

Implementasi Sistem Otomatisasi Jemuran Menggunakan Sensor LDR dan Sensor Hujan Berbasis ESP8266

1st Jhon Alvrian Munthe

School of Electrical Engineering
Telkom University
Bandung, Indonesia

haichelanggi@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Rita Purnamasari

School of Electrical Engineering
Telkom University
Bandung, Indonesia

ritapurnamasari@telkomuniversity.ac.id

3rd Fardan

School of Electrical Engineering
Telkom University
Bandung, Indonesia

fardann@telkomuniversity.ac.id

Perubahan cuaca yang tidak menentu seringkali menjadi kendala dalam kegiatan menjemur pakaian, terutama saat hujan turun secara tiba-tiba. Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem jemuran otomatis berbasis mikrokontroler ESP8266 dengan memanfaatkan sensor LDR dan sensor hujan. Sensor LDR digunakan untuk mendeteksi intensitas cahaya, sedangkan sensor hujan digunakan untuk mendeteksi keberadaan air pada permukaan sensor. Berdasarkan kondisi lingkungan, sistem akan mengontrol motor servo untuk membuka atau menutup jemuran secara otomatis. Pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu merespon perubahan cuaca secara real-time dengan tingkat keakuratan yang memadai. Sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi praktis dan efisien dalam mengatasi permasalahan penjemuran pakaian sehari-hari.

Kata Kunci – Jemuran Otomatis, ESP8266, Sensor LDR, Sensor Hujan, Servo Motor

I. PENDAHULUAN

Menjemur pakaian merupakan aktivitas rumah tangga yang sangat bergantung pada kondisi cuaca, khususnya intensitas cahaya matahari dan adanya hujan. Cuaca yang berubah secara tiba-tiba dapat menyebabkan pakaian menjadi basah kembali—sebuah masalah yang signifikan terutama bagi individu dengan mobilitas tinggi yang tidak selalu berada di rumah untuk memantau jemuran. Penelitian sebelumnya menyoroti masalah ini dalam konteks kehidupan kampus, di mana siswa sering meninggalkan pakaian mereka yang sedang dikeringkan dan tidak sempat mengamankannya saat hujan tiba. Untuk mengatasi hal tersebut, dikembangkan prototipe sistem jemuran otomatis berbasis Arduino yang mampu menarik pakaian ke area teduh saat hujan atau saat pencahayaan menurun—tanpa memerlukan intervensi pengguna langsung [15]

Pendekatan serupa ditempuh oleh Zulkipli et al. (2023), yang mengembangkan prototipe jemuran otomatis berbasis IoT menggunakan sensor LDR dan sensor hujan (raindrop), dikendalikan via aplikasi Blynk. Penelitian oleh Abidin et al. (2025) juga mendesain sistem yang berfungsi otomatis menarik jemuran saat hujan dan menjemurnya saat cuaca cerah, meskipun menggunakan Arduino Nano sebagai prosesor utama daripada ESP8266. Dalam penelitian ini, mikrokontroler ESP8266 (NodeMCU) dipilih karena ukuran ringkas, biaya terjangkau, konsumsi daya rendah, kemampuan membaca input analog/digital, dan konektivitas Wi-Fi yang mendukung otomasi berbasis IoT ringan. Sistem ini dirancang untuk menggunakan sensor LDR dalam mendeteksi intensitas cahaya dan sensor hujan (raindrop) untuk mendeteksi adanya

air, sekaligus mengendalikan motor servo untuk membuka atau menutup jemuran secara otomatis. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan mengimplementasikan prototipe jemuran otomatis berbasis ESP8266 yang responsif secara real-time terhadap perubahan kondisi cuaca, membantu pengguna menjaga pakaian tetap kering tanpa pengawasan langsung, sekaligus menjadi pondasi sistem otomasi rumah tangga di masa mendatang.

II. KAJIAN TEORI

Penelitian ini memanfaatkan berbagai komponen elektronik dan prinsip kerja otomasi berbasis mikrokontroler untuk membangun sistem jemuran otomatis. Agar sistem dapat berfungsi secara efektif, diperlukan pemahaman terhadap komponen-komponen utama seperti mikrokontroler ESP8266, sensor cahaya (LDR), sensor hujan, dan motor servo sebagai aktuator. Selain itu, platform pengembangan seperti Arduino IDE juga berperan penting dalam perancangan logika program dan integrasi sistem secara keseluruhan. Kajian teori berikut bertujuan untuk menjelaskan konsep dasar dari setiap komponen serta prinsip kerja sistem otomasi yang digunakan dalam penelitian ini.

A. Mikrokontroler ESP8266

ESP8266 merupakan mikrokontroler yang dilengkapi modul Wi-Fi, banyak digunakan dalam proyek Internet of Things (IoT). NodeMCU adalah pengembangan berbasis ESP8266 dengan kemudahan pemrograman melalui Arduino IDE. Modul ini mendukung input/output digital dan analog, serta dapat diintegrasikan dengan berbagai sensor. Fitur Wi-Fi terintegrasi memungkinkan kontrol perangkat secara nirkabel, menjadikannya pilihan utama untuk sistem otomasi skala kecil. [1].

B. Sensor Hujan (Raindrop Sensor)

Sensor hujan bekerja berdasarkan konduktivitas antara jalur logam pada permukaannya. Ketika ada tetesan air, nilai resistansi akan berubah dan dapat dibaca oleh mikrokontroler sebagai indikasi bahwa sedang terjadi hujan. Sensor ini memberikan output analog atau digital tergantung pada konfigurasi rangkaiannya. [2].

C. Sensor LDR (Light Dependent Resistor)

LDR adalah sensor cahaya yang resistansinya berubah sesuai dengan intensitas cahaya yang diterima. Semakin terang cahaya yang mengenai permukaan sensor, semakin kecil resistansinya. Sensor ini banyak digunakan untuk mendeteksi kondisi siang atau malam, dan dalam konteks penelitian ini digunakan untuk menentukan apakah kondisi

cuaca cukup terang untuk menjemur pakaian [3].

D. Motor Servo

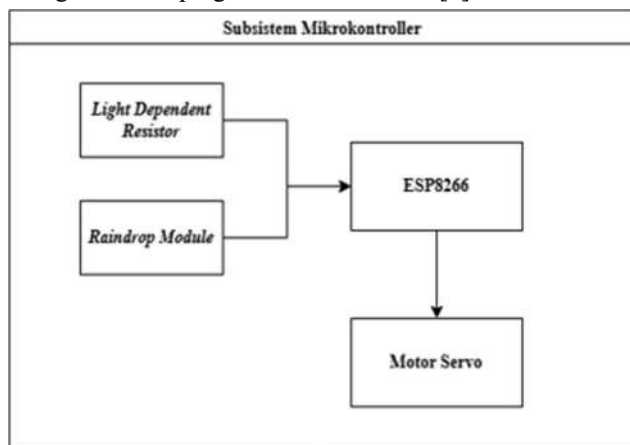
Motor servo merupakan aktuator elektromekanis yang dapat mengatur posisi secara presisi berdasarkan sinyal PWM (Pulse Width Modulation). Dalam sistem ini, servo digunakan untuk menggerakkan jemuran agar dapat membuka atau menutup secara otomatis berdasarkan instruksi dari mikrokontroler [4].

E. Arduino IDE

Arduino IDE (Integrated Development Environment) merupakan perangkat lunak open-source yang digunakan secara luas untuk pemrograman mikrokontroler, termasuk ESP8266. Arduino IDE menyediakan antarmuka pemrograman yang sederhana dan mendukung berbagai pustaka (library) yang memudahkan integrasi sensor maupun aktuator. Dengan menggunakan bahasa pemrograman berbasis C/C++, pengguna dapat menulis, mengunggah, dan menguji program secara langsung ke mikrokontroler melalui koneksi USB. Arduino IDE juga memiliki dukungan komunitas yang sangat besar serta dokumentasi resmi yang lengkap, menjadikannya pilihan utama dalam pengembangan sistem otomatisasi dan prototipe berbasis Internet of Things (IoT) [1][2].

F. Blok Diagram Sistem

Berikut merupakan blok diagram sistem jemuran otomatis yang terdiri dari mikrokontroler ESP8266, sensor LDR, sensor hujan, dan motor servo sebagai aktuator utama. Sensor LDR dan sensor hujan akan mengirimkan data ke ESP8266 yang kemudian memproses kondisi lingkungan dan mengendalikan pergerakan motor servo [5].



GAMBAR 1
Blok Diagram Sistem

III. METODE

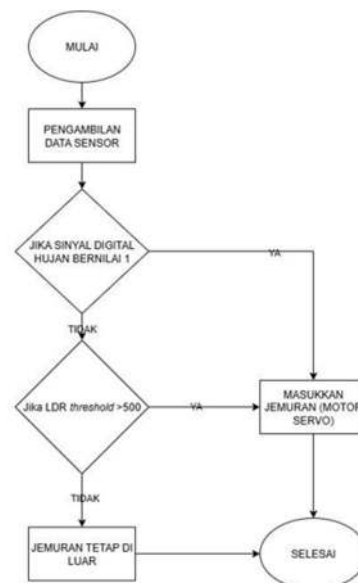
Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan eksperimental, yaitu merancang dan mengimplementasikan sebuah sistem otomatisasi jemuran yang mampu merespons kondisi lingkungan secara real-time menggunakan sensor LDR dan sensor hujan. Sistem ini dikendalikan oleh mikrokontroler ESP8266 dan menggunakan motor servo sebagai aktuator untuk membuka dan menutup jemuran. Tahapan dalam penelitian meliputi perancangan sistem, penyusunan perangkat keras dan perangkat lunak, serta pengujian fungsional terhadap setiap komponen dan keseluruhan sistem. Penelitian ini difokuskan untuk menghasilkan prototipe sederhana yang dapat bekerja secara mandiri berdasarkan parameter intensitas cahaya dan

keberadaan hujan.

A. Perancangan Sistem

Sistem jemuran otomatis ini dirancang dengan menggabungkan beberapa komponen utama, yaitu sensor LDR, sensor hujan, mikrokontroler ESP8266, dan motor servo. Sensor LDR berfungsi untuk mendeteksi intensitas cahaya, sedangkan sensor hujan digunakan untuk mengetahui keberadaan air pada permukaan sensor sebagai indikasi turunnya hujan. Kedua sensor ini memberikan data input kepada mikrokontroler ESP8266 yang kemudian digunakan untuk menentukan pergerakan motor servo. Mikrokontroler ESP8266 akan memproses data dari kedua sensor untuk memutuskan apakah jemuran perlu dibuka atau ditutup. Jika sistem mendeteksi kondisi terang dan tidak ada hujan, maka motor servo akan digerakkan untuk membuka jemuran. Sebaliknya, jika kondisi gelap atau terdapat hujan, maka motor servo akan menutup jemuran. Komponen-komponen ini dihubungkan sesuai fungsinya, di mana sensor LDR terhubung ke pin analog A0, sensor hujan ke pin digital D6, dan motor servo ke pin PWM D5 pada ESP8266. Perancangan ini dibuat agar sistem dapat bekerja secara otomatis tanpa memerlukan intervensi pengguna. Rangkaian dirancang sesederhana mungkin namun tetap fungsional untuk merespon kondisi lingkungan secara real-time..

B. Arsitektur Sistem



GAMBAR 2
Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem ini dirancang untuk mengatur pergerakan jemuran secara otomatis berdasarkan pembacaan dua jenis sensor, yaitu sensor hujan dan sensor LDR. Sistem dimulai dengan proses inisialisasi dan pembacaan data dari kedua sensor. Sensor hujan berfungsi mendeteksi adanya air di lingkungan sekitar, sedangkan sensor LDR mengukur intensitas cahaya. Setelah data terbaca, sistem akan terlebih dahulu memeriksa apakah sensor hujan memberikan sinyal digital bernilai 1, yang menandakan adanya hujan. Jika kondisi ini terpenuhi, maka sistem secara otomatis akan mengaktifkan motor servo untuk menarik jemuran ke dalam, sebagai langkah perlindungan dari hujan. Namun jika tidak terdeteksi hujan, maka sistem akan melanjutkan pemeriksaan terhadap nilai LDR. Jika nilai yang terbaca melebihi ambang batas 500, yang mengindikasikan kondisi pencahayaan rendah atau gelap (seperti mendung atau malam hari), maka sistem juga akan mengaktifkan motor servo untuk menarik jemuran. Sebaliknya, jika kondisi tetap terang dan tidak hujan, jemuran akan tetap dibiarkan di luar.

Rangkaian logika ini berjalan terus-menerus selama sistem aktif, sehingga jemuran akan selalu merespons perubahan cuaca secara real-time. Arsitektur ini memungkinkan sistem bekerja secara otomatis tanpa intervensi pengguna, dan memanfaatkan kombinasi dua sensor untuk meningkatkan akurasi dalam pengambilan keputusan.

C. Implementasi Sistem

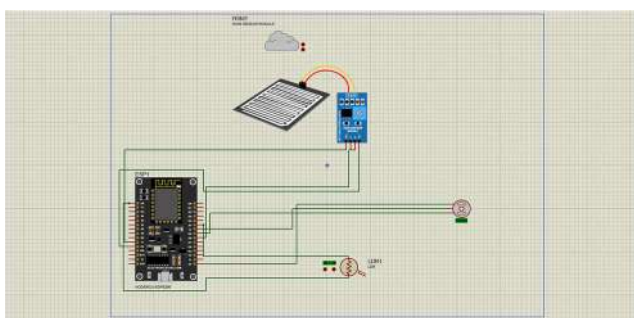
Implementasi sistem dilakukan dalam tiga tahap utama, yaitu perakitan perangkat keras (hardware), pemrograman perangkat lunak (software), dan pengujian sistem secara menyeluruh di lingkungan semi-riil. Sistem yang dirancang bertujuan untuk merespons kondisi cuaca secara otomatis dengan menggunakan sensor cahaya (LDR) dan sensor hujan, serta menggerakkan motor servo sebagai aktuatur untuk membuka atau menutup jemuran berdasarkan hasil pembacaan sensor.

1. Perangkat Keras (Hardware)

Komponen utama yang digunakan dalam sistem ini meliputi NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler, sensor LDR sebagai pendeteksi intensitas cahaya, sensor hujan sebagai pendeteksi curah hujan, serta motor servo tipe MG996R untuk menggerakkan mekanisme jemuran. NodeMCU dipilih karena memiliki ukuran kecil, konsumsi daya rendah, dan telah dilengkapi dengan modul Wi-Fi untuk kemungkinan pengembangan ke sistem berbasis IoT.

Sensor LDR dihubungkan ke pin analog A0 untuk membaca tingkat pencahayaan lingkungan, sedangkan sensor hujan terhubung ke pin digital D6 dan menghasilkan logika HIGH/LOW berdasarkan konduktivitas air pada permukaannya. Motor servo terhubung ke pin PWM D5 untuk menerima sinyal kendali yang menentukan arah dan durasi pergerakan.

Rangkaian awal diuji menggunakan breadboard dan catu daya eksternal 5V untuk memastikan stabilitas arus saat motor bekerja. Setelah dipastikan berfungsi dengan baik, sistem dipindahkan ke rangkaian permanen dengan pelindung air sederhana untuk sensor dan mikrokontroler.



GAMBAR 3

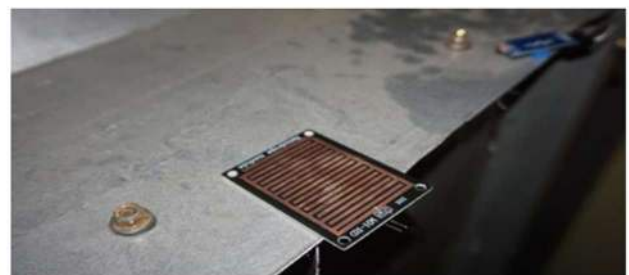
2. Perangkat Lunak (Software)

Pemrograman sistem dilakukan menggunakan perangkat lunak Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C++. Mikrokontroler ESP8266 diprogram untuk membaca data dari sensor LDR dan sensor hujan secara berkala, kemudian memprosesnya berdasarkan logika yang telah ditentukan. Nilai intensitas cahaya dari LDR dibaca melalui pin analog A0, sedangkan status sensor hujan dibaca dari pin digital D6. Data dari kedua sensor dianalisis untuk menentukan kondisi lingkungan, apakah sedang terang, gelap, atau hujan. Logika program dirancang agar sistem dapat mengambil keputusan secara otomatis. Apabila sensor hujan mendeteksi adanya air, atau jika nilai pembacaan dari LDR melebihi ambang batas tertentu (menunjukkan kondisi gelap), maka mikrokontroler

akan mengirimkan sinyal PWM ke motor servo untuk menarik jemuran ke dalam. Sebaliknya, jika tidak terdeteksi hujan dan kondisi pencahayaan masih terang, maka sistem akan mempertahankan posisi jemuran tetap terbuka. Seluruh proses dikendalikan oleh program utama yang berjalan secara terus-menerus (loop) di dalam mikrokontroler. Untuk mendukung stabilitas sistem, pengujian awal dilakukan menggunakan Serial Monitor guna memastikan pembacaan sensor dan logika kerja servo berjalan sesuai harapan sebelum perangkat dioperasikan secara penuh di lingkungan nyata.

3. Implementasi sistem

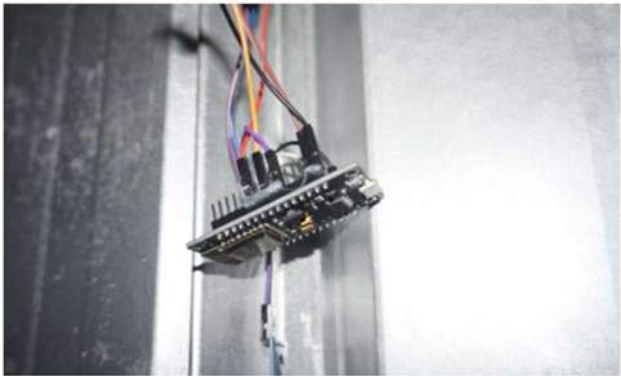
Setelah perangkat keras dan perangkat lunak selesai dirakit dan diprogram, sistem diuji di lingkungan nyata untuk memastikan fungsionalitasnya berjalan sesuai dengan rancangan. Pengujian dilakukan dengan mensimulasikan beberapa kondisi cuaca seperti terang, gelap, dan hujan buatan. Tujuannya adalah untuk mengamati bagaimana sistem merespons perubahan data dari sensor secara real-time. Sensor LDR diletakkan di bagian luar yang langsung terkena cahaya agar mampu menangkap intensitas cahaya secara optimal. Sensor hujan diposisikan di bagian atas sistem agar dapat menerima tetesan air secara langsung saat hujan terjadi. Mikrokontroler ESP8266 diletakkan di bagian tengah sistem sebagai pusat kendali, dan dihubungkan dengan rapi ke seluruh sensor dan motor. Motor servo dipasang pada rangka mekanik jemuran, berfungsi menggerakkan jemuran ke dalam atau keluar sesuai instruksi dari mikrokontroler. Selama pengujian, sistem menunjukkan respons yang cepat dan stabil. Saat sensor hujan mendeteksi air, atau intensitas cahaya menurun, mikrokontroler segera menggerakkan servo untuk menarik jemuran ke dalam. Sebaliknya, jika tidak hujan dan kondisi terang, jemuran tetap berada di luar. Sistem mampu merespons kondisi secara otomatis tanpa intervensi pengguna, dengan waktu respons kurang dari tiga detik sejak sensor mendeteksi perubahan.



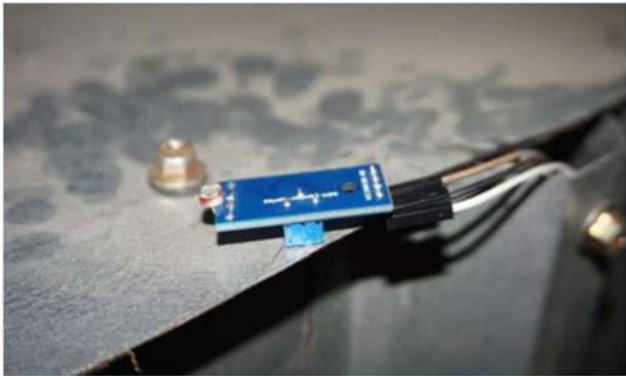
GAMBAR 4
Module Raindrop



GAMBAR 5
Motor servo



GAMBAR 6
mikrokontroler esp 8266



GAMBAR 7
LDR



GAMBAR 8
Jemuran Pintar

Setelah seluruh proses perakitan dan pengujian selesai, sistem jemuran otomatis ditampilkan dalam bentuk alat fisik yang siap digunakan. Alat ini terdiri dari rangka jemuran yang dilengkapi dengan motor servo sebagai penggerak utama, serta sensor LDR dan sensor hujan yang diposisikan secara strategis agar dapat mendeteksi kondisi cuaca secara akurat. Mikrokontroler ESP8266 ditempatkan dalam kotak pelindung untuk menjaga kestabilan sistem dari gangguan lingkungan seperti panas dan percikan air. Semua komponen disusun secara efisien untuk memastikan fungsi otomatisasi berjalan optimal.

Setelah seluruh proses perakitan dan pengujian selesai, sistem jemuran otomatis ditampilkan dalam bentuk alat fisik yang siap digunakan. Alat ini terdiri dari rangka jemuran yang dilengkapi dengan motor servo sebagai penggerak utama, serta sensor LDR dan sensor hujan yang diposisikan secara strategis agar dapat mendeteksi kondisi cuaca secara akurat.

Mikrokontroler ESP8266 ditempatkan dalam kotak pelindung untuk menjaga kestabilan sistem dari gangguan lingkungan seperti panas dan percikan air. Semua komponen disusun secara efisien untuk memastikan fungsi otomatisasi berjalan optimal.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan sebuah prototipe jemuran otomatis berbasis ESP8266 yang mampu merespons kondisi cuaca secara otomatis menggunakan sensor LDR dan sensor hujan. Sistem ini mengandalkan mikrokontroler untuk memproses data input dan mengontrol motor servo sebagai aktuator. Dalam pengujian ini, dilakukan dua jenis evaluasi: pengujian fungsional dan pengujian kualitas layanan (Quality of Service/QoS).

A. Hasil Pengujian Sistem

Pengujian sensor LDR dilakukan untuk mengevaluasi kemampuannya dalam mendeteksi tingkat pencahayaan lingkungan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam sistem jemuran otomatis. Sensor ini terhubung ke pin analog A0 pada mikrokontroler ESP8266 dan menghasilkan nilai analog berdasarkan intensitas cahaya yang diterima. Dalam pengujian yang dilakukan di lingkungan terbuka, sensor menunjukkan nilai pembacaan rendah pada kondisi terang, dan meningkat secara signifikan pada kondisi mendung hingga gelap. Untuk menentukan batas keputusan sistem, digunakan ambang nilai sebesar 500; nilai di bawah ambang tersebut menandakan kondisi terang, sedangkan nilai di atasnya menandakan kondisi gelap atau minim pencahayaan.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor LDR merespons perubahan pencahayaan dengan cepat dan cukup stabil. Namun, beberapa fluktuasi kecil tercatat saat terjadi bayangan mendadak atau pantulan cahaya tidak langsung. Untuk menjaga akurasi sistem, pembacaan sensor dilakukan beberapa kali secara berurutan dan dirata-rata sebelum diproses lebih lanjut. Dalam praktiknya, LDR terbukti efektif mendeteksi perbedaan waktu siang dan malam serta kondisi mendung yang dapat memengaruhi keputusan penarikan jemuran secara otomatis. Rata-rata waktu respons dari deteksi perubahan cahaya hingga gerakan motor servo tercatat sekitar 2,5 hingga 3 detik.

Hari Ke-	Jam	Kondisi Cuaca BMKG	Nilai ADC (bit)	Nilai Tegangan (V)
1	07.00 WIB	Berawan	154	0.49
	10.00 WIB	Cerah Berawan	45	0.14
	13.00 WIB	Cerah	25	0.08
	16.00 WIB	Berawan	224	0.72
	19.00 WIB	Berawan	867	2.8
2	07.00 WIB	Berawan	162	0.52
	13.00 WIB	Cerah	24	0.08
	16.00 WIB	Berawan	226	0.72
	19.00 WIB	Cerah	921	2.97

GAMBAR 9
Hasil Pengujian LDR

Pengujian sensor hujan dilakukan untuk memastikan sistem dapat mendeteksi keberadaan air atau tetesan hujan secara langsung. Sensor raindrop terhubung ke pin digital (D6) dan beroperasi menggunakan sinyal digital HIGH (1) saat kering, dan LOW (0) saat permukaannya basah oleh air. Pengujian dilakukan dengan menyiram air secara bertahap ke permukaan sensor, serta membiarkannya mengering secara alami untuk mengamati perubahan status. Sistem berhasil mendeteksi perubahan status dengan sangat cepat, rata-rata dalam waktu 1,8–2,2 detik sejak tetesan pertama jatuh. Hasil menunjukkan bahwa sensor hujan bekerja dengan sangat sensitif terhadap keberadaan air, bahkan terhadap kelembaban tinggi. Meskipun demikian, perlu dicatat bahwa sensor ini bersifat kontak langsung, sehingga lebih akurat bila benar-benar terkena air fisik, bukan hanya udara lembab. Dalam kondisi pengujian nyata di luar ruangan, sensor mampu mendeteksi hujan ringan hingga sedang dengan sangat baik. Ketika terdeteksi basah, mikrokontroler segera menginstruksikan servo untuk menarik jemuran. Respons ini sangat penting untuk mencegah pakaian basah karena hujan mendadak, bahkan saat cahaya matahari masih tampak terang.

Tanggal	Waktu	Cuaca BMKG	Sinyal Digital	Status Sensor	Status di Aplikasi
09/07/2025	06.00 WIB	Hujan Ringan	High	Basah	Status Hujan: "Basah"
09/07/2025	10.00 WIB	Cerah Berawan	Low	Kering	Status Hujan: "Kering"
09/07/2025	13.00 WIB	Hujan Ringan	High	Basah	Status Hujan: "Basah"
09/07/2025	16.00 WIB	Berawan	Low	Kering	Status Hujan: "Kering"
09/07/2025	19.00 WIB	Cerah Berawan	Low	Kering	Status Hujan: "Kering"
09/07/2025	21.00 WIB	Cerah	Low	Kering	Status Hujan: "Kering"
09/07/2025	23.00 WIB	Cerah	Low	Kering	Status Hujan: "Kering"
10/07/2025	05.00 WIB	Cerah Berawan	Low	Kering	Status Hujan: "Kering"
10/07/2025	07.00 WIB	Cerah Berawan	Low	Kering	Status Hujan: "Kering"
10/07/2025	10.00 WIB	Cerah	Low	Kering	Status Hujan: "Kering"
10/07/2025	13.00 WIB	Hujan Petir	High	Basah	Status Hujan: "Basah"
10/07/2025	16.00 WIB	Hujan Ringan	High	Basah	Status Hujan: "Basah"
10/07/2025	19.00 WIB	Cerah	Low	Kering	Status Hujan: "Kering"
10/07/2025	22.00 WIB	Cerah	Low	Kering	Status Hujan: "Kering"

GAMBAR 10
Hasil Pengujian Raindrop

A. Hasil Pengujian QoS

Untuk menilai performa sistem secara menyeluruh, dilakukan pengujian berdasarkan parameter Quality of Service (QoS), yang mencakup delay, akurasi, ketersediaan, dan keandalan sistem selama pengoperasian. Hasil pengujian menunjukkan bahwa waktu tunda atau delay sistem dari saat sensor mendeteksi kondisi hingga motor servo bergerak rata-rata sekitar 2,7 detik. Waktu ini masih tergolong cepat dan cukup untuk sistem kontrol otomatis seperti jemuran pintar. Dari segi akurasi, sistem mampu memberikan respons yang tepat dalam semua kondisi uji, baik terang, gelap, maupun saat hujan, tanpa adanya kesalahan aksi. Selama pengujian, sistem tidak mengalami gangguan atau kerusakan, menandakan bahwa ketersediaan dan kestabilannya sangat baik. Seluruh komponen bekerja sesuai fungsi, dan komunikasi antara sensor, mikrokontroler, serta motor servo berjalan lancar.

Secara keseluruhan, sistem menunjukkan kualitas layanan yang baik dan sudah layak digunakan untuk

kebutuhan otomatisasi skala rumah tangga.

TABEL 1
Standar ITU-T G.1010 untuk Delay

Kategori	Delay (ms)	Indeks
Sangat Bagus	<150 ms	4
Bagus	150 ms s/d 300 ms	3
Sedang	300 ms s/d 450 ms	2
Jelek	>450 ms	1

TABEL 2
Standar ITU-T G.1010 untuk Jitter

Kategori	Jitter (ms)	Indeks
Sangat Bagus	0 ms	4
Bagus	1 ms s/d 75 ms	3
Sedang	75 ms s/d 125 ms	2
Jelek	125 ms s/d 225 ms	1

TABEL 3
Standar ITU-T G.1010 untuk Packet Loss

Kategori	Packet loss (%)	Indeks
Sangat Bagus	0%	4
Bagus	1% s/d 3%	3
Sedang	3% s/d 15%	2
Jelek	>25%	1

Berdasarkan hasil pengujian, throughput sistem tercatat sebesar 10,611 Kbps, menunjukkan kecepatan transfer data yang stabil untuk sistem IoT skala ringan. Tidak ditemukan packet loss (0%), yang berarti semua data berhasil dikirim tanpa gangguan. Nilai delay total sebesar 13,86 ms dan rata-rata 6,94 ms menunjukkan bahwa waktu tunda antar perangkat cukup rendah. Jitter juga berada di kisaran yang wajar, yaitu 13,47 ms total dan rata-rata 6,75 ms, menandakan fluktuasi waktu antar paket data masih stabil. Secara keseluruhan, performa jaringan sistem dapat dikatakan baik dan cukup andal untuk kebutuhan otomatisasi jemuran berbasis ESP8266.

TABEL 4
Hasil dari Throughput, Packet Loss, Delay dan Jitter

Throughput	Packet Loss	Delay	Jitter
Jumlah Bytes/TIME Span	$[(\text{Paket Dikirim} - \text{Paket Diterima}) / \text{Paket Dikirim}] \times 100$	Total delay = 13.8618202	Total jitter = 13,4737816
= 1326,383 x 8 = 10,611 Kbps	= 0%	= 6,941322ms	= 6,750392ms

V. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan sebuah sistem jemuran otomatis berbasis mikrokontroler ESP8266 yang mampu merespons kondisi cuaca secara real-time dengan

memanfaatkan sensor LDR dan sensor hujan. Sistem dapat mengambil keputusan secara mandiri untuk menggerakkan motor servo dalam menarik jemuran saat intensitas cahaya menurun atau saat terdeteksi hujan.

Berdasarkan hasil pengujian, sistem menunjukkan tingkat akurasi tinggi, respons yang cepat, serta performa komunikasi data yang stabil dengan nilai QoS yang baik, seperti delay rendah, tanpa packet loss, dan jitter minimal. Hal ini membuktikan bahwa sistem mampu beroperasi secara handal dan efisien dalam kondisi lingkungan dinamis. Secara keseluruhan, sistem layak digunakan sebagai solusi otomasi rumah tangga berbasis IoT.

REFERENSI

- [1] Kurniawan, R. (2020). Belajar Mikrokontroler ESP8266 untuk Pemula. Yogyakarta: Andi Publisher.
- [2] Abidin, R. K., et al. (2025). Prototype design of automatic clothesline using raindrop sensor and LDR based on Arduino. ResearchGate. <https://www.researchgate.net/publication/389617777>
- [3] Siregar, A. M., & Harahap, R. (2022). Rancang Bangun Atap Otomatis Menggunakan Sensor Cahaya dan Sensor Hujan. Jurnal Teknik Elektro, 8(1), 45–52.
- [4] Wulandari, F., & Ramadhan, M. (2021). Implementasi Motor Servo dalam Sistem Otomatisasi Rumah. Jurnal Sistem Elektronika dan Komputer, 6(2), 88–95.
- [5] Sulaiman, A., & Putra, R. (2023). Pengukuran Kualitas Layanan (QoS) Jaringan IoT Menggunakan Parameter Delay, Jitter, Packet Loss, dan Throughput. Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK), 10(1), 21–27.
- [6] Mulyadi, A., & Prasetyo, A. (2021). Rancang Bangun Sistem Atap Otomatis Menggunakan Sensor Hujan dan Sensor LDR Berbasis ESP8266. Jurnal Teknologi Elektro, 12(3), 145–152. [Link PDF](#)
- [7] Firmansyah, D., & Wijaya, A. (2020). Implementasi Internet of Things (IoT) pada Sistem Jemuran Otomatis Menggunakan NodeMCU ESP8266. Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK), 7(6), 1235–1242. [Link](#)
- [8] Nugroho, D. (2019). Analisis Kinerja Sensor LDR untuk Deteksi Intensitas Cahaya pada Sistem Otomasi. Jurnal Elektro dan Komputer, 5(2), 45–52.
- [9] Setiawan, R., & Pranoto, H. (2022). Desain dan Implementasi Sistem Penutup Otomatis Berbasis Sensor Hujan dan Mikrokontroler. Jurnal Otomasi dan Kendali, 4(1), 18–25.
- [10] Wijaya, S., & Rahman, M. (2023). Analisis Delay dan Jitter pada Sistem IoT Berbasis ESP8266 Menggunakan Firebase Realtime Database. Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer, 11(2), 98–106.
- [11] Arduino. (2023). LDR Sensor Interfacing with ESP8266. Arduino Official Documentation. [Link](#)
- [12] NodeMCU Dev Team. (2023). ESP8266 Technical Reference. NodeMCU Official Documentation. [Link](#)
- [13] Purwanto, D., & Fadillah, M. (2021). Rancang Bangun Atap Otomatis dengan Sensor Hujan dan LDR untuk Perlindungan Peralatan Luar Ruangan. Jurnal Elektro Indonesia, 9(4), 267–274.
- [14] Heru Prasajo, Rita Purnamasari, and Yulinda Eliskar, “Perancangan Alat Pemrosesan Sampah Organik Berbasis Internet of Things (IoT) untuk Pembuatan Kompos,” e-Proceeding Eng., vol. 11, no. 6, pp. 6080–6085, 2024.
- [15] Ariando, A. Rusdinar, dan R. Purnamasari. (2020). Desain dan Implementasi Sistem Pengaturan Cahaya, Temperatur dan Kelembaban pada Kebun Indoor Menggunakan Mikrokontroler. Bandung: Universitas Telkom.