

Perancangan Jemuran Otomatis Berbasis IoT Menggunakan ESP32 Dan API

Ihsanul Fadillah Amin¹, Dewi Laksmiati^{2*}

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Bina Sarana Informatika, Jakarta 10450

*Korespondensi penulis: dewi.dlk@bsi.ac.id

(Received: 13-06-2024; Revised: 23-06-2024; Accepted: 30-06-2024)

Abstract. *Drying clothes is a common daily activity performed by people around us. Typically, this task is carried out outdoors with the expectation that sunlight will quickly dry the clothes. However, in today's modern era, where the demands of work and other activities are very high, the task of drying clothes is often forgotten due to being preoccupied with other tasks and not having time to retrieve the clothes when the weather turns bad. This device utilizes the ESP32 microcontroller as its controller, with inputs from a rain sensor, LDR (Light Dependent Resistor) sensor, and the Open Weather API (Application Programming Interface) The rain sensor serves as the primary input that activates upon contact with rainwater, the LDR sensor functions as an input when night falls, and the Open Weather API aims for early prevention based on current weather forecasts at the device's location.*

Keywords: *automatic clothes dryer, rain sensor, LDR sensor, open weather API, ESP32 microcontroller.*

Abstrak. Menjemur pakaian adalah aktivitas sehari-hari yang umum dilakukan oleh masyarakat di sekitar kita. Biasanya, kegiatan ini dilakukan di luar ruangan dengan harapan sinar matahari dapat mengeringkan pakaian dengan cepat. Namun, dalam era modern saat ini, di mana tuntutan pekerjaan dan aktivitas lainnya sangat tinggi, seringkali kegiatan menjemur pakaian terlupakan karena kita sibuk dengan kegiatan lain dan tidak punya waktu untuk mengambil pakaian saat cuaca buruk. Alat ini menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pengendalinya dengan masukan dari sensor hujan, sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) dan API (*Application Programming Interface*) *open weather*. Sensor hujan digunakan sebagai masukan utama yang akan bekerja ketika terkena air hujan, sensor LDR difungsikan masukan pada malam hari tiba dan API open weather bertujuan untuk pencegahan lebih awal berdasarkan prakiraan cuaca terkini di lokasi alat terpasang.

Kata kunci: penjemur pakaian otomatis, sensor hujan, sensor LDR, API open weather, mikrokontroler ESP32.

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi adalah sesuatu yang tidak bisa dihindari dalam kehidupan ini, karena kemajuan teknologi akan berjalan sesuai dengan kemajuan ilmu pengetahuan. Setiap inovasi diciptakan untuk memberikan manfaat positif bagi kehidupan manusia. Teknologi juga memberikan banyak kemudahan, serta sebagai cara baru dalam melakukan aktivitas manusia [1]. Salah satu contohnya adalah dalam hal menjemur pakaian. Menjemur pakaian adalah salah satu kegiatan yang sering dilakukan di dalam kehidupan rumah tangga, dan biasa kita lihat menjemur pakaian sering kita tinggal berpergian, sehingga tidak bisa mengangkat jemuran pada waktu akan turun hujan [2].

Turunnya hujan akan mempengaruhi kualitas pakaian yang dijemur. Hal ini perlu diatasi, karena hampir seluruh wilayah Indonesia memiliki iklim tropis. Iklim Indonesia juga dicirikan oleh tiga pola curah hujan yakni pola musonal, pola equatorial, dan pola lokal [3]. Pada akhir tahun 2023 dimulai curah hujan yang cukup tinggi. Hasil monitoring dinamika atmosfer dan laut pada bulan November 2023 menunjukkan bahwa indeks ENSO

(anomali suhu muka laut pada wilayah Nino 3.4) bernilai $+1,973^{\circ}\text{C}$ yang mengindikasikan terjadinya kondisi El Nino Moderat [4].

Penelitian ini akan menggunakan sensor hujan, sensor LDR dan Open Weather API Sebagai input. Sensor hujan mendeteksi hujan dimana jika sensor terkena air maka sensor mendeteksi hujan [5] sedang sensor prinsip kerja dari sensor LDR cukup mudah, jika cahaya yang redup atau tidak ada cahaya, maka nilai resistansi atau nilai hambatan dari sensor LDR akan tinggi, sehingga arus yang masuk akan terhalang dan nilai inputan akan menjadi nol [6]. Dan sebagai output, sistem akan memberikan notifikasi ke Blynk via internet yang akan meneruskannya ke aplikasi Blynk di perangkat seluler [7].

Penelitian ditujukan untuk mengembangkkn penelitian sebelumnya yang dilakukan Wijayanti et al. Dimana pada penelitian sebelumnya menggunakan input dari sensor hujan dan sensor LDR, kemudian diproses oleh ESP32 yang kemudian outputnya adalah mengontrol Motor DC yang terhubung ke tali jemuran [8]. Pada penelitian ini penulis akan menambahkan 1 variabel input yaitu Open Weather API yang dapat memprediksi hujan [9]. Selain itu agar lebih efektif, peneliti tidak menggunakan penarik jemuran, namun menggunakan atap buka tutup sebagaimana atap stadion seperti dalam penelitian Fauzan. [10]

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini terfokus pada perancangan smart penjemur pakaian yang menggunakan mikrokontroler ESP32. Tujuan utama perancangan ini adalah untuk mengatur pembukaan dan penutupan atap penjemur pakaian berdasarkan data yang diperoleh dari sensor hujan. Sistem ini tidak hanya mengandalkan sensor hujan, melainkan juga dilengkapi dengan pencegahan berdasarkan prakiraan cuaca yang diperoleh melalui API open source. API digunakan karena memungkinkan aplikasi perangkat lunak untuk berkomunikasi satu sama lain untuk bertukar data, fitur, dan fungsionalitas.[11] Sensor LDR juga diterapkan untuk menutup atap pada malam hari, terlepas dari kondisi cuaca. Perancangan ini melibatkan beberapa komponen, antara lain mikrokontroler ESP32, sensor hujan, sensor LDR, dan motor servo. Selain itu, untuk memberikan informasi kepada pengguna tentang kondisi penjemur pakaian ketika mereka tidak berada di rumah, sistem ini akan terintegrasi dengan *Internet of Things* (IoT). Integrasi ini memungkinkan pengiriman notifikasi kepada pengguna dan memberikan kemampuan untuk mengontrol atap penjemur dari jarak jauh.

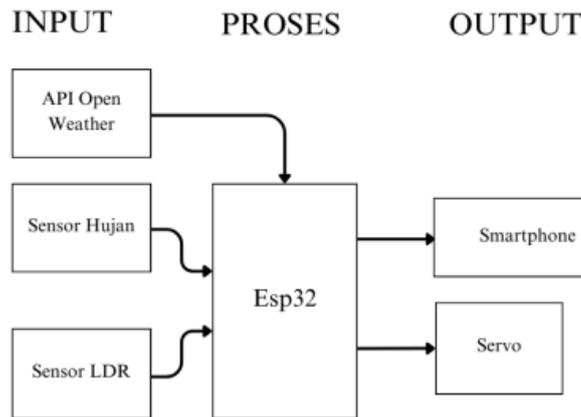
Perancangan diterapkan dalam sebuah replika rumah yang dilengkapi miniatur jemur yang dapat masuk keluar secara otomatis berdasarkan sensor LDR dan sensor hujan. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan Motor DC yang digunakan sebagai penggerak jemuran dan tersambung dengan driver L293D berjumlah 1. Motor Servo DC digunakan karena lebih cocok digunakan pada aplikasi yang lebih kecil [12], [13], sensor LDR diuji dengan jarak 30cm memiliki respon yang sedikit lambat. Prototipe jemuran otomatis bekerja dengan baik dalam kecepatan dan respon terhadap intensitas cahaya yang diterima.

Rancang Bangun Alat

Tahap pertama perancangan adalah membuat blok diagram sistem, kemudian melakukan pemilihan komponen baik Arduino based dan sensor dan motor pendukung, kemudian pembuatan skema rangkaian dan diagram alur sistem.

Blok Diagram Sistem

Pada awal perancangan dibuat diagram blok untuk merumuskan alur yang akan dilalui mulai diterimanya input dari API *Open Weather*, sensor hujan, sensor LDR, lalu diproses oleh ESP32 menjadi output ke smartphone dan servo motor.

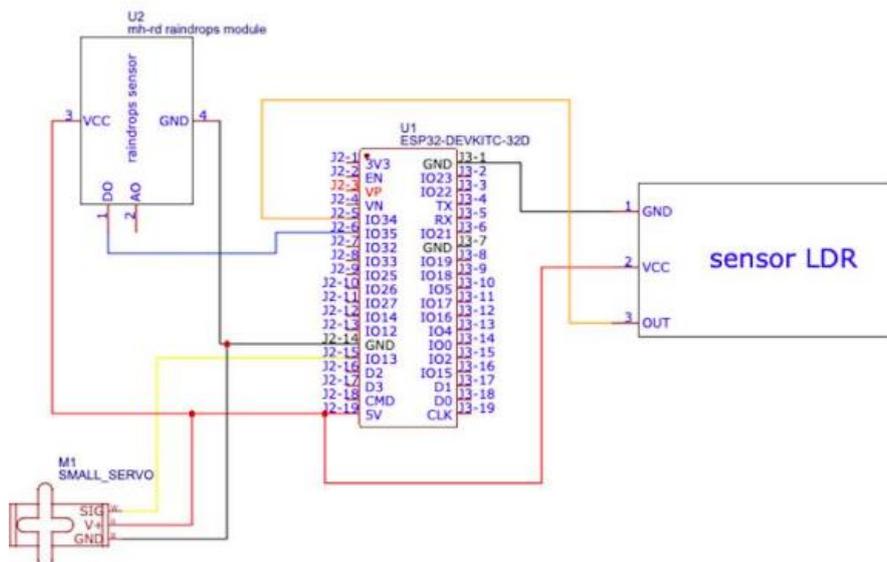


GAMBAR 1. Blok diagram.

Secara rinci, urutan alur input hingga output yang diterapkan dalam sistem adalah, sensor hujan akan aktif saat terkena air hujan, kemudian sensor akan mengirimkan data yang menunjukkan bahwa hujan sedang turun, dan informasi ini akan diolah oleh mikrokontroler ESP32. Di sisi lain, API open weather digunakan sebagai langkah pencegahan lebih awal, berdasarkan prakiraan cuaca real-time untuk daerah tertentu. Selanjutnya, sensor LDR akan berperan ketika terjadi perubahan dari siang ke malam. Ketiga input ini akan diolah oleh ESP32 untuk menggerakkan motor servo sesuai dengan program yang telah diprogram. Selain itu, sistem ini juga mampu mengirimkan notifikasi dan dapat dikendalikan dari jarak jauh melalui aplikasi Blynk.

Skema Rangkaian

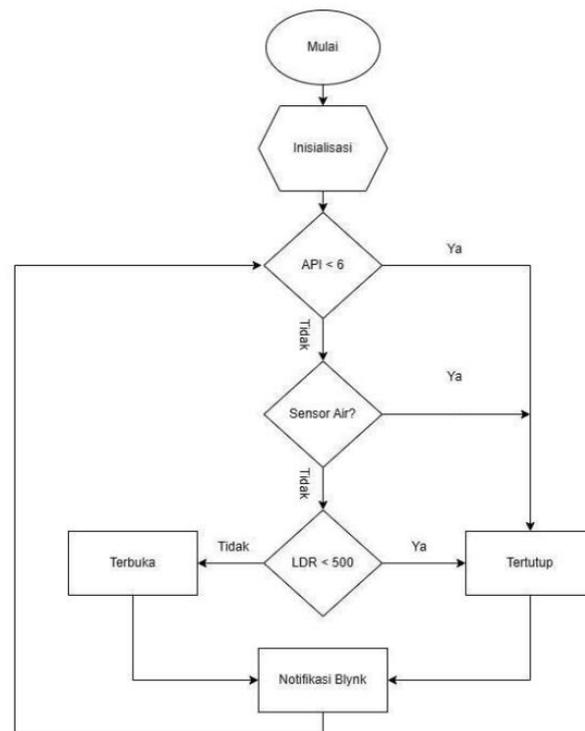
Setelah diagram sistem dibuat, selanjutnya dilakukan pemilihan komponen. Kemudian buat rangkaian berdasarkan komponen yang dipilih. Rangkaian dibuat berdasarkan keterhubungan sensor LDR, sensor hujan dan motor servo terhadap ESP32. ESP32 dipilih dikarenakan beroperasi dengan CPU 240 MHz, RAM 512 KiB, mendukung WiFi dengan keamanan WFA, WPA/WPA2 [14].



GAMBAR 2. Skema rangkaian.

Diagram Alur Sistem

Untuk menggambarkan secara singkat cara kerja sistem. Dibuat diagram alur system yang dibutuhkan dalam proses berikutnya yaitu pembuatan kode Arduino IDE.



GAMBAR 3. Diagram Alur

Berdasarkan diagram alur atau *flowchart* di atas dapat dilihat cara kerja sistem ini sebagai berikut: Pertama, program diinisialisasi sebagai titik awal untuk menyiapkan program agar dapat berjalan dengan lancar. Pada perancangan ini, terdapat tiga input, yaitu sensor hujan, sensor LDR, dan API Open Weather. Sensor hujan akan mengirimkan data ke mikrokontroler ESP32 saat terkena air. Data tersebut akan digunakan untuk menentukan apakah atap jemuran akan dibuka atau ditutup. API Open Weather berguna untuk memprediksi cuaca berdasarkan lokasi alat digunakan. Hal ini dilakukan untuk mencegah pakaian basah lebih awal. Sensor LDR digunakan untuk menutup atap jemuran pada malam hari, baik saat hujan maupun tidak. Hal ini dilakukan untuk mencegah pakaian terkena embun. Blynk digunakan sebagai platform Internet of Things yang dapat memantau nilai keadaan cuaca berdasarkan API dan mengirimkan notifikasi jika terjadi hujan. Notifikasi ini dapat digunakan untuk mengingatkan pengguna agar segera mengambil pakaian jika terjadi hujan.

Pembuatan Alat

Setelah proses perancangan selesai, langkah selanjutnya adalah implementasi pembuatan alat sesuai dengan desain yang telah dibuat. Pada tahap ini, peneliti melakukan proses konstruksi, pengadaan komponen, dan perakitan alat sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan sebelumnya.

Tahap Pengujian

Setelah selesai proses pembuatan alat, langkah berikutnya adalah tahap pengujian. Pada tahap ini, peneliti melakukan serangkaian uji coba terhadap alat untuk memastikan bahwa fungsinya sesuai dengan tujuan penelitian dan spesifikasi yang telah ditetapkan. Pengujian dilakukan untuk mengukur performa alat, keandalan, ketepatan, dan kinerja sistem secara menyeluruh.

Tahap Pengambilan Data

Langkah akhir adalah tahap pengumpulan data. Pada tahap ini, peneliti memanfaatkan alat yang telah dikembangkan untuk mengumpulkan data yang relevan dengan tujuan penelitian. Data yang terkumpul kemudian dianalisis dan dievaluasi sesuai dengan sasaran yang telah ditetapkan sebelumnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah rangkaian siap dan sudah terprogram, berikutnya dilakukan uji fungsional dan uji keseluruhan. Berbeda dengan *Jemuran Otomatis* yang dibuat Oleh Wijayanti, et al[8]. Dalam penelitian ini turut digunakan API Open Weather agar dapat mengantisipasi datangnya hujan sebelum hujan benar-benar turun.

Pengujian Sensor Hujan

Pada tahapan ini dilakukan pengujian sensor air yang difungsikan untuk mengidentifikasi keberadaan hujan, dilakukan pengujian dengan menggunakan tetesan air sebagai representasi dari hujan. Proses pengujian ini dilaksanakan baik pada kondisi hujan maupun kondisi tanpa hujan, dengan masing-masing pengujian dilakukan sebanyak 5 kali untuk memperoleh data yang dapat diandalkan.

TABEL 1. Pengujian sensor air (kondisi kering).

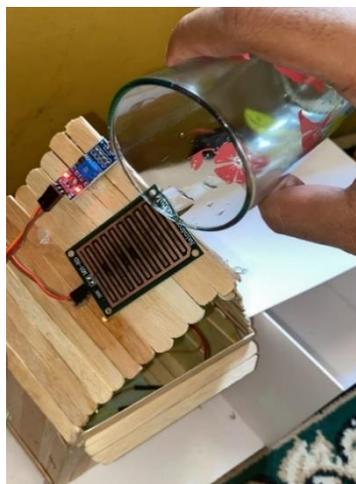
No	Input Sensor Air	Waktu	Output Penutup Jemuran
1	Tidak ada tetesan Air	1 Menit	Terbuka
2	Tidak ada tetesan Air	2 Menit	Terbuka
3	Tidak ada tetesan Air	3 Menit	Terbuka
4	Tidak ada tetesan Air	4 Menit	Terbuka
5	Tidak ada tetesan Air	5 Menit	Terbuka

Pada tabel 1 di atas menunjukkan bahwa dalam 5 kali pengujian jika sensor air tidak terpapar air, atap jemuran akan tetap dalam posisi terbuka. Kemudian pada Tabel 2, ketika sensor air mendeteksi kehadiran tetesan air, data yang dihasilkan akan diolah oleh mikrokontroler ESP32, yang kemudian memberikan perintah kepada motor servo untuk bergerak menuju posisi 0°.

TABLE 3. Pengujian sensor air (kondisi basah)

No	Input Sensor Air	Waktu	Output Penutup Jemuran
1	Terkena tetesan air	1 Menit	Tertutup
2	Terkena tetesan air	2 Menit	Tertutup
3	Terkena tetesan air	3 Menit	Tertutup
4	Terkena tetesan air	4 Menit	Tertutup
5	Terkena tetesan air	5 Menit	Tertutup

Dari hasil serangkaian pengujian sebanyak 5 kali, ditemukan bahwa ketika sensor air mendeteksi keberadaan tetesan air yang diasumsikan sebagai hujan, atap akan otomatis tertutup. Proses pengolahan data dari sensor air oleh mikrokontroler ESP32 memungkinkan pengiriman instruksi ke motor servo untuk menggerakkan atap ke posisi 90°.



GAMBAR 4. Pengujian sensor air

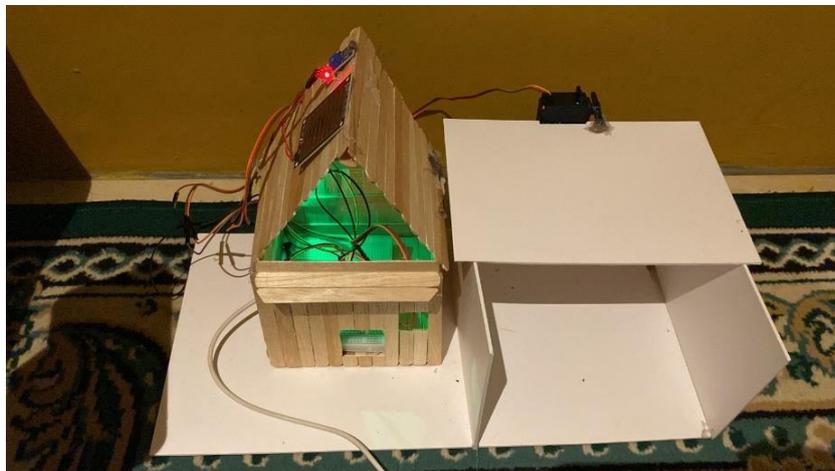
Pengujian sensor LDR

Pengujian sensor LDR bertujuan untuk memverifikasi bahwa sensor beroperasi sesuai dengan konsep yang diharapkan. Sensor LDR aktif ketika berada dalam kondisi tanpa cahaya atau saat menerima data cahaya dengan intensitas kurang dari 500 Lux.

TABEL 3. Pengujian sensor LDR.

No	Input Sensor cahaya (LDR)	Output Atap jemuran
1	<500	Tertutup
2	>500	Terbuka

Dari data yang tercatat dalam Tabel 3 di atas, pengujian dilakukan dua kali. Pada uji pertama, sensor LDR ditempatkan dalam kondisi tanpa pencahayaan, mengakibatkan penutupan atap atau pergerakan motor servo ke posisi 90°. Sementara itu, jika sensor LDR menerima cahaya atau mendeteksi intensitas cahaya >500 Lux, hasilnya adalah pembukaan atap atau pergerakan motor servo ke posisi 0°.



GAMBAR 5. Kondisi LDR tidak dapat cahaya.



GAMBAR 6. Pengujian sensor LDR.

Pengujian API Open Weather

Pengujian ini bertujuan untuk menilai sejauh mana keakuratan prediksi cuaca Open Weather dibandingkan dengan kondisi cuaca aktual. Open Weather memiliki indikator untuk memperkirakan keberadaan hujan atau tidak hujan. Proses pengujian dilakukan dengan frekuensi tertentu. Pengujian ini dilakukan di kediaman peneliti.

TABEL 4. Pengujian open weather

No	Tanggal dan waktu	Nilai <i>Open weather</i>	<i>Open Weather</i>	Cuaca Asli	Kondisi atap
1	17 Des 2023	8	Panas	Panas	Terbuka
2	18 Des 2023	5	Hujan	Mendung	Tertutup
3	20 Des 2023	7	Panas	Panas	Terbuka
4	23 Des 2023	5	Hujan	Hujan	Tertutup
5	25 Des 2023	2	Hujan badai	Hujan badai	Tertutup

Pada tabel 4 ditampilkan hasil uji coba buka tutup jemuran hanya berdasarkan API *Open Weather*, terlihat adanya perbedaan antara prediksi cuaca dari *Open Weather* dengan kondisi cuaca aktual. Meskipun demikian, perbedaan tersebut tidak begitu mencolok. *Open Weather* dalam konteks ini digunakan lebih sebagai langkah pencegahan dini semata.



GAMBAR 7. Hasil pengujian api

Pengujian Motor Servo

Pengujian motor servo bertujuan untuk memastikan pergerakan motor servo sesuai harapan ketika suatu kondisi terpenuhi.

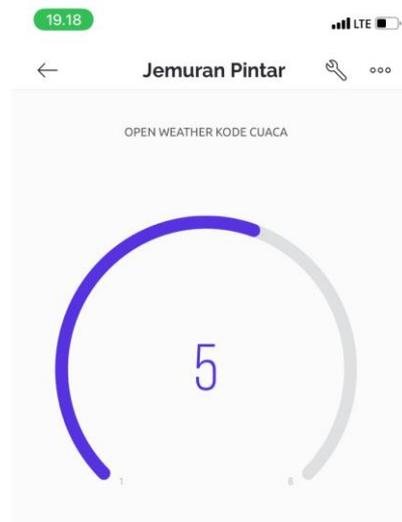
TABLE 5. Pengujian motor servo

No	Pengujian	Motor Servo	Keterangan
1	Hujan	Bergerak 90° (Atap tertutup)	Sesuai
2	Tidak Hujan	Bergerak 0° (Atap terbuka)	Sesuai

Dari hasil pengujian yang dicatat dalam Tabel 5, dapat disimpulkan bahwa pengujian motor servo sebagai penggerak atap jemuran telah memenuhi harapan penulis. Ketika terjadi hujan, motor servo bergerak menuju posisi 90°, sementara pada kondisi tanpa hujan, motor servo bergerak kembali ke posisi 0°.

Pengujian Blynk

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kualitas komunikasi antara Esp32 dengan platform Blynk, memastikan bahwa proses tersebut berjalan sesuai harapan. Melalui integrasi dengan Blynk, nilai dari Open Weather akan ditampilkan, dan sistem akan mengirimkan notifikasi saat suatu kondisi tertentu terpenuhi.



GAMBAR 8. Tampilan Blynk.

Pengujian Keseluruhan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui uji kerja sistem secara keseluruhan, setelah melakukan pengujian masing-masing komponen. Hasil pengujian ditampilkan pada tabel 6.

TABEL 6. Pengujian keseluruhan

No	Tanggal	Waktu	Sensor hujan	API Open weather	Sensor LDR	Cuaca Asli	Kondisi Atap
1	17 Des 2023	06.00	Basah	5 (Hujan)	<500	Hujan	Tertutup
2	17 Des 2023	11.00	Kering	8 (Cerah)	>500	Cerah	Terbuka
3	17 Des 2023	16.00	Basah	2 (Hujan badai)	<500	H	Tertutup

Secara keseluruhan, pengujian sistem jemuran otomatis dengan menggunakan ESP32 menghasilkan kinerja yang memuaskan dan sesuai dengan ekspektasi. Sistem ini menggunakan sejumlah input, termasuk sensor hujan, sensor LDR, dan API *Open Weather*. Dari data yang tercatat dapat disimpulkan bahwa sensor hujan berfungsi optimal sebagai input. Proses pengujian dilaksanakan sebanyak 5 kali pada kondisi kering dan basah, dengan hasil yang konsisten sesuai dengan harapan. Saat sensor hujan mendeteksi kelembapan, atap secara otomatis menutup, sementara dalam kondisi kering, atap terbuka. Sensor LDR beroperasi khususnya pada malam hari; jika intensitas cahaya yang diterima sensor LDR <500, atap akan menutup, baik dalam kondisi hujan maupun tidak. Selanjutnya, API *Open Weather* digunakan sebagai langkah pencegahan sebelum hujan. *Open Weather* merupakan API yang memberikan informasi prakiraan cuaca berdasarkan lokasi saat ini, dengan nilai indikator 1-8, dimana 1-5 menunjukkan adanya hujan, sedangkan 6-8 menandakan cuaca cerah atau berawan. Output dari sistem ini adalah motor servo, yang berfungsi sebagai penggerak atap jemuran otomatis. Hasil pengujian pada Tabel 5 menunjukkan bahwa motor servo beroperasi sesuai dengan program yang telah ditetapkan, yaitu menutup atap saat hujan dan membukanya saat tidak ada hujan. Sistem ini juga dilengkapi dengan *Internet of Things* (IoT) sebagai sarana notifikasi dan pemantauan. Pada penelitian ini, digunakan platform IoT Blynk, yang memungkinkan pengguna untuk memantau nilai *Open Weather* dan menerima pemberitahuan jika terjadi hujan.

KESIMPULAN

Pada penelitian ini didapatkan hasil bahwa alat yang dibuat berfungsi sesuai dengan perencanaan. Dari sisi input, sensor hujan dapat dengan efektif mendeteksi hadirnya air hujan, sensor LDR efektif dalam intensitas cahaya dan *Open Weather* API memberikan

prakiraan akurat yang mendekati dengan cuaca aktual. Dan dari sisi output, motor servo beroperasi dengan baik membuka dan menutup jemuran apabila berdasarkan urutan input dalam program, dimana servo motor akan menutup atap apabila API *Open Weather* mendeteksi hujan atau sensor hujan mendeteksi air hujan atau sensor LDR mendeteksi nilai cahaya <500. Penambahan API *Open Weather* dalam rangkaian dapat berperan sebagai *early warning system* sehingga penutup jemuran otomatis dapat menutup jemuran sebelum datangnya hujan. Hal ini tergambar hasil uji fungsional di tabel 4, dimana ketika nilai Open Weather <6 jemuran akan otomatis menutup. Penambahan *Open Weather* ini turut menjaga kualitas dari pakaian yang dijemur, karena bila hanya mengandalkan sensor LDR dan sensor hujan. Pakaian akan terkena hujan dahulu, sebab sensor harus dapat mendeteksi datangnya hujan berdasarkan intensitas cahaya dan percikan air sebelum jemuran menutup otomatis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Ngafifi, “Kemajuan Teknologi Dan Pola Hidup Manusia Dalam Perspektif Sosial Budaya,” *Jurnal Pembangunan Pendidikan: Fondasi dan Aplikasi*, vol. 2, Jul. 2014, doi: 10.21831/jppfa.v2i1.2616.
- [2] I. Irwanto, E. Permata, and D. Aribowo, “Rancangan Prototype Alat Jemuran Otomatis Menggunakan Sensor Air Dan Sensor Cahaya Berbasis Mikrokontroler Arduino,” *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, vol. 5, p. 133, Jul. 2019, doi: 10.24036/jtev.v5i1.1.106294.
- [3] Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, “VARIABILITAS IKLIM DI INDONESIA.” 2023. Accessed: May 18, 2024. [Online]. Available: <https://iklim.bmkg.go.id/bmkgadmin/storage/brosur/LEAFLETINDO.pdf>
- [4] A. F. Radjab, Supari, A. M. Setiawan, and A. Ripaldi, “Buletin Iklim Indonesia,” *Buletin Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*, vol. 12, no. 2023, Jul. 2023, Accessed: May 12, 2024. [Online]. Available: <https://www.bmkg.go.id/iklim/buletin-iklim.bmkg>
- [5] A. M. Asmidin, L. Atina, and W. A. Anjani, “Rancang Bangun Jemuran Pakaian Otomatis Berbasis Internet of Things,” *JURNAL INFORMATIKA*, vol. 12, pp. 50–59, Jul. 2023, doi: 10.55340/jiu.v12i1.1309.
- [6] M. A. Annas, A. Widodo, M. C. Aisyah, I. E. Ningrum, and D. Makrufah, “Karakterisasi Sensor Cahaya Light Dependent Resistor (LDR),” *Masaliq*, vol. 2, no. 4, pp. 612–622, 2022, doi: <https://doi.org/10.58578/masaliq.v2i4.516>.
- [7] Anonymous, “Notifications (Alerts) | Blynk Documentation.” 2024. Accessed: Jun. 01, 2024. [Online]. Available: <https://docs.blynk.io/en/getting-started/notification-management>
- [8] I. K. Wijayanti, Nurchim, and J. Maulindar, “Perancangan Smart Home Jemuran Otomatis Berbasis Internet of Things,” *INFOTECH Journal*, vol. 9, no. 1, pp. 183–189, 2023, doi: <https://doi.org/10.31949/infotech.v9i1.5344>.
- [9] OpenWeatherMap, “Probability of Precipitation in OpenWeatherMap Forecasts,” *Medium*, 2020, [Online]. Available: <https://openweathermap.medium.com/probability-of-precipitation-in-openweather-forecasts-f746db1e8c1>
- [10] A. Fauzan, “Simulasi Proteus Atap Stadion Automatic Berbasis Arduino Dengan Menggunakan Sensor Hujan Dan Sensor LDR,” *Jurnal JEETech*, vol. 2, pp. 84–90, Jul. 2021, doi: 10.48056/jeetech.v2i2.173.
- [11] Anonymous, “Apa Itu API (Antarmuka Pemrograman Aplikasi)? | IBM.” Jul. 2024. Accessed: May 30, 2024. [Online]. Available: <https://www.ibm.com/id-id/topics/api>

- [12] E. A. Prastyo, “Pengertian dan Prinsip Kerja Motor Servo [Understanding and Working Principle of Servo Motors].” Jul. 2022. [Online]. Available: <https://www.arduinoindonesia.id/2022/10/pengertian-dan-prinsip-kerja-motor-servo.html>
- [13] R. Y. Nasution, H. Putri, and Y. S. Hariyani, “Perancangan Dan Implementasi Tuner Gitar Otomatis Dengan Penggerak Motor Servo Berbasis Arduino,” *Jurnal Elektro Dan Telekomunikasi Terapan*, vol. 2, no. 1, pp. 83–94, 2016, doi: <https://doi.org/10.25124/jett.v2i1.96>.
- [14] R. Mischianti, “DOIT ESP32 DEV KIT v1 high resolution pinout and specs.” Jul. 2021. [Online]. Available: <https://mischianti.org/doit-esp32-dev-kit-v1-high-resolution-pinout-and-specs/>