

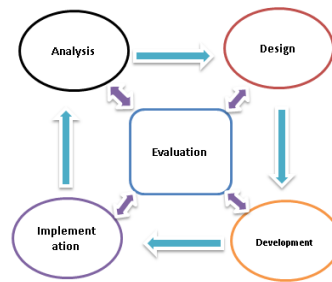
Telegram sebagai salah satu aplikasi pesan instan memiliki protokol keamanan tinggi dan fitur API yang memungkinkan pengembangan bot untuk notifikasi otomatis [13]. Bot dapat dikembangkan dalam mode Telegram Bot untuk memberikan respons otomatis kepada pengguna, memudahkan interaksi dan kontrol jarak.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan "Implementasi Sistem Jemuran Pakaian Otomatis Berbasis IoT Menggunakan ESP8266 Dan Notifikasi Melalui Telegram". Sistem ini dirancang untuk memberikan solusi praktis dan efektif dalam proses penjemuran pakaian dengan memanfaatkan teknologi IoT, sensor cuaca, dan komunikasi real-time melalui Telegram [14]. Inovasi dari penelitian ini terletak pada integrasi Telegram sebagai antarmuka kontrol dan notifikasi yang jarang ditemukan pada sistem sejenis, serta penggunaan NodeMCU ESP8266 sebagai pusat kendali yang hemat biaya dan mudah dikembangkan [15].

2. METODE PENELITIAN

2.1. Alur Penelitian

Proses pelaksanaan penelitian dirancang secara sistematis guna mencapai hasil yang diharapkan. Dalam proses perancangan dan pengembangan Sistem Jemuran Otomatis Berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan NodeMCU ESP8266 dan notifikasi Telegram, penelitian ini mengadopsi pendekatan model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Model ADDIE memberikan struktur yang terarah dalam pengembangan sistem, dimulai dari tahap analisis kebutuhan, perancangan sistem, pengembangan perangkat, implementasi di lapangan, hingga tahap evaluasi untuk memastikan efektivitas dan fungsionalitas sistem jemuran otomatis secara menyeluruh.



Gambar 1. Diagram Metode ADDIE

2.1.1. Analisis

Tahap ini mencakup analisis menyeluruh terhadap rencana penelitian yang akan dilakukan. Dalam proses analisis tersebut, langkah-langkah yang dilakukan meliputi penentuan tujuan penelitian, identifikasi kebutuhan pengguna, pemilihan metode penelitian yang sesuai, serta menentukan objek yang akan diuji. Objek uji yang ditetapkan mencakup sistem jemuran otomatis yang dapat bergerak secara (keluar/masuk) secara otomatis berdasarkan kondisi cuaca seperti cahaya matahari dan hujan, serta dilengkapi dengan fitur kontrol manual dan notifikasi melalui aplikasi Telegram. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi dalam proses penjemuran pakaian agar tidak terkena hujan atau kondisi gelap secara tiba-tiba.

2.1.2. Desain

Tahap desain mencakup perancangan fisik untuk pengembangan alat sesuai kebutuhan sistem jemuran otomatis. Rangkaian alat dirancang dengan mempertimbangkan integrasi antara NodeMCU ESP8266, motor servo, sensor cahaya (LDR), sensor hujan, serta komponen pendukung lainnya. Selain itu, perancangan antarmuka pengguna juga dilakukan melalui aplikasi Telegram, sehingga pengguna dapat mengontrol pergerakan jemuran (keluar/masuk) secara manual dan menerima notifikasi status secara real-time.

2.1.3. Pengembangan

Pada tahap pengembangan, terdapat tiga langkah utama yang dijalankan. Langkah pertama adalah pembuatan perangkat keras, yang mencakup proses perancangan dan perakitan komponen fisik seperti NodeMCU ESP8266, sensor cahaya (LDR), sensor hujan, motor servo, serta komponen lainnya yang dibutuhkan dalam sistem jemuran otomatis. Tahapan ini melibatkan pemilihan komponen yang tepat serta perancangan rangkaian elektronik yang optimal agar sistem dapat bekerja secara otomatis maupun manual melalui kontrol Telegram.

Selanjutnya, dilanjutkan dengan proses pemrograman perangkat lunak. Firmware yang mengendalikan sistem jemuran otomatis serta memungkinkan komunikasi dengan aplikasi Telegram dibuat menggunakan bahasa pemrograman seperti C++ atau bahasa lain yang didukung oleh NodeMCU ESP8266. Dengan bantuan perangkat lunak tersebut, NodeMCU ESP8266 mampu terhubung ke jaringan WiFi, membaca data dari sensor cahaya dan sensor hujan, mengontrol pergerakan servo untuk memasukkan atau mengeluarkan jemuran, serta menerima perintah manual dan mengirim notifikasi status secara real-time melalui aplikasi Telegram.

Langkah terakhir adalah pengujian awal, yang bertujuan untuk memverifikasi fungsi dasar sistem, seperti kemampuan untuk menggerakkan jemuran secara otomatis berdasarkan kondisi cahaya dan hujan, serta mengontrol jemuran secara manual melalui aplikasi Telegram. Pengujian ini juga memastikan bahwa komunikasi antara NodeMCU ESP8266 dan aplikasi Telegram berjalan dengan baik. Secara keseluruhan, tahap pengembangan ini merupakan bagian penting dalam mewujudkan sistem jemuran otomatis berbasis IoT yang baik dan efektif.

2.1.4. Implementasi

Pelaksanaan sistem jemuran otomatis berbasis IoT dengan NodeMCU ESP8266 dan aplikasi Telegram merupakan bagian krusial dalam tahap pengembangan. Tahapan ini mencakup integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak, di mana NodeMCU ESP8266 dipasang pada sistem jemuran untuk mengendalikan pergerakan jemuran secara otomatis maupun manual, serta memantau kondisi lingkungan seperti cahaya dan hujan melalui sensor yang terpasang.

Setelah terpasang, perangkat dihubungkan ke jaringan WiFi dan dapat diakses oleh pengguna melalui aplikasi Telegram di perangkat seluler mereka. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk mengontrol sistem jemuran otomatis dari jarak jauh, seperti mengeluarkan atau memasukkan jemuran secara manual, serta menerima notifikasi kondisi cuaca secara real-time. Setelah tahap perancangan dan pengujian selesai, implementasi dilakukan dengan menerapkan perangkat pada sistem jemuran pakaian dan menempatkan sensor di area terbuka yang dapat mendeteksi intensitas cahaya dan curah hujan. Perangkat akan terhubung secara fisik ke motor servo dan sensor-sensor, serta tersambung ke jaringan WiFi, sehingga pengguna dapat mengontrol fungsi jemuran hanya melalui perintah yang dikirimkan melalui aplikasi Telegram yang telah terintegrasi dengan perangkat tersebut.

Selain itu, perangkat dilengkapi dengan fitur kontrol manual dan notifikasi otomatis yang dapat diakses secara real-time melalui aplikasi Telegram. Fitur ini memberikan informasi kepada pengguna mengenai aktivitas pergerakan jemuran, seperti saat jemuran dikeluarkan ketika cuaca cerah atau dimasukkan saat hujan. Sistem ini memungkinkan penyesuaian yang lebih efisien dalam pemantauan kondisi cuaca dan pengendalian jemuran sesuai kebutuhan pengguna.

2.1.5. Evaluasi

Evaluasi dalam model ADDIE memegang peran penting dalam pengembangan sistem jemuran otomatis berbasis ESP8266 dan Telegram. Pada tahap ini, kriteria evaluasi ditetapkan untuk menilai kinerja sistem, seperti keandalan pergerakan jemuran, respons terhadap kondisi cuaca, serta efisiensi kontrol melalui Telegram. Data aktivitas masuk/keluar jemuran dikumpulkan secara real-time menggunakan fitur notifikasi, lalu dianalisis untuk mengetahui sejauh mana sistem memenuhi standar yang telah ditentukan. Jika ditemukan kendala atau ketidaksesuaian, dilakukan identifikasi penyebab dan perbaikan guna meningkatkan kinerja keseluruhan sistem.

Hasil evaluasi digunakan sebagai dasar pengembangan dan penyempurnaan sistem di masa mendatang, sekaligus didokumentasikan secara rinci. Tahap ini juga mencakup pengujian fungsi kontrol jemuran baik otomatis (berdasarkan cuaca) maupun manual (melalui Telegram), dengan analisis data dan umpan balik untuk memastikan sistem beroperasi sesuai harapan. Evaluasi bertujuan untuk menilai efektivitas dan efisiensi sistem berbasis IoT, memastikan respons terhadap sensor cahaya dan hujan akurat serta sistem mudah digunakan oleh pengguna di lapangan.

2.2. Alat dan Bahan Penelitian

Untuk membangun sistem jemuran otomatis berbasis IoT menggunakan NodeMCU ESP8266 dan notifikasi Telegram, alat dan bahan yang digunakan adalah seperti berikut:

2.2.1. Alat yang digunakan

Alat yang digunakan dalam Implementasi Sistem jemuran otomatis berbasis Iot menggunakan Nodemcu ESP8266 dan notifikasi Telegram adalah:

Tabel 1. Alat yang di gunakan

No	Nama Alat	Jumlah
1	Laptop	1 pcs

No	Nama Alat	Jumlah
2	Tang Kombinasi	1 pcs
3	Obeng	1 pcs
4	Penggaris	1 pcs
5	Pisau Cutter	1 pcs

2.2.2. Alat yang digunakan

Alat yang digunakan dalam Implementasi Sistem jemuran otomatis berbasis Iot menggunakan Nodemcu ESP8266 dan notifikasi Telegram adalah:

Tabel 2. Bahan yang di gunakan

No	Nama Alat	Jumlah
1	NodeMCU ESP8266	1 pcs
2	Sensor Cahaya (LDR)	1 pcs
3	Sensor Hujan	1 pcs
4	Lampu LED	1 pcs
5	Power Supply	1 pcs
6	Servo Motor	1 pcs
7	Kabel listrik	1 pcs
8	Kabel Micro USB	1 pcs
9	Hp	1 pcs
10	Steker	1 pcs
11	Kardus	1 pcs
12	Stik Es Krim	300 pcs
13	Lem Bakar	10 pcs
14	Mobil Mainan	1 pcs
15	Kabel Jumper	15 pcs

NodeMCU ESP8266 beroperasi sesuai instruksi yang telah diprogram sebelumnya. Saat diaktifkan, perangkat ini secara otomatis mencari dan terhubung ke jaringan WiFi yang telah dikonfigurasi. Koneksi ini memungkinkan NodeMCU ESP8266 untuk mengakses jaringan internet serta berkomunikasi dengan aplikasi Telegram. Setelah terhubung, perangkat siap menerima perintah, mengirim data notifikasi, serta mengontrol pergerakan jemuran secara otomatis berdasarkan kondisi cuaca seperti intensitas cahaya dan hujan, maupun secara manual melalui perintah yang dikirimkan oleh pengguna melalui aplikasi Telegram.

Sistem kontrol yang dirancang bertujuan untuk mengotomatisasi pergerakan jemuran serta memantau kondisi cuaca secara real-time, khususnya intensitas cahaya dan keberadaan hujan. Pergerakan jemuran dapat dikendalikan melalui perintah yang dikirim oleh pengguna melalui aplikasi Telegram, sehingga pengguna dapat dengan mudah mengatur jemuran untuk keluar atau masuk secara otomatis maupun manual. Penggunaan platform pesan instan ini memberikan kemudahan dan fleksibilitas dalam pengendalian perangkat dari jarak jauh, tanpa harus melakukan kontrol langsung di lokasi.

Sistem juga dilengkapi dengan fitur monitoring cuaca, yang memungkinkan pengguna memantau kondisi cahaya dan hujan secara real-time melalui Telegram. Informasi ini membantu pengguna dalam mengambil keputusan terkait waktu yang tepat untuk memasukkan atau mengeluarkan jemuran, sehingga proses penjemuran menjadi lebih efisien, aman, dan sesuai dengan kondisi lingkungan.

Proses kerja sistem dimulai saat perangkat diaktifkan. NodeMCU ESP8266 akan terhubung ke jaringan WiFi yang telah dikonfigurasi, kemudian menjalankan aplikasi kontrol yang terintegrasi dengan Telegram Bot. Pada tampilan awal chat bot, pengguna akan disajikan tombol 'Status'. Setelah ditekan, akan muncul beberapa tombol pilihan untuk mengeluarkan atau memasukkan jemuran, serta memantau kondisi cuaca secara real-time. Pengguna dapat memilih

kontrol manual atau membiarkan sistem berjalan otomatis berdasarkan sensor cahaya dan sensor hujan yang terpasang.

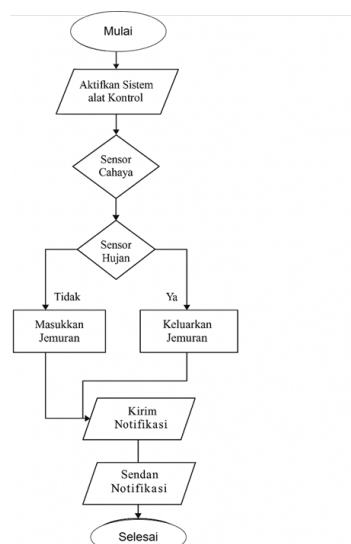
Proses kerja alat kontrol dimulai dengan mengaktifkan sistem. Setelah diaktifkan, alat secara otomatis akan mencari dan terhubung ke jaringan WiFi yang telah diprogram sebelumnya. Setelah koneksi internet berhasil tersambung, sistem kontrol yang terintegrasi dengan Telegram Bot akan dijalankan. Pada tampilan awal chat bot di aplikasi Telegram hanya terdapat tombol 'Status'. Setelah tombol tersebut diklik dan diproses, akan muncul tampilan lanjutan berupa tombol-tombol yang berfungsi untuk mengontrol jemuran secara manual (keluar/masuk) serta menampilkan status cuaca seperti kondisi cahaya dan hujan yang terhubung secara real-time dengan perangkat. Tampilan yang ada di chat bot Telegram dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Tampilan Chat Telegram

Tampilan antarmuka Telegram Bot akan menampilkan notifikasi terkait kondisi cuaca seperti intensitas cahaya dan keberadaan hujan, serta menyediakan kontrol interaktif untuk mengatur sistem jemuran otomatis, seperti perintah untuk memasukkan atau mengeluarkan jemuran secara manual. Ilustrasi alur kerja sistem ini dapat dilihat pada Gambar 3.

Dengan adanya fitur pemantauan ini, pengguna tidak hanya mampu mengontrol pergerakan jemuran, tetapi juga memperoleh informasi kondisi cuaca secara langsung. Hal ini sangat membantu dalam menentukan waktu yang tepat untuk memasukkan atau mengeluarkan jemuran, sehingga pakaian tetap kering dan aman, serta proses penjemuran menjadi lebih efisien dan optimal.



Gambar 3. Alur Sistem Kerja Jemuran Otomatis

Sistem kerja dari Alur kerja yang terdapat pada Gambar 3. merupakan representasi proses operasional dari sistem jemuran otomatis berbasis sensor cahaya dan sensor hujan.

Ketika sistem pertama kali diaktifkan, mikrokontroler akan menginisialisasi seluruh komponen yang terhubung, termasuk sensor-sensor yang digunakan untuk mendeteksi kondisi lingkungan di sekitar jemuran. Langkah awal ini ditandai dengan aktivasi sistem alat kontrol yang menjadi pusat dari seluruh proses otomatisasi. Setelah sistem aktif, proses dilanjutkan dengan pembacaan dari sensor cahaya (LDR).

Sensor ini bertugas untuk mendeteksi intensitas cahaya matahari. Jika sensor mendeteksi bahwa cahaya cukup terang, sistem menganggap cuaca sedang cerah dan siap untuk menjemur pakaian. Namun sebelum jemuran dikeluarkan, sistem akan melakukan verifikasi tambahan dengan membaca data dari sensor hujan. Sensor hujan ini berfungsi untuk mendeteksi adanya air hujan di lingkungan sekitar. Dari hasil pembacaan sensor hujan, sistem akan mengambil keputusan logis. Jika sensor hujan mendeteksi adanya air, maka sistem secara otomatis akan menarik jemuran masuk untuk menghindari pakaian dari risiko basah akibat hujan. Sebaliknya, apabila sensor hujan tidak mendeteksi adanya air, maka sistem akan mengeluarkan jemuran karena dianggap aman untuk proses penjemuran.

Setelah tindakan otomatis dilakukan, baik itu menarik masuk ataupun mengeluarkan jemuran, sistem akan mengirimkan notifikasi kepada pengguna sebagai bentuk informasi bahwa proses telah berhasil dilakukan. Notifikasi ini merupakan bagian penting dari sistem karena memberikan umpan balik secara real-time terhadap pengguna mengenai status terakhir jemuran. Setelah pengiriman notifikasi, sistem akan kembali ke kondisi siaga, menunggu pembacaan sensor selanjutnya untuk melakukan siklus berikutnya. Secara keseluruhan, alur kerja ini menunjukkan bagaimana sistem jemuran otomatis dapat berfungsi secara mandiri berdasarkan pembacaan sensor lingkungan. Dengan adanya proses pengambilan keputusan otomatis dan pengiriman notifikasi, sistem ini dirancang untuk memberikan efisiensi, kemudahan, dan kenyamanan bagi pengguna dalam menjaga pakaian tetap kering tanpa harus mengawasi kondisi cuaca secara terus-menerus.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Penelitian Jemuran Otomatis

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem jemuran otomatis yang dibangun berbasis Internet of Things (IoT) memanfaatkan mikrokontroler NodeMCU ESP8266, sensor cahaya (LDR), sensor hujan, serta kontrol melalui aplikasi Telegram telah berhasil dirancang dan diimplementasikan. Sistem ini mampu mendeteksi perubahan kondisi lingkungan secara real-time, menggerakkan jemuran secara otomatis maupun manual, serta memberikan notifikasi kepada pengguna.

Dengan memanfaatkan koneksi WiFi dan platform Telegram, sistem menunjukkan kemampuan dalam menghubungkan perangkat fisik dengan pengguna dari jarak jauh. Integrasi sensor cuaca seperti LDR dan sensor hujan memungkinkan sistem untuk merespons perubahan cuaca secara cepat dan akurat. Selain itu, sistem juga dilengkapi fitur kontrol manual yang memudahkan pengguna dalam mengontrol jemuran kapan saja melalui aplikasi Telegram.

3.1.1. Rancangan Sistem Jemuran Otomatis

Desain instalasi sistem kontrol ini hanya berupa simulasi visual yang menggambarkan bagaimana penerapannya di rumah nyata. Berikut tampilan sederhana dalam perancangan alat jemuran otomatis:

1. Rangkaian elektronik : yang terdiri dari NodeMCU ESP8266, motor servo, sensor cahaya (LDR), dan sensor hujan dapat terlihat pada gambar IV.1
2. Sensor diletakkan di atas atap miniatur : Agar dapat mendeteksi intensitas cahaya matahari dan keberadaan air hujan secara optimal dapat di lihat pada gambar di bawah.

Desain ini bertujuan untuk memberikan gambaran implementasi sistem pada lingkungan rumah tangga secara lebih realistis dan mudah dimodifikasi untuk skala yang lebih besar.

3.1.2. Pengujian Respons Sistem Terhadap Perintah Manual

Pengujian kontrol manual dilakukan sebanyak 10 kali untuk setiap perintah: “Masukkan Jemuran” dan “Keluarkan Jemuran”, tanpa melibatkan data dari sensor. Perintah dikirim melalui aplikasi Telegram, dan waktu respons sistem dihitung mulai dari perintah diterima oleh NodeMCU hingga pergerakan servo selesai.

Hasil menunjukkan bahwa rata-rata waktu respon sistem adalah 11.10 detik. Meskipun terdapat variasi waktu antar uji, sistem tetap konsisten dalam menjalankan perintah manual. Faktor-faktor yang mempengaruhi variasi waktu termasuk:

- Kestabilan koneksi WiFi
- Proses pemrosesan perintah oleh NodeMCU
- Latensi server Telegram

Tabel 3. Pengujian Manual Via Telegram

No	Pengujian Masukan/Keluarkan Jemuran	Jemuran Masuk/Keluar	Waktu Respon (Detik)
1	Pengujian Masukan Jemuran	Ya	06.91
2	Pengujian Keluarkan Jemuran	Ya	17.57
3	Pengujian Masukan Jemuran	Ya	13.85
4	Pengujian Keluarkan Jemuran	Ya	17.03
5	Pengujian Masukan Jemuran	Ya	10.37
6	Pengujian Keluarkan Jemuran	Ya	09.09
7	Pengujian Masukan Jemuran	Ya	10.10
8	Pengujian Keluarkan Jemuran	Ya	09.81
9	Pengujian Masukan Jemuran	Ya	12.15
10	Pengujian Keluarkan Jemuran	Ya	04.10
Rata-rata			11.10

Hasil ini menunjukkan bahwa sistem cukup responsif untuk digunakan dalam situasi darurat atau saat pengguna ingin mengontrol jemuran secara langsung dari jarak jauh.

3.1.3. Pengujian Sensor Cahaya (LDR)

Sensor cahaya diuji dalam dua kondisi utama: cerah dan gelap, untuk mengevaluasi kemampuan sistem dalam mendeteksi intensitas cahaya dan mengambil tindakan otomatis (keluarkan/masukkan jemuran). Setiap kondisi diuji sebanyak 5 kali, sehingga total 10 kali pengujian.

Rata-rata waktu respons sistem terhadap perubahan intensitas cahaya adalah 11.32 detik. Dalam kondisi cerah, sistem mengeluarkan jemuran, sedangkan dalam kondisi gelap, sistem menarik jemuran masuk. Notifikasi otomatis juga dikirim ke aplikasi Telegram.

Tabel 4. Pengujian Sensor Cahaya

No	Kondisi	Waktu Respon (Detik)
1	Cerah	12.13
2	Gelap	12.78
3	Cerah	12.17
4	Gelap	12.50
5	Cerah	08.97
6	Gelap	12.86
7	Cerah	07.27
8	Gelap	10.87
9	Cerah	12.57
10	gelap	11.11
Rata-rata		11.32

Hasil menunjukkan bahwa sistem dapat mengenali perubahan pencahayaan dan mengambil keputusan secara otomatis. Akurasi sensor LDR cukup baik, meski sensitivitasnya bisa terpengaruh oleh paparan cahaya lain seperti lampu atau bayangan.

3.1.4. Pengujian Sensor Hujan

Sensor hujan diuji dalam dua kondisi: basah dan kering , masing-masing 5 kali pengujian. Tujuannya adalah untuk mengevaluasi respons sistem terhadap keberadaan air dan kemampuan mengirimkan notifikasi melalui Telegram.

Rata-rata waktu respons sistem terhadap kondisi basah adalah 10.28 detik . Saat sensor mendeteksi air, sistem langsung menarik jemuran masuk dan mengirimkan notifikasi ke pengguna. Dalam kondisi kering, sistem tidak melakukan aksi apapun karena dianggap aman untuk menjemur pakaian.

Tabel 5. Pengujian Sensor Hujan

No	Kondisi	Waktu Respon (Detik)
1	Basah	08.76
2	Kering	09.83
3	Basah	06.09
4	Kering	09.27
5	Basah	11.12
6	Kering	10.40
7	Basah	08.78
8	Kering	12.58
9	Basah	14.15
10	Kering	11.85
Rata-rata		10.28

Hasil ini menunjukkan bahwa sensor hujan bekerja dengan baik dan sistem dapat merespons perubahan cuaca secara cepat, sehingga pakaian tetap terlindungi dari hujan.

3.1.5. Pengujian Otomatis Saat Siang dan Malam Hari

Sistem jemuran otomatis juga diuji dalam mode otomatisasi berdasarkan siklus harian , yaitu:

- Siang hari : Jemuran keluar secara otomatis jika kondisi cuaca cerah.
- Malam hari : Jemuran masuk secara otomatis jika intensitas cahaya rendah.

Pengujian ini dilakukan selama beberapa hari berturut-turut, dan sistem mampu mendeteksi perubahan intensitas cahaya secara akurat. Rata-rata waktu respons sistem terhadap perubahan ketika malam dan siang adalah 11.60 detik. Dalam kondisi siang, sistem

mengeluarkan jemuran, sedangkan dalam kondisi gelap, sistem menarik jemuran masuk. Notifikasi otomatis juga dikirim ke aplikasi Telegram.

Tabel 6. Pengujian Otomatis

No	Kondisi	Aksi	Waktu Respon (Detik)
1	Siang	Keluarkan Jemuran	10.34
2	Malam	Masukan Jemuran	11.21
3	Siang	Keluarkan Jemuran	13.12
4	Malam	Masukan Jemuran	10.01
5	Siang	Keluarkan Jemuran	11.87
6	Malam	Masukan Jemuran	12.67
7	Siang	Keluarkan Jemuran	12.03
8	Malam	Masukan Jemuran	10.30
9	Siang	Keluarkan Jemuran	13.21
10	Malam	Masukan Jemuran	11.20
Rata-rata			11.60

Pengujian ini dilakukan selama beberapa hari berturut-turut, dan sistem mampu mendeteksi perubahan intensitas cahaya secara akurat.

3.1.6. Evaluasi Keseluruhan Waktu Respon

Gabungan hasil pengujian dari ketiga skenario — tanpa sensor, dengan sensor cahaya, dan dengan sensor hujan menunjukkan bahwa rata-rata waktu respons keseluruhan adalah 10.90 detik.

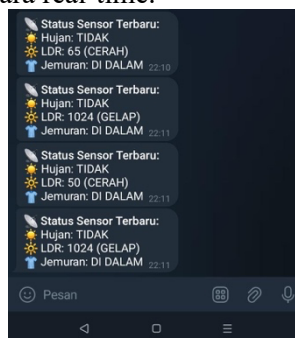
Tabel 7. Rata-Rata Hasil Pengujian

No	Kondisi	Rata- Rata Waktu Respon
1	Manual dengan Telegram	11.10
2	Dengan Sensor Cahaya	11.32
3	Dengan Sensor Hujan	10.28
4	Otomatis Siang-Malam	11.60
Rata-rata		11.08

Waktu respons tersebut tergolong stabil dan memadai untuk sistem kontrol jarak jauh berbasis IoT. Perbedaan kecil antar pengujian disebabkan oleh faktor eksternal seperti kualitas sinyal WiFi dan proses pembacaan serta pemrosesan data dari sensor.

3.1.7. Tampilan Notifikasi dan Kontrol via Telegram

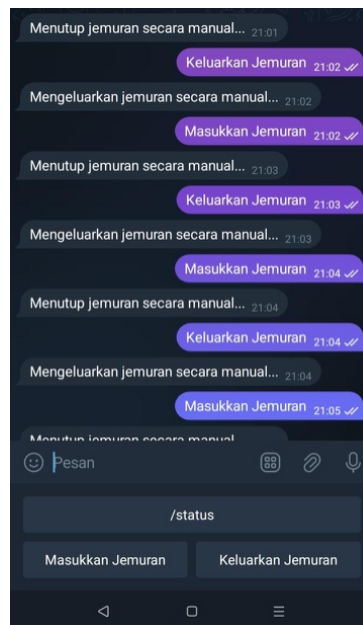
Selama pengujian, sistem menampilkan antarmuka kontrol dan notifikasi pada aplikasi Telegram. Pengguna dapat mengontrol jemuran secara manual melalui tombol virtual dan menerima notifikasi status jemuran secara real-time.



Gambar 4. Notifikasi dari Sensor Cahaya



Gambar 5. Notifikasi dari Sensor Hujan



Gambar 6. Notifikasi saat Jemuran dimasukan dan dikeluarkan

Antarmuka Telegram Bot memberikan kemudahan akses bagi pengguna dalam memantau dan mengendalikan sistem jemuran dari jarak jauh. Tombol interaktif memudahkan pengguna dalam mengeluarkan atau memasukkan jemuran tanpa harus hadir secara fisik..

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pelaksanaan dan pengujian sistem jemuran otomatis yang dibangun dengan teknologi IoT, melibatkan NodeMCU ESP8266, sensor cahaya, sensor hujan, dan integrasi Telegram Bot, berikut adalah kesimpulan yang didapatkan:

1. Sistem mampu mendeteksi kondisi lingkungan secara real-time menggunakan sensor cahaya (LDR) dan sensor hujan, serta menggerakkan jemuran baik secara otomatis maupun manual menggunakan motor servo.
2. Pengguna dapat mengontrol jemuran dari jarak jauh melalui perintah yang dikirim via aplikasi Telegram, serta menerima notifikasi status jemuran secara real-time.
3. Rata-rata waktu respons untuk semua skenario pengujian berkisar antara 10.28 – 11.60 detik, dengan rata-rata keseluruhan sebesar 11.08 detik. Faktor utama yang

mempengaruhi waktu respons meliputi kestabilan koneksi WiFi, latensi server Telegram, serta proses pembacaan dan pemrosesan data sensor.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Maxsi Ary yang telah memberikan dukungan finansial terhadap penelitian ini. Dukungan tersebut sangat berarti dalam kelancaran proses pengembangan sistem serta implementasi penelitian hingga dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Sjahrul, "PERANCANGAN ALAT PENJEMUR PAKAIAN OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLLER," *J. TEDC*, vol. 16, no. 2, pp. 137–141, 2022.
- [2] R. Muhammad Rizal *et al.*, "Konsep dan Implementasi Internet of Things," 2023.
- [3] R. Husna, M. Nasir, and H. T. Hidayat, "Rancang Bangun Prototype Jemuran Berbasis Iot (Internet Of Things)," *J. Teknol. Rekayasa Inf. dan Komput.*, vol. 3, no. 2, 2020.
- [4] S. Nurhalimah, A. M. Yusa, and A. Fahmi, "Rancang Bangun Sistem Monitoring KelembapanTanah dengan Konsep Smart Farming untuk Budidaya Tanaman Cabai Rawit Berbasis Internet of Things (IOT)," *Softw. Dev. Digit. Bus. Intell. Comput. Eng.*, vol. 1, no. 02, pp. 49–54, 2023.
- [5] A. N. Fathoni and K. Khotimah, "Rancang Bangun Smart Home berbasis IoT Menggunakan Telegram Messenger Bot dan NodeMCU ESP 32," *TELKA-Jurnal Telekomun. Elektron. Komputasi dan Kontrol*, vol. 9, no. 1, pp. 34–43, 2023.
- [6] B. Murtianta, S. D. Ronaldo, and D. Susilo, "Perancangan Prototype Smart Indoor Greenhouse IoT untuk Membantu Permasalahan Budidaya Tanaman Selada di Kota Kupang," *Techné J. Ilm. Elektrotek.*, vol. 21, no. 2, pp. 297–310, 2022.
- [7] D. Atmodjo, R. Harianja, J. D. Firizqi, and R. D. Kurniawan, "Governance of Iot Devices Using Node-Red Orchestrator and Web-Based Dashboard," *J. Tek. Inform.*, vol. 4, no. 5, pp. 1179–1190, 2023, doi: 10.52436/1.jutif.2023.4.5.1336.
- [8] E. Kurnia, M. Pandia, B. S. B. Sembiring, and D. Margareta, "IOT PEMANFAATAN INTERNET OF THINGS PADA SMARTHOME DENGAN MODEL SIMULASI PROTOTYPE: IOT," *J. Ilmu Komput. dan Sist. Inf.*, vol. 7, no. 1, pp. 112–115, 2024.
- [9] M. R. Rahim, D. Indra, and E. I. Alwi, "Rancang bangun alat jemur pakaian otomatis menggunakan mikrokontroler Arduino," *Bul. Sist. Inf. dan Teknol. Islam*, vol. 1, no. 4, pp. 251–258, 2020.
- [10] D. Arfianto and Y. Everhard, "Prototipe Jemuran Otomatis dengan Sensor Hujan, LDR Berbasiskan Arduino Uno R3 dan Sistem Monitoring Menggunakan Aplikasi Blynk," in *Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Bidang Ilmu Komputer dan Aplikasinya*, 2021, pp. 269–277.
- [11] A. Syed, "Smart Rain Detector Using Arduino," *Available SSRN 3918326*, 2021.
- [12] S. EDWIN, "PROTOTYPE ALAT PERAGA PENGOPERASIAN PALKAL DENGAN RAIN SENSOR." Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, 2022.
- [13] I. W. S. Yasa, "RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI KELISTRIKAN RUMAH TANGGA BERBASIS APLIKASI TELEGRAM," *J. Kaji. Tek. Elektro*, vol. 7, no. 1, pp. 10–22, 2022.
- [14] H. F. Azisabil and R. Rachman, "Implementasi Aplikasi Kasir Pintar Berbasis Android," *EProsiding Sist. Inf.*, vol. 3, no. 2, pp. 261–274, 2022.
- [15] M. A. Gobel and A. R. K. Haba, "Rancang Bangun Prototype Sistem Pendeteksi Banjir Menggunakan Thingspeak Dan Esp8266," *J. Ilm. Ilmu Komput. Banthayo Lo Komput.*, vol. 1, no. 2, pp. 85–91, 2022.